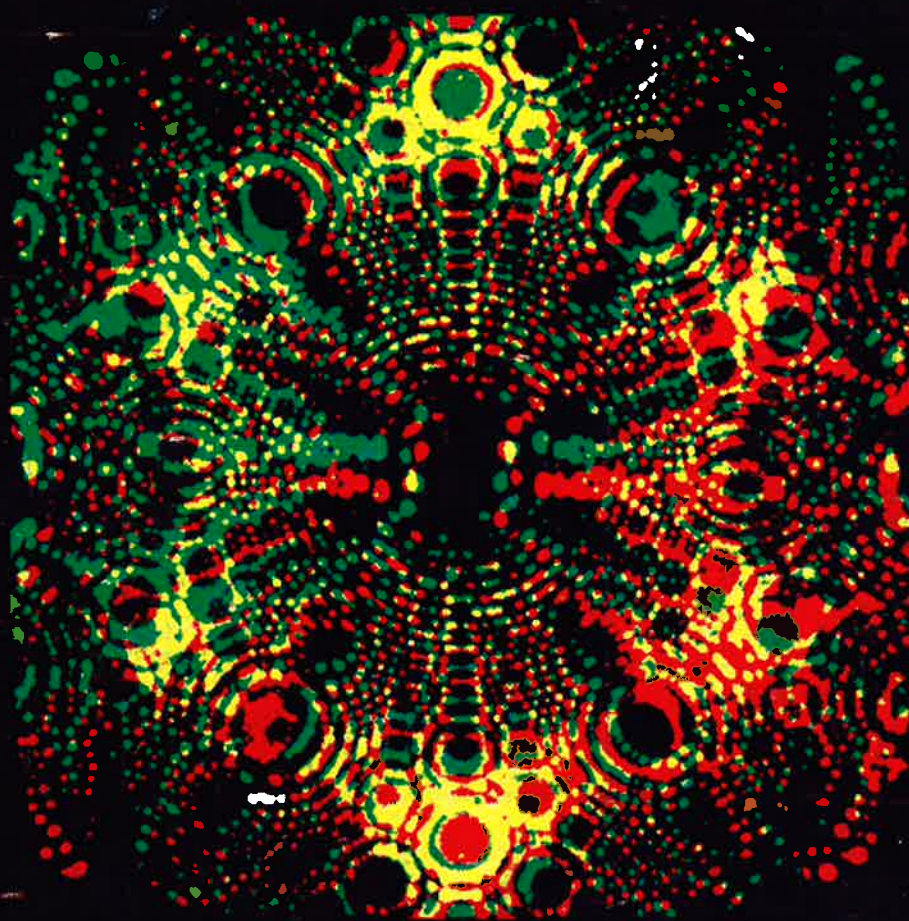


**L'actualité
chimique**

publiée
par la
Société
Chimique
de France

décembre 1974

n° 10



MOLÉCULES MARQUÉES AU DEUTÉRIUM

SOLVANTS POUR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE									
Réf.	Composés	Enrichissement en isotope (%)	Prix francs français (hors taxes)						
			1 ml	5 ml 5 × 1	10 ml 10 × 1	25 ml 5 × 5	100 ml 4 × 25 10 × 10	500 ml 5 × 100 20 × 25	2 × 500 ml 10 × 100
DMM 9	Acétone D ₆	≥ 99,7	—	35	65	150	440	1 800	3 000
DMM 21	Acétonitrile D ₃	≥ 99,5	—	50	90	200	600	2 400	—
DMM 12	Acide acétique D ₄	99,4	—	40	70	160	440	—	—
DMM 22	Acide trifluoroacétique D	≥ 99,5	—	30	55	100	350	—	—
DMM 1	Benzène D ₆	≥ 99,6	—	25	45	110	350	1 400	2 500
DMM 7	Chloroforme D	≥ 99,7	—	—	—	25	70	300	500
DMM 23	Chlorure de méthylène D ₂	≥ 99	—	70	130	300	880	3 600	6 000
DMM 17	Cyclohexane D ₁₂	≥ 99,6	50	200	350	800	2 600	—	—
DMM 29	Deutériochloroforme 100%D *	≥ 99,9	—	—	60	110	300	1 300	2 200
DMM 10	Diméthylsulfoxyde D ₆	≥ 99,8	—	40	70	160	500	2 000	3 200
DMM 16	Éthanol OD	≥ 99	—	—	20	40	150	600	—
DMM 15	Méthanol OD	≥ 99	—	—	20	40	150	600	—
DMM 24	Méthanol D ₄	≥ 99,4	—	35	70	175	700	—	—
DMM 30	Nitrométhane D ₃ *	≥ 99	—	100	175	400	1 300	—	—
DMM 13	Pyridine D ₅	≥ 99,4	20	80	140	320	1 000	—	—
DMM 5	Toluène D ₈	≥ 99,6	25	90	160	225	700	3 000	5 000

* Produits nouveaux.

Tous ces solvants sont livrés en ampoules autocassables scellées sous argon et sont disponibles en fractions de 1 ml. Les commandes ne peuvent être inférieures aux quantités minimales indiquées ci-dessus. L'activité due à la concentration isotopique en tritium est contrôlée pour chaque lot.

Renseignement et catalogue à :

C. E. A. — Service des Molécules Marquées
B. P. n° 21, 91190-Gif-sur-Yvette

Tél. : 941-80-00
postes 24-03 et 52-55

COMMISSARIAT
A L'ÉNERGIE ATOMIQUE
DÉPARTEMENT DES RADIOÉLÉMENTS
B.P. N° 21
91190 GIF-SUR-YVETTE, FRANCE
TÉL. : 941 80 00
TÉLEX : 27 621

INSTITUT NATIONAL
DES RADIOÉLÉMENTS
C/O CEN-SCK
BOERETANG 200
2400 MOL-DONK - BELGIQUE
TÉL. : (014) 32 576
TÉLEX : 32 405

CENTRO
RICERCA BIOMEDICA
GRUPPO RADIOCHIMICA
13040 SALUGGIA (VERCELLI) - ITALIA
TÉL. : (0161) 48 155 +
TÉLEX : 20064 SORINSAL

Sommaire

- 3 Assemblée annuelle 1974**
Rapport moral du Président André Michel
- 8 Faisons le point**
Les méthodes du génie chimique (1^{re} partie)
par Pierre Le Goff
- 16 Méthodes et techniques**
Ordinateur et synthèse organique
Fichiers de produits commerciaux
par A. La Tela, R. Barone, M. Chanon et J. Metzger
- 19 Enseignement**
Comment enseigner la chimie industrielle?
par Henri Guérin
La variance « ne varietur »
par Michel Destriau
- 23 Recherches. Développement. Appareils. Produits nouveaux...**
Séparation, par taille, des petites molécules
par Gérard Seroussi
- 30 Les livres**
Analyses des livres reçus
- 37 Communiqués et informations**
- 39 Commémoration**
Réflexions sur la vie et l'œuvre d'Achille Le Bel
par Léon Velluz
- 42 Informations S.C.F.**
Réunions
Communiqués S.C.F.
Nouveaux Membres
Compte rendu des séances des Sections régionales
Demandes et offres diverses
Sommaires des fascicules de novembre 1974
du B.S.C.F.

Administration - Rédaction Publicité

250, rue Saint-Jacques
75005 Paris
Téléphone : 033.20.78
325.20.78

Lucien Ducret
Rédacteur en Chef

Comité de patronage

Jacques Bénard
Ancien Président de l'I.U.P.A.C.
Georges Champetier
Membre de l'Institut
Gaston Charlot
Membre de l'Institut
Georges Chaudron
Membre de l'Institut
Raymond Cornubert
Correspondant de l'Institut
Jacques Duclaux
Membre de l'Institut
Maurice-Marie Janot
Membre de l'Institut
Paul Laffitte
Membre de l'Institut
André Michel
Président de la S.C.F.
Henri Moureu
Membre de l'Institut
Henri Normant
Membre de l'Institut
Raymond Paul
Correspondant de l'Institut
Charles Prévost
Ancien Président de la S.C.F.
Jacques Tréfouel
Membre de l'Institut
Léon Velluz
Membre de l'Institut

Abonnements

(pour 10 numéros)

Membres de la S.C.F.

Les Membres de la Société versent une cotisation annuelle de 50 F qui leur donne droit à un abonnement préférentiel de 50 F à cette revue.

Non-membres

France, Europe, Afrique du Nord : 75 F
Autres pays (envoi par avion) : 125 F

Toute demande de changement d'adresse doit être accompagnée du numéro de code de l'abonné et d'une somme de 10 F (chèque ou timbres).

C.C.P. Paris : 280.28

Prix du numéro : 8 F

En vente uniquement au siège de la S.C.F.

Rapport moral du Président André Michel**

Monsieur le Recteur,

Il est de tradition que, lors de son Assemblée générale, la Société Chimique soit accueillie par le Recteur de l'Académie ou le Président de l'Université. La tradition est aujourd'hui bien respectée, mais ce qui constitue un fait très rare, c'est que le Recteur de cette Académie où se tient notre Assemblée générale, soit un chimiste, un Membre de notre Société et qui plus est un ancien Membre du Conseil, un ancien Président d'une Section de notre Société, celle de Rouen et le Président d'honneur de la Section de Nancy.

Je veux voir dans votre participation constante à toutes les activités chimiques françaises l'origine de la chaleur de vos paroles : j'ai été particulièrement sensible aux termes que vous employez pour saluer les participants à notre Assemblée et je tiens, au nom de tous, à vous exprimer notre très vive reconnaissance.

Mesdames, Messieurs, mes chers collègues,

Cette Assemblée générale est rehaussée en intérêt par la participation de savants étrangers que je suis heureux d'accueillir : Le Professeur Fischer, de l'Université de Munich, Prix Nobel 1973, mondialement connu dans les milieux scientifiques pour ses travaux sur les dérivés des métaux carbonyles.

M. Pierre Segula, Directeur général technique adjoint de la Société Solvay.

Le Professeur Niels Bartlett de l'Université de Berkeley qui est à l'origine d'un développement spectaculaire de la chimie des gaz rares, et est arrivé à faire réagir ces gaz prétendus inertes sur le fluor.

Le Professeur J.-P. Collmann de l'Université de Stanford en Californie,

M. le Docteur Lambert, Président de la Société Chimique de Belgique,

M. le Docteur Isler, Président de la Société Suisse de Chimie,

qui ont bien voulu répondre à l'invitation qui leur avait été faite et je leur dis combien je suis heureux de leur participation à ces journées.

Vous pouvez constater que la liste des participants à cette réunion comporte des noms de dames en nombre important et je leur dis combien je suis ravi de leur

* L'Assemblée annuelle de la S.C.F. s'est tenue, du 29 au 31 mai, dans les locaux de l'Université de Nancy I, au Campus de Vandœuvre.

** Présenté au cours de l'Assemblée générale du mercredi 29 mai.

présence qui atténuera grandement l'austérité de nos réunions.

Toute Assemblée générale de Société comporte un compte-rendu de l'activité de la Société au cours de l'année précédente.

Effectifs

Au point de vue des effectifs, il m'est pénible de constater un fléchissement du nombre de nos adhérents. De 5 674 en 1972, ce qui marque une légère progression sur 1970 ou 1971, ce nombre est passé à 4 890 en 1973. Les raisons de cet état de choses sont difficiles à analyser. La conclusion s'impose : un effort de propagande est à faire; des décisions sont prises qui permettront de faire connaître la Société surtout auprès des milieux industriels.

Publications

Le nombre des publications est également en baisse :

	1970	1971	1972	1973
Mémoires	778	785	765	686
Lettres à la rédaction	28	24	16	9
Mises au point	14	16	12	15
Conférences	13	9	12	6
Nombre de pages	4 570	4 644	4 870	3 512

L'origine est double :

1. Tout d'abord, un fléchissement général du nombre des publications chimiques françaises. Tous les périodiques scientifiques français accusent une baisse analogue. La raison semble en être une dispersion des efforts des chercheurs qui sont sollicités par des activités extraprofessionnelles, de trop nombreuses réunions à caractère varié.

2. En second lieu, la limitation des mémoires à 4 pages imprimées fait qu'un certain nombre d'articles longs se sont réfugiés dans d'autres périodiques.

Le problème des publications scientifiques du secteur chimie sera évoqué plus loin, car c'est un problème grave, un problème majeur dans les circonstances actuelles.

Depuis avril 1973, le bulletin bimensuel qui était le bulletin de liaison, qui apportait l'annonce des réunions des colloques, le résumé des communications, des analyses de livres, a été transformé en une publication mensuelle : *L'actualité chimique*. La valeur des mises au point qui y paraissent, la présentation générale : format, typographie, figures... sont à l'origine d'un très franc succès de cette publication. Très bien accueillie, elle a valu à la Société des

félicitations, des encouragements, quelques critiques très constructives d'ailleurs. Notre rédacteur en chef, M. Ducret, peut être fier de sa réalisation : je tiens à le féliciter, à le remercier. Cependant, certains milieux chimiques : les enseignants du secondaire, les ingénieurs en poste dans l'industrie, ne se sentent pas encore assez concernés par ce périodique. Un effort va être fait et M. le Président Velluz a bien voulu constituer, en quelque sorte, un conseil de perfectionnement de *L'actualité chimique* : je tiens à lui exprimer, devant la Société Chimique assemblée, mes très vifs remerciements.

Comme toute société, la Société Chimique de France édite périodiquement un annuaire. Le dernier date de 1971 et il est grand temps de le remplacer. En fait, il avait été prévu une réédition en 1973, mais des difficultés survenues avec l'imprimeur nous ont obligés de différer ce projet. Toutes les dispositions sont prises pour que fin 1974, début 1975, un nouvel annuaire voit le jour. Le travail de préparation entrepris en 1972 n'est plus valable, car les changements d'adresse et de fonction des membres de la Société sont fréquents. Il est indispensable pour que l'annuaire soit à jour que vous remplissiez à nouveau une fiche-annuaire, fiche qui se trouvera dans un numéro de *L'actualité chimique*.

Activité

L'activité scientifique de la Société Chimique est le fait des Divisions et des Sections locales. Je vais demander successivement aux quatre Présidents de Division de rendre compte de leur activité, en englobant l'activité des Sections locales qui sont de leur ressort *.

Je demande tout d'abord à M. le Professeur Rigaudy de vous parler de la Division de chimie organique.

La Division de chimie organique, vous avez pu le constater, a, au cours de l'année 1973, tenu de nombreuses réunions de haut niveau scientifique et attiré des conférenciers de grande valeur.

M. le Professeur Flahaut devait présenter la Division de chimie physique et minérale. Retenu à Paris par une obligation professionnelle, il m'a demandé de le remplacer, ce que je fais volontiers.

Le fait qu'une journée d'étude sur l'état solide soit organisée en septembre fait que le nombre de communications présentées à l'Assemblée générale est plus faible que l'an passé. Cet allègement permettra des séances moins lourdes et il facilitera les discussions.

M. le Professeur Pellerin vous rend compte maintenant des faits marquants survenus dans la Division de chimie analytique.

C'est le Professeur Guillaume, secrétaire de la Division de l'enseignement qui se substitue à M. Collongues, retenu par ailleurs, pour parler de l'activité de cette Division.

Formation continue

Les activités scientifiques qui viennent d'être relatées par les Présidents des Divisions intéressent de nombreux chimistes, ingénieurs, enseignants et c'est comme un recyclage continu qui s'opère pour ceux qui suivent régulièrement ces activités. Aussi le Président Normant avait-il envisagé de placer la Société Chimique parmi les organismes habilités à dispenser une telle formation. Pour ce faire, une modification légère de trois articles du règlement inté-

rieur de la Société était nécessaire : cette modification proposée par le Conseil a été votée par l'Assemblée générale extraordinaire qui s'est tenue à Paris le 14 mars 1974. M. Tchelitcheff, ingénieur à la Société Rhône-Poulenc a été chargé de définir les sujets qu'il serait nécessaire de traiter dans le cadre de notre formation.

Relations extérieures

La Société continue à entretenir les meilleures relations avec la Société sœur, la Société de Chimie Physique. La Division de l'enseignement a participé à des réunions avec la Société Française de Physique et l'Union des Physiciens au sujet de l'enseignement des sciences physiques dans le second degré. Le résultat de ces échanges de vue a été communiqué au ministère : une conférence de presse a été donnée sur ce même sujet par les Présidents de la Société Française de Physique, de l'Union des Physiciens et de la Société Chimique de France le 13 mars 1974.

Des relations empreintes de courtoisie et d'amitié se sont poursuivies avec les Sociétés chimiques de Belgique, de Suisse, d'Italie. J'ai salué tout à l'heure le Docteur Lambert, de la Société chimique de Belgique et le Docteur Isler, Président de la Société Chimique Suisse.

Le Professeur Malatesta, Président de la Société Italienne, m'a demandé d'excuser son absence.

La Société a continué à participer aux travaux d'organismes européens. M. Panne- tier a été remplacé par M. Brocart au Comité exécutif de la Fédération européenne des Sociétés Chimiques. Plusieurs membres de notre Société ont participé à des groupes de travail créés par cette Fédération. Cependant cet organisme a bien du mal à avoir une vie active. D'une part, les Sociétés qui la constituent sont très différentes les unes des autres dans leurs buts et leurs activités : ainsi le projet d'un journal européen de chimie a été définitivement abandonné devant l'opposition des Anglais et des Allemands. D'autre part, cette Fédération a des difficultés à situer ses activités par rapport à l'I.U.P.A.C., à ne pas empiéter sur son domaine : il y a eu des frictions importantes qui sont atténuées maintenant mais n'ont pas disparu.

Quoi qu'il en soit, le Conseil a pensé qu'il n'était pas bon que la Société Chimique de France soit absente de cette Fédération : je remercie vivement M. Brocart qui participe avec grande efficacité aux réunions du Comité exécutif et au groupe de travail : Affaires professionnelles.

Toujours sur le plan européen, M. Guillaume a représenté la Société aux réunions d'une commission de la Communauté économique européenne où se discutent des problèmes de classement des différentes catégories professionnelles. Je le remercie de son dévouement, ainsi que M. Ansart, Président de la Fédération des Associations d'Anciens élèves des Écoles Nationales Supérieures de Chimie qui a accepté de participer aux travaux de cette commission.

Du 1^{er} au 3 novembre dernier, s'est tenue à Rome, la 4^e réunion des Présidents des Sociétés Chimiques : dix-huit pays étaient représentés, du Canada au Japon.

Quatre thèmes de discussion avaient été retenus :

Évolution et avenir des Sociétés Chimiques. Les besoins du monde en chimistes.

La place du technicien chimiste dans le corps professionnel.

La Fédération des Sociétés Chimiques Européennes.

* *

L'an passé, à pareille époque, nous étions réunis à Marseille, et je vous avais entretenu

des problèmes posés par les publications scientifiques, du faible impact des publications françaises dans le milieu international.

Le problème des publications n'est pas en effet le propre de la chimie : toutes les disciplines en sont au même point. C'est pourquoi, les pouvoirs publics ont décidé la création d'une commission (appelée commission Charbonnel) qui a examiné dans son ensemble cette question fort importante. Cette commission a résumé ses travaux dans un document où après une analyse sont énoncées des recommandations.

L'analyse fait ressortir quelques points intéressants. En premier lieu, il ne semble pas que ce soit le niveau scientifique des publications françaises qui soit en cause : bien sûr, il y a de bons articles, il y en a de moins bons ; mais des publications, en français, acceptées par des journaux internationaux, donc ayant subi un examen parfois sévère, sont lues et fréquemment citées en référence. Ce n'est pas, et c'est un second point important, la langue française en tant que telle qui est en cause. La langue n'est pas un obstacle et chacun de nous a pu se rendre compte que bien des scientifiques de langue anglaise ou allemande, connaissent assez notre langue pour pouvoir lire un document de leur spécialité, document rédigé en français, pourvu qu'ils soient aidés par un résumé et guidés par des figures et des tableaux bien clairs.

Les recommandations, qui découlent de cette analyse, sont qu'un périodique de langue française doit

1. ne publier que de bons articles qui aient été soumis pour appréciation et critique à des « referees » sérieux et de valeur scientifique incontestée,

2. contenir une proportion non négligeable d'articles en anglais issus de laboratoires étrangers.

Mais ce ne sont pas là les seuls éléments à considérer :

Il est aisé de constater que la préférence des lecteurs va à des périodiques très spécialisés : voyez le succès de Tetrahedron Letters, de Materials Research Bulletin... La Société Chimique Américaine publie une vingtaine de journaux différents hautement spécialisés.

Un autre élément à considérer est la rapidité de parution des mémoires. Des délais de 6 semaines après mise au point définitive du mémoire sont souhaités par tous. À côté de ces différents points qui relèvent de la technique de publication, il faut envisager le point de vue financier. Les frais de composition typographique, le papier, ont augmenté dans d'importantes proportions au cours de ces dernières années, pour ne pas dire ces derniers mois : 37 % sur le papier en 2 ans, puis 30 % en six mois et ce n'est pas fini... Et c'est pourquoi les principaux journaux chimiques français : le Bulletin de la Société Chimique, le Journal de Chimie Physique, les Annales de Chimie recevaient des subventions du C.N.R.S. pour arriver à équilibrer leur budget.

Ce sont là des raisons pour lesquelles depuis environ un an, les responsables des différents journaux se sont concertés avec les représentants du C.N.R.S. notamment M. Cantacuzène, pour mettre sur pied une nouvelle organisation des publications chimiques.

Actuellement est projetée la parution d'un journal unique (appelons-le si vous le voulez, le Journal de Chimie) qui regrouperait les trois publications que j'ai citées il y a un instant. Quelles sont les caractéristiques envisagées pour ce journal ?

1. C'est un journal international où seront admises comme langues le français et l'anglais et il est souhaité un nombre assez important d'articles en anglais.

* Les comptes rendus d'activité des Divisions sont publiés à la suite de ce rapport.

2. C'est un journal à fascicules spécialisés : trois fascicules sont actuellement prévus : Chimie physique, Chimie moléculaire, État solide.

Ce nombre de trois n'est nullement limitatif : il est souhaitable qu'un fascicule « Chimie analytique » vienne s'adjoindre ; et à l'avenir suivant les nécessités, des subdivisions pourront intervenir.

Le domaine d'activité correspondant aux deux premiers fascicules : chimie physique, chimie moléculaire est bien vu. Pour l'état solide, pour lequel il existe de nombreuses revues étrangères spécialisées, ce n'est pas encore très clair, car les recherches en ce domaine se font en étroite liaison avec des laboratoires de physique, de cristallographie : il faut aussi envisager le domaine métallurgie qui tend à s'individualiser du fait de son importance alors que, scientifiquement, il fait partie, bien sûr, de l'ensemble « état solide ». Des décisions seront prises sous peu en ce qui concerne ce fascicule.

3. C'est un journal de haut niveau scientifique.

Chaque fascicule sera placé sous la responsabilité d'un rédacteur scientifique, assisté d'un Comité, comprenant quelques personnalités les plus marquantes de la spécialité. Ce rédacteur scientifique décidera de l'admission des articles après avis de « referee » français ou étranger.

4. C'est un journal d'un style nouveau. La conception de ce style repose sur la constatation suivante. La plupart des articles qui paraissent dans le B.S.C.F. par exemple, comportent à la fois :

a. des documents de travail : détails de technique de préparation, propriétés caractéristiques sous forme de tableaux de chiffres, de courbes, de reproduction de spectres...

Ces documents de travail sont très importants pour le spécialiste : ce sont des archives qu'il faut pouvoir consulter facilement — mais d'un intérêt bien moindre pour un chercheur qui travaille dans un domaine différent. La diffusion de ces documents pourrait être restreinte ;

b. des idées nouvelles, des généralisations, des conclusions, qui sont sources d'idées de recherche. C'est la partie essentiellement utile, j'allais dire fertile, pour les chercheurs de la discipline. La diffusion doit être très large.

D'où l'idée d'un journal « d'abrégés ». Mais qu'est-ce qu'un abrégé. Ce n'est pas un résumé. Un abrégé, c'est un condensé, en deux pages typographiques, soit environ 6 pages dactylographiées, de l'article tout entier avec utilisation de figures, de courbes si nécessaire. Toutes les idées et conclusions doivent y figurer avec le recours juste nécessaire aux documents.

L'opération se déroulerait ainsi : l'auteur soumet au rédacteur scientifique le texte complet de l'article et le projet d'abrégé. Transmission au « referee », mise au point de l'article, l'abrégé est revu par le rédacteur, finalement texte complet et abrégé sont prêts, l'abrégé paraît dans le journal, le texte complet est déposé au C.N.R.S., par exemple, qui en tirera sur demande microfilm ou microfiche.

La préparation de l'abrégé est délicate et *L'actualité chimique* publiera des exemples d'abrégé avec le texte complet d'où il est issu.

A côté de ces abrégés, paraîtront aussi des mises au point couvrant un domaine de recherches plus ou moins vaste, mises au point écrites par des spécialistes pour des spécialistes. Ce sera par exemple l'exposé des résultats des recherches d'une équipe pendant plusieurs années. Ces mises au point, sont, vous le savez, par leur généralisation source d'idées et origine de nouvelles recherches.

5. C'est un journal à publication rapide. La publication rapide est un souhait de tous. Nous voudrions qu'un délai maximum

de 6 semaines existe entre l'accord définitif sur l'article, son abrégé et la parution au journal.

Dans sa dernière réunion, le Conseil de la Société Chimique a donné mission à son Président de réaliser ce journal.

Je vous serais reconnaissant de bien vouloir porter une attention spéciale à ce journal français en lui réservant la primeur de vos publications. Je pense que ce journal sera un grand journal international, et que ce sera un honneur pour un auteur d'être admis à y publier. S'il en est ainsi, ce journal sera lu en France, à l'étranger : il sera fait référence à ses articles et nous n'entendrons plus des appréciations comme celle-ci : C'est un excellent chercheur, il ne publie que dans des revues étrangères. Une action sera d'ailleurs menée en vue de modifier cette manière de juger.

La réussite de ces projets est l'affaire de tous les chimistes. Ou bien ce journal verra le jour et atteindra son but, ou bien les chimistes français verront se perpétuer la situation actuelle qui, le temps aidant, ne fera que se dégrader.

Mes chers Amis,

Au terme de ce rapport, je tiens à exprimer ma très vive reconnaissance à tous ceux qui ont œuvré peu ou prou, pour la Société Chimique. Je remercie notamment : les anciens Présidents qui consacrent une part importante de leur temps dans le rôle de conseils permanents du président en exercice, les Membres du Conseil et les Vice-Présidents qui participent par leur avis, à l'élaboration des décisions, les Présidents de Division, de Section régionale et ceux qui les aident, et qui effectuent le travail vraiment scientifique, les Membres qui participent aux différentes réunions.

Je veux dire ma gratitude toute spéciale à M. Pannetier, Secrétaire Général, pour son dévouement à la Société, pour les nombreuses heures passées ensemble à mettre en forme les décisions du Conseil et du Bureau.

J'ai déjà nommé, tout à l'heure, M. Ducret, Rédacteur en Chef des publications : à nouveau, je le remercie pour son labeur de tous les jours qui s'est traduit particulièrement par le succès de *L'actualité chimique*.

M. Poirier assume toujours la mission à la fois pénible et délicate de Trésorier. Je le remercie de son œuvre et des suggestions qu'il a fréquemment faites pour une meilleure marche de la Société.

Je n'ai garde d'oublier le travail important effectué par les personnes qui constituent le petit secrétariat de la Société et je les remercie vivement de la continuité de leurs efforts.

L'ordre du jour appelle maintenant l'approbation du bilan financier de la Société pour l'année 1973. Tous les membres de la Société ont reçu ce bilan. Avez-vous des remarques à faire, des questions à poser au sujet de ce bilan ?

Personne ne demande la parole. Je vous propose l'adoption de ces comptes.

Voix contre l'adoption : 0.

Abstention : 0.

Le compte rendu est adopté. Je remercie M. Poirier qui l'a préparé comme toujours, avec grand soin.

Comme chaque année, des commissions ont été constituées en vue de proposer au Conseil des candidats aux différents prix de la Société. Le Conseil dans sa séance

du 9 avril a décidé des noms des lauréats. Ces noms ont été publiés dans le numéro de mai de *L'actualité chimique* (page 68).

Compte rendu d'activité de la Division de chimie organique (mai 1973-mai 1974)

L'activité de la Division a été particulièrement intense au cours de cette année. Elle s'est manifestée à l'occasion :

de l'Assemblée générale de Marseille (mai 1973),

des Journées d'Orsay (septembre 1973), d'une réunion tenue en commun avec la Division de chimie analytique (18 janvier 1974),

de la Journée parisienne de Printemps (14 mars 1974), et

des Séminaires mensuels, organisés à Paris. Il faut mentionner également la vitalité de divers Groupes qui s'en réclament : Groupe des glucidés, Groupe d'études de chimie organométallique, Groupe de photochimie, et le dynamisme de beaucoup de nos Sections régionales.

A l'Assemblée générale de Marseille, la participation des organiciens fut importante et 71 communications furent présentées ; le Conférencier de la Division était le Professeur C. A. Grob (Université de Bâle), Président de la Société Chimique Suisse, et l'un des conférenciers pléniers était un organicien réputé, le Professeur G. Olah (Case Western Reserve University).

Les Journées d'Automne 1973 à Orsay, quant à elles, ont rassemblé 600 participants environ. Les conférences générales furent prononcées par MM. J. Mathieu (Roussel-Uclaf), F. Ramirez (State University of New York), B. M. Trost (University of Wisconsin), N. J. Turro (Columbia University) et R. Ugo (Université de Milan) et par les lauréats de 1973 : B. Waegell (Université de Provence), E. Brown (I.U.T. du Mans) et J. Simonet (Université de Clermont-Ferrand). 105 communications y furent présentées, groupées en thèmes les plus divers, allant du mécanisme des réactions ou des études R.M.N. à la synthèse et aux produits naturels.

En vue de relancer l'intérêt des Organiciens pour cette manifestation, la plus importante de notre Division, il est envisagé cette année d'adjoindre aux conférences plénières de haut niveau, qui visent à assurer la mise à jour de nos connaissances générales, des symposiums spécialisés, comportant des exposés plus longs que les habituelles communications, et destinés à nous informer des développements les plus récents dans des domaines activement travaillés. Ces exposés présenteront un ensemble de résultats acquis par une équipe et seront évidemment suivis de discussions. Deux symposiums de ce genre, axés l'un sur la chimie radicalaire, l'autre sur la biochimie, seront ainsi organisés lors des prochaines Journées d'Orsay et la formule pourra être étendue dans l'avenir si elle se révèle adaptée à l'inévitable évolution de la diffusion scientifique.

La réunion commune des Divisions de chimie analytique et de chimie organique, qui s'est tenue à l'E.S.P.C.I., le 18 janvier 1974, traitait d'un sujet bien choisi : « Les réactions acide-base et les milieux hyperbasiques » ; elle a par suite connu une grande affluence et a été l'occasion de discussions fort animées.

La formule d'une Journée de Printemps limitée à des conférences générales se révèle satisfaisante. Celle du 14 mars 1974, à l'E.N.S.C.P., a rassemblé quatre conférenciers de qualité : MM. P. Potier (I.C.S.N.,

Gif-sur-Yvette), L. Ghosez (Université de Louvain-la-Neuve), F. Minisci (Université de Milan), V. Prelog (E.T.H., Zurich). Elle a par suite attiré de nombreux Chercheurs parisiens, mais aussi des Collègues de province.

L'organisation de Séminaires mensuels, sous les auspices de la Division de chimie organique, qui avait été fort appréciée en 1972, a été poursuivie cette année. Grâce aux efforts de notre Collègue, Marc Julia, cinq séances d'une demi-journée ont pu être tenues à l'E.N.S.C.P.; elles comportaient chacune deux conférences appropriées sur des sujets très actuels, tels que les synthèses électrochimiques, l'utilisation des micro-organismes en synthèse organique, la chimie des métalloènes, la stéréochimie dynamique des dérivés du silicium et du phosphore, les réactions par anions-radicaux. Parmi les conférenciers qu'il faut remercier pour leur active participation, on comptait des spécialistes étrangers, de l'Industrie, MM. Baizer (Monsanto) et A. F. Thomas (Firmenich) ou de l'Université, tels que le Professeur M. N. Kornblum (Purdue University). Je lance un appel aux bonnes volontés présentes pour que cette activité intéressante puisse se poursuivre l'an prochain.

A l'actif des divers Groupes qui organisent indépendamment leurs réunions, je mentionnerais :

Les Journées franco-britanniques des glucides, des 10 et 11 septembre 1973, qui groupaient 6 conférences et 16 communications.

La deuxième réunion du G.E.C.O.M., qui s'est tenue du 27 au 30 avril 1973, à Roscoff. Les deux Journées annuelles du Groupe de photochimie, organisées à l'E.S.P.C.I. les 8 décembre 1973 et 11 mai 1974, qui ont rassemblé comme à l'habitude des théoriciens, des physicochimistes et des organiciens, incitant à une pluridisciplinarité vivement souhaitée par ailleurs.

Je demanderai aux animateurs de ces divers Groupes de ne pas manquer d'informer de leurs projets le plus tôt possible le Secrétariat de la Division, pour éviter toute incohérence dans les invitations de Conférenciers étrangers.

Je signalerais pour terminer la très grande activité de nombreuses Sections régionales, qui s'est concrétisée par l'organisation d'excellentes Conférences ou Séances de communications au cours desquelles la chimie organique était fortement représentée. On peut citer pour leur activité :

La Section de l'Ouest (Rennes-Nantes-Angers-Brest) qui présentait 22 communications de chimie organique dans sa réunion des 8 et 9 mars 1974, à Nantes.

La Section Caen-Le Mans, qui en présentait 16, le 25 avril 1974 au Mans.

La Section de Toulouse qui a organisé un Cycle de 10 grandes Conférences au cours de l'année 1973.

Ce tour d'horizon montre ce qui a pu être fait cette année grâce aux moyens que met à notre disposition la Société Chimique de France, et je tiens, à ce moment, à remercier les deux Secrétaires, actifs et dévoués, qui m'ont apporté leur aide, MM. Depey et Maumy, ainsi que M. Leyendecker pour sa contribution efficace à l'organisation des Journées d'Orsay.

Aucun bilan ne saurait être exempt de critiques et c'est une tâche délicate d'adapter nos manifestations à nos besoins d'informations et d'échanges. J'en profite par suite pour demander à tous de nous aider de leurs suggestions et de penser que l'activité de notre Division sera avant tout ce qu'ils en feront.

J. Rigaudy

Compte rendu d'activité de la Division de chimie physique et minérale (mai 1973-mai 1974)

Durant l'année universitaire 1973-1974, la Division de chimie physique et minérale a organisé plusieurs journées qui se sont toutes tenues à Paris. Elles ont été consacrées à des thèmes à la fois précis et interdisciplinaires afin d'intéresser le plus grand nombre de chercheurs possible et de toucher divers publics à l'extérieur de la Société Chimique, notamment ceux du G.A.M.S. et de la Société de Chimie Physique.

La première réunion a eu lieu en octobre 1973 à l'Institut d'Astrophysique et s'est étendue sur une journée et demie. Elle avait pour but de diffuser un certain nombre de techniques avancées appliquées à la chimie minérale auprès de chercheurs non spécialistes, en faisant le point de l'état actuel de la technique et en l'illustrant par des résultats récents. Parmi ces techniques, citons la microscopie électronique à haute tension et à haute résolution, avec la participation de J. Jouffrey, du laboratoire de microscopie électronique du C.N.R.S. de Toulouse; la spectroscopie à balayage rapide, présentée par M. le Professeur Destriau; les méthodes impulsives en électrochimie des systèmes rapides, l'ultracentrifugation appliquée à la chimie minérale, la chromatographie et les échanges d'ions à grande vitesse ou sous pression, et diverses méthodes de cinétique rapide.

Dans le même esprit, la Division s'est associée au Groupement pour l'Avancement des Méthodes Spectroscopiques et Physico-chimiques d'Analyse (G.A.M.S.) pour organiser une journée consacrée à la spectroscopie photoélectronique X, c'est-à-dire l'E.S.C.A., et la spectroscopie photoélectronique ultraviolette. Cette journée, qui a eu lieu en novembre 1973 au Laboratoire National d'Essai a été marquée par deux conférences prononcées par Mme le Professeur Escard et par M. le Professeur Jørgensen de l'Université de Genève.

L'E.S.C.A. a été envisagé tant au point de vue instrumental qu'au point de vue des renseignements nouveaux qu'on en retire sur la liaison chimique et sur l'état de surface des matériaux.

En décembre 1973, la Division a tenu sous la direction de M. Suchet un colloque de chimie physique théorique sur les modèles reliant les propriétés microscopiques et structurales aux propriétés physiques. Plusieurs conférenciers étrangers y ont participé, notamment MM. les Professeurs Hübner, de Leipzig et Mooser, de Lausanne. Parmi les thèmes traités, citons la classification diélectrique des structures covalentes, l'ionicité des liaisons au sein des semiconducteurs, l'influence de la charge de liaison sur les susceptibilités du troisième ordre, les densités électroniques dans les structures en couches et en chaînes.

L'Assemblée annuelle de la Société Chimique avait été surchargée en 1973 de communications de la Division. Aussi la Division a-t-elle décidé cette année de reporter l'ensemble des communications ayant trait à la structure de l'état solide à deux journées qui auront lieu les 26 et 27 septembre à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris. La journée du 26 portera sur les problèmes purement structuraux, et la journée du 27, que M. le Professeur Hagenmüller a l'obligeance de bien vouloir organiser, sera consacrée aux relations entre structure et propriétés physiques. Nous avons déjà reçu de nombreuses communications pour chacune de ces deux journées. Pour l'avenir, la Division envisage de continuer à concentrer son activité sur des thèmes successifs nettement définis, formule qui contribue à la qualité des échanges de vues et qui a été couronnée

de succès encourageants. Il nous paraît donc souhaitable de poursuivre notre effort dans la même direction durant l'année prochaine.

J. Flahaut

Compte rendu d'activité de la Division de chimie analytique (mai 1973-mai 1974)

L'activité de la Division de chimie analytique s'est traduite depuis l'Assemblée annuelle de Marseille en 1973 par l'organisation de nombreuses réunions et la participation à diverses manifestations. Comme les années précédentes, chaque réunion a été consacrée à un thème d'actualité : radiochimie analytique, propriétés thermodynamiques et utilisation des milieux ioniques fondus, métrologie en calorimétrie et analyse thermique, chimie analytique dans les milieux hyperbasiques, chromatographie de perméation et en phase liquide. Chaque réunion a comporté un ou plusieurs exposés généraux présentés par des spécialistes français et étrangers invités par la Division; les exposés ont été suivis de communications et les réunions ont été le plus souvent accompagnées d'exposition de matériel ou de démonstrations. La Division et les Animateurs de ses Groupes de chimie analytique tiennent à remercier les conférenciers qui ont participé à ces journées et plus particulièrement MM. les Professeurs Baird (Austin, U.S.A.) et Komarek (Vienne, Autriche) qui ont accepté très volontiers de venir exposer leurs travaux.

La Division de chimie analytique a également participé avec la Section française de la Société Internationale d'Électrochimie à l'organisation des Journées d'électrochimie qui se sont tenues à la Faculté des Sciences de Pau en novembre 1973; avec le concours actif des analystes lyonnais (Professeurs Porthault et Lamotte) le succès de la table ronde de chromatographie à la Faculté des Sciences de Lyon en Mars 1974 doit être signalé. Comme chaque année, la Division de chimie analytique a donné son patronage aux Actualités de chimie analytique (dirigées par les Professeurs Gautier, Malangeau et Pellerin) qui se sont tenues au Centre d'Études Pharmaceutiques de l'Université Paris Sud à Châtenay-Malabry en avril 1974.

La Division de chimie analytique participe aux réunions mensuelles du G.A.M.S. à Paris et en province; elle collabore à l'organisation du 32^e Congrès du G.A.M.S. (9-13 décembre 1974) et a prévu une demi-journée comportant exposés et communications sur les applications analytiques de la polarographie. Dans le cadre de la Working party on Analytical chemistry de la Fédération des Sociétés chimiques européennes, la Division prépare avec la Société chimique hongroise la Deuxième Conférence européenne de chimie analytique Euroanalysis II qui se tiendra à Budapest du 25 au 30 août 1975; tous les aspects de la chimie analytique figurent au programme de ce congrès.

Ce résumé d'activité appelle quelques remarques. On notera la décentralisation des réunions organisées directement par la Division de chimie analytique ou avec sa participation : Orléans (radiochimie analytique), Marseille, Grenoble, Rennes (groupe de thermodynamique expérimentale), Pau (électrochimie) ou Lyon (chromatographie) ont ainsi été le siège de réunions depuis un an; il est nécessaire d'accentuer la décentralisation et d'organiser en accord avec les sections locales de la Société Chimique des réunions de chimie analytique sur des thèmes choisis en fonction des spécialistes et des activités régionales, afin de mieux connaître et faire connaître les travaux de l'ensemble des analystes

de la division; c'est à cet objectif que d'ici la fin de l'année vont répondre les réunions de Clermont-Ferrand en septembre sur les électrodes spécifiques et de radiochimie à Lyon en octobre.

D'autre part, les réunions à Paris comme en province ont rencontré un très vif succès matérialisé par le nombre et la qualité des communications comme par le nombre des participants (150 à 200 par séance) et les animateurs organisent des séances d'une journée complète ou même de deux ou trois journées consécutives. Je dois de rendre hommage à leur compétence et à leur dévouement ainsi qu'à celui de Mme Denise Bauer qui consacre avec son dynamisme et son efficacité, une part importante de son temps à l'organisation de nos réunions.

Dans tous les groupes, chaque séance réunit des spécialistes des thèmes traités et des analystes désirant se perfectionner ou se familiariser avec des thèmes et raisonnements analytiques nouveaux comme avec des méthodes ou appareils récents; nous avons constaté avec plaisir que les réunions annoncées par *L'actualité chimique* sont fréquentées par des analystes « venant en voisins » du Bénélux, de Suisse ou d'Allemagne fédérale. Intérêt et succès des réunions ressortent également des discussions et questions posées à la suite des exposés et communications.

Acquisitions récentes dans les divers domaines de la chimie analytique fondamentale ou appliquée, promotion de nouvelles méthodes d'analyse, nouveaux apports de l'instrumentation constituent autant d'objectifs dont la Division de chimie analytique doit rendre compte; l'analyse participe à tous les domaines de l'activité chimique et la Division se doit de favoriser le contact entre les analystes comme de leur rendre service dans le cadre de la formation permanente ou du recyclage et susciter de nouvelles recherches dont elle essaie d'assurer la divulgation malgré les difficultés actuelles heureusement en voie de règlement.

L'activité de la Division réside aussi dans l'attribution de ses deux prix annuels. Il n'est pas aisé de retenir deux lauréats parmi de jeunes chercheurs dont les travaux font autorité; cette année sur la proposition du Jury le Conseil de la Société chimique a attribué le premier prix à M. Claude Andrieux, Ingénieur E.P.C.I., Docteur ès Sciences, chargé de recherches au C.N.R.S. pour ses travaux d'électrochimie des composés organiques en milieu non aqueux. Il a ainsi établi la succession des étapes électrochimiques et chimique de réactions aboutissant ainsi à l'étude analytique des mécanismes réactionnels et à la détermination des conditions d'électrolyse en vue de la synthèse de diverses molécules organiques. M. Jacques Nicolle, Docteur ès Sciences, Maître de Conférences à l'Université de Lille a obtenu le deuxième prix de la Division pour ses travaux sur la stabilité de complexes métalliques en solution aqueuse et l'emploi comme solvant du thiocyanate de potassium fondu qui ont débouché sur des applications analytiques variées. La Division de chimie analytique de la Société Chimique de France est heureuse de féliciter les deux lauréats.

F. Pellerin

Compte rendu d'activité de la Division de l'enseignement de la chimie (mai 1973-mai 1974)

La Division de l'enseignement de la chimie a maintenant 5 ans d'existence. Les premières

années ont été mises à profit pour implanter au niveau national une organisation susceptible d'amener les chimistes à la réflexion pédagogique et d'offrir un cadre à leur action. Durant cette dernière année, le travail des sections régionales s'est poursuivi normalement. Cette activité de la Division reste, il est clair, l'activité centrale et, si elle disparaissait, l'existence de la Division ne se justifierait plus que partiellement. Je voudrais donc tout d'abord remercier pour leur action nos collègues qui animent ces sections locales et leur dire, par ailleurs, que leurs suggestions seront toujours très appréciées.

Sur le plan national, voici comment on peut résumer succinctement, pour cette année, les autres actions plus spécifiques :

La rubrique enseignement de la chimie de *L'actualité chimique* a été régulièrement alimentée, soit spontanément de votre part, soit à la suite d'interventions de M. Ducret, du Président de la Division ou de son secrétaire auprès d'organisations extérieures à la Société Chimique de France.

Plusieurs de nos collègues ont continué à siéger à la Commission Lagarrigue et à participer activement aux travaux de la sous-commission de chimie ou du groupe de travail Delacotte. M. Fayard parlera cet après-midi de l'état actuel des travaux de cette commission et de son avenir.

La Société Chimique de France a patronné la XIII^e Rencontre des enseignants du premier cycle organisée par l'équipe de notre collègue Gouin à Angers. Cette manifestation a encore été l'occasion de nombreuses prises de contact entre enseignants et de fructueuses discussions d'ordre pédagogiques, 65% des participants n'avaient pas encore assisté à ces réunions; il est donc clair qu'elles doivent être poursuivies. Toutefois, il a été suggéré, compte tenu de l'ambiance amicale de ces réunions, de les étendre à tous les enseignants de chimie. C'est là un problème que nous étudierons et qui pourrait conduire, dans un délai proche, à la mise en place de journées nationales d'études regroupées autour d'un thème. Quoi qu'il en soit, c'est à Perpignan que l'an prochain aura lieu la rencontre.

La Division a préparé, avec l'Union des Physiciens et de la Société Française de Physique, un document concernant la nécessité et l'insertion des sciences physiques dans le premier cycle de l'enseignement du deuxième degré. Ce document a été publié dans *L'actualité chimique* du mois d'avril 1974 et commenté lors d'une conférence de presse donnée le 13 mars 1974 par les présidents des associations en question.

Enfin, une journée d'étude consacrée à l'enseignement de la chimie en liaison avec les problèmes de pollution a été organisée à Paris. D'éminentes personnalités ont apporté leur concours à cette réunion dont on trouvera le programme dans *L'actualité chimique* de mars 1974.

En somme, l'activité de la Division sur le plan national est restée en harmonie avec des problèmes d'actualité en œuvrant dans un cadre de manifestations déjà traditionnelles. Pour certaines, cela a été le succès, pour d'autres un relatif succès, probablement accidentel...

La caractéristique nouvelle de l'action de la Division a été cette année la participation active à des rencontres internationales et européennes. C'était là un des objectifs motivant la création de la Division au sein de la Société Chimique de France. Il a été abordé.

En octobre 1973 s'est tenu à Wrocław, sous les auspices de l'U.N.E.S.C.O. et de l'I.U.P.A.C., le « Congrès international pour l'amélioration de l'enseignement de la

chimie » auquel une délégation française de huit enseignants a participé. Un compte rendu a été publié dans *L'actualité chimique* de novembre 1973 indiquant le détail de l'organisation du travail des points discutés et de l'apport de telles réunions. La version anglaise des documents se rapportant à ce congrès est sous presse. La version française est en voie de réalisation sous la direction de Marc Laffitte.

La Division a participé aux « réunions de travail concernant l'enseignement » organisées par la Fédération des Sociétés Chimiques Européennes. L'action essentielle qui va être entreprise sera la réalisation d'un livre sur l'enseignement de la chimie en Europe (y compris l'U.R.S.S.). Cette étude sera conçue en fonction des buts à atteindre par l'enseignement pour former les chimistes et ne sera pas un répertoire de programmes ou de méthodes d'enseignement. Il est prévu pour 1975. L'action de l'ensemble des Divisions d'enseignement des sociétés européennes est financièrement appuyée par l'U.N.E.S.C.O. pour démarrer. Il est clair que très rapidement il faudra penser à conduire cette étude pour ce qui concerne la France.

Un représentant de la Division a toujours été présent aux délibérations du « Comité de la Chimie de l'Europe Économique ». Ce comité, encore officieux, regroupe des représentants des chimistes des pays membres du Marché Commun, mais va, probablement d'ici peu, être consulté en tant qu'expert par Bruxelles. C'est donc un comité dont il ne faut pas être absent. Il s'est donné pour mission de sauvegarder l'intérêt des chimistes au sein de la communauté économique. La question, actuellement débattue, porte sur l'équivalence des diplômes et c'est pourquoi, entre autres, la Division a été amenée à y siéger.

Voilà pour le bilan d'une année. J'ai dit tout à l'heure, que la Division avait 5 ans. Je crois qu'elle a eu une croissance normale, mais 5 ans, c'est un âge critique. Il ne faudrait pas qu'à l'enthousiasme succède maintenant la langueur d'une vie artificielle... et le premier signe que je vois à cela est qu'aucune proposition de communication ne m'est parvenue pour cette assemblée annuelle... Nous réunirons cependant demain une table ronde pour discuter des points suivants : Place de la rubrique « Enseignement » dans *L'actualité chimique*.

Programme d'action de la Division pour l'année à venir.

La chimie dans le D.U.E.G. A.

Enfin, pour terminer, il convient de souligner que pour la première fois le conseil de la Société Chimique de France a attribué des prix de division, avec le souci de marquer l'ouverture de la Division vers d'autres ordres d'enseignement que le Supérieur, en particulier vers le Secondaire.

Prix de la Division

Le premier prix va à M. Gomel dont l'œuvre originale en matière de recherche pédagogique comporte plusieurs aspects : réflexion profonde et continue sur les rapports enseignants-enseignants et la nature de la fonction enseignante dans le supérieur; élaboration d'une méthodologie cohérente et progressive pour établir une stratégie globale de l'enseignement de la chimie à tous les niveaux.

Le second prix a été décerné à M. Fullsack. M. Fullsack est professeur au Lycée Albert-Schweitzer de Mulhouse. M. Fullsack ne s'est pas contenté d'assurer un excellent enseignement dans ses classes. Il s'est toujours efforcé, par de nombreuses initiatives, d'orienter vers la chimie les meilleurs de ses élèves.

R. Guillaumont

Faisons le point

Les méthodes du génie chimique (1^{re} partie)

par **Pierre Le Goff**

(Professeur de génie chimique, E.N.S.I.C.-I.N.P. de Nancy; Directeur du Centre de cinétique physique et chimique du C.N.R.S.)

Le génie chimique est l'ensemble des méthodes et des techniques utilisées par les inGÉNIEurs dans l'industrie chimique. Le génie chimique est donc la méthodologie et la technologie de l'industrie chimique.

Pour bien souligner la différence entre méthodologie chimique, technologie chimique et chimie industrielle, considérons l'exemple de deux procédés apparemment aussi différents que la fabrication du carbonate de soude, qui se compte en milliers de tonnes par jour et celle d'un antibiotique qui se compte en kilogrammes par jour. Dans les deux procédés, on trouve des techniques très analogues par exemple l'évaporation des solvants, la filtration et le séchage des solides granulés, etc... La méthodologie chimique s'occupe des séchoirs, des filtres et des évaporateurs, du point de vue de leur principe, de leur conception et de leur fonctionnement optimal. La technologie chimique s'occupe de la réalisation de ces appareils, de leur structure mécanique et de leurs matériaux de construction. La chimie industrielle s'occupe des procédés chimiques dans lesquels ces appareils sont utilisés.

Quelles sont les méthodes du génie chimique ? Créées essentiellement par et pour l'industrie du pétrole, comment s'étendent-elles maintenant aux autres industries ? Comment pratiquement les applique-t-on à toute opération de transformation de la matière ? Telles sont les questions auxquelles nous nous proposons de répondre.

I. Un peu d'histoire

I.1. Les unités d'opération

C'est vers 1915-1920 qu'un groupe de professeurs et d'universitaires américains reconnut que tout procédé industriel peut se ramener à une combinaison d'un nombre restreint d'unités d'opérations (physiques) (unit operations) telles que broyage, distillation, absorption, séchage, etc...

La première publication de cette nouvelle présentation de l'industrie chimique fut l'ouvrage « Principles of Chemical Engineering » publié en 1923 au M.I.T. C'est

l'enseignement de cet ensemble d'opérations physiques qui constituait la base de la formation du « Chemical Engineer » américain. Les Canadiens de langue française, qui assistaient à cette évolution des méthodes pédagogiques nord-américaines, inventèrent alors la locution « génie chimique » pour traduire « chemical engineering » par analogie avec les autres formes de génie : génie civil, génie maritime, génie rural, génie militaire, etc...

On reconnut rapidement que ces opérations « unitaires » de nature physique se classaient en trois grands groupes. Ces groupes sont donnés dans le tableau I :

un premier groupe concerne tous les écoulements de fluides dans les tuyauteries. L'industrie chimique utilise de nombreux fluides ayant des propriétés très particulières, par exemple les verres fondus et les matières plastiques que l'on fait « couler » à travers des extrudeuses, des moules, etc..., les émulsions, mousses, brouillards que l'on veut produire, détruire ou stabiliser, etc..., les milieux poreux que l'on veut colmater ou décolmater, etc...;

un deuxième groupe concerne les solides granulés. Quand la surface par unité de volume de solide devient très grande, les propriétés surfaciques de la matière l'emportent sur ses propriétés volumiques. Ces opérations concernent donc la création de ces nouvelles surfaces (exemple : broyage) qui consomme beaucoup d'énergie, les interactions de ces grains avec les fluides dans lesquels ils sont dispersés et les interactions des grains les uns avec les autres ;

un troisième groupe concerne les transferts de matière et/ou de chaleur entre phases. Il y a pratiquement quatre cas à considérer selon que les phases en contact sont solides, liquides ou gazeuses. On distinguera ensuite les cas où un seul soluté est transféré d'une phase à l'autre, des cas où plusieurs solutés sont transférés sélectivement en vue de leur fractionnement. On distinguera enfin les cas où ces transferts de matière sont ou ne sont pas accompagnés d'un fort transfert de chaleur.

Tableau I.

1. Opérations de mécanique des fluides

Écoulements de fluides « normaux » : stockage, mesurage, pompage. Détente de gaz à haute pression. Écoulements sous vide et haut vide. Fluides *non-newtoniens* (verres et matières plastiques). Fluides *diphases* : production, transport, coalescence, dévésiculation des émulsions, mousses, brouillards.

2. Opérations sur les solides granulés

Comminution, broyage. Séparation des solides : tamisage, sédimentation, filtration. Entraînement des solides par les fluides : fluidisation, élutriation, transport pneumatique, transport hydraulique, flottation. Agglomération, frittage.

3. Opérations de transfert de matière et/ou de chaleur

Entre vapeur et liquide : évaporation, condensation, distillation, absorption, humidification. Entre liquide et solide : cristallisation, fusion, dissolution, lavage, adsorption, échange d'ions. Entre vapeur et solide : sublimation, séchage, lyophilisation. Entre liquides immiscibles : extraction.

4. Opérations de transformations chimiques

Réactions classées selon : la nature des phases réactives ; la stœchiométrie ; l'écart à l'équilibre ; la thermicité ; le mécanisme réactionnel.

I.2. Cinétique physique et réacteurs chimiques

A partir de 1950, l'effort d'abstraction et de synthèse qui caractérise le génie chimique a conduit les auteurs

à ramener toutes ces opérations à quelques concepts plus simples encore : les phénomènes de transport (par diffusion et par turbulence) de la matière, de la chaleur et de la quantité de mouvement, au sein des phases et entre les phases : c'est la *cinétique physique*.

On a d'autre part été amené à considérer un 4^e groupe d'opérations, celles qui impliquent des *transformations chimiques*. Ces réactions chimiques peuvent être classées suivant divers critères, comme le montre le tableau I, en distinguant par exemple : les réactions homogènes (en volume) et hétérogènes (aux interfaces), la stœchiométrie (réactions uniques, multiples, en séquence, en parallèle, ...), les réactions irréversibles et réversibles (au voisinage d'un équilibre chimique), les réactions exo- et endo-thermiques, le mécanisme réactionnel (par stades ou en chaîne, ionique ou radicalaire...).

Le fait important est que, dans un réacteur industriel, les réactions chimiques ne sont jamais isolées ; elles se trouvent toujours en compétition avec des phénomènes physiques tels que l'apport par diffusion et par turbulence des substances qui vont réagir, le mélangeage de ces substances, l'évacuation de la chaleur de réaction par conduction et par rayonnement, etc...

C'est à partir de 1960 que s'est développé le « génie de la réaction chimique » qui a pour objectif de prendre en compte tous ces phénomènes qui interviennent simultanément dans les réacteurs industriels.

En conclusion, au cours de ses cinquante années d'existence, le génie chimique a beaucoup évolué. Au cours de la dernière décennie, de nouveaux concepts encore plus généraux ont été introduits. Mais il n'est pas nécessaire d'en suivre l'évolution chronologique.

Passons directement à la description de la méthodologie utilisée en 1974.

II. La science des systèmes

La notion de « système » s'est imposée en science et surtout en technologie au cours de ces 20 dernières années. Qu'est-ce qu'un « système » ? Selon une définition très générale, c'est un « ensemble d'éléments, matériels ou non, reliés entre eux selon une loi de la nature ou selon un plan établi à l'avance, en fonction d'un but à atteindre ».

Avec cette définition, tout n'est que « systèmes » et il est certain que la science des systèmes cherche à rendre compte des fluctuations de fonctionnement de systèmes aussi variés qu'une colonne de distillation, l'engorgement des autoroutes, les actions cotées en bourse, les organismes vivants, ou même l'évolution de toute notre civilisation au cours des prochaines années...

Nous ne considérerons ci-après que les systèmes constitués par des opérations industrielles et nous envisageons successivement deux problèmes : le problème « externe », c'est-à-dire les relations de ce système avec le monde extérieur ;

le problème « interne », c'est-à-dire la structure interne et l'organisation des éléments qui le composent.

II.1. La dynamique externe

II.1.1. L'opération est une « boîte noire »

Toute opération industrielle, quelle que soit sa nature, peut être assimilée à une « boîte noire », dont on se refuse à étudier la structure interne, et que l'on considère seulement comme un procédé de traitement de grandeurs d'entrées, pour délivrer des grandeurs de sorties (figure 1).

Il convient de noter que cette « boîte noire » peut représenter des opérations à diverses échelles, par exemple : un appareil ou une machine dans un atelier (réacteur,

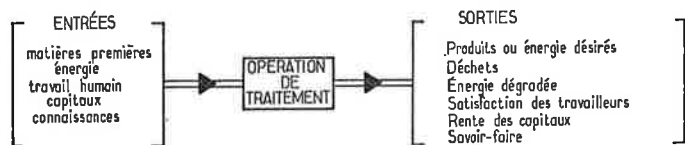


Figure 1.

presse à emboutir, métier à tisser, véhicule de transport et stockage, etc...);
 tout l'atelier comprenant un grand nombre de machines;
 toute l'usine comprenant plusieurs ateliers;
 tout un enchaînement « vertical » d'usines intégrées.

Cette boîte noire peut être considérée de différents points de vue :

- c'est un transformateur de matière et/ou d'énergie :* à partir de matières premières et d'énergie utilisable, elle fabrique des « produits » plus élaborés, mieux adaptés aux besoins, et elle donne en sous-produits, des déchets polluants et de l'énergie dégradée;
- c'est une opération sociale :* elle procure aux opérateurs humains de la satisfaction (salaires, plaisir du travail bien fait...) en échange de leur travail (intellectuel et manuel);
- c'est un placement de « capitaux »,* producteur d'une rente. Nous entendons par « capitaux » l'ensemble des « moyens » mis à la disposition des opérateurs. Ces « moyens » ne sont pas seulement financiers, mais surtout matériels, comme nous le verrons plus loin;
- c'est un système créateur d'information.* Il utilise des connaissances scientifiques et techniques (achats de brevets) et il crée de nouvelles connaissances et du « savoir-faire ».

Ces quatre points de vue ont plus ou moins d'importance selon la nature de l'opération concernée. Mais quelle que soit l'opération, l'ingénieur qui est responsable de son fonctionnement, aura pour tâche essentielle de *maximiser* une certaine fonction-objectif. C'est un problème d'optimisation.

II.1.2. La science de l'optimisation est une des sciences de base du génie chimique

Jusqu'aux années 1965-1970, c'était le profit de l'opération que l'on cherchait à maximiser. Il s'agissait de parvenir au but fixé, par exemple produire une quantité donnée de produits ayant des propriétés données, avec la plus faible consommation possible des six grandeurs coûteuses : matières premières, énergie, travail humain, connaissances (brevets), capitaux et temps (amortissement des capitaux).

Pour établir l'expression mathématique de la « fonction-objectif », on utilise les formules de prix, c'est-à-dire les relations permettant d'exprimer dans une seule unité, l'unité « monétaire » toutes les quantités de ces six grandeurs coûteuses consommées. L'optimum est alors obtenu en annulant les dérivées partielles de cette fonction-objectif par rapport à chacune des 6 grandeurs coûteuses. (Remarquons que, dans la pratique, ce principe général d'optimisation est souvent remplacé par des règles plus simples à appliquer : maximisation d'un rendement horaire, d'une sélectivité, etc...)

Au cours de la dernière décennie, il est apparu que la fonction à maximiser n'est pas seulement le profit, mais une grandeur plus complexe caractérisant la qualité de la vie des hommes concernés par le procédé : ce n'est pas seulement la quantité de travail humain qui intervient, mais aussi sa qualité (densité d'effort physique, répétition des tâches, responsabilité individuelle, etc...);

d'autre part, le procédé est une source de nuisances, non seulement pour les opérateurs du procédé, mais aussi pour de nombreux humains du voisinage. Il faut donc considérer désormais qu'une autre grandeur est « consommée », la santé (physique, intellectuelle, morale) et il faudra évaluer le « prix » de cette santé consommée (comme les compagnies d'assurance comptabilisent le prix de la vie d'un homme). Ce coût de la santé consommée constituera donc un septième terme dans l'expression générale de la fonction-objectif. La grandeur à maximiser change de nature : ce n'est plus le profit de l'opération, mais le bien-être matériel moyen de tous les opérateurs.

Enfin, tout récemment un nouveau facteur apparaît, celui de la limitation des ressources naturelles (énergie, aliments, métaux...). Ce facteur n'aura ici pour conséquence que de changer les valeurs numériques de certains coefficients; en effet, en société de libre-échange, la rareté d'un produit entraînera une augmentation de son prix et en société dirigiste, à prix taxés, l'ingénieur affectera le produit d'un « coefficient de rareté » qui interviendra dans l'équation d'optimisation de la même manière qu'une formule de prix.

En conclusion, la science de l'optimisation est et restera l'une des sciences de base de l'ingénieur des procédés. Des changements d'objectifs aussi importants que ceux intervenus au cours de la dernière décennie provoquent des bouleversements industriels car les solutions qui étaient optimales ne le sont plus et inversement. Mais les méthodes d'optimisation ne changent pas : ces bouleversements économiques ne se traduisent que par des changements de valeurs numériques de quelques coefficients dans des équations.

II.1.3. Les bilans d'extensités : matière, énergie, information + entropie

Le système est traversé par des flux de diverses « extensités ». Ce terme, emprunté à la thermodynamique, désigne toutes les grandeurs *mesurables* qui entrent et/ou qui sortent du système, et qui sont de nature matérielle, énergétique ou informationnelle. La première équation que tout ingénieur pose, pour décrire le fonctionnement d'un système ouvert (fig. 2) est le *bilan* de chaque extensité, sous la forme suivante :

$$(\text{flux entrant}) - (\text{flux sortant}) = (\text{débit de consommation}) + (\text{débit d'accumulation})$$

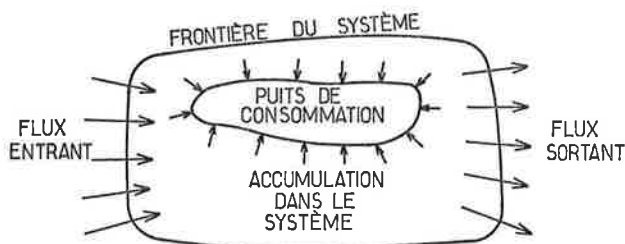


Figure 2.

A titre d'exemple, la figure 3 représente un gazogène constitué d'un empilement de grains de coke, traversé par un courant d'air. La combustion du coke donne un mélange de CO et de CO₂. Le but de l'appareil est de produire un gaz combustible contenant la plus forte concentration possible de monoxyde CO. On écrit d'abord les bilans *totaux*, c'est-à-dire la conservation de la matière et de l'énergie, quelles que soient leurs formes.

On écrit ensuite les bilans *partiels*, pour chaque espèce chimique et pour chaque forme d'énergie : thermique, mécanique, chimique, etc...

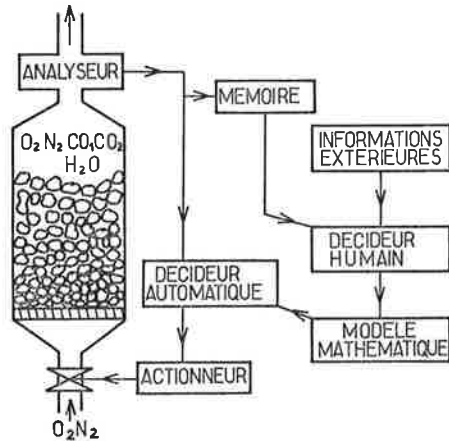


Figure 3.

Au cours de la dernière décennie, de grands progrès ont été accomplis en traitant l'information, comme une extensité, qui se crée, qui se transporte, qui se stocke... comme la matière et l'énergie. On dresse alors le *bilan de l'extensité-information* dans chaque système.

L'apport d'information à un système a très souvent pour but d'augmenter son « organisation » interne, de compliquer sa « structure », c'est-à-dire encore de diminuer son *entropie*. Les théories modernes des systèmes industriels, actuellement en plein développement, cherchent à y établir des bilans « entropiques globaux », en tenant compte des flux d'information (assimilée à de la « négentropie »). Ces recherches sont très proches, formellement, de celles des biologistes qui appliquent la thermodynamique des phénomènes irréversibles au « fonctionnement » des organismes vivants.

Nous ne considérerons ci-après qu'un cas particulier, celui des systèmes ayant une structure interne fixe, indéformable, par exemple le gazogène de la figure 3, pendant une courte durée. Le bilan d'information sur le système, assimilé à une boîte noire, ne comprend que les grandeurs de sortie (ce sont toutes les mesures de pressions, concentrations, débits, températures) et les grandeurs d'entrée (ce sont toutes les commandes de débits de matière et d'énergie...).

II.1.4. Identification. Modélisation « externe »

Étudions de plus près l'inventaire des informations qui entrent et qui sortent d'un tel système assimilé à une boîte noire.

Les grandeurs de *sortie* (les mesures) sont toutes celles qui caractérisent l'état du système.

Les grandeurs d'entrée (les commandes) sont toutes celles qui influent sur cet état.

Un cas particulier, très important pratiquement, est celui où toutes ces grandeurs seraient constantes dans le temps. On dit alors que le système fonctionnerait en régime stationnaire. En fait ce cas particulier n'existe jamais en toute rigueur, d'abord parce que chaque grandeur subit sans cesse des fluctuations autour d'une valeur moyenne, et ensuite parce que cette valeur moyenne évolue elle-même, en fonction du temps, ne serait-ce que par l'usure des appareillages.

Mais l'expérience montre que très souvent cette évolution est suffisamment lente, en comparaison de la rapidité des fluctuations, pour que l'on puisse définir un régime pseudo-stationnaire de fonctionnement.

L'identification d'un système consiste à déterminer les relations de cause à effet entre grandeurs d'entrée et grandeurs de sortie. Pratiquement deux problèmes distincts se posent comme suit :

a) D'une part l'identification *statique*, c'est-à-dire la recherche des relations entre valeurs stationnaires des grandeurs d'entrée et de sortie, étant entendu que ces grandeurs peuvent varier dans de larges domaines mais suffisamment lentement.

Pour déterminer les relations entre grandeurs d'entrée et de sortie, si on ne connaît rien *a priori* sur la structure interne du système, il est nécessaire de faire des expériences sur le système *réel*, c'est-à-dire varier successivement chaque grandeur d'entrée, en laissant toutes les autres constantes et mesurer l'effet sur chaque grandeur de sortie. Les résultats de toutes ces expériences sont alors exploités statistiquement et « synthétisés » en quelques relations mathématiques empiriques.

Ces relations entre valeurs stationnaires constituent les équations d'état du système.

Un exemple : la colonne de distillation fractionnée, fonctionnant en continu. Les variables d'état sont les débits, compositions et températures des divers flux de matière entrant et sortant, ainsi que les flux de chaleur (figure 4 ci-dessous). Les « équations d'état » sont les relations entre ces grandeurs.

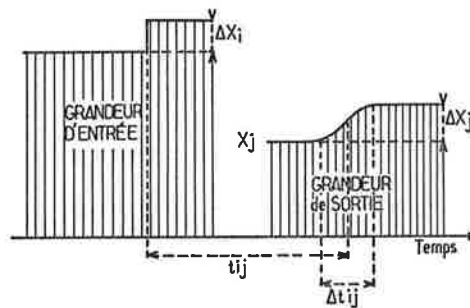
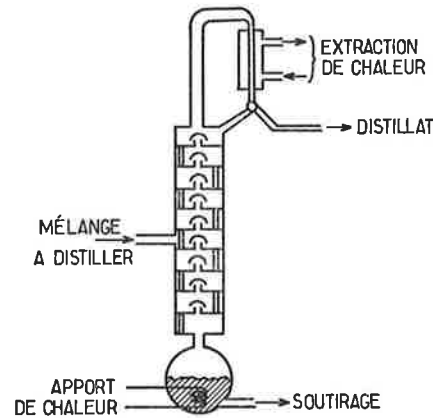


Figure 4.

b) D'autre part, l'identification *dynamique*, c'est-à-dire la recherche des relations entre petites variations rapides (fluctuations) des grandeurs d'entrée et de sortie, autour de leurs valeurs stationnaires. Ces relations sont à la base même du problème de la régulation automatique du système : comment le système réagit-il à une perturbation, provoquée ou spontanée, d'une grandeur d'entrée? Atteint-il un nouvel état stationnaire voisin? Cet état est-il stable? Comment l'atteint-il, directement ou après plusieurs oscillations?...

Ici encore, si on ne connaît rien sur la structure interne du système, il faut faire des expériences sur le système réel. On cherche toujours à rassembler les résultats

de ces expériences sous une forme mathématique aussi simple que possible. Le « modèle » mathématique le plus simple est le : *modèle linéaire*, qui consiste à postuler que la variation de chacune des n grandeurs de sortie est proportionnelle à la variation de chacune des m grandeurs d'entrée, et que toutes ces variations sont additives. Le modèle mathématique est donc simplement constitué par la matrice des $(n.m)$ coefficients de proportionnalité.

Par exemple, dans la colonne de distillation, on changera légèrement le titre molaire x_i de l'un des constituants de l'alimentation. On mesurera le nouveau titre x_j de chaque constituant dans le distillat et dans le soutirage, avec la relation :

$$\Delta x_j = k_{ij} \cdot \Delta x_i$$

La matrice $[k_{ij}]$ constitue le modèle de type « Boîte Noire », le plus simple que l'on puisse imaginer. Pour obtenir un modèle plus renseigné, on mesurera en outre les « retards moyens » t_{ij} , c'est-à-dire le temps écoulé entre la perturbation d'entrée et chaque perturbation de sortie. On pourra de plus mesurer l'étalement Δt_{ij} de chaque perturbation-échelon, etc...

II.1.5. Les systèmes chimiques et leur non-linéarité

La dynamique des systèmes linéaires est une science bien établie depuis longtemps, qui rend de très grands services pour l'automatisation des systèmes mécaniques, électriques, hydrauliques, etc... mais qui est nettement insuffisante en génie chimique.

Les systèmes chimiques sont en effet souvent très éloignés de la linéarité, du fait notamment de la relation exponentielle d'Arrhenius, des réactions en chaînes ramifiées provoquant des emballements et des explosions, des couplages des phénomènes thermiques et chimiques (auto-allumage), etc...

De plus il apparaît souvent des relations aléatoires (et non plus déterministes) entre les entrées et les sorties, dues par exemple à des réactions entre « paquets » de fluides partiellement mélangés au cours de leur traversée d'un réacteur.

C'est pourquoi la dynamique des systèmes chimiques est une science de pointe, en plein développement.

Mais on conçoit immédiatement que cette science ne peut pas se contenter de modèles purement régressifs, basés sur la notion de « boîte noire ». Elle ne peut progresser que par une connaissance approfondie de la structure interne, c'est-à-dire d'une part de l'organisation statique et dynamique des sous-systèmes interconnectés, qui le constituent, et d'autre part de la nature physique chimique, thermique, mécanique de chacun de ces sous-systèmes.

Nous examinerons successivement ces divers aspects.

II.2. Structure et dynamique interne

II.2.1. Modélisation interne. Les 3 principales échelles

On peut imaginer *a priori* plusieurs infinités de manières de découper un système en sous-systèmes : ces sous-systèmes sont interconnectés par plusieurs réseaux de transport des diverses extensités : matière, énergies, informations. Si le « système » représente toute une usine, ces réseaux sont ceux des canalisations de fluides, des lignes électriques, téléphoniques, etc... entre les divers appareils (figure 5).

Si le système est un appareil donné, on peut distinguer plusieurs échelles pour les sous-systèmes : par exemple, la colonne de distillation sera d'abord considérée comme un empilement de « plateaux » dont chacun transfère des flux de vapeur et de liquide aux plateaux voisins. Ensuite chaque plateau sera

lui-même considéré comme un système, composé d'un essaim de bulles de vapeur, échangeant de la matière avec le liquide. Puis chaque bulle sera elle-même un système composé d'une surface, d'une couche-limite diffusionnelle, d'un « noyau » plus ou moins mélangé, etc... Cette dissection pourra être poursuivie jusqu'à l'échelle moléculaire et même au-delà.

Pratiquement, le génie chimique étudie la structure interne des appareils à trois échelles principales : l'échelle des appareils eux-mêmes, qui est aussi l'*échelle humaine* : nous parlerons alors de macrostructure ; l'*échelle moléculaire*, qui est celle des systèmes de dimensions comprises entre un angström et quelques centaines d'angströms ;

une échelle intermédiaire, que nous proposons d'appeler *échelle capillaire*, et qui concerne tous les milieux poreux et dispersés (pores, gouttes, bulles, grains, agrégats, etc...) nous parlerons dans ces deux cas de microstructures (voir plus loin).

II.2.2. La recherche des modèles « simplissimes »

Quelle que soit l'échelle étudiée, le chercheur ou l'ingénieur se propose d'établir des modèles mathématiques, aussi simples que possible d'abord pour *décrire la structure* du système, c'est-à-dire sa forme géométrique, ses dimensions, la nature et le nombre de connections avec les systèmes homologues voisins... ;

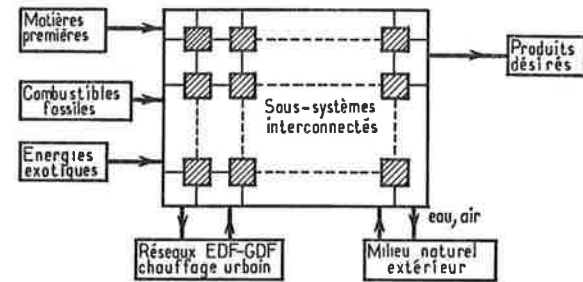


Figure 5.

Un exemple de structure de « grand » système industriel : un complexe pétrochimique moderne composé d'un ensemble de bloc-unités (usines, opérations, etc...) interconnectés par des réseaux de conduites où circulent les extensités : matières, énergies, informations. Il n'y a pratiquement plus de « déchets » ni d'énergie dégradée sortant du système, mais uniquement des échanges de matières non-polluantes (eau, air, CO₂ ...) avec le milieu naturel extérieur et d'énergie avec les autres systèmes artificiels (réseaux E.D.F., G.D.F., chauffage urbain...).

ensuite pour *simuler et prévoir* le comportement du système sous l'influence d'une perturbation extérieure quelconque. Autrement dit, les relations de cause à effet entre grandeurs d'entrée et de sortie doivent être les mêmes dans le modèle et dans le système réel.

L'expérience montre que, jusqu'à présent, la préoccupation incessante des chercheurs a été de découvrir des modèles qui, à « qualité » égale de modélisation, soient définis par le plus petit nombre possible de paramètres. Une structure ou une relation entrée/sortie sera, si possible représentée par un seul paramètre, parfois deux, ou même trois. Par exemple une distribution quelconque sera très souvent représentée par sa valeur moyenne et son écart-type (même si elle n'est pas gaussienne!), un objet de forme quelconque sera représenté par son ellipsoïde « équivalent », et même souvent seulement par sa sphère équivalente ! etc... Nous proposons d'appeler modèles « simplissimes », ces modèles qui résultent des efforts de simplification maximale, déployés par les chercheurs pendant de nombreuses années. Les possibilités, quasi-infinies de

calcul, offertes par les ordinateurs, permettent désormais aux chercheurs de proposer des modèles de plus en plus raffinés définis par de nombreux paramètres. Mais ces modèles, satisfaisant pour l'esprit, ne sont guère utilisés par les praticiens, les modèles simplissimes suffisent très souvent, malgré leur faible précision. Par exemple une boutade classique parmi les ingénieurs qui calculent des réacteurs chimiques consiste à dire qu'en raison des nombreuses causes extérieures d'imprécision (impuretés, température et pression mal définies, ...), il est inutile de chercher une expression raffinée de la loi cinétique de vitesse de réaction, on peut souvent se contenter de postuler que toutes les réactions chimiques sont du 1^{er} ordre!... Les paragraphes suivants présentent les principaux modèles simplissimes utilisés, pour chacune des trois échelles : humaine, moléculaire et capillaire.

III. Structure et dynamique d'un réacteur

Occupons-nous d'abord de la macrostructure des appareils, c'est-à-dire de leur structure, à leur échelle même. Dans ces conditions, les fluides qui traversent ces appareils seront traités comme des phases rigoureusement continues, même s'il s'agit d'émulsions de brouillards, ou de solides pulvérulents. Pour fixer les idées et raisonner sur des cas concrets, nous ne traiterons que deux exemples, celui du réacteur de traitement d'un fluide unique, s'écoulant à flux constant, puis celui de l'échangeur de matière entre deux phases en contact.

III.1. Le réacteur de traitement d'un fluide unique

Le « fluide » séjourne dans une enceinte (un « réacteur ») où il subira un « traitement » (par exemple un échauffement, une réaction chimique, un broyage, un séchage, etc...). Il est évident que le temps de séjour t du fluide dans l'enceinte joue un rôle fondamental. Or, le mode opératoire peut varier entre les 3 cas extrêmes suivants :

III.1.1. Le tube à écoulement piston

Toutes les molécules du fluide traversent le réacteur à la même vitesse et elles y séjournent donc le même temps t (figure 6). C'est par exemple le cas d'une poudre qui traverse un four de séchage, portée par une bande transporteuse.

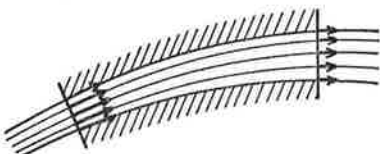


Figure 6.

III.2.1. La cuve ∞ -mélangée à alimentation continue

La composition interne est maintenue uniforme dans tout le volume par une agitation très intense. On dit que la cuve est parfaitement ou « infiniment bien mélangée » (figure 7). Ceci signifie qu'aussitôt qu'une molécule est entrée dans la cuve, elle a autant de probabilité d'en sortir que n'importe quelle autre molécule qui séjourne depuis très longtemps dans la cuve. Il existe donc dans ce type de réacteur toute une distribution de temps de séjour (D.T.S.) allant de zéro à l'infini. On montre que si le réacteur est parfaitement bien mélangé, la courbe de distribution des temps de séjour est une exponentielle (voir figure 10). La valeur moyenne (appelée « temps de passage ») est :

$\tau = \frac{V}{Q}$ où V est le volume du réacteur et Q le débit volumique de fluide (figure 9).

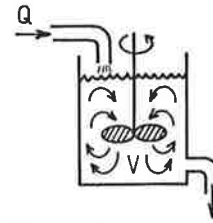


Figure 7.

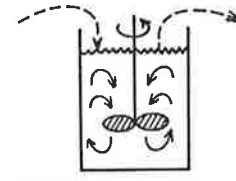


Figure 8.

III.1.3. La cuve ∞ -mélangée à alimentation périodique

La même cuve n'est plus alimentée en continu par un débit Q , mais elle est périodiquement remplie et vidée rapidement (figure 8). Si le temps de remplissage et le temps de vidage sont négligeables en comparaison de la durée t de l'opération, toutes les molécules auront le même temps de séjour dans la cuve. On peut choisir pour t la valeur τ , de sorte que le débit moyen est encore égal à Q (figure 9).

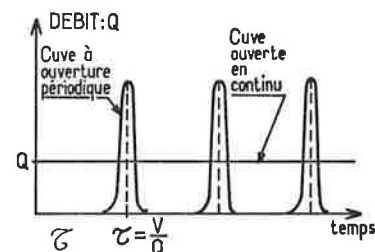


Figure 9.

On dit que dans les 2 premiers cas, le réacteur est « ouvert » en continu, alors que dans le 3^e cas, il est « fermé » pendant la réaction.

La courbe de D.T.S. a donc 2 cas extrêmes : l'exponentielle et la fonction δ de Dirac pour la même valeur moyenne τ (voir figure 10).

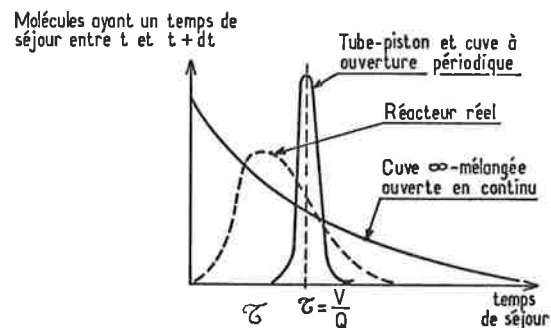


Figure 10.

Un réacteur *réel*, qui n'est pas infiniment bien mélangé, mais seulement mélangé en partie, est caractérisé par une courbe de DTS intermédiaire entre ces cas extrêmes (voir croquis).

On pourra toujours, en première approximation, le représenter par l'un de ces trois modèles simplissimes. Chacun de ces modèles est en effet défini par un seul et même paramètre (le temps de passage τ) et par une hypothèse sur la macrostructure du réacteur.

Mais ces modèles sont parfois insuffisants, notamment dans les cas où la distribution des temps de séjour joue un rôle important.

III.1.4. Importance de la DTS

Considérons par exemple la stérilisation thermique d'un fluide biologique. Le temps de séjour du fluide

dans l'enceinte chauffée doit être ajustée avec précision. Les germes qui ont un temps de séjour insuffisant ne seront pas détruits. Inversement des molécules organiques fragiles, seront détruites si elles séjournent trop longtemps à la chaleur. Il faut donc une distribution de temps de séjour très « resserrée » autour de la valeur moyenne choisie. Cette propriété est finalement assez générale : quand plusieurs réactions sont en compétition et que l'on désire favoriser sélectivement l'une d'entre elles, on a souvent intérêt à utiliser un réacteur ouvert-piston... ou encore une succession périodique d'opérations discontinues dans un réacteur fermé, en ajustant le temps de passage τ à la valeur désirée.

Pour compenser les faibles performances du réacteur ∞ -mêlé, on peut en associer plusieurs en série pour obtenir une cascade de mélangeurs. Si on augmente le nombre de cuves, en diminuant leurs volumes (pour que le volume total, et donc le temps de séjour moyen reste constant), on obtient des courbes de DTS de plus en plus « resserrées » et à la limite, pour un nombre infini de cuves infiniment petites, on retrouve le cas du tube en écoulement piston (figures 11 et 12).

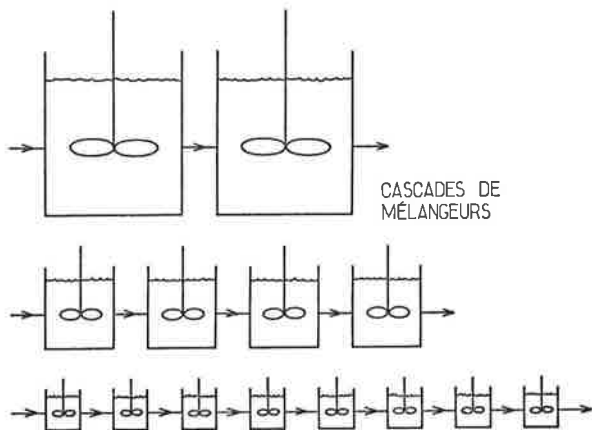


Figure 11.

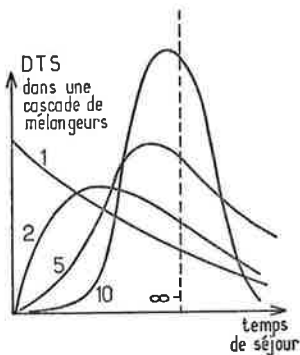


Figure 12.

En présence d'un réacteur réel, de structure interne inconnue mais dont on aura déterminé expérimentalement la DTS, on pourra choisir un modèle, un peu moins simple que les 3 modèles précédents : la cascade de mélangeurs est un modèle à deux paramètres : le temps de passage total τ et le nombre N de mélangeurs choisi pour que la courbe de DTS du modèle soit aussi proche que possible de la courbe expérimentale. Un autre modèle à deux paramètres consiste à superposer un certain « mélangeage » axial (on dit aussi « longitudinal ») à un écoulement-piston. Ce mélangeage sera évalué par un coefficient, variant entre zéro pour l'écoulement-piston et ∞ pour le mélangeage parfait.

III.1.5. Conclusion. Généralisation

La « Science des réacteurs » apparue aux environs de 1955-1960, s'est vite épanouie en un corps de doctrine maintenant bien établi. Cette science permet désormais de calculer le rendement et la sélectivité de n'importe quel type de réacteur. Après les cas très simples que nous venons de présenter, la « Science des réacteurs » a introduit des complications de plus en plus nombreuses. Par exemple, toute réaction étant soit exo-, soit endo-thermique, il faudra tenir compte du transfert de chaleur et commencer par considérer chacun des réacteurs-types précédents et supposer successivement qu'il est soit adiabatique, soit isotherme, etc...

III.2. L'échangeur : transfert de matière entre deux phases

Considérons maintenant un autre exemple simple, celui où deux fluides traversent à débit constant l'appareil. Cette opération ayant pour but de transférer un soluté d'un fluide à l'autre. Ceci correspond à de très nombreuses opérations industrielles : lavage solide-liquide, absorption gaz-liquide, adsorption gaz-solide, extraction liquide-liquide, etc... Pour que le volume de l'appareil soit le plus petit possible, on disperse une phase dans l'autre, afin d'augmenter l'interface et donc le transfert. Cette phase dispersée peut donc être : un solide finement broyé, un gaz dispersé en fines bulles, un liquide dispersé en gouttelettes, etc...

On distingue d'abord trois cas selon que, pendant le transfert de matière entre phases :

les deux phases sont *ouvertes* sur l'extérieur et traversées par des débits constants de fluide, l'une des deux phases est ouverte et l'autre fermée, les deux phases sont *fermées*.

On s'attache ensuite à décrire le *taux de mélangeage axial* de chaque phase dans l'appareil. Dans un cas extrême, l'ensemble des deux phases est vigoureusement brassé dans la cuve de sorte que la concentration de soluté est pratiquement constante en tout point de chaque phase. Cette condition de « mélangeage parfait » est un état-limite qui est assez bien approché dans de nombreux appareils, comme dans le mélangeur-décanteur continu représenté ci-dessous (figure 13).

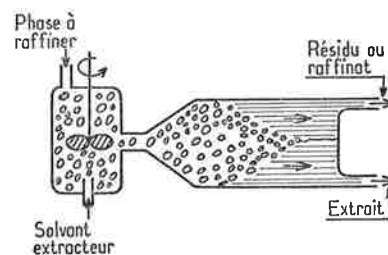
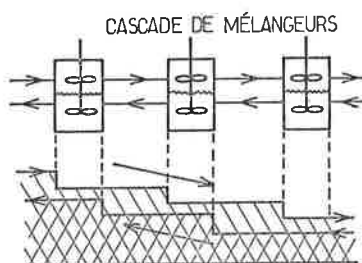


Figure 13.



Profils de concentration du soluté dans la phase à raffiner et dans la phase d'extraction.

Figure 14.

Un autre cas-limite important est la cascade de mélangeurs à contre-courant présentée ci-contre (figure 14).

Un troisième cas-limite est l'échangeur tubulaire continu à contre-courant où chaque phase est en écoulement piston.

A titre d'exemple, la figure 15 compare un échangeur réel aux 2 cas extrêmes de la cuve parfaitement mélangée et de l'échangeur tubulaire piston :

dans la partie droite, une cuve parfaitement agitée, les profils en tiret montrent que les concentrations sont uniformes dans tout le volume avec une discontinuité à l'entrée de chaque phase ;

dans la partie gauche, une colonne à bulles à contre-courant : les profils en trait plein correspondent à l'écoulement piston de chaque phase et montrent que les concentrations varient continûment de l'entrée à la sortie de l'échangeur ;

les courbes pointillées dans la partie gauche correspondent au cas intermédiaire de phases partiellement mélangées.

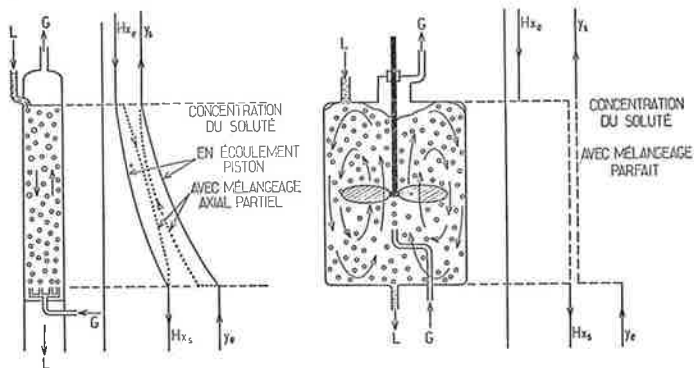


Figure 15. Influence du mélangeage axial sur le profil de concentration.

L'intuition fait comprendre et le calcul montre que c'est le mode d'écoulement piston dans chaque phase qui conduit au meilleur rendement de transfert et à la meilleure sélectivité...

Les percolateurs

Une autre famille importante d'échangeurs de matière entre phases est celle des percolateurs où une phase fixe fermée est en contact avec une phase mobile ouverte à concentration variable. Toutes les colonnes de chromatographie, d'adsorption, de résines échangeuses d'ions, etc... appartiennent à cette famille. A titre d'exemple, la figure 16 montre une colonne de résine échangeuse d'ions servant à l'adoucissement d'une eau calcaire. La colonne a un fonctionnement périodique. Les périodes d'adoucissement

alternent avec des périodes de régénération (figure 17). Pour maximiser la production et minimiser les coûts, le problème essentiel est de prévoir la vitesse de progression des fronts de concentration dans la colonne et surtout la déformation de ces fronts. Certains se raidissent, ce qui est excellent pour la qualité de l'opération, d'autres se dispersent, ce qui est préjudiciable au bon fonctionnement. Il existe désormais une théorie qui permet de prévoir cette évolution des fronts.

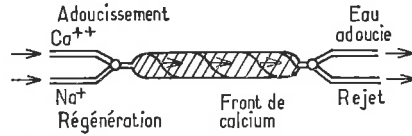


Figure 16.

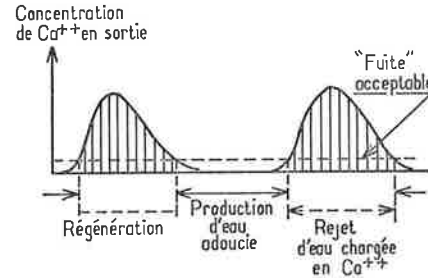


Figure 17.

III.3. Conclusion : il y a de nouvelles structures d'échangeurs à découvrir

Nous arrivons à la conclusion que, dans cette analyse de la dynamique interne des systèmes, la science des échangeurs de matière et/ou de chaleur entre phases, est un chapitre très important.

Cette science est actuellement en plein développement.

Il existe encore de nombreuses configurations géométriques et de nombreux modes de fonctionnement qui n'ont guère été étudiés et mériteraient de l'être.

De plus, pour chaque configuration, on peut compliquer à l'infini en introduisant d'autres phénomènes, par exemple :

- des réactions chimiques, dans une phase ou à l'interface ;
 - des facteurs thermiques, imposés ou venant spontanément des réactions ;
 - des facteurs mécaniques tels que gradients de pression ou de vitesse, renouvellement d'interface, etc...
- Des recherches sont en cours dans tous ces domaines, mais pour tous les échangeurs « classiques », les services d'ingénierie disposent déjà de modèles et de méthodes relativement sûrs et efficaces.

Ordinateur et synthèse organique Fichiers de produits commerciaux

par A. La Tela *, R. Barone, M. Chanon et J. Metzger
(* Centre de calcul et I.P.S.O.J., Université d'Aix-Marseille III, rue Henri-Poincaré, 13013 Marseille)

Un précédent travail (1) nous a permis de résoudre quelques-uns des problèmes posés par l'utilisation de l'ordinateur en synthèse organique, à savoir : définition d'une stratégie type de synthèse; représentation des molécules; représentation des réactions. La stratégie développée pour résoudre les problèmes de synthèse est celle indiquée par E. J. Corey (2) : partant du produit à synthétiser on remonte, étape par étape, jusqu'aux produits de départ, dans un sens inverse à celui de la synthèse telle qu'elle est menée au laboratoire. Le graphe de la figure 1 illustre ce processus.

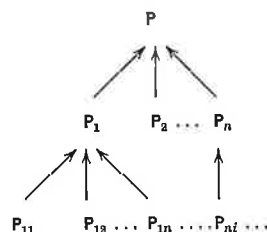


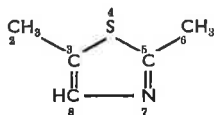
Figure 1. Stratégie développée. P est le produit à synthétiser, P_1 , P_2 , P_n , sont les précurseurs de P.

Le programme actuel est capable de présenter des solutions suivant ce schéma. Le problème est considéré comme résolu lorsqu'on aboutit à des produits commerciaux. Bien entendu l'organicien ne peut connaître tous ces produits, aussi nous paraît-il important d'introduire en mémoire d'ordinateur l'ensemble des produits commerciaux, et de pouvoir déterminer, parmi les intermédiaires proposés, ceux qui sont disponibles. Ceci permettra d'arrêter les chemins de synthèse correspondants. De plus, en introduisant le prix des produits, nous aurons une base d'estimation du coût de chaque synthèse. Cette estimation est essentielle pour doubler la discrimination purement chimique d'une discrimination économique.

La figure 2 montre une molécule codée dans le système utilisé. La mise en mémoire de tous les composés sous cette forme est onéreuse, car chaque molécule occupe une place importante. Un modèle plus compact s'imposait. Comme nous utilisons des tables de connectivité, la solution la plus simple à mettre en œuvre est celle décrite par H. L. Morgan (3). La figure 3 donne un exemple de cette représentation dans sa forme développée et dans sa forme linéaire telle qu'elle est enregistrée en mémoire d'ordinateur.

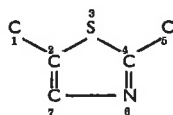
Des sous-programmes permettent le passage réciproque de la forme développée à la forme compacte, et de la forme compacte à la forme linéaire.

Cette représentation est fonction de la numérotation des atomes, aussi, est-il fondamental d'avoir une numérotation unique. Un sous-programme utilisant la technique proposée par Morgan (3) nous permet d'établir pour toute molécule une représentation unique.



N° <i>i</i>	Nature X	Lié aux atomes n°				Nature des liaisons			
		<i>j</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>t</i>	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>w</i>
1	H								
2	C	3	1	1	1	1	1	1	1
3	C	2	4	8		1	1	2	
4	S	3	5			1	1		
5	C	4	6	7		1	1	2	
6	C	5	1	1	1	1	1	1	1
7	N	5	8			2	1		
8	C	3	7	1		2	1	1	

Figure 2. Représentation d'une molécule dans le système utilisé. Commentaires : l'atome n° 5 (*i*) est un atome de carbone (X), il est lié à l'atome n° 4 (*j*) par une liaison simple (*t*), à l'atome n° 6 (*k*) par une liaison simple (*u*) et à l'atome n° 7 (*l*) par une double liaison (*v*). Tous les atomes d'hydrogène ont le numéro 1.



N°	Nature	Lié au n°	Liaison cyclique	Nature de la liaison
1	C	0		0
2	C	1		1
3	S	2		1
4	C	3		1
5	C	4		1
6	N	4		2
7	C	2	6 7	1

Sous forme linéaire, cette molécule est représentée :
0 1 2 3 4 4 2 - 6 7 - 0 1 1 1 1 2 2 1 - C C S C C N C

Figure 3. Représentation de la molécule de la figure 2 dans le système compact de Morgan. Ici les hydrogènes ne sont pas notés.

Soit un produit P à synthétiser. L'ordinateur propose un schéma de synthèse : P peut être obtenu à partir de P_i. Le problème est de déterminer si P_i est commercial, c'est-à-dire de rechercher le produit dans une vaste collection de composés. Pour atteindre cet objectif deux problèmes étroitement liés sont à résoudre : tout d'abord un problème de stratégie : comment atteindre le plus rapidement possible tel produit dans la bibliothèque des produits commerciaux? Ce qui entraîne un second problème, de classement, d'organisation des données.

Pour résoudre le premier problème nous disposons de la table de connectivité, mais l'utilisation exclusive de cette table prendrait trop de temps, car il faudrait comparer la table décrivant le produit avec toutes les tables. Comme il est possible, à partir de la table de connectivité sous sa forme développée, de calculer la formule brute, nous nous servons de celle-ci pour effectuer un premier tri parmi les produits commerciaux. La recherche d'un produit se fera donc en deux étapes :

1. Recherche sur les formules brutes.
 2. Recherche sur les tables de connectivité.
- En définitive nous coderons les éléments suivants :
- a. La formule brute et la table de connectivité pour la recherche des produits.
 - b. Le nom du produit, une référence et le prix moyen qui seront imprimés.

Le classement à mettre en œuvre doit être simple et doit permettre une recherche rapide. Nous avons deux possibilités :

1. Enregistrer les produits par ordre croissant de formule brute, et calculer la zone à tester pour chaque formule brute. Cela correspond à une méthode de classement utilisée dans certains catalogues de produits commerciaux. Cette méthode est intéressante du point de vue interrogation, mais présente un inconvénient pour la création des fichiers. En effet, comme nous sommes amenés à introduire régulièrement de nouveaux composés, il fallait prévoir des programmes permettant un interclassement automatique des produits, ce qui aurait entraîné une perte de temps importante.

2. Pour la facilité de création des fichiers il nous a paru préférable de pouvoir introduire les produits dans un ordre quelconque, tout en conservant une interrogation partielle et rapide. Pour cela, nous avons créé trois fichiers principaux :
Le fichier 1 renferme les tables de connectivité,
Le fichier 2, les formules brutes,
Le fichier 3, les noms, les références et les prix,

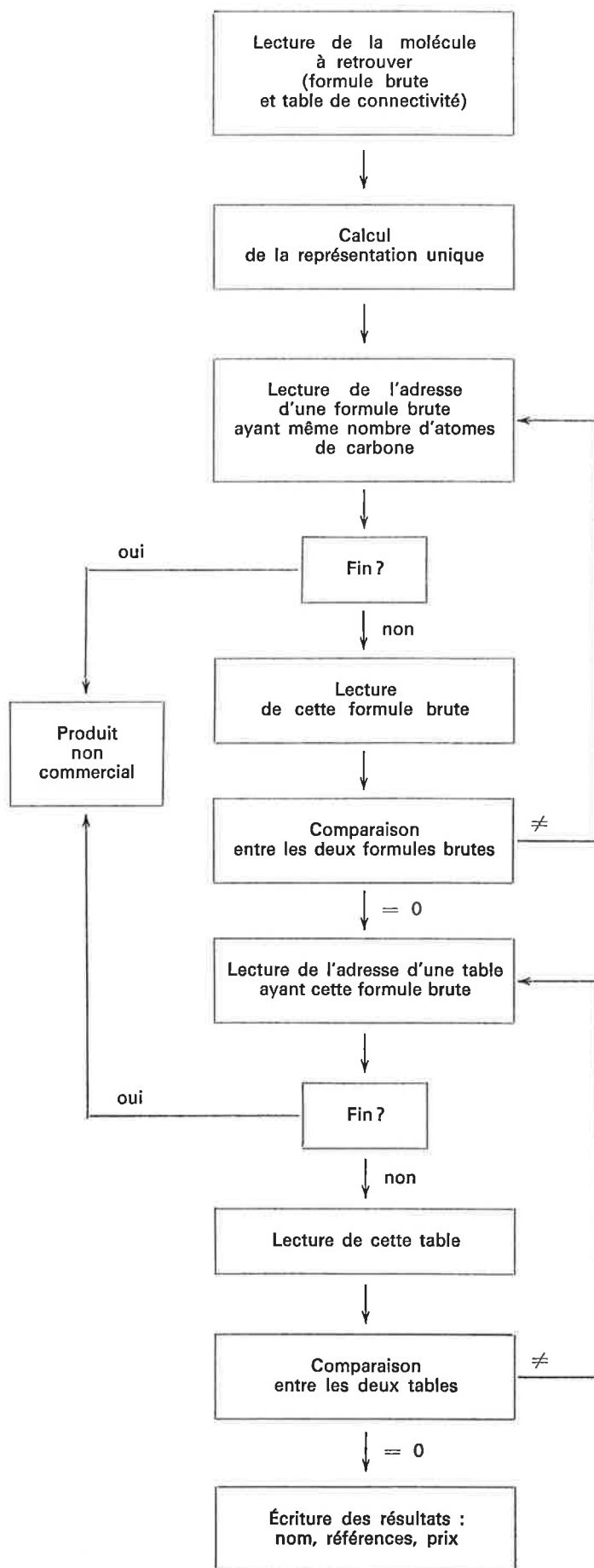


Figure 4. Organigramme général du programme.

et des fichiers secondaires qui établissent des relations entre ces trois fichiers.

La séparation des informations en trois fichiers permet un gain de place en évitant la répétition des formules brutes, elle permet aussi certaines facilités pour l'interrogation et l'édition des résultats.

Du fait des isoméries il n'y a pas une correspondance directe entre les enregistrements du fichier 2 et des fichiers 1 et 3. En effet, une même formule brute n'apparaît qu'une seule fois dans le fichier 2. Lors de l'enregistrement, les adresses (du fichier 1) des produits ayant même formule brute sont relevées et inscrites dans les fichiers secondaires 6 et 7. Le fichier 6 donne la première adresse, et le fichier 7 la suite des adresses.

La recherche d'un produit débute par la recherche de la formule brute. Le nombre des formules brutes est élevé, aussi une fragmentation s'impose afin de permettre une recherche partielle. Le fichier 2 sera découpé en fonction du nombre d'atomes de carbone. Lors de l'enregistrement, les adresses (du fichier 2) des formules brutes ayant même nombre de carbone sont relevées et inscrites dans les fichiers secondaires 4 et 5. Le fichier 4 donne la première adresse, et le fichier 5 la suite des adresses.

Montrons sur l'exemple suivant les correspondances qui existent entre ces différents fichiers. Soit à enregistrer les produits :

1. Acétamide	C_2H_5NO	...	Table de Connectivité 1
2. Imidazole	$C_3H_4N_2$...	TC 2
3. Oxyde d'éthylène	C_2H_4O	...	TC 3
4. N-méthyl formamide	C_2H_5NO	...	TC 4
5. Acide acétique	$C_2H_4O_2$...	TC 5
6. Acétone	C_3H_6O	...	TC 6
7. Éthanal	C_2H_4O	...	TC 7
8. Alcool allylique	C_3H_6O	...	TC 8
9. Propanal	C_3H_6O	...	TC 9
10. Formiate de méthyle	$C_2H_4O_2$...	TC 10
11. Oxyde de propylène	C_3H_6O	...	TC 11
12. Pyrazole	$C_3H_4N_2$...	TC 12

Les fichiers se présentent ainsi :

F 1	F 2	F 3
1. TC 1 2. TC 2 3. TC 3 4. TC 4 5. TC 5 6. TC 6 7. TC 7 8. TC 8 9. TC 9 10. TC 10 11. TC 11 12. TC 12	1. C_2H_5NO 2. $C_3H_4N_2$ 3. C_2H_4O 4. $C_2H_4O_2$ 5. C_3H_6O	1. Acétamide 2. Imidazole 3. Oxyde d'éthylène 4. N-méthyl formamide 5. Acide acétique 6. Acétone 7. Éthanal 8. Alcool allylique 9. Propanal 10. Formiate de méthyle 11. Oxyde de propylène 12. Pyrazole

F 4	F 5	F 6	F 7
1. 2. 1 3. 2	1. 3 2. 5 3. 4 4. 4 5. 5	1. 1 2. 2 3. 3 4. 5 5. 6	1. 4 2. 12 3. 7 4. 4 5. 10 6. 8 7. 7 8. 9 9. 11 10. 10 11. 11 12. 12

Les chiffres de gauche représentent les numéros d'enregistrement, et les chiffres de droite la valeur de ces enregistrements.

Soit à rechercher un produit de formule brute C_3H_6O .

La formule brute est de 3 atomes de carbone, dans F 4 le troisième enregistrement donne le numéro 2, la machine se reporte au deuxième enregistrement de F 5 qui renvoie au numéro 5. C'est-à-dire que les formules brutes de 3 atomes de carbone sont enregistrées dans le fichier 2 aux numéros 2 et 5. Les comparaisons sont effectuées. La formule C_3H_6O existe, c'est la cinquième. La machine se reporte au cinquième enregistrement de F 6, qui donne le numéro 6. Reporté au fichier 7 le sixième enregistrement renvoie aux numéros 8, 9, 11. Dans le fichier 1, les molécules de formule brute C_3H_6O sont enregistrées aux numéros 6, 8, 9, 11.

Comme on peut le constater, cet ensemble de fichiers en cascade permet d'atteindre très rapidement les composés ayant même formule brute que le produit recherché. Ces fichiers secondaires, qui ne comportent qu'un mot par enregistrement, sont peu coûteux du point de vue place et sont simples à générer.

L'organigramme général de ce programme est présenté à la figure 4. Le programme a été écrit en FORTRAN IV pour une IBM 1130 de 16 Kmots, nous pouvons coder environ 25 000 composés sur deux unités de disque de 512 000 mots chacune. Le temps mis pour retrouver une molécule en triant 100 formules brutes et 25 tables de connectivité, est de 10 secondes.

Ce programme est à inclure dans notre programme de synthèse, cependant sa conception est tout à fait générale, et il peut donc être utilisé pour tout problème bibliographique faisant intervenir des composés chimiques.

Bibliographie

- (1) R. Barone, M. Chanon et J. Metzger, *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, 1973, 5, 771.
- (2) E. J. Corey et W. T. Wipke, *Science*, 1969, 166, 178.
- (3) H. L. Morgan, *J. Chem. Doc.*, 1965, 5, 107.

Comment enseigner la chimie industrielle?

par Henri Guérin
(Université Paris-Sud, Centre d'Orsay)



Comme le prouve l'activité de la Division de l'enseignement de la chimie de la Société Chimique de France, la pédagogie préoccupe désormais les chimistes qui, non seulement, se soucient de la propédeutique (ou du D.E.U.G.), premier contact réel des étudiants avec la chimie, essentiel pour le choix ultérieur de leur orientation, mais aussi de l'enseignement de la chimie dans le Secondaire alors qu'on découvre les lacunes de celui-ci, notamment en ce qui concerne cette discipline.

L'enseignement de la chimie industrielle, longtemps assez limité, du moins en Faculté, mais dont l'extension déjà sensible avec la création des I.U.T. et des Maîtrises de sciences et techniques, devrait encore s'accroître alors que l'on estime que dans une génération l'ensemble de l'industrie d'un pays développé reposera à près de 80% sur la chimie, ne mériterait-il pas lui aussi de retenir l'attention? C'est ce qu'a pensé notre collègue, le Professeur Robin, qui a récemment insisté sur ce problème (1) et a présenté ses propres conceptions. Le débat étant ainsi ouvert, nous pensons opportun d'y participer en exposant les nôtres.

Avant de proposer un programme pour cet enseignement et d'indiquer par qui il doit être dispensé, il est nécessaire de préciser à quels auditeurs il est destiné et aussi ce que nous entendons par chimie industrielle.

(1) Place et conception de l'enseignement de chimie industrielle, *Unichimie*, 1972, 7, 11.

1. Qu'est-ce que la chimie industrielle?

Nous estimons qu'il convient de distinguer « chimie industrielle » et « chimie appliquée ». Cette dernière expression, très imprécise, tend à être opposée à celle de chimie pure : or, il n'existe pas de chimie pure ni de chimie appliquée; il y a la chimie et ses applications. Celles-ci, groupées judicieusement, pourront être examinées sous les titres de chimie biologique, chimiothérapie et pharmacie, bromatologie, chimie agricole, chimie industrielle, géochimie, etc.... *la chimie industrielle* pouvant alors se définir comme la branche de la chimie se proposant d'étudier la fabrication, conduite d'une façon économiquement et socialement satisfaisante, des produits qui répondent à des besoins.

Cette définition qui souligne à côté de son aspect technique (fabrication), ses aspects économique (prix de revient) et social (hygiène et nuisances), met l'accent sur le caractère essentiellement interdisciplinaire de son enseignement.

2. A qui s'adresse l'enseignement de la chimie industrielle?

Cet enseignement étant actuellement dispensé dans les Écoles Supérieures de Chimie, dans les Universités où la Maîtrise de chimie comporte la possibilité des options dites de chimie appliquée ou de chimie industrielle, et dans les I.U.T., les bases du programme que nous envisagerons devront être naturellement adaptées aux buts quelque peu différents poursuivis par ces divers établissements.

N'est-il pas toutefois opportun de souhaiter que l'audience de cet enseignement soit étendue, après des aménagements adéquats, d'une part à l'ensemble des futurs Maîtres ès-sciences, d'autre part, aux élèves du secondaire?

Est-il normal que des Maîtres ès-sciences, mention chimie, qui, pour des raisons parfaitement justifiables, préfèrent d'autres options à celles de la chimie industrielle, ignorent pratiquement tout de cette branche de la chimie? Les enseignements correspondant aux certificats obligatoires font en effet généralement abstraction, le plus souvent, faute de temps, parfois systématiquement, de toute ouverture sur les applications de la chimie alors même que celles-ci pourraient et devraient illustrer les développements théoriques...

Est-il déraisonnable, d'autre part, de souhaiter que le développement escompté de la chimie dans le secondaire, permette d'insister sur le caractère expérimental de cette science et

d'introduire, à côté des bases théoriques nécessaires, certains éléments, disons de « technologie chimique », entendant, par là, la description de certaines fabrications simples, dont le principe et les diverses phases puissent être aisément interprétés ? Ce serait là un moyen de faire connaître le rôle de la chimie dans le monde moderne et d'inciter certains jeunes à participer plus tard à son essor.

Il ne s'agirait pas à vrai dire d'une innovation, puisque dans les anciennes Écoles Primaires Supérieures où l'enseignement de la chimie était introduit dès la première année, c'est-à-dire dans les classes correspondant aux cinquièmes des C.E.S., existait une telle initiation à la chimie industrielle.

La réforme de l'école unique, logique en elle-même, aurait pu, au lieu d'aligner tous les enseignements sur le secondaire, avec le souci démagogique de faire de tous les Français des bacheliers, ne pas ignorer ce que les autres enseignements avaient de positif...

3. Sur quelles bases établir un programme d'enseignement de chimie industrielle ?

Les programmes de chimie industrielle n'ont jamais été codifiés de telle sorte qu'ils pouvaient être assez différents d'une Faculté ou d'une École à l'autre. On peut dire toutefois que jusque vers 1950, l'enseignement correspondant comportait essentiellement la description d'un plus ou moins grand nombre de fabrications parmi lesquelles la grande industrie minérale et l'industrie des matières colorantes qui, au début du siècle, offraient les débouchés les plus nombreux, ont prédominé pendant longtemps, mais à côté desquelles pouvaient en figurer beaucoup d'autres : métallurgie, industries organiques ou alimentaires, de même que l'étude des combustibles, des réfractaires, des verres et des industries dérivées, etc...

Les Traités de Baud et de Dupont, parus entre les deux guerres, donnaient un tableau exhaustif de cet enseignement.

L'ouvrage classique de Sorel, consacré à la « grande industrie chimique minérale » et paru au début du siècle, comportait toutefois, à côté des développements classiques, des considérations opportunes sur la pollution et certains calculs de physique industrielle... Cette dernière discipline que certaines Écoles associèrent par la suite à la chimie industrielle, purement descriptive, ne s'est toutefois vraiment développée, sous le nom de « génie chimique » qu'après 1950 : elle se propose de concevoir, de calculer, de faire construire et de faire fonctionner l'appareillage qu'exige l'industrie chimique et si l'on comprend que le génie chimique tend à s'ériger en une discipline indépendante, il est indispensable que son enseignement reste intimement lié à celui de la chimie industrielle. Il en constitue, en effet, l'une des bases techniques essentielles en permettant d'examiner plus aisément les diverses fabrications qui, apparemment très différentes, comportent, en fait, des appareillages souvent comparables ou même identiques.

La résolution des divers problèmes de la chimie industrielle dont le principal est sans doute la mise au point de la fabrication d'un nouveau produit soulève toutefois d'autres préoccupations que celles concernant la mise au point de l'appareillage à laquelle nous associons le contrôle, la régulation et même l'hygiène industrielle ; avant la phase construction, les phases d'exploration et d'évaluation nécessitent en effet des recherches de laboratoire, des recherches bibliographiques et de propriété industrielle et aussi l'examen de la rentabilité, par l'étude prévisionnelle du prix de revient et des divers facteurs qu'il comporte. On peut donc considérer qu'un cours de

chimie industrielle doit normalement comporter d'une part des généralités qui constituent les bases techniques et économiques de cet enseignement et parmi lesquelles le génie chimique sera développé dans un cours particulier et, d'autre part, des monographies présentées de telle sorte qu'elles montrent comment s'appliquent ces généralités techniques et économiques étudiées auparavant. Alors qu'il ne saurait être question d'examiner toutes les industries, quelles sont celles qui doivent faire l'objet de ces monographies et quel peut être le plan adopté pour les exposer ?

Choix des monographies

Il peut paraître arbitraire de vouloir choisir, parmi toutes les industries, les plus importantes, l'importance étant une notion essentiellement relative. Il semble pourtant possible, à une époque donnée et dans un pays déterminé, de prévoir quelles connaissances il est opportun qu'un étudiant acquière en chimie industrielle.

On peut souhaiter qu'il ait des idées précises sur la grande industrie chimique, sur la métallurgie d'élaboration, sur la pétrochimie, sur les plastiques, tandis que des informations pourraient lui être fournies sur une ou deux autres industries dont les fabrications sont discontinues : matières colorantes, parfumerie, pharmacie, etc...

Même dans les chapitres retenus comme celui de la grande industrie chimique, par exemple, un choix est encore nécessaire, « la formation d'un ingénieur devant être un apéritif plutôt qu'un repas copieux » (Leprince-Ringuet).

On a parfois pensé, par analogie avec les opérations unitaires, pouvoir envisager des procédés unitaires tels que l'oxydation, la chloration, par exemple, qui, correspondant à des réactions types, rendraient ce choix aisé. Acceptable dans le cas des fabrications des produits intermédiaires généralement discontinues, où l'on peut décrire une fois pour toutes les opérations de sulfonation, de nitration, de diazotation, etc..., ce critère ne saurait être étendu aux procédés de la grande industrie (1) ; il suffit de penser, par exemple, aux oxydations du soufre (ou du phosphore), des pyrites, de SO_2 , de NH_3 , de NO , du toluène (ou du naphthalène), du méthanol, etc... qui, bien que constituant toutes des réactions d'oxydation, s'opèrent de façons très différentes.

On doit chercher à présenter des fabrications types utilisant des techniques qui soient transposables à d'autres. Pour cela il y a notamment lieu de considérer, comme en génie chimique, la nature des phases qui sont en présence : réactions entre gaz, entre un gaz et un liquide, entre un gaz et un solide, etc...

C'est ainsi que l'industrie de l'acide sulfurique, dont l'importance ne saurait être niée, permet d'envisager avec le procédé de contact les réactions équilibrées entre gaz (transposables au procédé Deacon modernisé, à la préparation du gaz à l'eau, etc...) ainsi que les processus d'absorption gaz-liquide et, avec la préparation de SO_2 , les réactions gaz-liquide (combustion du soufre), gaz-solide (grillage des pyrites dont l'évolution est très intéressante à souligner), entre solides avec le procédé à l'anhydrite, etc...

Avec la synthèse de l'ammoniac, on envisage les réactions équilibrées sous pression (extension à la synthèse du méthanol) en soulignant la tendance au gigantisme qui caractérise l'industrie moderne, tandis que les industries dérivées du sel permettent d'aborder les procédés d'évaporation (extraction du sel), les réactions gaz-liquide

(1) Qu'il ne convient d'ailleurs plus de qualifier de minérale ou d'organique, les deux étant de plus en plus associées l'une à l'autre.

(procédé à l'ammoniac dit Solvay), les réactions électrolytiques (chlore et soude) et beaucoup d'autres types de réactions parmi celles préconisées pour l'obtention des composés chlorés.

L'industrie des dérivés fluorés en plein développement conduit également à étudier toute une série de réactions types tandis qu'en ce qui concerne la métallurgie, l'élaboration des aciers d'une part, celle de l'aluminium ou de l'uranium, d'autre part, mettent l'accent sur des procédés assez différents de pyro- et d'hydrométallurgie.

En résumé, le choix des monographies devrait répondre à la préoccupation d'examiner des produits importants dont les fabrications mettent en œuvre des processus réactionnels types, se retrouvant par conséquent dans certains autres et fournissant autant que possible des exemples du phénomène d'intégration caractéristique de l'industrie chimique moderne.

Plan des monographies

Ces monographies, tout en faisant découvrir des aspects variés de l'industrie chimique, doivent simultanément constituer des exemples d'application des principes de base.

On pourra donc adopter pour les présenter le plan suivant :

1. Situer le produit examiné quant à son importance économique en soulignant ses applications et en indiquant quelques statistiques de production, non pas à retenir, mais permettant d'établir une hiérarchie des fabrications actuelles.
2. Rappeler les propriétés physiques, chimiques (corrosion) et, éventuellement toxicologiques qui expliqueront les conditions de préparation, de stockage, de conditionnement, etc...
3. Exposer l'évolution de sa fabrication en en précisant les raisons : critiques des procédés antérieurs, perfectionnements apportés, changement de matières premières, etc...
4. Étudier théoriquement la réaction de base retenue et décrire sa réalisation pratique, sans entrer dans les détails technologiques, mais en justifiant l'appareillage (ordre de grandeur des dimensions) et les matériaux utilisés.
5. Souligner les préoccupations inhérentes au contrôle de la fabrication (exemple de quelques dosages permettant le réglage et l'automatisation ou répondant aux soucis de la normalisation des produits finis), à l'hygiène industrielle et à la lutte contre les nuisances.
6. Montrer les servitudes du conditionnement et du stockage.
7. Examiner l'importance relative des divers facteurs du prix de revient et des moyens mis en œuvre pour le réduire : changement de matières premières, mécanisation et accroissement de productivité, valorisation des sous-produits, concentration et intégration, ce qui conduira à considérer rapidement la structure de l'industrie étudiée, son degré de concentration, son implantation, etc...

Ces divers points peuvent être repris et même développés au cours de séances de *travaux dirigés* qui ne doivent pas consister à répéter le cours ou à simplement interroger sur celui-ci, mais durant lesquelles l'étudiant est amené à résoudre certains problèmes simples, tels que la détermination des tonnages de matières premières, de sous-produits, de produits résiduels, d'utilités, correspondant à une fabrication de X t/j, tonnages dont il n'envisage souvent pas l'ordre de grandeur et qu'il ne calcule pas toujours sans de grossières erreurs...

Les *travaux pratiques* consistent généralement et, avec raison, en une initiation aux techniques analytiques manuelles ou instrumentales, trop souvent négligées dans les autres enseignements et qui doivent faire

comprendre l'importance des contrôles et, éventuellement, attirer l'attention sur les préoccupations qu'impose le souci de la lutte contre les nuisances.

Il est également intéressant de proposer l'étude d'une réaction déterminée dont on établira les bilans matières et, éventuellement, utilités, en faisant varier les divers facteurs qui agissent sur le rendement.

On peut rattacher aux travaux pratiques les visites collectives d'usines qui, sans présenter l'intérêt des visites par groupes de deux ou trois que nous évoquerons plus loin, permettent à l'étudiant de prendre contact avec la réalité, de voir l'enchaînement des opérations, de se rendre compte des dimensions réelles des appareils et aussi de l'importance de questions qu'il a souvent tendance à considérer comme secondaires : stockage, conditionnement, hygiène du travail, nuisances, etc...

La semaine consacrée par certaines Écoles à la visite de diverses usines d'activités variées d'une région industrielle est particulièrement opportune.

Certains films bien conçus (tels que « Lacq en France ») peuvent à la rigueur remplacer les visites ; ils sont malheureusement rares car, tandis que beaucoup correspondent à une vulgarisation trop élémentaire, d'autres sont trop spécialisés.

4. Qui doit dispenser l'enseignement de chimie industrielle ?

La mise au point d'un tel enseignement qui doit refléter la réalité industrielle en perpétuelle évolution présente des difficultés : il ne saurait, en effet, trouver uniquement ses sources dans la compilation d'ouvrages spécialisés. Ceux-ci existent mais ils constituent au mieux la photographie de telle ou telle industrie à la date de leur parution.

Or, l'industrie chimique évolue rapidement, tandis que les revues spécialisées ne traitent généralement des procédés nouveaux qu'avec un certain retard. Il est donc nécessaire pour l'enseignant de s'assurer que sa documentation est à jour par des visites d'usines que l'accueil de l'industrie rend parfaitement possibles et fructueuses. On conçoit cependant que la mise au point d'un tel cours nécessite un certain rodage et il serait opportun que les professeurs nouvellement désignés pour cet enseignement puissent disposer d'une année qu'ils consacraient, par leur passage dans diverses usines, à leur initiation industrielle. Certaines firmes en ont parfaitement admis le principe. En attendant que cet « apprentissage officiel » soit réalisable, les candidats à de tels postes d'enseignement auront intérêt à effectuer, dans la limite du temps dont ils disposent, des stages dans diverses industries. Il est souhaitable que l'enseignement normal dispensé par des universitaires soit complété par des conférences demandées à des ingénieurs, sur des sujets qui leur sont familiers. C'est ainsi que dans le cadre particulier de l'enseignement du génie industriel (option chimie industrielle et génie chimique) existant à Orsay, une vingtaine de conférences sur des sujets classiques ou sur des questions d'actualité sont faites par des industriels. C'est là un résultat concret de la collaboration Université-Industrie qui peut se manifester également par l'organisation de séminaires. Alors que le cours est, comme nous l'avons vu, forcément limité à l'examen d'un certain nombre de fabrications, on peut satisfaire la curiosité des étudiants soucieux d'étendre leurs connaissances en demandant à des groupes de 3 ou 4 (au maximum) d'étudier une industrie ou un problème, sous la direction d'un spécialiste de la question.

Après l'examen de documents qui leur sont indiqués ou fournis et après, autant que faire se peut, une visite appropriée, ils rédigent un rapport qui fait l'objet d'une présentation orale devant leurs camarades,

au cours d'une séance animée par l'ingénieur qui a accepté de les diriger.

De tels séminaires qui sont pratiqués depuis une dizaine d'années à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris, et exigent un travail personnel non négligeable, sont profitables non seulement au groupe directement responsable mais à l'ensemble d'une promotion et intéressent les élèves.

La participation de l'Industrie apparaît encore avec les *stages* auxquels sont astreints les élèves-ingénieurs des Écoles et les étudiants de certaines Facultés ; ces stages dont le déroulement est très variable, selon les industries d'accueil, sont, dans la grande majorité des cas, très profitables à l'étudiant qui envisage de faire carrière dans l'industrie chimique, comme à celui qui se destine à la recherche et à l'enseignement ; ils constituent, dans tous les cas, un complément intéressant à l'enseignement magistral, enseignement qui, sans prétendre suffire à la formation des chimistes industriels, devrait contribuer d'une façon efficace à celle-ci, susciter ou confirmer certaines vocations et, plus simplement, faire mieux connaître l'importance de l'industrie chimique et ses problèmes.

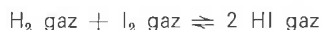
La variance « ne varietur »

par M. Destriau
(Université de Bordeaux I,
33405 Talence)

Interrogateur à des oraux de concours, je suis frappé de voir à quel point la notion de variance est confuse pour beaucoup de monde. Bien qu'elle soit somme toute banale, je ne suis pas sûr qu'elle ne soit pas à préciser.

La notion de variance ne découle que de *considérations mathématiques*. En effet la variance d'un système en équilibre est le nombre de *variables indépendantes intensives*. Pour la déterminer il suffit donc de faire le dénombrement des variables intensives et des équations qui les relient ; par différence on trouve la valeur de la variance. Ainsi, dans le cas de la vaporisation de l'eau pure, donc de l'équilibre eau liquide-eau vapeur, sans gaz étranger, on sait que l'équilibre est monovariant du seul fait que les variables intensives, pression et température sont liées par l'équation de Clapeyron.

On peut raisonner de la même façon sur un équilibre chimique. Ainsi l'état physico-chimique du système :



est défini par 5 variables intensives (pression totale P, température T, pressions partielles p_{H_2} , p_{I_2} , p_{HI}) reliées par 2 équations ($P =$ somme des pressions partielles et une équation entre la température et les pressions partielles par la loi d'action de masses). Il en résulte que la variance, $\nu = 5 - 2 = 3$.

On peut, si on veut, retrancher de cet inventaire la variable P, mais, ce faisant, on retranche également la première des deux équations, ce qui fait : $\nu = 4 - 1 = 3$, comme précédemment, ce qui est rassurant ; la variance ne dépend évidemment pas de nos décisions.

Si, toujours pour ce même équilibre, on prend en considération les variables extensives, volume et nombre total de moles (ou masse totale) on introduit fatalement des ambiguïtés. En effet la température, la pression totale et celles de chacun des trois gaz, H_2 , I_2 et HI étant connues, on peut encore se donner librement le volume ou le nombre total de moles, ces deux grandeurs étant liées par l'équation d'état du mélange gazeux. Les nombres de moles

de H_2 , I_2 et HI sont ensuite connus par les équations d'état des trois gaz (pour un mélange de N gaz, la température T, la pression totale P et les N pressions partielles p_i étant connues, les N + 2 variables, volume total V, nombre total de moles, n, et nombres n_i de moles de chacun d'eux ne sont liées que par N + 1 équations indépendantes : $p_i = n_i RT/V$ et $n = \sum n_i$. $P = nRT/V$ n'est pas une équation indépendante : elle découle des autres). On trouverait donc ainsi pour la variance la valeur 4 au lieu de la valeur 3 trouvée précédemment, aussi bien par le dénombrement des variables intensives que par la règle des phases. Ceci n'a rien d'étonnant puisque dans la démonstration de la règle, seules sont dénombrées les variables intensives, donc ni les variables extensives, ni les équations d'état.

On peut maintenant se demander pourquoi la valeur si bien définie, si sûre, de la variance d'un système en équilibre subit souvent différentes « manipulations » qui tendent à la diminuer. Cela provient essentiellement de deux « visions des choses » qui ne sont pas fausses par elles-mêmes, mais aboutissent en fait à changer la définition mathématique de la variance et, par là même, en rendent la compréhension plus difficile.

Une première vue des choses consiste à remplacer, plus ou moins implicitement, dans la définition, les mots *variables indépendantes intensives* par les mots *facteurs de déplacement d'équilibre*. Ainsi, en prenant le cas du système $H_2 - I_2 - HI$, on dira que la pression totale, P, n'étant pas un facteur de déplacement, ce qui est vrai dans ce cas particulier, il convient, ce qui est discutable, de ne pas la prendre en considération dans le dénombrement des variables, ce qui donne $\nu = 3 - 1 = 2$. Or, si on s'en tient à la définition première de la variance, il faut se rappeler que P est bel et bien une variable d'état, que certaines fonctions d'état, comme l'enthalpie libre du mélange, en dépendent sans discussion possible et que d'ailleurs le système $H_2 - I_2 - HI$ sous la pression P_1 diffère du système $H_2 - I_2 - HI$ sous la pression $P_2 \neq P_1$, même si la température et les fractions molaires sont les mêmes dans les deux cas ; beaucoup de paramètres, ne seraient-ce que les concentrations, ne sont pas les mêmes dans les deux cas.

Une seconde vue des choses consiste à considérer, en plus du système en équilibre, des renseignements variés sur son *passé*, ce qui, bien sûr, le présent dérivant du passé, impose des conditions, donc des équations nouvelles. C'est une pente qui n'est pas tellement dangereuse dans la mesure, où après un cheminement plus ou moins long, on ne fait que redécouvrir le *principe de causalité*, à savoir : si le passé du système est totalement défini, son présent l'est aussi ; tous les paramètres de l'équilibre sont définis. A la limite, si la « variance » était comprise de cette manière on la trouverait égale à zéro dans tous les cas... Or, n'est-ce pas un peu ce que l'on fait quand on considère la composition du système initial — en déséquilibre — dont l'évolution conduit à l'équilibre considéré ? En effet ne dit-on pas souvent (trop souvent) : « si le système initial ne contient, par exemple, que HI, on ajoute la relation supplémentaire $p_{H_2} = p_{I_2}$? » Mais ne pourrait-on pas dire aussi bien : « si le système initial contient, par exemple, 2 moles de HI, 1 de H_2 et 0 de I_2 sous la pression totale P_0 , on a la relation toute aussi supplémentaire :

$$p_{H_2} - p_{I_2} = \frac{P_0}{3} ? »$$

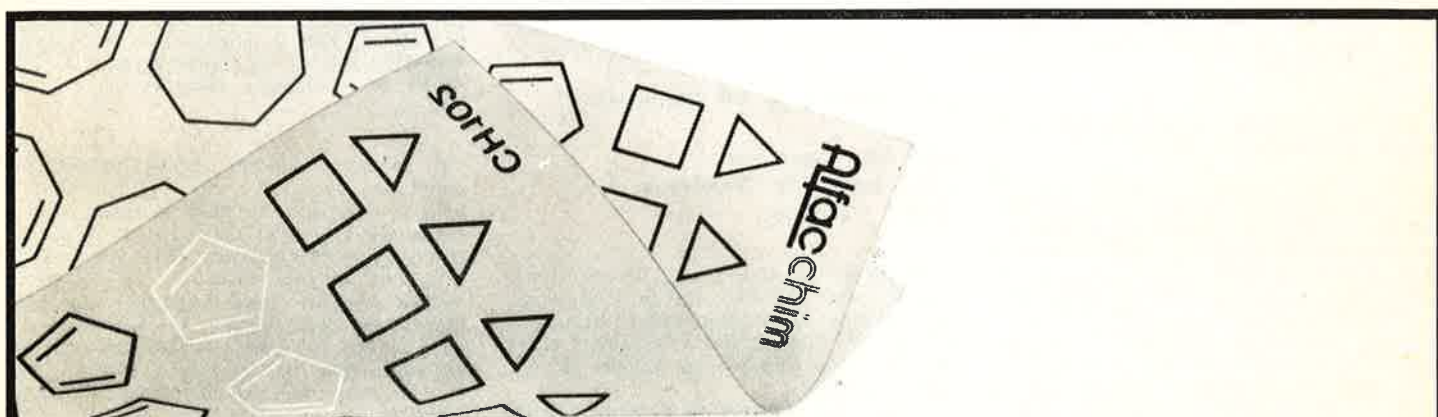
Et ne voit-on pas que ces relations proviennent de considérations sur le passé du système et que par dessus le marché elles ne découlent nullement de la réalisation éventuelle de l'équilibre ?

Si la définition de la variance n'est pas une définition « ne varietur » nos élèves sont déroutés. Il est d'ailleurs facile de le voir. Interrogeons les sur la variance. Beaucoup ne répondent pas sur la variance

elle-même. Tous ou presque répondent *mécaniquement* : « $v = c + 2 - \varphi$ », en définissant c et φ mais non v , si bien que la relation $v = c + 2 - \varphi$ apparaît de ce fait comme la définition de v . Enfin, en guise de conclusion, ne pourrait-on pas rappeler que $v = c + 2 - \varphi$ s'appelle « règle des phases », mais non pas « règle de la variance ». La variance est en effet connue, ou du moins connaissable, *indépendamment de toute règle*, soit par le

dénombrement des variables intensives et des relations, soit expérimentalement quand le nombre de phases n'étant pas connu, on ne peut faire ce dénombrement. Dans ce cas la règle des phases donne le nombre de phases. C'est un cas fréquent au laboratoire.

Par conséquent, pour finir par une boutade qui n'est pas tout à fait une boutade, ne vaudrait-il pas mieux écrire : $\varphi = c + 2 - v$ plutôt que : $v = c + 2 - \varphi$?



Alfacchim

CHOS

Symboles transfert Alfac : la fin des formules illisibles.

On peut être un excellent chimiste et ne pas savoir dessiner. On peut être un excellent dessinateur d'exécution et ne rien comprendre à la chimie. Pour gagner du temps et éviter les erreurs dues à une lecture difficile, Alfac a créé Alfac Chim, une gamme complète de symboles et éléments transfert. Par simple frottement (décalcomanie à sec), il est possible de dessiner, aussi bien que le meilleur des dessinateurs, les formules chimiques les plus complexes.

Pour en savoir davantage sur les possibilités des transferts Alfac, il vous suffit de demander les nouveaux catalogues gratuits, caractères Alfac, symboles et éléments Alfac Chim, fabrications spéciales Alfac Prédessin, à votre revendeur habituel ou à : Alfac

alfac

22 rue Louis Rolland 92120 Montrouge Tél. 735.11.20.

Séparation, par taille, des petites molécules

par Gérard Seroussi
(Waters Associates *)



La vitesse et le pouvoir séparateur de la chromatographie par perméation de gel (ou C.P.G.) ont considérablement augmenté depuis que l'on utilise des colonnes pré-remplies avec des phases à micrograins (1). La C.P.G. est le seul des quatre types de chromatographie liquide qui sépare les molécules en fonction de leurs différences de taille.

L'utilisation du μ -Styragel® a permis la séparation par taille des petites molécules, soit des molécules de poids inférieur ou égal à 1 500.

Ces récentes possibilités de la C.P.G. permettent aux chercheurs en synthèse organique ou produits naturels, d'analyser rapidement des mélanges complexes de petites molécules avec une approche tout à fait nouvelle. Ceci rend possibles entre autres :

- a. Une meilleure détection des composés mineurs avec une sensibilité 100 fois meilleure que celle donnée par les techniques analytiques de chromatographie liquide conventionnelles,
- b. Des séparations analytiques et semi-préparatives sur la même colonne,
- c. La séparation de composants très différents en polarité, sans nécessiter un gradient de solvant,
- d. Une récupération totale de l'échantillon,
- e. Une purification sans décomposition des molécules instables,
- f. Et un minimum de méthodes de développement.

* 14, avenue Georges-Clemenceau, 93350 Le Bourget.

(1) μ -Styragel® (Waters Associates).

Un temps très court est requis pour obtenir des séparations par C.P.G. à grande vitesse. A partir des informations déjà connues sur l'échantillon à analyser, il suffit pour obtenir ces séparations d'aborder le problème selon le canevas que nous allons développer. Ensuite en faisant varier certains paramètres on aboutit au meilleur résultat.

Choix du solvant

Le choix du solvant pour la séparation par taille des petites molécules par C.P.G. est remarquablement simple (tableau 1). Comme la C.P.G. est quasiment basée sur les différences de taille des molécules, le chromatographe peut choisir dans la gamme des solvants organiques, celui dans lequel l'échantillon à analyser est soluble *. Une bonne sensibilité est très importante dès lors qu'elle permet des injections de grandes quantités de produits pour un travail préparatif.

Volumes d'injections et concentration

La concentration de l'échantillon n'est limitée que par sa solubilité dans le solvant considéré.

Comme la réponse du détecteur est fonction de la concentration, il est évident que plus la concentration est forte, plus le volume d'injection nécessaire pour obtenir une réponse du détecteur est petit.

Les volumes d'injection peuvent varier de 1 μ l à 2 ml ou plus.

Choix de porosité

Pour choisir la porosité adéquate de la microphase de C.P.G., il faut comprendre la base du mécanisme de la séparation par C.P.G.

Les molécules plus petites que les pores les plus fins entreront dans presque tous les pores et auront de ce fait un temps de rétention long.

Les molécules plus grandes que les pores ne sont pas retenues et seront de ce fait éluées plus vite.

En résumé le temps de rétention est fonction du « chemin à parcourir » des molécules dans les pores.

* On peut amplifier la sensibilité des détecteurs pour analyser des traces en choisissant un solvant qui a un indice de réfraction très différent de l'échantillon à analyser. Pour plus de détails voir *L'actualité chimique de la S.C.F.* de septembre 1974, n° 7, p. 24; « La C.P.G. : une dimension nouvelle en synthèse organique et en analyse de produits naturels » du même auteur.

Tableau 1. Solvants les plus utilisés en C.P.G. pour petites molécules

Solvant	Point d'ébullition	Densité	Viscosité	Indice de réfraction
Chloroforme	61,2	1,489 ²⁰	0,57@57°	1,4476 ²⁰
Tétrahydrofurane	66	0,8892 ²⁰	0,51@25°	
Dioxane-1,4	101	1,0336 ²⁰	1,54@20°	1,4224 ²⁰
Dichlorométhane	40-41	1,335 ¹⁵	0,44@20°	1,3348 ¹⁵
Tétrachlorométhane	76,75	1,5942 ²⁰	0,97@20°	1,4664 ²⁰
Perchloréthylène	121	1,625 ²⁰		1,5029 ²⁵
Iso-octane	99,2	0,6918 ²⁰	0,54@20°	1,3915 ²⁰
Benzène	80,1	0,8787 ¹⁵	0,65@20°	1,5011 ²⁰

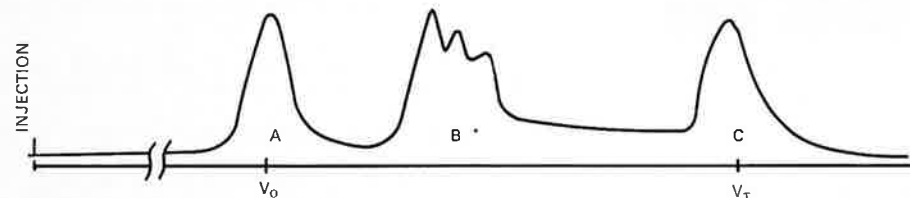
Cette prédictibilité offre par rapport aux autres modes de chromatographie liquide, un avantage certain puisque :

- a. Les grosses molécules éluent toujours les premières,
- b. Le volume d'élution de chaque molécule peut être calculé à partir d'une courbe de calibration pour un jeu de colonnes donné,
- c. La quantité maximum de solvant nécessaire pour éluer tous les composants de l'échantillon est égale à 2 volumes de colonnes.

Tableau 2

Poids moléculaires approximatifs des composés de l'échantillon	Porosité du μ -Styragel®
Inférieur à 700	100 Å
Entre 700 et 12 à 15 000	500 Å
Supérieur à 12 à 15 000	1 000 Å

Tableau 3



Tout l'échantillon est élué (V_0). Recommencer avec la porosité 1 000 Å.	Porosité adéquate. Il suffit maintenant de choisir son débit.	Tout l'échantillon est retenu (V_T). Recommencer avec la porosité 100 Å.
---	--	---

Quelques composés donnent une ébauche de séparation, les autres étant totalement exclus.
Il faut là, 2 porosités. Refaire la séparation avec μ -Styragel® 500 Å, auquel on rajoute en série μ -Styragel® 1 000 Å.

Quelques composés donnent une ébauche de séparation, les autres étant totalement retenus.
Il faut là 2 porosités. Refaire la séparation avec μ -Styragel® 500 Å, auquel on rajoute en série μ -Styragel® 100 Å.

Les composés sont très différents en taille, quelques-uns sont séparés, d'autres totalement retenus et le reste totalement exclu.
Il faut là 3 porosités. Refaire la séparation avec μ -Styragel® 500 Å auquel on rajoute μ -Styragel® 1 000 Å et Styragel® 100 Å.

* La région B est la région de « perméation sélective ». Voir du même auteur : « La C.P.G., une dimension nouvelle en synthèse organique et en analyse de produits naturels », fig. 4.p. 25, *L'actualité chimique de la S.C.F.*, n° 7 de septembre 1974.

Choix du débit

Dès que la porosité adéquate a été trouvée, le débit doit être ajusté afin d'obtenir les pics les plus étroits, pour maximaliser la séparation.

L'écartement des pics est normalement exprimée en nombre de plateaux théoriques (N) par unité de longueur.

Dans la C.P.G. hautement résolutive, ce nombre dépend du débit. Les figures 1 et 2 montrent de façon évidente que le nombre de plateaux théoriques augmente lorsque le débit diminue.

Le débit optimum pour une séparation se situe entre 1 et 1,5 ml/mn.

N peut être considérablement augmenté en choisissant un débit dans cette région optimum.

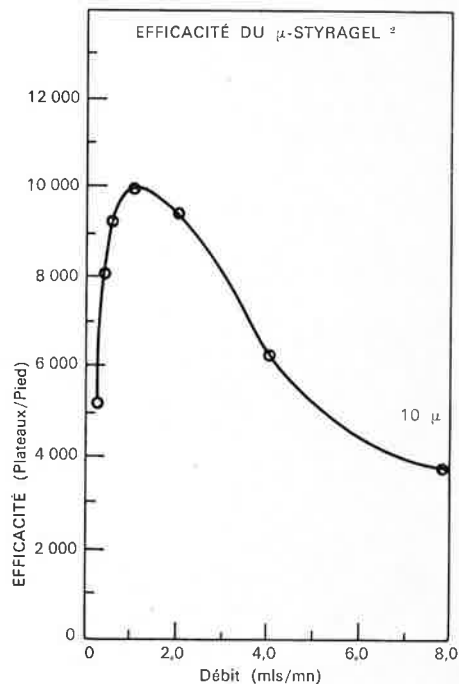


Figure 1.

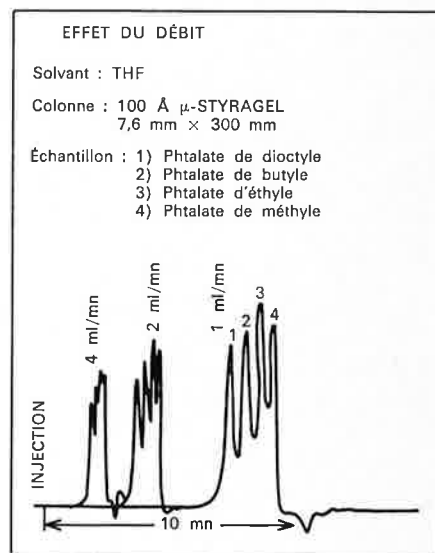


Figure 2.

Choix de la longueur de colonne

Avec la porosité adéquate et le débit optimum définis comme ci-dessus, le degré de séparation est dès lors directement relié à la longueur effective des colonnes.

La séparation des 4 composés indiqués dans la figure 2 est recommencée en augmentant la longueur des colonnes (figure 3) de 30 à 60 cm.

EFFET DE LA LONGUEUR DES COLONNES

Solvant : THF
 Colonne : 100 Å μ -STYRAGEL
 Débit : 2 ml/mn
 Échantillon : Phtalate de dioctyle
 Phtalate de butyle
 Phtalate d'éthyle
 Phtalate de méthyle

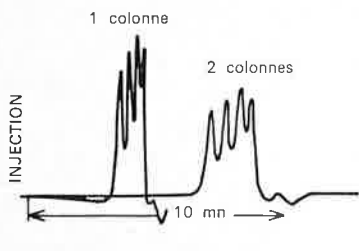


Figure 3.

En augmentant encore davantage la longueur des colonnes (120 cm, figure 4), le phtalate diméthylique et le phtalate diéthylrique (figure 5) sont séparés de façon telle que l'on peut collecter les quatre composés avec un degré de pureté égal ou supérieur à 99 %.

SÉPARATION DES PHTALATES AVEC QUATRE COLONNES

Phase : μ -STYRAGEL 100 Å
 Colonne : 7,6 mm x 120 cm (4 colonnes)
 Solvant : THF
 Débit : 1 ml/mn

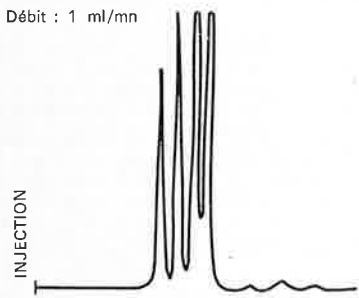


Figure 4.

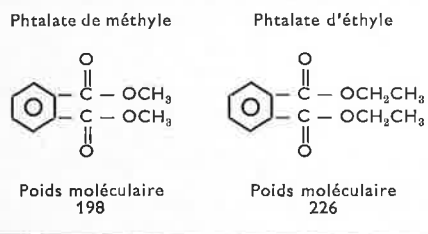


Figure 5.

La séparation en ligne de base des 4 composés est possible avec 180 cm de colonne (6 colonnes).

Colonnes en série

Pour séparer un mélange complexe de composés de poids moléculaires très polydispersés, il faut des porosités différentes. Les colonnes μ -Styragel® de porosités différentes peuvent facilement être reliées en série.

Dans ce cas, les colonnes doivent être placées par ordre de porosité décroissante. L'échantillon doit passer en premier dans la colonne de pores les plus grands. Ceci est particulièrement important pour un travail préparatif.

Recyclage

Un des principaux avantages de l'appareillage utilisé * réside dans la facilité de recyclage. Ceci devient particulièrement aigu lorsque une très bonne séparation de produits très similaires est importante.

En repassant les produits partiellement séparés à travers tout le système (pompe, colonnes et détecteurs) autant de fois qu'il faut pour obtenir la séparation voulue, on dispose de milliers de plateaux théoriques supplémentaires, et ce avec une perte de charge réduite à celle d'une colonne. Dans ce système de C.P.G., c'est comme si on mettait une pompe entre chaque colonne, tout en étant informé par les détecteurs de ce qui se passe à chaque passage.

Le recyclage augmente la longueur effective des colonnes, sans dépenses supplémentaires.

En outre on évite les problèmes inhérents à l'addition de colonnes (pertes de charges...).

Le recyclage permet : une minimisation du prix des colonnes; une utilisation d'un nombre minimum de colonnes; une réduction de la montée en pression; une diminution du coût des solvants (ceux-ci étant réutilisés); la possibilité de résoudre de nouveaux problèmes sans avoir à acquérir des colonnes additionnelles.

Les meilleurs résultats en recyclage sont obtenus avec des colonnes de même porosité.

Les quatre passages en recyclage de la séparation ci-dessous illustrent les avantages de cette technique, surtout si les 2 détecteurs (U.V. et R.I.) sont utilisés.

Un échantillon supposé pur de diméthyl-2,3 naphthalène dissous dans le THF est chromatographié.

Le réfractomètre différentiel indique seulement 2 pics (un pour le diméthyl-2,3 naphthalène et un pour le THF).

Cependant le détecteur U.V. révèle 2 impuretés.

Après le quatrième passage, ces impuretés sont suffisamment séparées du diméthyl-2,3 naphthalène, pour collecter ce produit dans sa forme ultrapure.

PURIFICATION PAR RECYCLAGE SUR μ -STYRAGEL

- 1) IMPURETÉ
- 2) IMPURETÉ
- 3) DIMÉTHYL-2,3 NAPHTALÈNE

Colonne : 120 cm de μ -STYRAGEL 100 Å
 Débit : 2 ml/mn
 Solvant : Dioxanne
 Échantillon : diméthyl-2,3 naphthalène dissous dans du THF

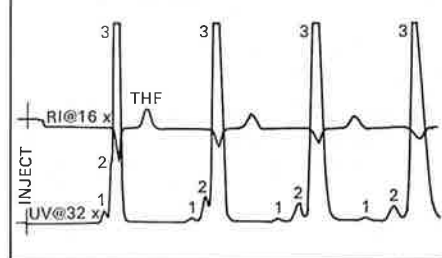


Figure 6. Cette séparation qui a demandé 4 passages en recyclage aurait nécessité sans recyclage 480 cm de colonne!

Ainsi avec le recyclage, le prix des colonnes est réduit de 75 %. Les consommations de solvant, et par voie de conséquence les coûts du solvant, sont réduits de 75 % en appliquant cette technique. Pour des séparations encore plus difficiles, où le nombre de passages est nécessairement plus grand, les coûts sont encore plus réduits.

* Appareils Waters.

Colonnes et appareillages

Le fait de réduire le diamètre des particules avec une homosphéricité plus ou moins 1μ ($9 \mu \pm 1 \mu$ soit entre 8 et 10μ) a considérablement augmenté le nombre de plateaux théoriques que l'on obtient. D'autres considérations sont importantes comme le diamètre de la colonne et le remplissage de celle-ci.

μ -Styragel® se compose donc de particules comprises entre 8 et 10μ dans une colonne de 7,6 mm de diamètre intérieur.

Le diamètre de colonne a été déterminé en tenant compte qu'il permet : de réduire les pertes de charge, de minimiser les effets de paroi, de rendre possibles des séparations analytiques et préparatives.

Même avec un diamètre intérieur de 7,6 mm ces colonnes nécessitent un appareillage capable de travailler de façon fiable et sûre à de hautes pressions, pressions qui résultent du haut débit.

La chromatographie par perméation de gel à haut pouvoir séparateur nécessite :

Un système de pompage à débit constant extrêmement reproductible,

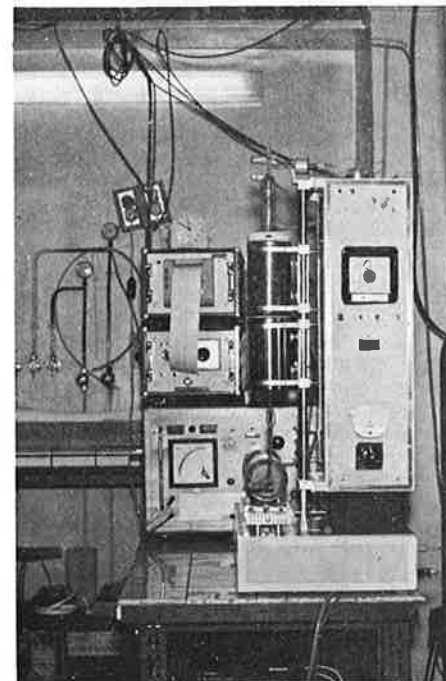
Un système d'injection sans arrêt de pression capable d'injecter du microlitre au millilitre à des pressions pouvant aller jusqu'à 420 bars,

Un réfractomètre différentiel à déflexion optique, véritable détecteur universel, stable à des débits supérieurs à 1 ml/mn.

La performance optimale du μ -Styragel® dépend de son utilisation dans un système qui ne compromettrait pas son efficacité.

Un tel système pourrait être composé d'une pompe type M 6000 et d'un injecteur universel type U6K montés sur un appareil de chromatographie liquide Waters type ALC/GPC 202/R 401.

Microdoseur automatique d'oxygène dans les composés organiques



Un nouvel appareil de microdosage de l'oxygène dans les composés organiques a été mis au point dans un Département de recherche du Service central de microanalyse du Centre National de la Recherche Scientifique.

La nécessité de faire face à la demande croissante de microanalyses a conduit les microanalystes à recourir à l'automatisme.

Dans cette perspective, une première étape, en ce qui concerne le microdosage de l'oxygène dans les composés organiques, a été le remplacement du titrage iodométrique de l'oxyde de carbone, dans la méthode classique d'Unterzaucher, par un dosage coulométrique automatique du dioxyde de carbone, représentant stœchiométriquement l'oxygène contenu dans le prélèvement du composé soumis à l'analyse.

Le dioxyde de carbone est formé au cours du traitement préliminaire (minéralisation) de la matière organique prélevée; cette opération de base de tout microdosage élémentaire exigeait, jusqu'à présent, de fréquentes interventions du microanalyste, ce qui limitait, de ce fait, le degré d'automatisation de l'appareil.

La méthode mise en œuvre, dans le microdoseur ici décrit, comporte la pyrolyse automatique, de principe classique, du prélèvement analytique, à 900-1 000 °C, sous courant d'azote purifié, suivie de la réduction des gaz de pyrolyse sur charbon amorphe à 1 120 °C; l'oxyde de carbone obtenu, débarrassé des composés gênants, est oxydé en dioxyde de carbone qui est finalement titré par acidimétrie coulométrique automatique. La « minéralisation » (pyrolyse) s'effectue de façon entièrement automatique dès l'instant où l'opérateur dépose le récipient (microgodet ouvert ou scellé) contenant le prélèvement analytique pesé, dans le dispositif d'introduction de l'appareil de minéralisation. Cette introduction se fait par chute, ce qui implique que le dispositif soit vertical. Afin d'éviter de compliquer exagérément et inutilement l'appareil, il convient de ne pas séparer les différentes phases de la minéralisation qui visent à combiner tout l'oxygène présent dans le prélèvement analytique sous forme d'oxyde de carbone.

C'est pourquoi l'appareil de minéralisation comprend un tube *vertical* de pyrolyse et de réduction dont la partie supérieure, portée à 950-1 000 °C, constitue la chambre de pyrolyse et dont la partie inférieure, garnie de charbon amorphe à 1 120 °C, permet d'assurer la réduction des gaz de pyrolyse. La position verticale de la garniture de charbon amorphe est particulièrement favorable car elle empêche la formation, en son sein, de chemins préférentiels de passage des gaz, pendant la durée de son usage, grâce à son tassement sous le double effet de son propre poids et de la pression gazeuse; il en résulte que la quantité de charbon employé peut être limitée à environ 2,5 g et, corrélativement, la durée des déterminations réduite à des temps très courts.

En contrepartie, il faut éviter l'inconvénient du tassement mécanique supplémentaire qui serait provoqué par la chute répétée des récipients des prélèvements analytiques, directement sur la garniture de charbon de réduction, car elle pourrait être à l'origine, en cet endroit, du bouchage rapide du tube, par graphitisation et colmatage du charbon de pyrolyse qui s'y forme. Un deuxième inconvénient serait la contamination de la garniture de charbon de réduction par les impuretés apportées par les résidus de pyrolyse des produits analysés.

Afin de pallier ces deux inconvénients, un « tube collecteur » pénètre coaxialement dans le premier où il joue le double rôle de collecteur des récipients de prélèvements et de chambre de pyrolyse. Le tube collecteur communique, d'une part, avec le tube de « pyrolyse et de réduction » par des orifices appropriés, situés à son extrémité inférieure et, d'autre part, en amont, avec le dispositif d'introduction automatique des récipients de prélèvements.

L'appareil de minéralisation, dans sa version normale, comporte un dispositif d'introduction qui ne permet pas le stockage de plusieurs prélèvements analytiques pesés; il peut, cependant recevoir un distributeur

à magasin qui confère au microdoseur une autonomie de plusieurs dizaines de prélèvements.

Outre sa simplicité, l'originalité et le grand intérêt du distributeur à magasin est de permettre à l'opérateur d'intervenir, à tout moment, sans perturber le déroulement des analyses; c'est ainsi, par exemple, qu'il est possible de tester la bonne marche de l'appareil en incluant, dans une série d'analyses, celle d'une substance de référence non prévue dans le programme initial.

Le microdoseur, constitué par l'association de l'appareil de minéralisation et d'un coulomètre automatique à impulsions, permet d'effectuer le microdosage automatique de l'oxygène dans les composés organiques solides, liquides, stables ou instables (en utilisant des récipients de prélèvements appropriés).

Le domaine des prélèvements analytiques couvre tant la décimilligrammanalyse que la milligrammanalyse; dans l'un ou l'autre cas, les résultats de dosage de l'oxygène conservent une égale précision et les limites inférieures des teneurs dosables restent identiques.

Le temps d'une analyse est variable (minimum : 4 minutes); il est fixé par l'opérateur avant toute série d'analyses.

Le microdoseur automatique d'oxygène est particulièrement fiable : il fonctionne depuis plus d'un an, sans aucune défaillance, au Service Central de Microanalyse.

Il est actuellement fabriqué et mis sur le marché par la Société Eraly (67, rue André-Lebourblanc, 78950 Noisy-le-Roi), sous contrat avec l'A.N.V.A.R.

Revêtement en platine selon un nouveau procédé

Le Service de recherches sur les métaux de la Degussa de Francfort-sur-le-Main a mis récemment au point un procédé à haute température permettant de recouvrir des métaux ou du graphite de couches de platine ductiles dotées d'un bon pouvoir adhésif et d'une épaisseur allant jusqu'à environ 80 microns. Des pièces soumises à un tel traitement ont été présentées pour la première fois à l'Achema 1973.

Les procédés d'électrolyse traditionnels imposent des limites au revêtement en platine du titane et d'autres métaux à haut point de fusion. Des inclusions d'oxyde ou une couche d'oxyde continue entre la couche de platine et le métal de base limitent l'adhérence. En conséquence, il n'avait pas été possible jusqu'à présent ou il n'avait été possible qu'au prix de travaux techniques considérables de déposer par électrolyse des couches d'une épaisseur supérieure à 2,5 microns.

Le nouveau procédé à haute température de la Degussa permet d'appliquer rapidement et sans aucun problème des couches beaucoup plus épaisses de platine sur le titane, tantale, niobium, molybdène, tungstène, cuivre, aciers, nickel, graphite et de nombreux alliages.

Une chimie très subtile : celle de la plongée sous-marine

Quoi de plus inoffensif que l'air que nous respirons ?

Et pourtant ! Même l'air le plus pur, prélevé dans les plus hautes montagnes, serait absolument inutilisable pour un travailleur sous-marin évoluant à grande profondeur, en raison tout simplement des fortes pressions qui y règnent.

On sait en effet que lorsqu'un homme

se trouve dans un milieu où la pression est supérieure à la normale, il est nécessaire de lui fournir un « air » qui soit à la même pression, puisque ses poumons sont en contact permanent avec l'extérieur. A partir d'une certaine profondeur, il n'est plus possible d'utiliser de l'air, c'est-à-dire 21 % d'oxygène et 78 % d'azote. L'oxygène, élément vital par excellence, devient toxique lorsqu'il est inhalé en excès; c'est ce qui se produit lorsque sa pression augmente sous l'effet de la pression ambiante. Ainsi, on a calculé qu'à 100 m de profondeur, où la pression ambiante est de 11 atmosphères, la teneur en oxygène du mélange respiratoire doit être maintenue à 2 % pour pouvoir être respiré par des aquanauts travaillant en eau libre.

Ne suffirait-il pas dès lors d'augmenter de façon correspondante le pourcentage d'azote ? Non, car l'azote en excès se révèle lui aussi toxique, ou du moins très gênant. Il provoque, dès 40 m de profondeur, des phénomènes de narcose, accompagnés d'euphorie : la fameuse « ivresse des profondeurs ». Ainsi, l'azote et l'air comprimé ne peuvent en aucun cas être utilisés au-delà de 70 à 80 m de profondeur.

C'est là que les chimistes viennent au secours des plongeurs, en leur proposant des solutions de remplacement : l'hélium, notamment. On utilise ce gaz rare, pour jouer le rôle de l'azote et diluer l'oxygène. Grâce à ce nouveau mélange, les progrès de la plongée profonde ont été décisifs : c'est grâce à lui que des plongeurs travaillent désormais couramment jusqu'à 150 m de profondeur, parfois même jusqu'à 250 m pour des expériences de pointe. C'est avec lui aussi que se sont poursuivies les expériences en caisson, jusqu'à des profondeurs de plus de 600 m.

A ce stade, on doit déplorer certains troubles produits par l'hélium : c'est le célèbre « syndrome nerveux des hautes pressions ». L'effet excitant que ce gaz semble produire sous fortes pressions, affecte considérablement le système nerveux central. Certains spécialistes pensent d'ailleurs que la pression à elle seule pourrait être partiellement responsable de ces troubles, cela indépendamment de la nature du gaz utilisé. L'hélium présente hélas un autre inconvénient, dû à son faible pouvoir d'isolation thermique. Le mélange gazeux doit être chauffé à près de 40 °C avant d'être inhalé, si l'on ne veut pas que le plongeur souffre de cette déperdition calorifique.

Enfin, il convient encore de mentionner le célèbre effet « Donald Duck » de l'hélium : le fonctionnement des cordes vocales est altéré, et la voix humaine est fortement déformée, au point de ressembler à celle du petit canard des dessins animés ! Ce qui la rend tout à fait inintelligible, et qui a nécessité la mise au point des appareils spéciaux de « redressement » !

Outre l'hélium, on a également pensé à l'hydrogène. Les résultats restent cependant équivoques; si certaines expériences avec des animaux ont réussi, d'autres ont échoué et ont même permis de soupçonner une certaine toxicité. En outre, le maniement du mélange oxygène-hydrogène exige une grande prudence, car il peut exploser lorsque sa teneur en oxygène dépasse 4 %...

Alors que les chimistes poursuivent leurs recherches dans l'espoir de permettre à l'homme de plonger de plus en plus profond avec un minimum de risques, une information récente a pu surprendre, dans la mesure où elle paraît constituer un retour en arrière. Un chercheur de la Duke University (U.S.A.), Peter Bennett, vient de proposer d'utiliser comme gaz... l'azote ! Selon lui, il suffirait d'ajuster la teneur du mélange en équilibre l'azote avec de l'hélium. Ces deux gaz, assure-t-il, compenseraient mutuellement leurs effets respectifs !

L'avenir dira si ce mélange à trois compo-

sants chimiques (oxygène-azote-hélium) constitue un progrès décisif dans le domaine de la chimie de la plongée.

François Noiret.

Chiennes et chattes pourront « prendre la pilule »

10 000 chiots et chatons naissent chaque heure. Pour enrayer cette surpopulation galopante, divers produits anti-conceptionnels sont déjà sur le marché, notamment aux États-Unis où ils connaissent des succès divers.

Les dernières recherches en cours sont faites en commun par des chimistes et des spécialistes de l'alimentation des chats et des chiens. A l'avenir, les pâtées pourraient contenir une dose minime de mibolerone, un stéroïde synthétique empêchant la gestation. Ainsi, les animaux prendraient leur « pilule » quotidiennement sans s'en rendre compte, tout au moins en ce qui concerne les chiennes; pour les chattes, plus regardantes quant à leur nourriture, on ne sait pas encore si elles accepteraient sans autre cette alimentation anti-chatons.

Les premiers essais sont satisfaisants; les autorités américaines devraient donner l'an prochain déjà l'autorisation de mettre ce nouveau produit anti-conceptionnel en vente libre, ce qui devrait réduire le nombre des bâtards et celui des bêtes abandonnées.

La recherche chimique suisse explore les richesses de la mer

Une entreprise chimique bâloise (Hoffmann-La Roche) a mis récemment en service un centre de recherches à Sydney (Australie). Il abrite les laboratoires nécessaires à une discipline nouvelle : la « pharmacologie de la mer ». On y étudiera le matériel biologique (plantes et animaux) recueilli dans l'océan sur la « grande barrière Riff » pour examiner l'emploi qui pourrait en être fait dans l'industrie pharmaceutique.

Si l'on sait depuis longtemps que neuf dixièmes des végétaux et animaux peuplant la planète vivent sous l'eau, ce n'est que récemment que l'exploration de ces ressources et l'examen de leurs caractéristiques chimiques ont commencé, sitôt que les techniques de plongée se sont perfectionnées au point de permettre à des hommes-grenouille de travailler à des profondeurs de 20 à 30 m pendant une heure.

Dans ces investigations sous-marines, on prend garde de limiter les prélèvements pour ne pas perturber l'équilibre écologique de la mer. On n'emporte que les quantités d'animaux et de plantes suffisant à leur examen biologique et chimique. Si l'une des substances s'avère intéressante pour une application médicale, on s'efforce d'en faire la synthèse chimique, dans les laboratoires de Bâle notamment; ceci permettra alors de reproduire les éléments chimiques actifs utiles sans détruire la faune et la flore aquatiques.

Entrepris dès avant la mise en service des bâtiments du centre de recherches de Sydney, les premiers travaux de l'Institut ont déjà fourni d'intéressants résultats. On a pu isoler de nombreuses substances antibactérielles contenues dans des algues. Le venin de certains escargots de mer s'est avéré susceptible de fournir un produit pour des anesthésies locales. Des toxines trouvées dans des organismes (des protéines et des peptines toxiques) pourraient être utilisées pour accroître la résistance du muscle cardiaque. Enfin, on a aussi isolé quelques substances dont on pense qu'elles pourraient peut-être rendre service dans la lutte contre le cancer.

Des usines à algues bleues pourraient fournir l'énergie de l'avenir

L'unanimité s'est faite chez la plupart des spécialistes : l'énergie de l'avenir appartient très probablement à l'hydrogène, combustible inépuisable et non polluant... lorsqu'on pourra le produire en quantités suffisantes à moindres coûts qu'aujourd'hui. Outre l'énergie atomique et le soleil, sur lesquels on fonde de grands espoirs, une algue bleue (*Anabaena cylindrica*) sera peut-être demain au cœur d'usines de production d'hydrogène grâce à l'intervention de microorganismes. Cette plante est facilement cultivable à la lumière du jour, dans un air enrichi d'anhydride carbonique. Plonge-t-on ces cultures d'algues dans une atmosphère artificiellement saturée d'argon pur ou faite d'un mélange d'argon et d'oxygène, les voilà qui se mettent à dissocier l'eau où elles se trouvent en oxygène d'une part et en hydrogène d'autre part. Pour l'heure, l'efficacité de cette technique n'est pas considérable, mais les experts se penchent sur la découverte des chercheurs américains Benemann et Weare, pensant qu'ils pourraient peut-être en tirer parti ou s'en inspirer pour la production industrielle de l'hydrogène.

Les substances chimiques ne seraient pas spontanément cancérogènes

Lors des récentes journées des Prix Nobel de Chimie à Lindau (Lac de Constance), le professeur Melvin Calvin, de Berkeley (U.S.A.), a révélé qu'il étudie depuis un certain temps les principales substances que l'on dit provoquer le cancer. Il a constaté que toutes les substances chimiques qu'il a examinées ne sont pas cancérogènes en soi. Par contre, elles provoquent dans les cellules certaines modifications de structure à la faveur desquelles le cancer peut s'établir, la maladie proprement dite étant le fait d'un virus. Des années d'études et de recherches seront encore nécessaires pour pouvoir tirer les conclusions de cette observation d'extrême importance.

La voie est ouverte aux chimistes pour produire de l'insuline synthétique

Des millions d'êtres humains seraient condamnés à la souffrance et à une mort prématurée, si l'insuline ne venait à leur secours. Pour tenir sa maladie en échec, le diabétique n'a besoin que d'un seul gramme d'insuline par an; mais pas moins de 50 pancréas de bovins doivent être traités selon un procédé pharmacologique très compliqué pour obtenir cet unique gramme d'insuline!

C'est vers la fin des années cinquante que les chimistes entreprirent des recherches en vue de synthétiser l'insuline. Mais il fallut attendre 1963 pour parvenir à un premier succès : c'est alors que le directeur de l'Institut de recherches sur la laine d'Aix-la-Chapelle, Helmut Zahn, réussit pour la première fois à fabriquer de l'insuline en laboratoire. Peu après, on annonçait des résultats analogues aux États-Unis et en Chine.

Enfin, des chercheurs travaillant en République Fédérale d'Allemagne ont pu faire un pas décisif vers la synthèse industrielle, il y a de cela quelques mois seulement, mais d'ici la mise en vente de l'insuline synthétique sur le marché des médicaments, il faudra sans doute patienter encore plusieurs années.

Si les chercheurs qui tentaient la synthèse de l'insuline se heurtèrent à de nombreuses difficultés, c'est avant tout du fait de la structure compliquée de cette molécule. Ainsi, le biochimiste anglais et Prix Nobel Frederick Sanger travailla pendant plus de 10 ans avant de pouvoir publier en 1955 la structure chimique de la molécule d'insuline. Celle-ci, formée de 777 atomes, comprend entre autres composants des acides aminés, qui se laissent relativement aisément réunir en chaînes. Mais, pour produire de l'insuline synthétique, ces éléments doivent être assemblés dans un ordre bien déterminé, et c'est là une des difficultés majeures que rencontre le biochimiste.

La véritable percée ne fut possible que le jour où les savants découvrirent comment la nature « fabrique » l'insuline et qu'ils réussirent, ensuite, à bâtir cette molécule selon une méthode moins compliquée que celle appliquée par la nature...

La synthèse technique en grand de l'insuline n'est toutefois pas encore chose acquise; le chemin est long et parsemé d'obstacles, qui va des essais en laboratoire conduits à leur terme jusqu'à la production et à la mise en vente de la substance finie. Par bonheur, en l'occurrence, l'industrie n'est pas pressée puisque, pour le moment, on trouve encore assez d'insuline naturelle, et ce à des prix relativement avantageux. D'ici vingt ans cependant, l'insuline naturelle ne suffira plus pour le traitement des diabétiques, dont le nombre va sans cesse croissant. On aura alors besoin de l'insuline synthétique, et d'ici là, l'industrie pharmaceutique l'aura mise au point.

La terrible onchocercose sera combattue par des insecticides

Sept pays africains, la Côte d'Ivoire, le Dahomey, le Ghana, la Haute-Volta, le Mali, le Niger et le Togo, se sont unis pour entreprendre en commun, le plus grand programme de santé publique qui ait jamais été élaboré. Le programme vise à résoudre le problème de l'onchocercose, maladie parasitaire qui affecte au moins 20 millions de personnes et peut provoquer la cécité. Le programme couvrira dans le bassin de la Volta un territoire de 700 000 km², soit environ la superficie du Royaume-Uni et de la France réunis; exécuté par l'Organisation Mondiale de la Santé. Il durera 20 ans et coûtera 120 millions de dollars.

L'onchocercose est causée par un ver, *Onchocerca volvulus*, transmis à l'homme par une petite mouche appelée Simulie. Actuellement, le seul moyen de combattre la maladie consiste à détruire ou à réduire suffisamment les populations de l'insecte vecteur dans les gîtes larvaires. Ceux-ci peuvent être aisément repérés, car les simules ne pondent leurs œufs que dans les zones rapides des cours d'eau.

Avec des hélicoptères ou des avions, on effectue des épandages d'insecticides biodégradables en amont des gîtes larvaires. Utilisés à des doses très faibles, les insecticides détruisent les larves, même sur de grandes distances en aval, et n'exercent que des effets secondaires minimes sur la végétation, les poissons et les autres organismes vivants.

La transmission intense de la maladie le long des cours d'eau a forcé les habitants à abandonner les vallées fertiles. Les populations se sont réfugiées sur les plateaux, où le surpeuplement et la surexploitation des terres contribuent d'année en année à faire baisser la production agricole. L'onchocercose a donc des conséquences socio-économiques extrêmement graves, et il est devenu de plus en plus urgent de remettre en valeur des vallées

fertiles qui sont actuellement désertes et improductives.

Les premières opérations de traitement aux insecticides intéresseront une partie de la Côte d'Ivoire, du Ghana, de la Haute-Volta et du Mali. En 1975-1976, elles seront étendues au reste du Ghana et de la Haute-Volta. A partir de 1976, la région du programme sera traitée dans son ensemble, y compris le nord du Dahomey, le sud-ouest du Niger et le nord du Togo.

Un « tapis chimique » pour lutter contre les cyclones?

Ils portent de charmants prénoms féminins, mais ils n'en sont pas moins terribles : les cyclones causent chaque année pour des millions de dégâts, le plus récent en date étant « Fifi » qui a fait des ravages catastrophiques au Honduras.

Bien qu'il soit désormais possible de les prévoir suffisamment à l'avance, aucune méthode vraiment efficace ne permet encore ni d'éviter qu'ils se produisent ni d'en réduire la puissance dévastatrice. Le « procédé-miracle » qui consistait à « ensemercer » l'œil des cyclones à l'aide de iode d'argent a connu des fortunes diverses. Si, dans un cas au moins, il a permis de réduire la force des vents d'environ 30 %, il est arrivé aussi qu'il rende le cyclone encore plus furieux.

Les spécialistes conservent l'espoir de venir un jour à bout de ces phénomènes naturels grâce à la chimie. Il semble en effet qu'une fine couche d'une substance chimique répandue à la surface de la mer permette de réduire de près de 50 % l'agressivité des cyclones ou des ouragans ! C'est ce qui ressort de tests effectués récemment par des chercheurs de l'Agence Américaine pour l'Océan et l'Atmosphère (N.O.A.A.). Les ouragans puisent leur énergie à la surface de la mer grâce à son évaporation : si l'on parvenait à réduire ou à supprimer cette évaporation, la puissance des ouragans s'en trouverait d'autant diminuée, voire tout simplement supprimée !

Au terme des essais qui ont été effectués au large de la Floride, et au cours desquels de très nombreuses substances chimiques ont pu être expérimentées, le produit le plus efficace s'est révélé être un mélange d'acide linoléique, d'alcool de polyvinyle et de dérivés d'acétate de polyvinyle.

A partir d'avions et de bateaux, une mince couche de ce liquide a été répandue sur l'Océan, qui s'est très vite étendue sur une surface de près de 2,5 km². Cette sorte de « tapis chimique » formait une grande tache sombre sur l'Océan brillant. Les spécialistes constatèrent que les vagues, dont la hauteur habituelle variait entre 30 et 60 cm, étaient fortement « adoucies » dans la zone de l'expérience. A tel point que l'énergie qu'elles déployaient était réduite, d'après les mesures, à 54 % de sa puissance avant l'épandage du produit chimique.

Les chercheurs de la N.O.A.A. reconnaissent qu'il faudra encore procéder à d'autres tests, notamment dans les régions où la mer est plus agitée, avant d'affirmer qu'ils détiennent la clé du problème ; il n'en reste pas moins que ce procédé paraît très prometteur.

François Noiret.

Une hormone synthétique permettrait l'hibernation des cosmonautes

Le phénomène de l'hibernation conduit certains animaux à s'endormir pendant la

mauvaise saison. Ce serait là l'effet d'une hormone que viennent d'identifier deux professeurs américains de la Faculté de médecine de Maywood (Illinois, U.S.A.). Pour vérifier leur hypothèse, ces chercheurs préparèrent du sérum obtenu à partir d'animaux en état d'hibernation et l'injectèrent à des bêtes parfaitement éveillées... qui ne tardèrent pas à s'endormir.

Les recherches se poursuivent car cette hormone, dont la chimie pourrait peut-être faire la synthèse, pourrait être de grande utilité ; on songe en particulier aux services qu'elle pourrait rendre pour les vols interstellaires. L'économie de nourriture et d'air respirable dans les vaisseaux spatiaux serait considérable si les cosmonautes pouvaient « hiberner » pendant les vols à longue distance prévus pour durer plusieurs semaines.

Pour limiter les incendies de forêts

Durant l'été 1974, les incendies de forêts, dans les pays méditerranéens notamment, ont été moins vastes et dramatiques qu'auparavant. Cela tient à l'utilisation nouvelle d'un produit à base de phosphates ammoniacaux. Cette poudre fine, instantanément dispersée et soluble dans l'eau douce ou salée, permet de construire une barrière infranchissable à la flamme. Les premières applications de ce produit ont montré qu'il avait une remarquable efficacité.

Les prix des produits chimiques ont « flambé » dans toute l'Europe

C'est dans toute l'Europe que les prix des produits chimiques ont « flambé » au cours de ces derniers mois. Entre le 1^{er} trimestre 1973 et le 1^{er} trimestre 1974, les divers indices des prix ont enregistré les progressions suivantes : Angleterre : + 16,2 %, République Fédérale d'Allemagne : + 16,5 %, Suisse : + 19,9 %, France : + 24 %, Suède : + 29 %, Italie : + 43,7 %.

Ces hausses sont partout imputables au renchérissement des matières premières, notamment pétrochimiques, et à la hausse des coûts de production.

Nouvelles des Communautés européennes

Travailleurs du plastique : attention !

Depuis 1970, on a dénombré un certain nombre de décès par cancer du foie chez des travailleurs employés dans les industries productrices de polychlorure de vinyle (P.V.C.), matériau de base important pour la fabrication d'objets en matière plastique. Actuellement, l'industrie du P.V.C. emploie 30 000 personnes en Europe, occupe la deuxième place dans la production de matières plastiques et connaît une expansion rapide de 10 % par an. En 1973, la Communauté a produit plus de 3 millions de tonnes de P.V.C., destinées essentiellement à la fabrication de tubes et tuyaux (27 % de la production de P.V.C.), de câbles électriques (10 %), de revêtements pour le sol et de structures pour bâtiments (18 %), de vêtements et chaussures (9 %), de feuilles d'emballages et de bouteilles plastiques (18 %), etc.

Le P.V.C. est fabriqué à partir du chlorure de vinyle, particulièrement toxique, qui doit notamment, au cours de sa transformation,

être placé sous pression dans des autoclaves. Ce sont principalement les ouvriers chargés de nettoyer ces cuves qui ont été affectés par des cancers du foie (on a dénombré 25 décès à l'heure actuelle, dont 14 aux États-Unis). La toxicité du produit est maintenant établie, et la relation de cause à effet certaine. Depuis cette découverte, en 1970, des précautions ont été prises dans l'industrie pour réduire fortement les niveaux d'exposition [les concentrations sont passées de quelques milliers à une centaine de parties par millions (p.p.m.)]. Au niveau du consommateur, c'est-à-dire de l'utilisateur de produits manufacturés en P.V.C. (on pense immédiatement aux emballages plastiques des produits alimentaires) la dose résiduelle de gaz toxique n'est plus que de quelques millièmes de p.p.m., et ne pose donc aucun problème.

La toxicité du P.V.C. concerne donc surtout la médecine du travail. C'est pourquoi la Commission européenne a réuni les 17 et 18 septembre une centaine de médecins spécialistes des maladies professionnelles. En ouvrant le séminaire, M. Shanks, directeur général auprès de la Commission européenne, a rappelé qu'un des objectifs de la politique sociale de la Communauté est de protéger les travailleurs sur les lieux de travail. Dans le cas des travailleurs employés dans les usines fabriquant le P.V.C., le problème de la prévention est essentiel et des niveaux d'exposition non dangereux pour la santé doivent être définis. Cette détermination rigoureuse est d'autant plus indispensable que les dégâts occasionnés à l'organisme ne peuvent être constatés que longtemps après l'exposition (une dizaine d'années). Après deux jours de débats et d'échanges d'informations, les participants au séminaire ont mis l'accent sur un certain nombre d'idées et de principes qui devraient donner une orientation aux actions à mener dans ce domaine :

a. Le remplacement du P.V.C. par un produit non toxique pourrait éventuellement être envisagé. Mais cette substitution demanderait des délais très longs et entraînerait des perturbations importantes dans toutes les industries pour lesquelles le P.V.C. est un élément clé.

b. La production du P.V.C. doit être conduite dans des conditions améliorées. Les efforts considérables déjà entrepris par les industries depuis quelques années montrent qu'il s'agit d'un problème technologique qui peut être résolu de façon satisfaisante, bien qu'il semble qu'un niveau « d'exposition nul » ne soit pas réalisable.

c. La notion de dose admissible a été controversée par certains participants. On peut cependant définir un niveau d'incidence « humainement » perceptible : les chiffres de 10 à 25 p.p.m. ont été avancés, certains proposent 1 p.p.m., voire zéro.

d. Une surveillance permanente et très rigoureuse des postes de travail exposés doit être mise en place et les travailleurs concernés doivent être suivis individuellement sur le plan biologique.

e. Les informations de nature épidémiologique disponibles dans plusieurs pays, et notamment aux États-Unis, doivent être exploitées pour définir les paramètres qui permettront d'établir une prévention médicale optimale.

A partir des conclusions de ce séminaire, la Commission européenne s'efforcera d'encourager un échange d'informations et une concertation entre les spécialistes des différents pays, afin d'améliorer les systèmes de prévention.

Réglementation communautaire pour la vente de certaines substances en préparations dangereuses

A la suite de découvertes récentes, des substances chimiques connues sous le

nom de diphényles polychlorés (P.C.B.) se sont avérées susceptibles d'être dangereuses pour la santé humaine et pour l'environnement. On a découvert des traces de ces produits dans des poissons et dans des oiseaux sauvages empoisonnés; des poulets ont été contaminés par des P.C.B. contenus dans des emballages en matière plastique; à la suite d'un accident au Japon dans une usine de pasteurisation d'huile, des êtres humains ont été intoxiqués par ce produit; enfin, actuellement, on peut parfois constater la présence de P.C.B. dans le lait de vache provenant des traitements herbicides ou de silos de stockage; on trouve également des traces de ce produit dans certains emballages de produits alimentaires, par suite de l'utilisation de papier à reproduire dans la fabrication de pâte à papier. Pour ces raisons, une limitation de la mise sur le marché et de l'emploi des P.C.B. est nécessaire et la Commission européenne vient de proposer au Conseil de ministres de la Communauté d'adopter une directive visant à contrôler la vente de ce produit, qui ne pourrait être mis sur le marché qu'à des fins d'analyse et de recherche (exception faite pour certaines catégories d'isolants, d'agents de refroidissement qui ne peuvent pas représenter de danger pour la santé et l'environnement. Rappelons que des dispositions communautaires ont déjà été prises à l'initiative de la Commission européenne pour réglementer de façon uniforme dans toute la Communauté la classification, l'emballage

et l'étiquetage des substances et préparations dangereuses qui peuvent causer un préjudice à l'homme ou à l'environnement.

Le coût d'une centrale nucléaire

Selon les informations dont dispose la Commission européenne le coût d'une centrale nucléaire de 1 000 MW varie d'un pays à l'autre, en fonction des modes de calcul de prix et des conditions du marché, entre 250 et 350 millions d'unités de compte (1 unité de compte = environ 1 dollar). Les investissements à consentir au cours des prochaines années seront donc considérables, puisqu'il est prévu que l'énergie nucléaire fournira une part de plus en plus importante de l'électricité d'origine thermique. Selon les dernières estimations de la Commission européenne, ces pourcentages devraient évoluer de la façon suivante : 11 % en 1975, 24 % en 1980, 48 % en 1985.

Pollution et sidérurgie

Dans les usines sidérurgiques modernes, il est possible de ramener la consommation d'eau à 2 ou 3 m³ par tonne d'acier, alors qu'elle atteignait 70 m³ en 1953. De même, les matières en suspension et le fer rejetés par une usine atteignaient 40 000 à 50 000 kg par jour et sont tombés actuellement à 1 000 ou 2 000 kg par jour. Mais des efforts doivent encore être entrepris et

des investissements considérables doivent encore être consentis pour lutter contre le bruit, la pollution de l'air et de l'eau dont la sidérurgie est responsable. C'est ce qui ressort notamment des journées d'information « Qualité de l'environnement et sidérurgie » organisées par la Commission européenne les 24 et 25 septembre à Luxembourg.

Les crayons feutres sont-ils tératogènes?

Certains pays de la Communauté fabriquent et commercialisent des crayons feutre à teneur élevée (40 à 50 %) en formamide. Un important producteur de formamide mentionne dans la fiche technique de vente relative au formamide que ce produit peut avoir un effet tératogène, c'est-à-dire qu'il peut induire des malformations au niveau du fœtus. La Commission européenne n'a pas connaissance de troubles ou d'accidents survenus dans la population par suite de l'utilisation normale de crayons feutre. La Commission européenne estime donc qu'au point de vue toxicologique, il ne s'agit pas d'un problème urgent nécessitant une décision immédiate. Il convient cependant de discuter ce problème de manière scientifique afin de dissiper les inquiétudes qui pourraient subsister. La Commission européenne suivra donc attentivement les résultats des travaux en cours et se réserve, en fonction de ces résultats, d'intervenir dans le cadre de ses compétences.

Les livres

Analyses des livres reçus

Annual review of physical chemistry. Vol. 24,
par H. Eyring,
publié par Annual reviews, Inc., Palo Alto, 1973; 546 p. ;
\$ 12,00.

Ainsi que la coutume s'est établie ce nouveau volume s'ouvre sur un historique de la chimie-physique; cette fois-ci à Cambridge, Mass., écrit par E. B. Wilson pour Harvard et J. Ross pour le M.I.T. De même, on note une tendance croissante à s'écarter des sujets généraux et très vastes du type « la spectroscopie de vibration », pour aborder plus en profondeur des sujets beaucoup mieux délimités, en particulier ceux qui sont aux frontières de la chimie-physique et des autres sciences expérimentales (l'astro physique, l'informatique, l'environnement dans le cas présent) ou ceux qui touchent à la méthodologie de cette science. En rapportant que chacun des articles de revue est disponible, pour un dollar, sous forme de fascicule séparé (dont on trouvera la référence entre parenthèses), nous allons les citer brièvement ici :

Technologie de la *chromatographie liquide à grande vitesse* (ou mieux sous grande pression) dont on connaît le développement rapide depuis les travaux de Giddings et de Snyder, par J. H. Knox (21 p., n° 2557);

Récapitulatif des *noms et symboles S.I.* pour les grandeurs et unités de la chimie physique, par M. L. McGlashan (26 p., n° 2558), suivant les recommandations de l'I.U.P.A.C. et de l'I.S.O.;

Cinétique des réactions en phase gazeuse, par A. A. Westenberg (20 p., n° 2559), couvrant d'une manière très sélective l'année universitaire 1971-1972;

Réactions des espèces à très haute énergie cinétique (« chimie chaude » des réactions ioniques ou neutres de réarrangement), par J. Dubrin (24 p., n° 2560), sujet qui n'avait pas été traité depuis 1965;

Théorie de la *spectroscopie Raman* mettant en jeu les *niveaux électroniques* et son application aux ions trivalents de terres rares, par J. A. Koningstein (14 p., n° 2561), spectroscopie dont le développement est étroitement lié à celui de la technologie laser;

Historique et revue des *compilations critiques de données* en chimie physique, par D. R. Lide et S. A. Rossmassler (24 p., n° 2562), citant avec toutes les références utiles, les diverses sources de données publiées dans le monde;

Structure des *liquides simples* (29 p., n° 2563) où P. A. Egelstaff, s'écartant des revues déjà publiées en 1969, 1971 et 1972, se limite au traitement classique des liquides ayant un tout petit nombre d'atomes, en excluant les métaux auxquels une conférence a été consacrée en 1972;

Chimie structurale des solides présentant des *défauts non ponctuels*, par Le Roy Eyring et Leung-Tak Tai (18 p., n° 2564), présentation focalisée sur le cas de quelques oxydes de métaux de transition ou de structures du type fluorite;

Propriétés optiques des polymères solides (biréfringence, dichroïsme infrarouge, polarisation Raman et de fluorescence, diffraction de la lumière) et leur application à l'étude des phénomènes *dynamiques* dans ces matériaux (biréfringence dynamique), par R. S. Stein et R. S. Finkelstein (28 p., n° 2565);

Chimie de la *formation des polluants dans les flammes*, par H. B. Palmer et D. J. Seery (28 p., n° 2566);

Théorie dynamique quantique des collisions moléculaires, par T. F. George et J. Ross (38 p., n° 2567);

Mécanique statistique des fluides polaires simples et son application

à l'étude de la structure et de quelques propriétés physiques (effet Kerr, propriétés diélectriques, etc.), par J. M. Deutch (23 p., n° 2568); Rôle des *calculateurs électroniques* dans l'étude des *propriétés dynamiques* de la matière, par B. J. Alder (13 p., n° 2569), en particulier pour la simulation de l'équation de Van der Waals ou de Boltzmann, rôle qui pourrait s'étendre à l'étude de la viscosité, des propriétés de transport, etc.;

Chimie des planètes, par J. S. Lewis (13 p., n° 2570) qui fait le point — fin 1972 — de la composition de toutes (sauf la lune) et des conclusions que l'on peut en tirer pour le moment sur leur origine;

L'intelligence artificielle et les machines qui « comprennent », présentées par P. E. Weston et H. Von Föerster (26 p., n° 2571), apportant une note « exotique » dans le volume;

Théorie des transferts d'énergie rotationnelle et vibrationnelle dans les molécules, par D. Secrest (28 p., n° 2572) en complément — pour 1969-1972 — des nombreuses revues déjà consacrées au sujet;

Effets isotopiques à l'équilibre, par J. Bigeleisen, M. W. Lee et F. Mandel (34 p., n° 2573) en laissant à part les effets cinétiques traités dans la même série en 1969 par Wolfsberg;

Cristaux liquides, dont A. Saupe décrit les développements, encore très rapides, pour les années 1969-1972 (31 p., n° 2574), en insistant sur les propriétés hydrodynamiques et les équilibres thermiques de la diffusion de la lumière;

Spectroscopie dans le domaine des *picosecondes* appliquée à l'étude de la relaxation non radiative des molécules organiques, par T. L. Netzel, W. S. Struve et P. M. Rentzepis (20 p., n° 2575);

Aspects dynamiques des interactions gaz-solide par collision considérées à l'échelle moléculaire, par H. Saltsburg (22 p., n° 2576). G. Mavel.

E.Q.S. environmental quality and safety. Vol. 1 : Global aspects of chemistry toxicology and technology as applied to the environment,
par Pr Dr F. Coulston, Dr F. Korte,
publié par Georg Thieme, Stuttgart, 1972 ; 268 p. ; D.M. 58.

Cette série d'ouvrages, dont le rythme de parution doit être bi-annuel, contient des articles originaux, des monographies et des mises au point qui traitent du problème global de l'environnement, tant du point de vue chimique que toxicologique et écologique.

L'importance croissante de ces questions conduit à une plus grande attention concernant l'inocuité des *produits chimiques*, des médicaments et des différents agents physiques ou chimiques sur les plantes, les animaux et l'homme.

Les nouvelles techniques physiques, chimiques et biologiques qui sont utilisées pour lutter contre les pollutions sont également discutées. Sur les 18 exposés contenus dans ce premier ouvrage nous pouvons citer comme exemple les articles suivants :

Métabolisme des insecticides dans les micro-organismes et les insectes ;

Dégradation enzymatique des pesticides ;

Analyse des résidus dans le lait et les produits laitiers ;

Complexité du problème de l'environnement ;

Profits et risques liés au développement des nouveaux produits pharmaceutiques ;

Etc...

Ces quelques exemples montrent bien que ce livre n'est pas un traité sur l'environnement mais est à rapprocher des publications périodiques classiques.

L'importance du problème de l'environnement et de la pollution rend inévitable une prise de conscience qui doit se traduire par une augmentation des travaux et des publications dans ce domaine.

Cette série d'ouvrages, en permettant de rassembler des résultats épars qui ne sont pas toujours connus des chimistes, doit être considérée comme positive et contribuer à sensibiliser chercheurs et ingénieurs chimistes sur ces problèmes majeurs.

D. Bernard.

Fluorine in organic chemistry,
par Richard D. Chambers,
publié par John Wiley and Sons, Chichester, 1973 ; 391 p. ;
£ 10,75.

Ce volume, de la série Interscience Monographs on organic chemistry, offre un point de vue critique de la chimie des composés organiques fluorés. R. D. Chambers (Université de Durham) s'est efforcé de développer une charpente mécanistique sur le sujet, en établissant notamment des comparaisons entre les dérivés hydrogénés et fluorés. Après quelques généralités concernant le caractère particulier du fluor, l'auteur présente les méthodes modernes de préparation des composés perfluorés, puis l'influence des groupes ainsi formés sur les fonctions voisines. Il traite ensuite de la réactivité des systèmes fluorés vis-à-vis des nucléophiles puis les propriétés :

des polyfluoroalcanes, alcènes et alcynes ;

des composés fonctionnels contenant de l'oxygène, du soufre et de l'azote.

Le chapitre le plus important concerne les composés aromatiques perfluorés. On notera tout particulièrement le paragraphe concernant

la substitution nucléophile aromatique, et celui traitant des intermédiaires réactifs (organométalliques, arynes, radicaux libres).

Enfin, l'auteur fait un tour d'horizon très complet des dérivés organométalliques fluorés, traitant aussi bien de leurs préparations que de leurs propriétés.

M. Sauvêtre.

Organic reactions, Vol. 20,
par Edit Board et W. G. Dauben,
publié par John Wiley and Sons, Chichester, 1973 ; 494 p. ;
£ 12,50.

Le volume 20 de la collection « Organic reactions » est divisé en 4 parties.

La première partie concerne la formation des cyclopropanes à partir des composés insaturés, de l'iode de méthylène et du couple zinc-cuivre. Après une étude de la réaction et du mécanisme, les auteurs examinent le cas de divers composés insaturés : alcènes, hydroxy-alcènes, allènes, acétylènes, composés organométalliques insaturés..., les conditions expérimentales sont largement développées et la synthèse de divers cyclopropanes décrite. Une table couvre la littérature jusqu'en janvier 1973 (368 réf.).

On aborde dans la 2^e partie la photooxygénation sensibilisée des oléfines, méthode pratique pour l'introduction de l'oxygène à un endroit déterminé.

Après une étude détaillée de la réaction, les auteurs rappellent brièvement les diverses méthodes utilisées pour former l'oxygène singulet. Dans la partie expérimentale se trouvent de nombreuses tables et schémas de montages. Les tables générales, couvrant la littérature jusqu'au début 1973 représentent près de 150 pages (407 réf.).

G. R. Allen Jr examine dans le 3^e chapitre la synthèse des 5 hydroxy-indoles par action d'une *p*-quinone avec une énamine (réaction de Nenitzescu). Les structures des quinones et énamines permettant la réaction sont discutées et les systèmes quinones imides et énamines, ynamines ou diénamines envisagés. Les conditions expérimentales des synthèses, quelques préparations et les tables couvrant la littérature jusqu'en janvier 1973 (124 réf.) complètent ce chapitre.

La réduction de Zinin des nitroarènes par H. K. Porter termine cet ouvrage. Le mécanisme de la réaction, ses limites, sont étudiés, quelques synthèses proposées. Les tables résument la littérature jusqu'en janvier 1973 (271 réf.).

Outre les index du livre, on trouve les index de la collection complète (vol. 1 à 20).

Sans nul doute, ce livre rencontrera le même succès que les précédents mais les auteurs, soucieux de compléter encore l'abondante documentation du volume ont eu l'idée d'insérer dans le livre 7 micro-films. Ces derniers représentent les fiches de travail des auteurs responsables du 1^{er} chapitre et constituent un intermédiaire entre la brièveté des tables et les publications complètes. Cet essai, soumis à l'approbation des lecteurs, semble particulièrement intéressant et astucieux. Th. Cuvigny.

Absorption spectroscopy of organic molecules,
par V. M. Parikh,
publié par Addison-Wesley, Reading, 1974 ; 325 p.

L'enseignement de la « spectroscopie appliquée aux composés organiques » est suffisamment récent pour que le nombre de bons ouvrages soit relativement restreint.

Ces dernières années, quelques ouvrages anglais ou français sont apparus, avec plus ou moins de bonheur.

Nous devons leur adjoindre le livre de Parikh, qui est appelé à rencontrer un large succès. Destiné tout d'abord à des étudiants, pour lesquels de nombreux problèmes sont proposés, il s'adresse également au chercheur qui trouvera avec cet ouvrage un outil très efficace.

En effet, à côté des chapitres consacrés à l'U.V., l'I.R., la R.M.N. et à la spectrométrie de masse, on trouve un volumineux appendice comportant de nombreuses données spectrales permettant des corrélations précises de structures.

Le seul reproche que nous formulons est l'absence d'un paragraphe consacré à la R.M.N. du carbone 13.

D. Bernard.

Rodd's chemistry of carbon compounds, Supplements to the 2nd edition (Vol. 1. Part C et D),
par M. F. Ansell,
publié par Elsevier Scientific Publishing Company,
Amsterdam, 1973 ; 464 p. ; Dfl 120,00.

Cette série de suppléments à la seconde édition de 1964 était nécessaire compte tenu de la rapidité de l'évolution de la chimie ces dix dernières années.

En conservant pour chaque chapitre le même plan de détail, il devient aisé de trouver les informations complémentaires et la bibliographie récente (1964-1972) concernant une synthèse particulière.

Les rapporteurs de chacun des chapitres ne sont plus les mêmes, mais l'esprit dans lequel ils sont présentés reste le même. Supplément aux volumes C et D de la seconde édition, cet ouvrage traite dans la première partie des dérivés monocarbonylés des hydrocarbures acycliques et comporte les quatre chapitres suivants : Aldéhydes et cétones ; Monoacides carboxyliques ; Monoxyde de carbone, isocyanates, acide fulminique ; Acide carbonique et ses dérivés. La deuxième partie correspond au volume D et concerne la chimie des composés acycliques porteurs de deux groupes fonctionnels ; elle se subdivise en six chapitres : Diols, glycols et dérivés ; Hydroxyaldéhydes et cétones, composés dicarbonylés ; Monohydroxyacides et dérivés ; Nitro et amino acides et dérivés ; Aldéhydes et cétones monoacides et dérivés ; Diacides aliphatiques et dérivés. *M. Dreux.*

Carbènes. Vol. 1,
par Maitland Jones Hr. et Robert A. Moss,
publié par John Wiley et Sons, Chichester, 1973 ; 356 p. ;
£ 12,50.

Ce volume I « Carbènes » fait partie de la série *Reactive Intermediates in Organic Chemistry*, éditée par G. A. Olah. Écrit par des spécialistes ayant une part active dans la chimie des carbènes, ce livre s'adresse tout particulièrement aux chimistes organiciens dont la recherche s'intéresse à ces intermédiaires réactifs. Il peut également être utilisé comme un livre d'enseignement.

Le premier tome couvre trois sujets :

1. La chimie des carbènes obtenus à partir de composés diazoïques. Ce chapitre couvre à lui seul 151 pages (693 références). Les auteurs de cet article énorme W. J. Baron, M. R. Decamp, M. E. Hendrick, M. Jones, R. H. Levin et M. B. Sohn ont découpé l'ensemble en six chapitres : *introduction ; méthylène ; réactions des alkyl, alkényl, alkynyl carbènes et des dérivés cycliques correspondants ; aryl-carbènes ; céto et cétoalkoxycarbènes ; carbènes variés.*

2. Application des études de réactivité relative à la réaction d'addition des carbènes sur les oléfines (129 références) par R. A. Moss. Après une présentation très claire et très précise des données de la littérature, l'auteur présente un commentaire approfondi en faisant intervenir principalement les effets d'ordre stérique ou électronique, la nature « carbénoïde » de l'intermédiaire, etc...

3. Formation de carbènes par des réactions d'élimination cycliques induites photochimiquement par G. W. Griffin et N. R. Bertonière (86 références). Les auteurs présentent dans cette partie les différentes possibilités d'obtention d'un carbone bivalent au moyen d'un processus de cycloélimination photochimique. Nous voyons donc successivement les photocycloéliminations

[3 → 2 + 1] c'est-à-dire des carbènes formés à partir de cyclopropanes, oxiranes, aziridines, thiiranes, etc...

[5 → 3 + 2]

[5 → 4 + 1]

[5 → 2 + 2 + 1]

Ce Tome I constitue donc une base très importante et un outil de référence à jour pour les chercheurs. Il est dommage que l'on ne connaisse pas encore le sommaire du Tome II.

Y. Leroux.

Sulfur in organic and inorganic chemistry. Vol. 2 and 3,
by Alexander Senning,
publié par Marcel Dekker, New York, Vol. 2 : 1972 ; 360 p. ;
\$ 33,00 ; Vol. 3 : 1972 ; 462 p. ; \$ 33,00.

Ces deux volumes font partie d'une série de trois consacrée à la chimie organique et inorganique du soufre ; ils rassemblent sous la plume de spécialistes des aspects très divers de cette chimie. Le choix des sujets est large et leur présentation inégale. L'importance relative attribuée à chaque développement est le reflet des tendances personnelles ; chaque auteur a composé selon son goût avec plus ou moins de détails et d'ampleur. Devant une telle avalanche de sujets, les liens entre chacun d'eux ne sont plus très apparents et je pense utile d'en donner le répertoire :

Chimie du soufre atomique (O. P. Strausz) ;

Entités diatomiques contenant du soufre (B. Meyer, D. Jensen et I. Oommen) ;

Thermodynamique des liaisons dans la chimie du soufre du sélénium et du tellure (D. A. Johnson) ;

Acides oxygénés du soufre (M. Schmidt) ;

Métabolisme des composés organiques du soufre (G. A. Maw) ;

Pharmacologie et toxicologie des composés inorganiques soufrés (Bo. Sorbo) ;

Spectre de masse des composés soufrés (G. Schroll et Sven-Olov Lawesson) ;

Halogénures mixtes du soufre (F. Seel) ;

Dérivés du soufre commercialement important (R. Leclercq) ;

Réactions du soufre élémentaire avec les composés organiques, inorganiques et organo-métalliques (H. Schumann) ;

Polysulfures inorganiques et organiques (T. L. Pickering et A. V. Tobolsky) ;

Chimie quantique des composés soufrés (J. Fabian) ;

Aspects stériques de la chimie du soufre (P. H. Laur) ;

R.M.N. des composés soufrés (C. Brown) ;

Composés soufrés marqués (E. Blasius, W. Neumann et H. Wagner) ;

Tautomérie thione-ènethiol (R. Mayer) ;

Nomenclature des composés soufrés et de leurs analogues séléniés et tellurés (K. L. Lønning) ;

Nucléophilie des composés organiques soufrés (M. J. Janssen).

On voit qu'il s'agit d'un traité assez complet qui, je le pense, sera bien accueilli ; certains estimeront superflus des sujets tels que la pharmacologie ou la toxicité, d'autres trop spécialisés, telle la chromatographie.

Je ne crois pas me tromper en disant qu'il rencontrera l'assentiment de la majorité des lecteurs. Cet élément, le soufre, semble peser d'un grand poids dans la chimie contemporaine et j'espère que le présent traité pourra y contribuer.

Savignac.

Fortschritte der chemischen forschung. Topics in current chemistry,
publié par Springer-Verlag, Berlin,
Band 31, Stereo and theoretical chemistry, 1972 ; 139 p. ;
U.S. \$ 12,10.

Ce volume contient trois articles :

Cycles de réactions stéréochimiques, par D. J. Cram et J. M. Cram. Le changement de configuration d'un édifice chiral peut procéder soit par substitution de groupes portés par cette structure, soit par flexibilité du squelette.

Dans cet article, les auteurs présentent d'une manière formelle le passage d'un isomère à un autre en exposant à l'aide de graphes les interconversions possibles entre les différentes structures.

Cette approche du problème, qui est devenue familière, notamment dans la chimie des molécules comportant un atome central pentacoordiné, permet, dans la chimie organique classique, une bonne rationalisation des observations.

Application de la mécanique quantique à la biochimie, par A. Pullman. L'application de la mécanique quantique aux molécules de la biochimie permet la détermination de la conformation de molécules comme les peptides, les stéroïdes, ...

L'application de ces méthodes à des ensembles plus complexes (protéines) permet d'envisager des progrès intéressants dans l'étude de la structure tertiaire de ces composés et également débouche sur le problème de la relation structure-activité.

Théorie des processus radiatifs dans les molécules polyatomiques, par K. F. Freed.

L'auteur présente une théorie globale de ces phénomènes, les divers cas particuliers se déduisant de cette théorie.

La critique majeure qui peut être faite à cette série d'ouvrages est de regrouper des articles très différents dans un même volume.

R. Burgada.

Introduction à l'étude des diagrammes de phases,
par R. Céolin et B. Legendre,
publié par la Société d'Édition d'Enseignement Supérieur,
Paris, 1974 ; 64 p.

Peu nombreux sont les ouvrages de langue française, susceptibles de présenter aux étudiants une introduction à l'étude des diagrammes, leur permettant de se familiariser avec le langage, les représentations géométriques, les différents cas représentatifs. Grâce à leur livre, MM. Céolin et Legendre viennent de combler une telle lacune.

La méthode des diagrammes de phases consiste à étudier le comportement de la matière soumise à l'influence de différentes formes d'énergie qui sont essentiellement, voire exclusivement, chaleur et travail. Un diagramme de phases permet donc de résumer, en une simple représentation graphique, les observations faites sur ce comportement.

Mais cette méthode possède sa terminologie propre, obéit à un jeu de règles subtiles et toutes ses notions fondamentales sont définies avec le plus grand soin par les auteurs, dans une première partie, qui se termine par un exposé rapide des limites pratiques de la méthode.

La deuxième partie de l'ouvrage est consacrée aux systèmes à deux constituants. Sont alors successivement abordés les solutions solides (solutions solides d'insertion, solutions solides de substitution) et les transformations cristallographiques binaires, les équilibres solides-liquides et solides-solides, les diagrammes de systèmes où intervient une phase vapeur et enfin l'influence de la pression sur un binaire-influence, qui peut conduire à un bouleversement complet des conclusions, puisque par exemple, la congruence et la non-congruence d'un composé ne sont vraiment définies qu'en fonction de la variable pression, variable trop souvent négligée. Certaines des réactions citées précédemment sont illustrées par des exemples précis : les diagrammes fer-carbone, cuivre-étain, eau-NaCl, eau-Na₂SO₄...

La dernière partie enfin donne un court aperçu des principales techniques utilisées pour l'étude et la construction d'un diagramme, à savoir les rayons X, l'analyse thermique et l'analyse thermique différentielle, la métallographie. On peut regretter que ces paragraphes soient si peu développés mais de nombreux ouvrages, mentionnés d'ailleurs en référence, les traitent abondamment.

Félicitons les auteurs d'avoir réussi à présenter une analyse aussi précise, claire et concise de ces diagrammes. Ce petit livre s'adresse avant tout aux étudiants du premier cycle, tant en sciences qu'en pharmacie, mais il sera également lu avec beaucoup d'intérêt par leurs enseignants et par tous ceux qui, désirant se familiariser avec ce problème, y trouveront tous les renseignements voulus.

M. Tardy.

Treatise on adhesion and adhesives. Vol. 3,
par Robert L. Patrick,
publié par Marcel Dekker, New York, 1973; 240 p. ;
\$ 21,75.

La publication des deux volumes, sur l'adhésion et les adhésifs, du traité édité par R. L. Patrick en 1967 et 1969 avait été bien accueillie; elle apportait en effet une contre-partie plus fondamentale et plus à jour, sous l'angle de la physicochimie des polymères (qui est la vraie base de la Science de l'adhésion) à l'ouvrage classique de G. Salomon, réédité en 1965 avec R. Houwink, lequel était plus technologique. Est-ce ce succès, dans un domaine où les publications de quelque ampleur sont rares, qui a donné l'idée d'étendre le champ d'action du traité? ou bien aussi la conscience qu'une fois les idées générales énoncées, chaque cas concret constitue l'un de ces « special topics » qui feront l'objet d'une série désormais ininterrompue?

Ce premier volume de la série en expansion apparaît typique de la politique ainsi définie.

Le premier chapitre, de J. C. Bologer (Amicon Corp.), fait le point jusqu'à 1971 de la littérature (dont une bonne part sous forme de brevets ou de rapports peu accessibles) sur les *adhésifs structuraux pour le collage des métaux* en passant en revue la fabrication et les performances des types d'adhésifs les plus courants (décrits en termes chimiques, et permettant de de-crypter les marques commerciales) : colles phénoliques et époxydes, à un ou deux composants, films et membranes, adhésifs à base de phénoliques vinyliques, etc. La lumière apportée dans cette forêt par l'auteur fait de ce chapitre une réussite remarquable. Il a d'ailleurs été rédigé en tenant compte du contenu du second chapitre de J. D. Minford (Alcoa) sur *la tenue dans le temps des joints collés en aluminium*. Cette fois, le propos est plus spécifique : identifier les facteurs de la dégradation de 27 adhésifs commerciaux dans divers environnements (allant de l'immersion dans l'eau à l'exposition à une atmosphère industrielle) et après divers traitements de surface.

Le troisième chapitre, *adhésion et état vitreux*, de G. W. Miller (du Pont) porte essentiellement sur le comportement mécanique des polymères amorphes : il détaille, après avoir brièvement décrit les méthodes d'analyse thermomécanique des phénomènes, le comportement de polymères typiques thermoplastiques (polystyrène, polycarbonate, polyuréthane, etc.) ou thermodurcissables (époxydes) à l'état massif. Il montre ensuite comment ceci affecte la tenue d'un joint comportant ces polymères et, en particulier, leur rupture adhésive ou cohésive selon la température.

Dans un esprit très différent, R. L. Patrick décrit *l'usage du microscope électronique à balayage* pour l'étude de l'adhésion et des adhésifs. En fait, il s'agit là d'un compte rendu de travaux, dont certains déjà publiés, entrepris pour l'U.S. Navy en 1968-1969 et portant sur des systèmes époxydes métal. De nombreuses micrographies et fractographies illustrent le propos; une série d'entre elles porte sur les fibres de verre et l'effet des traitements d'ensimage qu'on leur applique classiquement. Les informations correspondantes, pour une bonne part inédites, constituent la part la plus intéressante de ce chapitre.

G. Mavel.

Hard and soft acids and bases,
par Ralph G. Pearson,
publié par John Wiley, Chichester, 1973; 480 p. ; £ 11,50.

Les livres de cette collection sont des recueils de publications traitant d'un sujet bien précis.

Le présent volume a été préparé par l'auteur même de la théorie H.S.A.B. (Hard and Soft Acids and Bases). Basée sur les notions de basicité et de polarisabilité, ce nouveau concept permet une approche qualitative de la réactivité nucléophile. Un traitement quantitatif du phénomène ne semble pas impossible et rend cette théorie la plus populaire du moment.

Classés en sept chapitres rapidement introduits, les cinquante articles retracent l'historique de la naissance et de l'évolution du concept à travers ses difficultés d'acceptation et ses limites.

Actuellement ce livre est d'autant plus intéressant qu'à notre connaissance, aucun exposé de cette importance n'existe encore.

M. Dreux.

Mechanism of elimination reactions,
par W. H. Saunders Jr et A. F. Cockerill,
publié par John Wiley and Sons, Chichester, 1973; 641 p. ;
£ 9,95.

Les réactions d'élimination constituent l'une des classes de réaction les plus importantes en chimie organique et, pour cette raison, elles sont parmi les mieux étudiées.

Dans une réaction d'élimination, deux liaisons doivent être rompues et une ou plusieurs nouvelles liaisons doivent être formées. Ces nombreux changements sont en relation avec des mécanismes variés allant des réactions à plusieurs étapes aux processus concertés qui présentent des états de transition différents selon la distribution électronique ou la géométrie. Presque tous les problèmes mécanistiques fondamentaux de la chimie organique sont donc rencontrés lors des réactions d'élimination et les principes déduits des études sur les mécanismes de ces réactions contribuent souvent à l'édification de la théorie générale des réactions organiques.

Le livre de W. H. Saunders et A. F. Cockerill présente une revue large, complète et à jour des mécanismes de ces réactions.

Les éliminations conduisant aux alcènes restent le sujet principal de l'ouvrage puisque sur les 11 chapitres qu'il présente (641 pages), les 8 premiers y sont consacrés. Cependant, les éliminations produisant d'autres composés insaturés (alcynes, carbonyles, imines) ne sont pas ignorés (chapitre IX), non plus que les mécanismes moins connus tels que l' α , la γ et δ élimination ou que les réactions de fragmentation se produisant dans un spectromètre de masse (chapitre X). Enfin, les éliminations homolytiques et photochimiques, rarement traitées auparavant, font l'objet du 11^e chapitre.

Le premier chapitre décrit les principaux mécanismes : E_1 , E_2 , E_1cb , le mécanisme par paire d'ions, l' α -élimination, la β -élimination par l'intermédiaire d'ylure (α - β -élimination), les mécanismes intramoléculaires (esters, xanthogénates, aminoxydes).

Les trois chapitres suivants présentent en détail le mécanisme E_2 . Les sujets traités concernent l'influence de la structure, du solvant et de la base sur la distribution électronique et la géométrie de l'état de transition, sur la stéréochimie et l'orientation de l'élimination.

Le chapitre V est relatif aux éliminations unimoléculaires des halogénures d'alkyles et des esters qui se produisent lors de solvolyses.

Le chapitre VI est consacré aux mécanismes des réactions de déshydratation.

Le chapitre VII complète la discussion sur les éliminations invoquant un ion carbonium intermédiaire (réactions de désamination et de désoxydation) et sur les éliminations 1-2 à partir de dérivés dihalogénés ainsi que sur les éliminations thermiques.

Les éliminations 1-2 ne donnant pas d'alcènes sont traitées dans le neuvième chapitre : les produits de ces réactions sont les dérivés carbonylés et thiocarbonylés, les imines, les nitriles et les alcynes.

Ce chapitre a été volontairement limité par les auteurs qui ont exclu les nombreuses éliminations 1-2 dans lesquelles un atome d'H est arraché à un atome d'oxygène ou d'azote et où le groupe partant s'en va d'un atome de carbone adjacent.

Le chapitre X contient les mécanismes des réactions d'éliminations autres que les processus 1-2.

Finalement, le chapitre XI traite des mécanismes de photoélimination dont l'intérêt croît sans cesse actuellement.

Quoiqu'on puisse peut-être reprocher aux auteurs quelques longueurs de textes, ceux-ci sont toujours agréables à lire et bien documentés. Il est à noter que la bibliographie est faite jusqu'en 1972 compris.

Ce livre sera donc consulté avec profit par tous ceux qui, de près ou de loin, s'intéressent aux problèmes de mécanismes réactionnels.

P. Coutrot.

Organic selenium compounds : Their chemistry and biology,
par D. L. Klayman et W. H. H. Gunther,
publié par John Wiley, Chichester, 1973; XIV × 1 188 p. ;
\$ 55,00.

Dans la collection que dirige D. Seyferth paraît le premier ouvrage consacré à la chimie du sélénium. Élément marginal manipulé par ci, par là, par analogie avec le soufre, toujours négligé à cause de son comportement déconcertant, de son odeur et de sa toxicité. Cette mise au point n'est pas une réhabilitation, mais avant tout un stimulant. Dix-huit chapitres composent ce livre dont une moitié est consacrée à la chimie organique du sélénium, l'autre moitié à la biologie et la physicochimie.

Après deux brefs chapitres consacrés l'un à la nomenclature des composés séléniés (W. H. H. Gunther), l'autre à la structure et aux propriétés de l'élément (R. G. Crystal), suivent dix chapitres de chimie organique comprenant l'introduction du sélénium dans les molécules organiques (W. H. H. Gunther), séléniols (D. L. Klayman), séléniure (Lars-Borge Agenes), sélénonium (R. J. Stine), analogues séléniés d'aldéhydes et de cétones (R. B. Silverman) et d'acides carboxyliques (K. A. Jensen et R. B. Shine), composés à enchaînement sélénium-oxygène-carbone (R. Paetsold et M. Reichenbacher), composés phosphorés séléniés (J. Michalski et A. Markowska), hétérocycles contenant du sélénium (L. Mortillaro, M. Russo, N. N. Magdesieva

et N. S. Zifirov, E. Bulka, H. G. Mautner, L. G. S. Brooker, J. A. Ford Jr, E. J. Van Lare, R. B. Silverman), amino acides et peptides sélénés (G. Zdansky, R. Walter et J. Roy). Aussi bien ceux qui connaissent cette chimie que ceux qui la découvrent apprécieront la présentation et l'effort de systématization; chaque auteur dans un sujet aussi vaste montre que l'on peut à la fois être bref et complet. J'ai apprécié le chapitre des composés phosphorés sélénés rédigé de façon résolument moderne et d'une lecture intéressante.

Le volumineux chapitre 13 est consacré aux composés sélénés dans la nature et en médecine: importance nutritionnelle du sélénium (M. L. Scott), assimilation chez l'animal (J. L. Martin), toxicité chez l'homme (J. R. Shapiro), emploi en chimiothérapie (D. L. Klayman), métabolisme chez les plantes et les microorganismes (A. Shrift). Après un chapitre sur les polymères contenant du sélénium (L. Mortillaro et M. Russo), le reste du volume est consacré aux techniques physicochimiques et méthodes analytiques: l'infrarouge (K. A. Jensen, L. Henriksen et P. H. Nielsen), l'ultraviolet (J. E. Kuder), l'activité optique (G. Snatzke et M. Kajtar), la R.M.N. du proton (U. Svanholm) et du sélénium-77 (M. A. Lardon), les radicaux (H. J. Shine), la spectrométrie de masse (L. B. Agenas), étude aux rayons X (I. L. Karle et J. Karle), les composés de coordination (K. A. Jensen et C. K. Jorgensen), les méthodes analytiques (J. F. Alicino et J. A. Cowald). En 1 100 pages, ce livre, pour la première fois, expose l'étendue de la chimie organique du sélénium; mise au point experte dont le mérite sera de susciter des regards neufs sur un vaste domaine de recherche où les problèmes ne manquent pas. La chimie du soufre est, dit-on, dans une période de développement explosif: souhaitons au sélénium de participer au feu d'artifice.
M. Savignac.

The chemistry of the isoquinoline alkaloids,
par Tetsuji Kametani,
publié par Elsevier, Amsterdam, 1969; 265 p.; Dfl 60.

Depuis la découverte de la morphine au début du siècle dernier, un nombre impressionnant de nouveaux alcaloïdes a été reconnu et identifié, alors que les méthodes d'isolation et de caractérisation se perfectionnaient. Les alcaloïdes de la série isoquinoléine forment parmi eux une classe importante et tout le monde connaît, à côté de la morphine, la codéine, la papavérine, l'émétine..., utilisées pour leurs propriétés thérapeutiques.

L'auteur de ce luxueux ouvrage dénombre en 1968 (date de la parution au Japon) environ six cents alcaloïdes de cette série, les classe par famille biogénétique ou par analogie de structure, apporte un grand nombre d'informations sur chacun d'eux: plantes d'origine, constantes physiques, solubilité dans les solvants usuels, détermination de structure, synthèse totale, synthèse biogénétique..., tout cela sous forme de code renvoyant aux références appropriées.

Ce livre peut être considéré comme le dictionnaire des alcaloïdes de cette série et en tant que tel, être un instrument précieux par la quantité d'informations qu'il procure rapidement.

Ajoutons que l'auteur consacre le premier chapitre de son ouvrage au rappel des synthèses classiques de ce type de composés et à quelques résultats sur les plus importantes études biogénétiques dans cette série. Le reste de l'ouvrage, clairement présenté, chaque nom apparaît en caractères gras, suivi le plus souvent d'une formule développée, puis des informations en code, appartient aux vingt-trois familles parmi lesquelles l'auteur a classé les divers alcaloïdes de la série.
G. Lavielle.

Journal of electron spectroscopy and related phenomena,
par C. R. Brundle et T. A. Carlson,
publié par Elsevier Publishing Company, Amsterdam,
abonnement 1974; Dfl. 194.

Ce périodique rassemble les travaux des chercheurs utilisant la spectroscopie d'électrons dans les domaines des chimies physique, organique, inorganique et analytique, de la catalyse, des semi-conducteurs, des films minces, de l'état solide et de la physique moléculaire. Les différentes orientations envisagées peuvent être théoriques et/ou expérimentales:

spectroscopie photoélectronique (source U.V. et source à rayons X), spectroscopie Auger, spectroscopie électronique par ionisation Penning, calculs théoriques des structures électroniques.

Les articles sont publiés soit en français, soit en anglais, soit en allemand. Le premier numéro est paru en octobre 1972. Jusqu'à fin 1973, la parution a été bimestrielle, complétant ainsi deux tomes d'environ 500 pages. Depuis janvier 1974, la revue est mensuelle pour former deux tomes par an. Son sommaire figure maintenant dans les « Current Contents ».

Le « Journal of Electron Spectroscopy » est devenu la revue la plus importante pour tous les travaux de ce domaine. Elle devrait figurer dans toutes les bibliothèques de recherche de chimie et de physique.
G. Mouvier.

Applied spectroscopy reviews. Vol. 7,
par Edward G. Brame Jr.,
publié par Marcel Dekker, New York, 1974; 381 p.;
\$ 25,50.

Ce nouveau volume édité par E. G. Brame comporte les revues suivantes:

Spectroscopie I.R. aux basses températures (45 p.). Après avoir brièvement rappelé la théorie (règles de sélection dans les cristaux, etc.) et les techniques expérimentales (en particulier utilisant des matrices inertes) permettant l'étude des solides moléculaires, J. E. Katon et D. B. Phillips se livrent à une revue — non exhaustive — des travaux I.R. à basse température publiés dans les années 1968 à 1972, en insistant sur les nombreuses applications structurales ainsi offertes pour l'étude des équilibres conformationnels, des transitions ordre-désordre, de la liaison hydrogène, etc. De nombreux spectres illustrent les exemples choisis.

Études R.M.N. à l'état gazeux (32 p.). Dans ce chapitre, G. Govil rend compte de la littérature parue jusqu'en 1972 sur un sujet délicat expérimentalement (mais dont l'étude sera certainement facilitée par l'usage des techniques par transformée de Fourier); les données les plus significatives sur la résonance du proton, du fluor-19 et du xénon-199 sont discutées ainsi que les applications possibles de la méthode. Le problème de la relaxation nucléaire est ensuite considéré en détail sur le plan théorique et expérimental pour les gaz mono et polyatomiques.

Spectrométrie de fluorescence atomique (67 p.). T. S. West et M. S. Cresser présentent un dossier fourni des utilisations analytiques de cette technique dont le développement récent — à partir de 1964 — a été entraîné par celui de l'absorption atomique et qui offre des avantages de sensibilité appréciables pour les métaux (on atteint ainsi pour Cd une limite de l'ordre de 10^{-15} g). Les divers types de sources, de cellules, de détecteurs sont décrits en détail puis les techniques applicables à une quarantaine d'éléments métalliques ou métalloïdiques, avec leurs avantages et leurs limitations.

Spectrométrie de fluorescence atomique pulsée (36 p.). Ce chapitre, qui aurait pu être avantageusement fondu dans le précédent, met en évidence les avantages de l'utilisation de sources pulsées (à laser ou à cathode creuse) sur les sources continues, tout au moins pour certains éléments tel l'aluminium pour lequel la limite de détection passe aussi de 0,1 à 0,005 $\mu\text{g ml}^{-1}$.

Attribution des raies en spectroscopie de photoélectrons U.V. (31 p.). L'identification des orbitales moléculaires donnant naissance aux raies des spectres P.E.S. est discutée par R. E. Ballard à partir des énergies, des intensités et des structures fines observées. La distribution angulaire des photoélectrons et les transitions multiples sont ensuite brièvement discutées.

I.R. à haute résolution (68 p.). V. J. Corcoran montre, par comparaison avec les techniques classiques en infrarouge comment l'usage de lasers Raman à « spin-flip » (utilisant un effet de résonance paramagnétique électronique dans certains semi-conducteurs, tel InSb), de lasers à semi-conducteur ou de lasers modulés par un klystron permettent d'atteindre des résolutions de l'ordre de 10^{-4} cm^{-1} — contre 10^{-1} au mieux pour les spectromètres classiques — avec une plage de fréquence acceptable. Les applications déjà étudiées ou envisagées sont ensuite passées en revue (étude des dédoublements Δ , des effets nucléaires hyperfins, mesure de la vitesse de la lumière, établissement d'étalons de fréquence, etc.).

Calcul des facteurs de Franck-Condon (29 p.) présenté par B. Chakraborty et Y. K. Pan dans le cadre des diverses méthodes existantes (W.K.B., Morse « A », R.K.R., etc.) sous sa forme mathématique complète.

Mouvements moléculaires et forme des raies (I.R. et Raman) dans les liquides (43 p.). L. J. Marabella a retenu d'une abondante littérature sur les spectres de vibration des liquides, les exemples les plus frappants montrant comment on peut remonter des observations faites sur l'élargissement et la déformation des raies, à la connaissance des mouvements moléculaires grâce à l'approche dite de Schrödinger et, plus encore, à celle d'Heisenberg. La translation des gaz rares et de l'hydrogène, la rotation de l'hydrogène et des hydracides halogénés sont tour à tour considérés et leurs fonctions de corrélations discutées.
G. Mavel.

Biochimie. Bases moléculaires de la structure et des fonctions cellulaires,
par Albert L. Lehninger,
Traduction de la sixième édition par P. Cartier avec la
collaboration de J. P. Leroux et P. Kamoun,
publié par Flammarion, Médecine Sciences, 1970; 834 p.

Cet ouvrage est la traduction de la sixième édition du livre de Albert H. Lehninger *Biochemistry, the molecular basis of cell structure and functions*. Il est écrit pour des étudiants qui effectuent leur première et peut-être unique année d'étude en biochimie ou pour des étudiants en médecine. En réalité, le contenu est beaucoup plus important que ce que laisse entendre l'auteur. De plus, la présence d'une bibliographie importante permet au lecteur d'aborder très rapidement un sujet particulier.

C'est un livre d'enseignement chargé d'un message de l'auteur sur sa conception concernant la transformation de cette science : la biochimie. Le plan lui-même met en relief les principes directeurs qui rendent la biochimie beaucoup plus simple sur le plan de la compréhension et en même temps plus puissante dans l'analyse de la plupart des problèmes importants en biologie. Ce livre est divisé en quatre parties :

1. Les biomolécules (12 chapitres);
2. Les processus fournissant de l'énergie (9 chapitres);
3. Les processus nécessitant de l'énergie (6 chapitres);
4. Le transfert de l'information génétique (7 chapitres).

Chaque chapitre possède un certain nombre de problèmes dont les solutions se trouvent à la fin du livre. Six appendices apportent au lecteur des éclaircissements concernant la chronologie de la biochimie, la littérature en recherche biochimique, etc...

Remercions les traducteurs P. Cartier aidé de J. P. Leroux et P. Kamoun pour l'énorme travail que représente plus de 800 pages de traduction et pour la qualité de celle-ci. Nous devons féliciter également l'éditeur Flammarion pour sa présentation qui, sans être luxueuse, témoigne tout de même d'une certaine recherche dans les schémas, l'aération du texte, et l'utilisation judicieuse d'une deuxième couleur dans la typographie.

En définitive, ce livre plaira beaucoup à l'étudiant, à l'enseignant, au chercheur débutant organicien ou biochimiste.

Y. Leroux.

Organic phosphorus compounds. Vol. 6,
par G. M. Kosolapoff et L. Maier,
publié par John Wiley, Chichester, 1973; 940 p.; £ 16,75.

Le 6^e volume de cette collection (ouvrage de 940 pages) correspond à la nouvelle édition de Kosolapoff parue en 1950.

Les éditeurs ont conservé le même plan de présentation qui consiste à découper en chapitres les différentes familles de composés phosphorés. Alors que dans son premier ouvrage Kosolapoff avait assumé la charge de traiter l'ensemble du sujet, il a confié avec Maier, dans la nouvelle édition, cette responsabilité à des spécialistes de chaque famille de composés, ce qui se comprend aisément compte tenu du développement considérable que ce sujet a connu au cours de ces vingt dernières années.

Ainsi, le volume 6 comprend les chapitres suivants :

14. *Acides phosphiniques et dérivés*, par P. C. Corfts (209 pages, 800 références).

15. *Dérivés organiques de l'acide phosphorique*, par E. Cherbuliez (368 pages, 1 610 références).

16. *Composés du phosphore à liaison P — N (avec le phosphore dans l'état de coordination 4)*, par E. Fluck et W. Hanbold (256 pages, 948 références).

17. *Cyclophosphazènes et composés cycliques analogues*, par R. Keat et R. A. Shaw (107 pages, 519 références).

En ce qui concerne la présentation de l'ouvrage, chaque chapitre se termine par la bibliographie avec un classement par ordre alphabétique des noms du premier auteur et par une liste des produits. Dans cette dernière, chaque composé est cité avec ses constantes physiques (Eb, F, $\delta^{31}\text{P}$, etc...) et une ou plusieurs références.

Le découpage de chaque chapitre se décompose en : méthodes de synthèse, propriétés chimiques, propriétés physiques.

Le style de l'ouvrage est plutôt de citer extensivement les résultats de la littérature que d'en présenter une synthèse critique.

En conclusion, le nouveau Kosolapoff, par la richesse de sa documentation, sera aussi indispensable que l'était l'ancien à tous ceux qui s'intéressent à la chimie organique du phosphore.

R. Burgada.

Industrial rheology. With particular reference to foods, pharmaceuticals and cosmetics,
par P. Sherman,
publié par Academic Press, London, New York, 1970;
423 p.; \$ 140.

Industrial Rheology, de P. Sherman, est un des premiers ouvrages de rhéologie appliquée à la détermination rigoureuse de caractéristiques de composés industriels, celles-ci étant plus généralement connues sous les termes de viscosité, dureté, tenue mécanique, consistance...

Cet ouvrage s'adresse plus particulièrement aux chercheurs, ingénieurs et techniciens de l'industrie, désireux de procéder à des contrôles rigoureux et reproductibles sur la qualité des composés industriels finis ou en cours de fabrication.

Le premier chapitre de l'ouvrage traite de la rhéologie théorique : il donne la définition des paramètres et des termes utilisés en rhéologie. Le développement mathématique a été limité au minimum nécessaire pour la compréhension et la manipulation des concepts utilisés.

Le second chapitre décrit les diverses techniques mises en œuvre pour mesurer des grandeurs et des caractéristiques rhéologiques.

Le troisième chapitre est consacré aux propriétés rhéologiques des systèmes dispersés ; les divers facteurs physico-chimiques susceptibles de modifier ces propriétés sont passés en revue.

Quelques exemples de composés industriels susceptibles d'être l'objet

d'études rhéologiques sont donnés dans les chapitres IV et V ; ces deux chapitres concernent respectivement les propriétés rhéologiques des produits alimentaires, d'une part, et les produits pharmaceutiques et cosmétiques, d'autre part.

Le sixième et dernier chapitre traite de la corrélation qui peut exister entre la consistance définie rhéologiquement et celle ressentie sensoriellement.

Une importante bibliographie conclut chaque chapitre.

Enfin, une nomenclature, un index d'auteur, et un index par sujet terminent l'ouvrage.

L. T. Yu.

Markov chains and Monte Carlo calculations in polymer science,

par G. G. Lowry,

publié par Marcel Dekker Inc. New York, 1970; 329 p.

Les caractéristiques et les données provenant de l'étude des macromolécules ont souvent un caractère statistique ; tel est le cas de la masse macromoléculaire, de la composition des copolymères, de la configuration des macromolécules...

L'ouvrage collectif intitulé « Markov chains and Monte-Carlo calculations in polymer science », publié sous la direction de G. G. Lowry, se propose de donner les outils mathématiques nécessaires pour la détermination, l'interprétation et l'analyse de données expérimentales qui présentent un tel caractère statistique. Il a donc surtout un but didactique.

L'ouvrage, qui comprend huit chapitres, est en fait divisé en deux parties.

La première partie comprend les trois premiers chapitres qui traitent respectivement de la justification des méthodes statistiques pour l'analyse des grandeurs et données de chimie macromoléculaire, la théorie des chaînes de Markov, les méthodes de calculs de Monte-Carlo.

La seconde partie comprend les cinq chapitres restants qui traitent de l'utilisation de la théorie des chaînes de Markov et de la méthode de Monte-Carlo pour la résolution de problèmes rencontrés en chimie macromoléculaire tels que la conformation, l'ordre dans les polymères, la composition des copolymères, la tacticité, la distribution des poids moléculaires.

Une bibliographie complète chaque chapitre ; elle peut servir de point de départ à une analyse bibliographique plus exhaustive.

L'ouvrage est terminé par un index d'auteur et un index par sujet.

L. T. Yu.

Thermal characterization techniques. Vol. 2,

par Ph. E. Slade Jr et L. T. Jenkins,

publié par Marcel Dekker Inc. New York, 1970; 371 p.

L'ouvrage, intitulé « Thermal characterization techniques », volume 2, publié sous la direction de P. E. Slade Jr. et de L. T. Jenkins, rassemble diverses techniques d'analyses thermiques mises au point au cours de ces dernières années, pour la caractérisation de matériaux macromoléculaires. Il s'adresse à un public varié de chercheurs, d'ingénieurs et techniciens de l'industrie, intéressés par les problèmes de détermination de caractéristiques de ces matériaux.

L'ouvrage comporte six chapitres indépendants les uns des autres, rédigés par des spécialistes des problèmes traités.

En général, la partie expérimentale est l'objet d'une description complète, les possibilités de la méthode sont clairement mises en évidence au moyen d'exemples appropriés. Une importante bibliographie termine chaque chapitre.

Les techniques d'analyse thermique ci-après ont été décrites :

Calorimétrie différentielle thermique ;

Techniques combinant l'analyse chromatographique en phase gazeuse à la pyrolyse de produits polymères ;

Influence de la température sur les relations contrainte-déformation dans le cas des hauts polymères ;

Caractérisation de polymères par approche semi-micromécanique au moyen de la méthode du pendule de torsion à fil tressé ;

Conductivité thermique des polymères ;

Analyse des polymères par les mesures de conductivité en fonction de la température.

Deux index, l'un par auteur, l'autre par sujet, terminent l'ouvrage.

L. T. Yu.

Physical methods in macromolecular chemistry. Vol. 1,
Sous la direction de B. Caroll,

publié par Marcel Dekker, New York, London, 1969;
385 p.

Ainsi que l'indique son titre, l'ouvrage « Physical methods in macromolecular chemistry », volume 1, décrit les techniques physiques ou physico-chimiques utilisées pour la caractérisation des composés macromoléculaires.

L'ouvrage comprend six chapitres indépendants les uns des autres, chaque chapitre, rédigé par un ou plusieurs spécialistes, est entière-

ment consacré à une technique déterminée. Ont été décrites les techniques suivantes :

Les polymères et chimie des surfaces;

Spectroscopie par réflexion interne;

Propriétés électriques des polymères synthétiques;

Détection des effets des radiations dans les polymères;

Techniques de fluorescences pour l'étude des solutions de polymères;

Polymères insolubles : techniques de mesures de la masse moléculaire et de la dispersion de celle-ci.

Une bibliographie généralement importante complète chaque chapitre. Un index d'auteurs et un index par sujet terminent ce livre.

Cependant l'ouvrage ne prétend pas constituer un recueil de monographies ou d'analyses bibliographiques exhaustives des questions traitées.

D'une façon générale, l'accent est plutôt mis sur la description de la technique que sur l'exposé des résultats obtenus au moyen de celle-ci. Les résultats décrits ont principalement pour but d'illustrer les possibilités de la technique. Ceux qui sont plus intéressés par les résultats expérimentaux proprement dits, que par la technique elle-même, peuvent consulter avec profit les références bibliographiques ajoutées à chaque chapitre, cette bibliographie constituant un bon point de départ pour une analyse bibliographique plus complète de la question traitée.

En définitive, cet ouvrage peut être considéré soit comme un document de travail pour les chercheurs confirmés, et un ouvrage didactique pour les étudiants de 3^e cycle ou pour les chercheurs débutants.

L. T. Yu.

Chemisorption and catalysis,

par Peter Hepple,

publié par Elsevier, Barking, 1971 ; 187 p. ; £ 4,50.

Il s'agit là du compte rendu d'une conférence organisée par l'Institut du pétrole britannique à la fin de l'année 1970, et rassemblant une douzaine de contributions accompagnées de discussions.

On notera d'abord une brève mais excellente mise au point de D. A. Dowden sur le rôle des électrons dans les phénomènes de chimisorption et catalyse sur métaux.

Une bonne partie des exposés est consacrée à des techniques d'investigation récentes :

la spectroscopie Raman des espèces adsorbées;

la diffraction des électrons lents dans les études de chimisorption et de catalyse;

l'émission électronique induite dans les études de surfaces (E.S.C.A. et Auger);

la spectroscopie d'émission infrarouge et ses applications à l'étude des catalyseurs et de leur surface.

La spectroscopie d'absorption infrarouge fait l'objet de deux articles; l'un est consacré aux métaux supportés (Pt, Pd, Ni), l'autre à l'oxyde de titane. On y trouvera des exemples significatifs des possibilités de cette technique déjà ancienne.

Enfin les autres contributions concernent des études cinétiques ou thermodynamiques.

Ce petit ouvrage constitue un agréable aperçu de certaines tendances actuelles de la recherche en chimisorption et en catalyse.

F. Bozon-Verduraz.

Carbocations et electrophilic Reactions,

par G. A. Olah,

publié par Verlag Chemie GmbH, Weinheim Germany et John Wiley and Sons, 1974 ; 148 p.

Le professeur G. Olah a une réputation internationale dans le domaine des carbocations et des réactions qui se font par l'intermédiaire de ces entités, comme la réaction de Friedel et Crafts. Il a écrit un ouvrage exhaustif *Carbonium ions* en cinq volumes. Dans le présent ouvrage, il expose l'essentiel de cette question à l'usage des chimistes organiciens et des étudiants ayant acquis un haut niveau.

Il définit dans un premier chapitre, les carbocations et montre qu'il en existe deux classes bien distinctes : les ions carbénium trivalents, souvent et improprement appelés ions carbonium et les ions carbonium véritables pentacoordinés. Les premiers sont connus depuis que Merwein a supposé leur existence lors du réarrangement du « chlorhydrate de camphène » en chlorure d'isobornyle en 1922. Ils ont fait l'objet de très nombreux travaux et leur intervention dans le mécanisme des réactions de substitution, d'élimination et d'addition est très classique mais la mise en évidence expérimentale par R.M.N. de fluorures d'alkyle dans des solutions « superacides », due au Professeur Olah date d'une dizaine d'années. Leur préparation, mise en évidence et leurs diverses provenances sont traités dans un deuxième chapitre.

La question des ions carbonium au sens logique du mot, c'est-à-dire ions penta (ou tétra) coordinés encore appelés non classiques est

abordée dans un troisième chapitre où l'auteur, également pionnier dans ce domaine, montre les raisons que l'on a d'imaginer leur existence. Le dernier chapitre traite du rôle des carbocations en général dans les réactions électrophiles.

L'ouvrage condense d'une manière très claire les importants ouvrages sur le même sujet dirigés par le même auteur et expose les vues modernes dans ce domaine. Il intéressera tous les chimistes organiciens et particulièrement les Enseignants.

M. Durand.

Advances in electrochemistry and electrochemical engineering, Vol. 9 : Optical techniques in electrochemistry,

par R. H. Muller,

publié par John Wiley, Chichester, 1973 ; 542 p. ; £ 15,00.

Dans la série *Advances in electrochemistry and electrochemical engineering*, série éditée sous la direction de P. Delahay et C. Tobias, vient de sortir le numéro 9 consacré aux méthodes optiques utilisées en électrochimie.

La quasi totalité des méthodes optiques utilisables en électrochimie sont décrites : I. *Spectroscopie en réflexion totale atténuée*; II. *Spectroscopie en réflexion spéculaire*; III. *Ellipsométrie*; IV. *Interférométrie différentielle*; V. *Holographie et interférométrie holographique*; VI. *Microscopie optique*.

Cet ouvrage constitue un outil très important pour les électrochimistes qui voudraient échapper aux méthodes électrochimiques traditionnelles. Il est directement exploitable dans la mesure où pour chaque méthode le principe est donné avec beaucoup de précision. De plus, à propos de la spectroscopie en réflexion totale atténuée un rappel important de l'optique physique permet de posséder les éléments nécessaires à la compréhension fine des différentes techniques proposées. Enfin, dans chaque cas des exemples d'utilisation en électrochimie sont donnés.

Spectroscopie en réflexion totale atténuée, W. N. Hansen.

L'essentiel de ce chapitre porte sur des notions d'optique physique notamment sur les notions de bases, l'absorption, les systèmes comprenant des films minces. Le dernier paragraphe se rapporte aux applications en électrochimie (22 références).

Spectroscopie en réflexion spéculaire, J. D. E. McIntyre.

Un tiers du chapitre est consacré à un rappel théorique. Le reste est partagé entre la description de la technique et des montages utilisés d'une part et l'étude des différents modèles proposés en électrochimie et des résultats obtenus sur différents systèmes d'autre part. La bibliographie est très complète (302 références) et porte sur les articles les plus récents dans ce domaine.

Ellipsométrie

L'ellipsométrie est divisée en deux chapitres.

Le premier traite du principe de la méthode (R. H. Muller), le second traite spécifiquement de l'application de l'ellipsométrie à l'électrochimie (J. Kruger).

Principe de l'ellipsométrie : ce chapitre comprend un rappel des définitions, un résumé des propriétés de la réflexion métallique et une description des différents montages possibles (144 références).

Application de l'ellipsométrie à l'électrochimie : J. Kruger étudie les différents cas pouvant se présenter, surface propre, surface recouverte d'un film adsorbé, surface siège d'une réaction (106 références).

Interférométrie différentielle, R. H. Muller.

Si les méthodes citées plus haut intéressent surtout les propriétés du métal, celle-ci est plus spécialement utile pour les études concernant la solution au voisinage de l'électrode. Cependant, le dernier paragraphe de ce chapitre montre l'utilisation que l'on peut en faire pour caractériser l'état mécanique de l'électrode.

Ici aussi un exposé assez large du principe de la méthode permet une bonne compréhension de cette technique (158 références).

Holographie et interférométrie holographique, V. S. Srinivasan.

Comme pour la spectroscopie en réflexion totale atténuée de l'essentiel de ce chapitre est consacré au principe et à la description de la technique et des montages utilisés. Le dernier chapitre est réservé aux exemples d'application. Il faut préciser que l'intérêt de cette méthode porte sur la caractérisation de la surface de l'électrode (51 références).

Microscopie optique, A. C. Simon.

Ce chapitre est un plaidoyer pour l'utilisation de la microscopie optique pour la caractérisation de la surface des électrodes et des différents phénomènes accompagnant la réaction électrochimique. Le chapitre se partage en deux parties sensiblement égales : description de la microscopie et exemples d'applications (330 références).

Pour résumer, nous dirons que cet ouvrage est à recommander pour tous ceux qui s'intéressent aux méthodes optiques en électrochimie. Schématiquement, nous pouvons dire que la moitié des méthodes proposées (I à III) fournissent des renseignements sur le métal constituant l'électrode du point de vue de ses propriétés propres et sur les adsorptions éventuelles, tandis que l'autre moitié (IV à VI) nous renseigne sur l'état mécanique de la surface de l'électrode et sur les phénomènes de transfert de matière au voisinage de l'électrode.

M. Costa.

Séminaires de l'École Normale Supérieure

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

Mardi 10 décembre 1974 :
Réunion reportée au 4 février 1975.

Mardi 17 décembre 1974, M. le Professeur A. Beckwith (Université d'Oxford, Angleterre) :

Stereo-electronic effects in radical reactions.
Mardi 7 janvier 1975, M. le Professeur J. M. Conia (Orsay) :

La cyclopropanation des éthers d'énoles, une large avenue vers les composés carbonylés.

Mardi 14 janvier 1975, M. le Professeur D. S. Wulfmann (Université de Missouri, Rolla, U.S.A.) :

A general treatment of the question of how a molecule transfers a CXY group to a substrate.

Mardi 4 février 1975, M. J. F. Normant (Paris) :

Réactions entre organométalliques (Mg, Li) et composés à halogène positif. De l'influence de Cu^I sur la compétition : condensation, échange M/X.

Séminaires de chimie organique de l'Université Paris-VI

Ces séminaires se tiendront dans la salle 625, du bâtiment F, 8, rue Cuvier, Paris 5^e.

Lundi 16 décembre 1974, à 17 heures, M. le Professeur Diaper (Royal Military School, Kingston, Ontario, Canada) :
Oxydation des oléfines par les sels de chrome.

Lundi 27 janvier 1975, à 17 heures, M. le Professeur Wulfman (University of Missouri, Rolla, États-Unis) :

Steric effects in copper carbenoid chemistry.

Cinquième colloque franco-polonais sur la catalyse (Torun, 8 au 14 septembre 1975)

Aspects chimique et physique des actes intermédiaires en catalyse

1. Interactions entre molécule adsorbée et adsorbant du point de vue énergétique et structural; modifications éventuelles de la surface. Résultats obtenus par les méthodes modernes de la physique, par exemple : R.P.E., L.E.E.D., E.S.C.A., A.E.S., I.R., R.X., adsorbo-luminescence, microscopies, calori-

métrie, effet Mössbauer, magnétisme, etc..., sans qu'un long développement soit donné à l'exposé de la méthode.

Nous pensons que les travaux traitant de ces problèmes du point de vue de la chimie quantique approfondiraient le sujet.

2. Influence de la structure des molécules sur la réactivité catalytique.

Le premier sujet traitant plus spécialement les aspects statiques du problème, le deuxième devrait se rapporter à la cinétique des phénomènes.

Chacune des sept demi-journées de travail prévues commencera par une conférence sur les renseignements que peut apporter l'une des techniques physiques dans l'étude de la catalyse. Elle sera suivie de deux ou plusieurs communications se rapportant aux sujets traités (par exemple : résultats même fragmentaires obtenus sur tel ou tel catalyseur par la méthode exposée).

Après quoi une discussion générale aura lieu. Deux ou trois communications libres pourront être ensuite présentées à la condition qu'elles entrent dans le cadre du thème général.

Les personnes intéressées doivent faire parvenir avant le 15 janvier 1975 un résumé de trois pages maximum en double interligne (marge gauche 4 cm, format international, dessins sur calque susceptibles d'être réduits) à M. Yves Trambouze, Institut de Recherches sur la Catalyse, 39, boulevard du 11-Novembre-1918, 69626 Villeurbanne. Tél. (78) 84.34.71. Telex 90225 C.N.R.S. VILRB.

Appel d'offres 1975 de l'action complémentaire coordonnée « Chimie moléculaire du fluor »

La Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique a décidé de poursuivre son action entreprise en 1974 dans le domaine de la chimie moléculaire du fluor. L'industrie chimique des composés fluorés moléculaires est intéressante à plusieurs égards, et les industriels français ont pris conscience que devait se développer une nouvelle génération de produits fluorés très élaborés, nécessitant des connaissances, des méthodes, des réactifs... particuliers à ce type de produits. Ces industriels n'ont pas trouvé en France tout le potentiel de recherche nécessaire au développement d'une chimie qui doit toucher aussi bien l'industrie pétrolière de gros tonnage que l'industrie pharmaceutique ou phytosanitaire s'intéressant à des produits très éla-

borés. Il y a donc en la matière une motivation industrielle réelle suffisamment importante pour que se développe en amont une prise de conscience des laboratoires de recherche français de l'intérêt tant technique que scientifique présenté par ce domaine.

On peut citer quelques exemples, non limitatifs, des types d'applications liées aux caractéristiques spécifiques de l'élément F, que l'on peut déjà entrevoir pour les molécules peu ou perfluorées :

forte électronégativité : superacides et applications en catalyse d'isomérisation; chélates perfluorés et leurs applications tant analytiques que catalytiques potentielles; générateurs électrochimiques;

faible polarisabilité : tension superficielle très faible des chaînes perfluorées, applications à la modification des énergies de surface, à la volatilité des chélates, à la dissolution des gaz;

faibles « dimensions » : modification des comportements par exemple biologiques, des molécules peu fluorées en des positions adéquates;

propriétés spectrales uniques : utilisation de l'élément F en tant que marqueur, soit stéréochimique en R.M.N. soit en spectrographie de masse, ou marqueur d'interactions intramoléculaires par l'analyse du temps de relaxation du noyau F.

L'intérêt que peut présenter ce besoin aval, convergeant vers la chimie du fluor, doit permettre, d'un point de vue scientifique, d'une part de développer des travaux pluridisciplinaires fructueux entre organiciens, minéralistes, physico-chimistes et biochimistes, et d'autre part l'ouverture des chercheurs vers la chimie d'un élément novateur par ses caractéristiques mais insuffisamment étudié en France. De la même façon cette action devrait permettre de promouvoir une meilleure collaboration entre chercheurs, producteurs et utilisateurs de molécules fluorées utiles.

Thèmes de recherche

I. Nouveaux agents de fluoration

Il existe un certain nombre de molécules utiles en tant que réactifs de fluoration; parmi les dernières en date, on peut citer MoF_6 , CF_3OF , OPF_4 ... Il paraît nécessaire

d'en trouver de nouvelles et d'en préciser les domaines d'application en synthèse.

II. Fluoration électrochimique

Si la perfluoration électrochimique des chaînes aliphatiques est utilisée techniquement, la fluoration électrochimique sélective reste à mettre au point : étude du mécanisme de fluoration aux électrodes, recherche des conditions douces et sélectives de fluoration.

III. Méthodes spécifiques d'introduction du fluor sur des substrats organiques

Parmi les réactifs nouveaux ou anciens, les domaines d'application sont loin d'avoir été tous envisagés et exploités; des recherches semblent utiles dans deux domaines en tout cas :

fluoration sélective de substrats organiques, notamment fluoration contrôlée des sites insaturés;

perfluoration : greffage sur un substrat perfluoré ou non, en particulier à l'aide d'agents perfluorométalliques, préparation d'intermédiaire de synthèse à chaînes perfluorées, obtention de composés perfluorés α, ω -bifonctionnels.

IV. Applications

On recherchera des structures peu ou perfluorées dont l'application est possible dans des domaines liés aux propriétés : propriétés de superacides; propriétés de tension superficielle; propriétés d'absorption et d'anticorrosion; propriétés pharmacologiques; propriétés spectrales, etc...

V. Connaissance de la liaison fluor-élément

Influence du fluor sur la structure électronique, géométrique et sur la réactivité des composés moléculaires. L'étude de ces divers aspects sera encouragée dans le cadre des thèmes précédents.

Remarque

Le Comité attire l'attention des demandeurs sur l'intérêt qu'il verrait à recevoir des projets plus nombreux dans les domaines suivants : fluoration électrochimique; application de nouveaux agents de fluoration; utilisation de chaînes perfluorées en synthèse, applications.

Observations

Cette action concertée attribuera des moyens aux équipes qui présenteront des projets jugés intéressants par leur originalité, leur qualité scientifique et ayant, si possible, un impact industriel.

Il convient de rappeler qu'une préoccupation constante du Comité est de voir les laboratoires de compétences complémentaires regrouper leurs idées et leurs efforts sur un *programme commun* où le rôle de chaque partenaire devra être défini avec précision (rédaction d'une demande d'aide unique, désignation d'un maître d'œuvre et répartition du programme de recherches). Il est important de rappeler que ces regroupements doivent s'opérer spontanément et qu'ils doivent faire l'objet d'accords précis entre partenaires, y compris sur les questions de propriété industrielle, le Comité se limitant en la matière à suggérer les rapprochements souhaitables.

Les demandes d'aide seront présentées selon un modèle normalisé fourni par la D.G.R.S.T. Les projets devront être adressés en *20 exemplaires avant le 5 février 1975, date limite*, à l'adresse suivante (Tél. 551.74.30, 551.89.10, 555.52.78) : Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, Affaires Scientifiques et Techniques, 35, rue Saint-Dominique, 75700 Paris, en portant explicitement la mention du destinataire : Comité « Chimie moléculaire du fluor ».

Des renseignements complémentaires peuvent être demandés à : M. Lhomme, Conseiller Scientifique et Technique, D.G.R.S.T., poste 307, M. Derai, Chargé de Mission, D.G.R.S.T., poste 383, Mlle Dain, Assistante, D.G.R.S.T., poste 384.

La vie universitaire

Nominations

Par décret en date du 14 octobre 1974, sont nommés professeurs titulaires des universités, à compter du 1^{er} octobre 1974, les professeurs sans chaire dont les noms suivent :

MM. Lucien Guoin et Jean-Claude Remy, Université d'Angers.

Réflexions sur la vie et l'œuvre d'Achille Le Bel (1847-1930) *

par Léon Velluz

Mesdames, Messieurs,

1874-1974. L'hommage que la Société Chimique de France rend aujourd'hui au grand chercheur que fut Achille Le Bel n'est certes pas le premier qui commémore l'œuvre exceptionnelle de l'un des fondateurs de la stéréochimie.

Peu de temps après sa mort, en 1930, une importante allocution avait été prononcée le 3 novembre par le Professeur Marcel Delépine, tandis qu'à la même date, en Angleterre, l'éminent Sir William Pope avait consacré au disparu une élogieuse Notice, bientôt publiée par la revue britannique *Nature*.

Mais, du vivant même du brillant théoricien et expérimentateur dont nous honorons le souvenir, plusieurs cérémonies avaient déjà rappelé l'importance de ses travaux.



Le Bel vers 1896

La première célébration avait eu lieu en 1893, lorsque la médaille Davy lui avait été décernée, à Londres, en même temps qu'à l'illustre savant hollandais Van't Hoff, auquel devait être bientôt attribué, on le sait, le premier prix Nobel de chimie, créé en 1901.

La deuxième manifestation avait été organisée le 22 décembre 1924, en présence de Paul Painlevé, à cette date Président de la Chambre des Députés, et devant de nombreuses délégations étrangères, lors du Cinquantenaire de

la Théorie du carbone asymétrique.

La dernière de ces cérémonies, en 1947, avait honoré le Centième anniversaire de la naissance d'Achille Le Bel. En la circonstance, la rédaction d'une plaquette avait été confiée au Professeur Delépine. Vous voudrez bien m'excuser, je l'espère, si j'ai fait de larges emprunts à ce texte, sachant en avance toute la délicatesse de pensée ainsi que le plus scrupuleux souci d'exactitude qui en avaient inspiré chaque page et presque dicté chaque mot.

Enfin, bien qu'elles se soient souvent fait attendre, plusieurs distinctions flatteuses n'avaient pas moins mis l'accent sur les incomparables mérites du stéréochimiste disparu voici plus de quarante ans. Je n'en voudrais citer qu'une hélas ! fort tardive puisqu'il s'agit de son élection académique, en 1929, quand il était déjà octogénaire. Comme Louis Pasteur, et aussi comme Marcelin Berthelot, tout comme à une époque plus récente Louis Hackspill, Achille Le Bel n'aura d'ailleurs pas connu la faveur de siéger à l'Institut parmi ses contemporains de la Section de Chimie. Sur une dizaine d'années ne comptant pas moins de cinq vacances dans cette seule Section, les scrutins successifs lui préférèrent, en 1888 le directeur de l'École municipale de physique

* Conférence présentée lors de la Commémoration du centenaire de la théorie du carbone tétraédrique, le 17 septembre 1974, à la Maison de la chimie, à Paris.

et de chimie, Paul Schutzenberger, en 1891 Henri Moissan, au lendemain de son isolement du fluor, mais bien avant l'attribution du Nobel pour cette découverte, en 1894 l'organicien Édouard Grimaux, en 1897 le physico-chimiste Alfred Ditte, en 1899 l'ingénieur Georges Lemoine.

Albin Haller, le savant compatriote de Le Bel — élu à l'Académie quelque trente ans plus tôt que lui alors qu'il était sensiblement du même âge —, ne manqua pas de souligner ce fait, en 1924, lors du Cinquantenaire de la Théorie du carbone asymétrique, « Par un phénomène psychologique inexplicable, disait-il, les collectivités les mieux intentionnées restent parfois sourdes aux arguments les plus convaincants, alors qu'elles manifestent dans d'autres circonstances des enthousiasmes souvent irréfléchis. » Qu'un tel et fâcheux phénomène soit réellement d'essence psychologique, comme le supposait Haller, ou d'une autre nature, comme je serais personnellement assez tenté de le croire, toujours est-il que Le Bel connut finalement l'honneur de succéder, dans la division des académiciens libres, au Maréchal Foch. Comme on le voit, l'ingratitude n'est pas forcément sans appel si l'on a pour soi la longévité.

Mes chers Collègues,

Est-il besoin hélas! de le souligner aujourd'hui, le pétrole retient plus que jamais l'attention. La presse nous informe chaque semaine, ou presque, des problèmes parfois douloureux auxquels se lie inexorablement, sous l'angle de cette grande matière première naturelle, les besoins mondiaux d'énergie sous la tutelle trop obsédante du taux de croissance économique. Et pourtant, parmi toutes ces Sociétés plus ou moins considérables qui surgissent en hâte sur la promesse de nouvelles et spectaculaires réussites, entre tous ces grands meneurs d'affaires que la question agite, inquiète, hante, stimule et fait parfois rêver, combien y en a-t-il, au juste, à savoir que le pétrole inscrit à son actif, il y a cent ans, l'une des plus remarquables réflexions créatrices de la chimie moderne? En clair, combien en compte-t-on, de ces entreprises directrices ou de ces hommes puissants, à avoir appris que la conception géniale du carbone asymétrique était venue voici un siècle, en France du moins, d'un héritier des exploitants de Pêchebronn? Mais il est vrai que dans l'affligeante indifférence qui frappe tant de milieux contemporains, voire de ceux qui ont la charge des États, à l'égard de l'histoire des sciences, les fondements profonds de cette chimie spatiale qui gouverne toutes nos intimités biologiques sont plus fréquemment ignorés que d'autres connaissances futiles, ci et là mirobolantes ou éphémères. Et même, sur un plan cette fois anecdotique, comment ne pas être navré de voir que de forts distingués chimistes en viennent eux-mêmes à confondre parfois, dans leurs écrits, le nom de l'inventeur du robuste fusil, que certains d'entre nous ont dû apprendre à connaître, avec celui du savant dont nous célébrons à cet instant les travaux?

Joseph-Achille Le Bel naît donc à Pêchebronn, à quelque 25 km de Wissembourg, non loin du célèbre Reichshoffen, le 21 janvier 1847. Sa souche, cependant, n'est pas alsacienne, mais originaire de la région de Toulouse où elle a obtenu naguère, dit la tradition, certains titres de petite noblesse maintenant dans l'oubli. Pour des raisons que nous ignorons Antoine Le Bel, l'arrière grand-père de la lignée paternelle quitte son Languedoc natal, vers 1760, pour s'établir à Pêchebronn et y exploiter des sables bitumineux connus sans doute de longue date mais jusque-là négligés. Quand le petit Joseph-Achille vient au monde, trois générations se sont déjà succédées dans l'exploitation familiale avec des succès toujours croissants. On compte bien sur lui pour poursuivre l'effort et obtenir de nouveaux progrès.

Une fois les premières études passées au collège de Haguenau, le jeune Le Bel achève brillamment à Paris son cycle scolaire. Il sort de l'École polytechnique en 1867, à vingt ans. Malgré la disparition de son père en cette même année, il confirme son orientation vers la chimie comme assistant de Jérôme Balard, au Collège de France, poste qu'a occupé une vingtaine d'années plus tôt son illustre aîné Marcelin Berthelot. Puis il devient le préparateur de l'un de ses plus chers compatriotes. C'est en effet dans le laboratoire du bouillant Adolphe Wurtz, à l'École de Médecine cette fois, qu'il exécutera l'essentiel de ses premiers travaux, avant de poursuivre finalement son activité de recherche à Pêchebronn même, dès 1874, c'est-à-dire sous l'occupation allemande.

De 1871 à 1874, donc dans la période parisienne, les publications de Le Bel portent sur les pétroles du Bas-Rhin, sur les pigments noirs des bitumes, sur un nouveau dispositif de distillation fractionnée et, surtout, sur l'alcool amylique naturel optiquement actif. Elles fournissent déjà la preuve d'une habileté et d'une ténacité expérimentales peu communes, comme d'un grand souci de précision scientifique. Les modes opératoires sont minutieusement décrits. Les résultats obtenus sont consignés avec toute la prudence d'usage, celle d'un esprit mûr et réfléchi. Ils sont de surcroît collationnés avec ceux que procurent d'autres méthodes préparatives et l'emploi, lors d'une même série d'essais, de matières premières d'origines différentes. Bref, ils ne portent pas seulement la marque d'une observation de haute qualité, mais ils sont aussi le fait d'une intelligence vive et pénétrante que ne rebutent, ni les servitudes manuelles, ni les

problèmes d'appareillage rendus pourtant si ingrats par les températures de vaporisation, les aléas des fractionnements et la gamme parfois lassante des opérations intermédiaires. On ne saurait s'y tromper, ils sont par là même le trait distinctif d'un homme de métier qui fuit sans cesse les à-peu-près, l'ambiguïté, l'équivoque, d'un chercheur qui empoigne avec bravoure des sujets difficiles et qui s'impose de les conduire à bonne fin, quelles que soient la patience à déployer et les déceptions à prévoir, en particulier dès qu'il s'agit d'approcher la pureté optique, d'isoler un corps actif en mélange avec un isomère inactif, ou encore de réduire les risques de racémisation, tous problèmes que connaît bien le stéréochimiste.



A. Le Bel dans son laboratoire

Il y a plus. Ce jeune polytechnicien qui n'a pas encore la trentaine fait preuve, à l'occasion de tâches le plus souvent ingrates, d'un esprit cartésien assez exceptionnel. Il a fait siennes, bien entendu, les théories novatrices de Gerhardt, celles que Wurtz s'attachait à développer avec fougue dans son enseignement. Il s'est rallié bien sûr, comme son maître, à la notation atomique toujours en butte au sectarisme et à la routine de certains. Mais il ne s'est pas arrêté en si bonne route. Tout imprégné des fortes découvertes de Pasteur sur la dissymétrie moléculaire, il a admis très tôt la corrélation qui existait entre cette dissymétrie et le pouvoir rotatoire. Alors, dans ses réflexions solitaires, il est allé plus loin, beaucoup plus loin. Il a voulu s'appuyer sur ses connaissances de géométrie pure. Il a voulu approfondir les théorèmes relatifs à la symétrie des polyèdres. Et c'est cela qui lui permet, en 1874, de formuler deux principes généraux demeurés jusque-là dans l'ombre.

A résumer ici le fruit de ses réflexions, de façon sommaire tant il est devenu classique, le premier principe émis est d'affirmer que si un arrangement carboné de type CX_4 comporte l'existence de quatre substitutions X entièrement distinctes, la structure organique où il s'insère sera dissymétrique et, de ce fait, sera douée de pouvoir rotatoire. Le second principe, tout aussi connu, est d'admettre que si l'arrangement CX_4 offre, pour quelque raison que ce soit, un plan de symétrie, il n'entraînera aucune activité optique. Un corollaire de cette double considération est que, par la mise en œuvre de structures initialement symétriques, la synthèse d'une molécule dissymétrique ne pourra conduire qu'à la même proportion de deux isomères de symétrie inverse. Autrement dit, le corps obtenu sera nécessairement un racémique.

Ces vues foncièrement originales communiquées par Le Bel voici un siècle, quand il avait vingt-sept ans, ne découlent pas de raisonnements ou d'hypothèses purement théoriques. Bien au contraire, elles sont solidement étayées par l'examen de plusieurs groupes chimiques déjà reconnus optiquement actifs : le groupe lactique, le groupe malique, le groupe tartrique, le groupe amylique, le groupe des sucres et enfin quelques produits de la série aromatique.

Mes chers Collègues, si le cadre de cette brève causerie ne permet guère de nous engager davantage dans l'analyse du grand mémoire de Le Bel, inséré dans le Bulletin de notre Société chimique, au moins importe-t-il de le situer par rapport à la publication non moins célèbre de Jacobus Van't Hoff, parue cette même année 1874, quelques semaines sans doute avant celle que nous commentons ici, mais à coup sûr ignorée du chimiste de Pêchebronn, comme d'ailleurs de presque tous les chimistes d'Europe.

Loin de moi la pensée, il va sans dire, de ne pas reconnaître que le mémoire du fort jeune savant hollandais, alors âgé de 22 ans, ait plus vite brillé, et d'un plus bel éclat que celui de Le Bel. Encore que l'auteur ait été un parfait inconnu dans les cercles officiels de l'époque, ses audacieuses conceptions retinrent rapidement l'intérêt. A cela, semble-t-il, deux explications possibles. Tout d'abord les idées émises par Van't Hoff étaient d'emblée plus claires, plus directes,

on pourrait même ajouter plus percutantes. On n'y relevait en rien ce léger flou, cette ombre discrète qu'un homme déjà rompu à l'expérience, comme Le Bel, avait cru devoir glisser ci et là dans sa publication, peut-être par modestie, plus certainement par prudence. Il sut d'ailleurs le reconnaître quelque quinze ans plus tard. Écoutons-le.

« *La raison, écrit-il en 1890, qui m'avait amené à donner à mes démonstrations une forme particulière et en apparence moins simple, c'est que j'avais des doutes sur la question de savoir si les arrangements du type CX₄ avaient ou non la forme géométrique d'un tétraèdre régulier. Je me posais le dilemme suivant : ou bien le tétraèdre n'est pas la forme géométrique vraie de la molécule, et alors les lois du pouvoir rotatoire déduites de cette hypothèse, même par des raisonnements justes, sont entachées du doute qui pèse sur elle ; ou bien la molécule a réellement et mathématiquement la forme d'un tétraèdre régulier, mais alors toutes les conséquences, quelles qu'elles soient, pouvant se déduire de cette forme de la molécule doivent se vérifier également... »*

Ainsi Le Bel s'est-il montré surtout géomètre dans l'expression de sa pensée, tandis que Van't Hoff s'est révélé plus intuitif, j'allais dire plus jaillissant, tout comme l'avait été dix ans plus tôt son maître Adolf Kekulé en imaginant [quelque soir, à la lueur des gerbes d'étincelles d'un feu de bois, la structure annulaire du benzène. Van't Hoff n'avait-il pas entendu à Gand cet enseignant exceptionnel s'écrier avec émotion devant ses étudiants : « Et maintenant, Messieurs, apprenons à rêver !... » N'ayant de surcroît, ni connu de longues études conventionnelles, ni fréquenté l'une ou l'autre de ces grandes Écoles dont Bachelard dit avec une excessive malice qu'elles sont aux sciences ce qu'est un dictionnaire de rimes à la poésie, n'ayant pas subi non plus, comme Le Bel, la sévère préparation à un concours orienté vers le classicisme des connaissances, Van't Hoff était en quelque sorte plus disponible intellectuellement. Et c'est justement ce qui devait l'entraîner vers des vues foncièrement plus engagées.

Mais il y a plus, à mon sens, réserve faite de ces considérations psychologiques. D'une part, de 1874 à 1877, Van't Hoff assure à son mémoire *Sur les formules de structure dans l'espace* quatre livraisons successives, la première en hollandais, la deuxième et la troisième en français, la quatrième en allemand, ce qui lui procure une diffusion très étendue. D'autre part, il connaît la faveur de trouver un avocat fervent et dévoué en la personne de Johannes Wislicenus, professeur à Zurich et admirateur inconditionnel des conceptions de Gerhardt et de Kekulé. Wislicenus suscite et préface personnellement la version allemande de 1877, intitulée *La disposition des atomes dans l'espace*. Pour être complet, disons que Van't Hoff n'avait pas été moins servi par les attaques féroces de Hermann Kolbe, professeur à Leipzig depuis 1865, un adversaire déclaré et intransigeant de toute évolution théorique dans les domaines de la chimie. Sans trop s'y attendre, et avec la naïveté des éternels pourfendeurs, Kolbe avait éveillé la curiosité sur l'objet même de ses acerbes critiques.

Rien d'aussi favorable dans le cas de Le Bel. Une fois sa découverte publiée dans notre *Bulletin*, ce même *Bulletin* dans lequel Kekulé avait proposé dix ans plus tôt la structure du benzène, il se garde fâcheusement de revenir sur le sujet. Tout se passe comme s'il attendait d'abord quelque écho à ses vues, voire quelque critique à ses théorèmes. En l'absence de tout commentaire, favorable ou non à ses idées, et tandis que les traductions successives du mémoire de Van't Hoff appelaient peu à peu l'attention, faute de ces accords ou désaccords qu'il souhaitait sans doute et qui eussent été pour lui une sorte d'encouragement à persévérer dans la voie ouverte, Le Bel s'abstient de donner à ses conceptions le moindre développement. Il en restera là pendant de longues années, jusqu'en 1890, et encore ne fera-t-il paraître à ce moment qu'une discussion poussée sur le tétraèdre, discussion dont le titre même n'évoquera, ni la dissymétrie moléculaire, ni la répartition spatiale des atomes. Comment donc rassembler les spécialistes de ces problèmes en intitulant les nouvelles réflexions *Sur les conditions d'équilibre des composés saturés du carbone*, ce qui ne laisse entrevoir clairement aucun aperçu à proprement parler stéréochimique ? Force est sans doute de ne voir là aucun démérite à l'égard d'un apport demeuré incomparable, mais seulement d'observer à ce propos que la pensée scientifique doit être soucieuse, tout comme la littéraire, de la clarté de ses modes d'expression. Pour ne pas s'y être tenus, nombre de savants ont été incompris, ou leurs mérites n'ont été que tardivement reconnus.

* *

Voici donc, dès 1875, Le Bel revenu à ses fourneaux, si l'on peut dire. Il s'intéresse notamment à l'alcool amylique optiquement actif, à la chimie des oléfines, à l'isomérisation fumarique-maléique et, entre temps, aux obsédantes colonnes à rectifier. N'en soyons pas surpris, il entreprend aussi quelques études de fermentation appliquées au dédoublement, selon la méthode inaugurée par Pasteur. Ses instruments de choix sont avant tout ceux de la distillation et de la

polarimétrie. Au bout du compte, c'est une quarantaine de notes et mémoires que l'on voit s'échelonner jusqu'en 1890, tant au *Bulletin* qu'aux *Comptes rendus*.

On en relèvera tout autant, et sur des sujets fort apparentés, de 1890 à 1913, date à laquelle Le Bel publie à l'Académie un travail de nature fort imprévue, intitulé « Sur le rayon catathermique », travail qui fait partie, à la vérité, d'un groupe de recherches physiques de cosmogonie.

Le Bel entend ici par phénomène « catathermique » le retour centripète de l'énergie vers tout centre producteur de chaleur. Il reprend en cela une idée déjà émise et selon laquelle l'énergie perdue par les étoiles sous forme de lumière et de chaleur rayonnées serait susceptible de retour vers les sources émettrices par le jeu d'un rayon jusque-là ignoré des physiciens, précisément appelé catathermique. Bien au delà des aspects scientifiques auxquels se prête le sujet, bien au delà également des approches expérimentales fort ingénieuses sur lesquelles il tente d'appuyer ces aspects, — et cela en dépit d'interprétations parfois délicates —, Le Bel découvre ici des vues philosophiques sur la formation du monde, sur le fait que le cosmos se maintiendrait en équilibre énergétique par ses propres ressources, ceci à l'inverse de la théorie de Laplace qui fait intervenir une création incessante d'énergie. Ces vues particulières sur la stabilité de l'univers, qui furent sans doute peu goûtées, on l'imagine, par la Section de chimie de l'Académie, étaient celles que Le Bel se plaisait à développer avec ses amis dans des entretiens confiants et détendus, en particulier avec son visiteur fidèle qu'était alors l'abbé Jean-Baptiste Senderens, le collaborateur de Paul Sabatier. Entretiens certes cordiaux et sincères mais n'ayant pas permis toutefois que les bases premières de la représentation du monde physique se soient jamais rejointes chez les deux interlocuteurs, dont l'un ne cachait point son rationalisme souriant.

Il se devait enfin qu'un agnosticisme tenace entraînât Le Bel vers l'étude des origines de notre terrestre humanité. Il s'adonne à cette étude durant une vingtaine d'années, soit de 1910 à 1930. Bien qu'il dépasse alors la soixantaine, c'est avec une passion renouvelée et presque juvénile qu'il s'intéresse à l'activité de la Société française de préhistoire, dont il deviendra bientôt président, puis président d'honneur, et qu'il comblera sans cesse de dons personnels. Entre autres preuves de l'intérêt ainsi porté à la nature des premiers hommes, à l'évolution des races et des civilisations humaines, antérieurement à la connaissance de l'écriture, il convient de citer l'acquisition par Le Bel, en 1912, du domaine dit des Eyzies, près de Sarlat, domaine rendu célèbre par ses richesses paléontologiques depuis les découvertes de Cro-Magnon en 1868. Le Bel y fit sans doute nombre d'observations intéressantes sur les conditions primitives de l'homme, mais il ne les publia jamais. Il se contenta de décrire chez certains stalactites un intense et curieux phénomène de triboluminescence sous le choc du pic.

* *

Le Bel n'aurait-il été attentif qu'au sort de la Société française de préhistoire ? Certes non. Il portait le plus réel intérêt à la vie de la Société Chimique. Indépendamment des preuves d'attachement qu'il multiplia à son égard pendant de longues années, tant comme membre du Conseil et comme Président — en 1892 — qu'au titre de Rapporteur de la Commission des finances, il lui légua pour ainsi dire tout sa fortune. Au 250 de la rue Saint-Jacques, l'immeuble qui est depuis plus de quarante ans le Siège de notre Groupement n'avait pas été seulement construit par ses soins, en 1904-1905, pour lui servir de demeure et de laboratoire personnel, mais aussi pour que la Société chimique en devint ensuite propriétaire. Le donateur n'avait pas moins eu la délicatesse de joindre à cet important héritage celui d'un ensemble de valeurs mobilières restant sous sa garde discrète, c'est-à-dire « hors la vue » comme disent les tabellions. L'affligeant exode de 1940 vit ainsi le Professeur Marcel Delépine se charger, avec toute sa bonhomie naturelle, de la précieuse liasse de titres au porteur avant de sillonner les routes. Le patrimoine ainsi sauvegardé allait bientôt former l'essentiel de ce qui porte aujourd'hui le nom de Fondation Le Bel.

Lorsque Le Bel se fixa définitivement à Paris, il n'était pas loin de la soixantaine. Plusieurs amis fidèles aimèrent alors de le rencontrer rue Saint-Jacques. On pouvait y reconnaître Armand Gautier, Hanriot, Freundler, Charles Moureu, Georges Urbain, sans oublier l'abbé Senderens comme il a été déjà dit.

Au moment de sa disparition, le 6 août 1930, à quatre-vingt-trois ans Le Bel ne se trouve cependant entouré que d'une sœur et de son dévoué garçon de laboratoire. A cette époque estivale où Paris est déserté, la mort le surprend dans une relative solitude. Bien peu de ses compagnons et de ses admirateurs seront là pour accompagner sa dépouille au cimetière de Bagneux. Mais le reflet de son œuvre ignorera l'oubli.

Informations S.C.F.

46 Réunion

Séminaires de la S.C.F. du jeudi 12 décembre 1974,
à Paris

Section d'Orléans : séance du jeudi 23 janvier 1975

46 Communiqués

Commémoration du Centenaire de la théorie du
carbone tétraédrique

Division de chimie organique ; Journée parisienne
du 13 mars 1974

Assemblée annuelle 1975

Prix de la Société Chimique de France

47 Nouveaux Membres

47 Compte rendu des séances des Sections régionales

48 Demandes et offres diverses

49 Sommaires des fascicules de novembre 1974 du B.S.C.F.



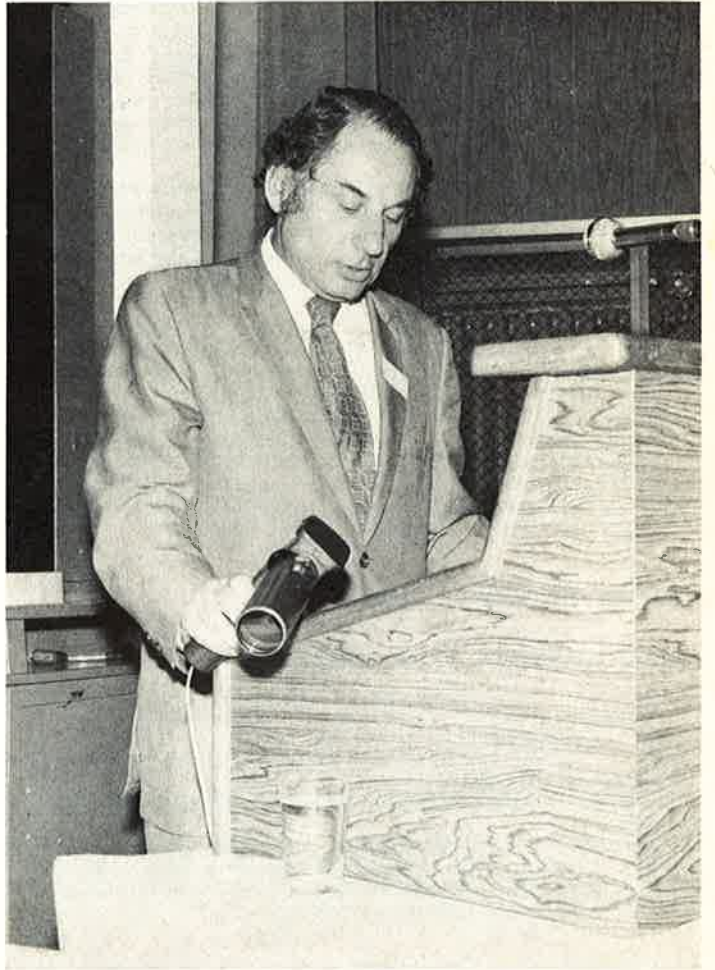
Le Président André Michel



Le Président Alain Horeau



Le Président Léon Velluz



Le Professeur E. Eliel

Réunions

Séminaires de la Société Chimique de France

Le séminaire du mois de décembre, de la Société Chimique de France, organisé par la Division de chimie organique, aura lieu le jeudi 12 décembre 1974 à 14 h 30 (amphi A), à l'E.N.S.C.P., 11, rue Pierre-et-Marie-Curie, Paris 5^e. Les conférences suivantes seront présentées :

Structures des micelles. Exemple de réaction en phase micellaire, par M. G. Bram (Université Paris-Sud).

Effets micellaires sur la vitesse des réactions et les équilibres chimiques, par Mme P. Viout (C.N.R.S., Thiais).

Un résumé des conférences sera distribué aux auditeurs en début de séance.

Section d'Orléans

Séance du jeudi 23 janvier 1975

La réunion aura lieu, à 17 heures, dans l'amphithéâtre n° 3 de l'U.E.R. Sciences d'Orléans-la-Source. M. Louis Pichat (C.E.A.) présentera une conférence intitulée :

Synthèse chimique de molécules marquées au carbone 14 et au tritium. Problèmes de purification, de concentration et de contrôle de pureté.

Communiqués

Commémoration du Centenaire de la théorie du carbone tétraédrique

Le mardi 17 septembre 1974, s'est tenue à la Maison de la Chimie à Paris, la Séance solennelle de Commémoration organisée par la Société Chimique de France, sous le haut patronage de l'Académie des Sciences.

A cette occasion, de nombreuses Sociétés savantes étrangères avaient manifesté leur sympathie et leur intérêt en adressant des messages de félicitations ou en déléguant des personnalités scientifiques pour les représenter. On notait ainsi, avec plaisir, la présence des Professeurs A. Bruylants (Louvain-La-Neuve), représentant l'Académie Royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique; E. Cherbuliez (Genève), représentant la Société Suisse de Chimie; G. Kerstein (Hameln), représentant la Gesellschaft Deutscher Chemiker, de M. P. Lambert, Président de la Société Chimique de Belgique, du Professeur P. E. Verkade (La Haye), représentant la Société Royale de Chimie des Pays-Bas.

Parmi la nombreuse assistance, se trouvaient également des Collègues étrangers, participant aux Journées de Chimie Organique d'Orsay : les Professeurs B. Belleau (Mc Gill University, Montreal), J. K. Kochi (Indiana University, Bloomington), J. C. Richer (Université de Montréal), G. Stork (Columbia University, New York).

Après l'allocution d'ouverture du Professeur A. Michel, Président de la Société Chimique de France, les exposés suivants furent présentés : *Quelques aspects de la fécondité du concept de Le Bel et Van't Hoff*, par le Professeur A. Horeau (Collège de France).

Réflexions sur la vie et l'œuvre de J. A. Le Bel, par le Professeur L. Velluz (Académie des Sciences). Le texte de cet exposé se trouve page 39. *La stéréochimie après Le Bel et Van't Hoff; les 25 dernières années (1949-1974)*, par le Professeur E. Eliel (University of North Carolina). La Séance fut suivie d'une Réception organisée dans les Salons de la Société des Amis de la Maison de la Chimie.

Division de chimie organique

Journée parisienne de la Division

La Journée parisienne de la Division de chimie organique aura lieu le jeudi 13 mars 1975.

Quatre conférences plénières sont prévues. Aucune communication spécialisée ne sera présentée.

Cette réunion remplacera le séminaire S.C.F. du jeudi pour le mois de mars.

Une prochaine annonce dans l'*Actualité chimique* précisera les détails de cette Journée qui se tiendra dans l'amphithéâtre A de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris, 11, rue Pierre-et-Marie-Curie, Paris 5^e (parking disponible rue Soufflot).

Assemblée annuelle 1975

Organisée par la Section de Caen, l'Assemblée annuelle de la Société Chimique de France se tiendra dans cette ville les 28, 29 et 30 mai 1975.

Présentation, envoi des résumés des communications

Les résumés des communications de l'Assemblée annuelle, comme d'ailleurs tous les résumés destinés aux réunions de la S.C.F., doivent être présentés de la manière suivante :

- le titre de la communication souligné (éviter d'écrire le texte en lettres capitales);
- les noms des auteurs précédés de M., Mme ou Mlle et des initiales des prénoms (le tout souligné);
- le texte de la communication, d'une vingtaine de lignes au maximum (éviter de souligner les mots). Nous rappelons que les composés chimiques doivent être désignés par des chiffres arabes soulignés et que les formules développées doivent être dessinées avec le plus grand soin;
- éventuellement la bibliographie, séparée par un double interligne du texte, doit être présentée conformément aux règles du Bulletin de la S.C.F. : noms des auteurs, titre de la revue souligné, année, numéro du tome doublement souligné, pages;
- entre parenthèses et souligné, indiquer l'intitulé et l'adresse complète du laboratoire en évitant d'écrire le texte en lettres capitales.

Adresser les résumés *avant le 1^{er} mars 1975* aux Secrétaires des Divisions de la Société Chimique de France :

Division de chimie analytique : Mme D. Bauer, Laboratoire de chimie analytique, E.S.P.C.I., 10, rue Vauquelin, 75005 Paris;

Division de chimie organique : M. M. Maumy, Société Chimique de France, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris;

Division de chimie physique et chimie minérale : M. B. Besançon, Laboratoire de chimie minérale, Université René-Descartes, 4, avenue de l'Observatoire, 75270 Paris Cedex 06;

Division de l'enseignement de la chimie : M. G. Soussan, 133, rue Marceau, 91120 Palaiseau.

Prix de la Société Chimique de France

I. Règlement en vigueur

Nature des prix

a) Deux « prix généraux » : Prix Le Bel et Prix Sûe sont attribués chaque année par le Conseil d'Administration, indépendamment de la nature des travaux présentés, sous réserve qu'ils s'inscrivent dans le cadre de l'activité de la Société Chimique de France.

b) Chaque année, deux « prix de Division » sont attribués par le Conseil d'Administration à chacune des Divisions : Division de chimie analytique, Division de chimie physique et minérale, Division de chimie organique et Division de l'enseignement de la chimie. Ces prix prennent la suite des prix Adrian, Ancel, Leblanc, Schutzenberger et Willemart (annuels ou non) dont la couverture financière est, pour une très large part, assurée par la Société Chimique de France.

Le Conseil d'Administration de la Société Chimique de France désigne, lors de la réunion de mars-avril, les lauréats de l'année en cours, selon les dispositions ci-après :

Dossiers de candidature

Tout dossier, sous peine de nullité, doit satisfaire aux conditions suivantes :

- être parvenu avant le 15 janvier, à l'un des Présidents en exercice soit de la Division chimie analytique soit de la Division chimie physique et minérale soit de la Division chimie organique soit de la Division enseignement de la chimie,
- n'être présenté qu'à une seule Division,
- être présenté par une (ou deux) personne (en dehors de l'intéressé) membre de la Société Chimique de France,
- comporter les pièces suivantes :
 - un court curriculum vitæ,
 - un exposé de l'orientation des travaux et des résultats obtenus (3 pages maximum),
 - un exemplaire des tirés à part des publications,
- les candidats devront être membres de la Société Chimique de France.

Commission divisionnaire des prix

Chaque Président de Division constitue chaque année, avant le 1^{er} février, une Commission des Prix relative à sa spécialité (analytique, physique et minérale, organique, enseignement).

Il soumet la liste des membres au Président de la Société Chimique. Le Président de la Division est Président de cette Commission.

Il choisit 6 membres appartenant à la Division pour constituer ainsi une Commission de 7 personnes. 3 membres au moins devront être extérieurs à la région parisienne.

3 membres au moins devront faire partie du Conseil d'Administration de la Société Chimique de France.

Travail des Commissions

Chaque Commission examine les dossiers reçus et vérifie leur conformité aux règles énoncées ci-dessus.

Toute liberté est laissée au Président de Commission pour l'examen des dossiers.

Les membres des Commissions sont tenus au secret.

Les décisions sont prises par vote secret, à la majorité des 7 membres; le vote par correspondance étant admis.

Présentation des conclusions

Chaque commission de Division :

a) présente, si la valeur des travaux soumis le justifie un ou deux candidats aux prix généraux et rédige un rapport sur la valeur intrinsèque des travaux et les mérites de son ou de ses candidats;

b) établit pour l'attribution de ses deux prix de Division une liste classée comprenant :

trois noms si la Commission estime que ses candidats aux prix généraux ne doivent pas être présentés au Conseil pour un prix de Division, ou si elle n'a pas présenté de candidats aux prix généraux,

quatre noms si la Commission estime que l'un de ses candidats à un des prix généraux peut être présenté pour un prix de Division,

cinq noms si la Commission estime que ses deux candidats aux deux prix généraux peuvent être présentés pour un prix de Division.

Le tableau de présentation devra stipuler clairement le cas où les chiffres ci-dessus ne seraient pas atteints (mention néant sur les lignes correspondantes).

Les noms des membres de la Commission de Division figureront sur ce document prévu en a) et b).

Ce document sera envoyé au Président de la Société Chimique de France.

Les rapports relatifs aux candidatures aux prix généraux (4 pages maximum) devront parvenir aux membres du Conseil au moins 15 jours avant la date de la réunion de mars/avril du Conseil d'Administration.

Examen par le Conseil

Prix généraux : Le Conseil attribue successivement sans discussion, au vote secret, à la majorité absolue, les prix généraux Le Bel et Süe.

Prix de Division : Les Présidents de Division rappellent ensuite les candidatures subsistant pour l'attribution des prix de Division. Ils exposent les raisons du choix de leur Commission.

Le Conseil d'Administration se prononce ensuite à la majorité absolue, par vote secret, sur les attributions des prix, Division par Division, d'abord pour le 1^{er} prix, puis pour le 2^e prix.

Nota : Par majorité absolue on entend : majorité absolue des suffrages exprimés par les membres présents.

Si, pour l'attribution d'un prix le nombre des candidats proposés est égal ou inférieur à deux, il ne sera procédé qu'à un tour de scrutin. Le Conseil est souverain pour décider que tel ou tel prix (général ou de Division) ne peut être attribué.

Communication des résultats

Les récipiendaires sont informés par les soins du Président du Conseil d'Administration.

Montant des prix 1975

Prix Le Bel : 5 000 F.

Prix Süe : 3 000 F.

Prix de Division : un prix de 2 000 F, un prix de 1 000 F.

II. Modalités d'application pour 1975

Les dossiers seront présentés par une personne autre que l'intéressé, membre de la Société Chimique de France, et envoyés aux adresses suivantes :

a) *chimie analytique* : M. le Président de la Division de chimie analytique de la S.C.F. (aux bons soins de Mme D. Bauer), Laboratoire de chimie analytique, E.S.P.C.I., 10, rue Vauquelin, 75231 Paris;

b) *chimie physique et minérale* : M. J. Flahaut, Président de la Division, Laboratoire de chimie minérale, Faculté de Pharmacie, 4, avenue de l'Observatoire, 75006 Paris;

c) *chimie organique* : M. J.-M. Conia, Président de la Division, Laboratoire des carbocycles, Bâtiment 490, Université Paris-Sud, 91400 Orsay;

d) *enseignement de la chimie* : M. R. Guillaumont, Président de la Division, Bâtiment 100, I.P.N., Université Paris-Sud, 91400 Orsay.

Nouveaux Membres

Sont nommés Membres de la Société Chimique de France :

M. Bouquant James, assistant (MM. Maujean et Chucho).
Mlle Darre Françoise, docteur spécialité (MM. Bertrand et Sotiropoulos).

Mme Dejardin-Duchêne Micheline (MM. Lapière et Renson).
MM. Derouet Daniel, docteur 3^e cycle (MM. Pinazzi et Brosse).
Domé Michel, assistant (MM. Vilkas et Wakselman).
Jamouille Jean-Claude, pharmacien (MM. Lapière et Renson).
Lortholary Pierre, assistant (M. Billy et Mlle Giraud).
Thibault Alain, ingénieur chimiste (MM. Brunat et Lahaye).

Compte rendu des séances des Sections régionales

Section de Lille

Réunion du vendredi 8 mars 1974

Présidence : M. Delhaye.

Au cours de cette réunion, les communications suivantes ont été présentées :

Étude des spinelles $M_{1-m}Co_{2+m}O_4$ ($M = Ni$ ou Cu) catalyseurs d'oxydation d'hydrocarbures éthyléniques,
par MM. M. Le Bras, H. Baussart et J. M. Leroy.

Les spinelles sont synthétisés suivant diverses méthodes, l'homogénéité des échantillons est vérifiée à l'aide d'une méthode utilisant le couplage microsonde-microscopie électronique. Une évolution structurale en fonction des rapports Ni/Co ou Cu/Co est proposée : progression concomitante du degré d'inversion de la structure pinelle et de Ni/Co; substitution du Co^{2+} en site tétraédrique par le Cu^{2+} pour x supérieur à 0,7 puis substitution du Co^{3+} en position octaédrique.

La stabilité thermique des oxydes $Ni_{1-m}Co_{2+m}O_4$ croît de manière monotone avec x . L'établissement du diagramme d'équilibre $NiO - CoO - NiCo_2O_4 - Co_3O_4$ a permis d'expliquer la dégradation thermique d'un spinelle mixte suivant la réaction :

spinelle 1 \rightleftharpoons spinelle 2 + monoxyde NiCo + O_2
(teneur en Ni > Sp.1).

La mise en évidence et la caractérisation des produits finals ont pu être réalisées au moyen de diverses techniques physico-chimiques.

Influence de la non-stœchiométrie du spinelle Co_3O_4 sur ses propriétés catalytiques et électriques,
par MM. L. R. Le Coustumer, A. d'Huysser, J. P. Bonnelle et J. P. Beau-fils.

L'oxyde de cobalt chauffé en atmosphère d'oxygène présente une structure lacunaire en cations métalliques suivant la formule $Co_{3-x}O_4$. Cet écart à la stœchiométrie est mesuré gravimétriquement par réduction totale du solide par l'hydrogène. On montre qu'il est responsable de la très bonne conductivité σ de nos échantillons ($\sigma = k\epsilon$) et qu'il intervient dans la vitesse v d'oxydation du méthane ($v = k'e^{2\sigma}$).

Séance du jeudi 21 mars 1974

Présidence : M. Heubel.

M. le Recteur Wolf (Université de Halle-Wittenberg), au cours de cette réunion, a présenté la conférence suivante :
Recherches sur la séparation de l'azote et de l'oxygène de l'air au moyen de tamis moléculaires. Théorie et applications.

Section d'Orléans

Séance du jeudi 18 avril 1974

Présidence : M. G. Vuillard, Président.

Au cours de cette réunion, M. Guy Remond, Ingénieur-Physicien au B.R.G.M., a prononcé la conférence suivante :

Identification et localisation des éléments en traces dans les matériaux non conducteurs.

Les limites de détection de l'analyse ponctuelle par spectrométrie de rayons X sont liées aux mécanismes de production des phénomènes d'une part, aux conditions expérimentales et instrumentales d'autre part. L'auteur présente les possibilités actuelles des spectromètres utilisant les détecteurs Si (Li) dans les conditions d'excitation de la microsonde électronique et du microscope à balayage. Il donne un bref aperçu des possibilités offertes en substituant à l'excitation électroniques de l'émission X celle par bombardement de la cible par des particules lourdes chargées.

La spectrométrie de masse, en utilisant les procédés de pulvérisation de la matière par des ions, ouvre de nouvelles perspectives pour

l'identification des éléments en très faibles teneurs. Par de nombreux résultats obtenus lors d'études d'échantillons naturels de cassitérite, l'auteur illustre le rôle complémentaire et non concurrentiel de l'analyseur ionique de la sonde électronique.

La communication suivante a ensuite été présentée :

Analyse de composés isomères par chromatographie en phase gazeuse, par M. Lafosse et M. H. Durand.

La séparation par chromatographie gaz-liquide de composés isomères nécessite l'emploi de phases stationnaires sélectives différentes selon le problème posé. L'emploi de colonnes capillaires de haute efficacité et donnant une plus grande résolution permet d'éviter cette multiplicité des phases tout en conservant un temps d'analyse plus court.

Dans le présent exposé nous montrons qu'à l'aide de deux phases classiques Squalane et Carbowax 1500, les colonnes capillaires ont permis de séparer et d'analyser qualitativement et quantitativement des isomères de position et des diastéréoisomères bromométhoxyalcanes et dibromoalcanes vicinaux.

(Laboratoire de chimie VII, U.E.R. de Sciences Fondamentales et Appliquées, 45045 Orléans Cedex).

Séance du mardi 7 mai 1974

Présidence : M. G. Vuillard, *Président*.

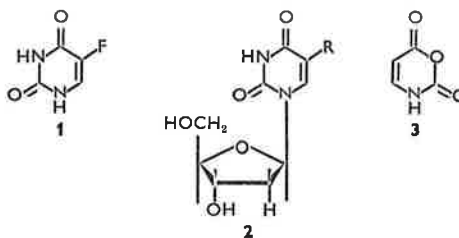
Au cours de cette réunion, M. le Professeur Charles Heidelberger a prononcé la conférence suivante :

Conception logique et progrès dans la chimiothérapie du cancer et des maladies à virus.

Le choix d'une méthode rationnelle de recherche dans le domaine de la chimiothérapie antitumorale et/ou antivirale est discuté à travers quatre exemples :

Le premier traite des données théoriques et expérimentales qui ont permis la découverte et la mise au point de la fluoro-5 uracile ou 5-FU 1, antimétabolite qui constitue actuellement l'un des médicaments

majeurs dans le traitement des cancers avancés des seins ou des intestins; il est montré que ce composé est métabolisé dans l'organisme en déoxyribonucléoside (2, R = F) lequel inhibe la formation normale de l'ADN par son incorporation à la place de la thymine. La position, la nature et la longueur de la liaison C — R joue semble-t-il un rôle essentiel; ainsi la déoxyido-5 uridine ou IDU (2, R = I) est inactive.



Un raisonnement identique a conduit à la synthèse de la déoxytri-fluorométhyl-5 ribouracile ou F 3 TDR (2, R = CF₃) qui s'est révélée extrêmement active vis-à-vis des virus à ADN, notamment le virus de l'herpès.

Le troisième exemple, basé sur la notion d'isostérie, a conduit à la préparation de « l'anhydride uracique » 3 et du nucléoside correspondant par remplacement d'un azote pyrimidique par un atome d'oxygène; malheureusement et contrairement à toute attente, ces composés se sont montrés peu actifs.

Le quatrième exemple, encore en cours d'étude, repose sur la préparation, à partir d'un modèle moléculaire, d'un composé susceptible de se lier spécifiquement, par liaison hydrogène, aux groupes G — C de la double hélice de l'ADN. Ainsi a été mise au point, en une synthèse de 20 étapes, une cyclopentaisoquinolone comportant une fonction méthylcarbamylique susceptible de se lier à l'ADN avec un certain degré de G — C spécificité (ce qui est démontré expérimentalement par des études de dialyse d'équilibre). Ce composé a montré une activité assez intéressante de cytotoxicité vis-à-vis des cellules leucémiques en culture qui laisse augurer d'une nouvelle voie de recherche pour la chimiothérapie anticancéreuse et/ou antivirale.

(Mc Ardlé Laboratory for Cancer Research, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin 53706).

Demandes et offres diverses

Ing. chim. 40 ans, licenciée ès sciences, Docteur d'Université, 14 ans expérience synthèse organique, anglais, cherche situation dans labo. recherche, service documentation, brevets ou assistance technique. Paris ou banlieue. Écrire Soc. Chim. n° 210.

A vendre : Chemical Abstracts 1957 n° 18 à 22 + tables auteurs, sujets, formules (brochés).

1958 à 1962 (incluse) complètes (de 1958 à 1960 brochés) + tables auteurs, sujets, formules.

Chemical Abstracts, Organic sections, 1963 à 1965 (incluse) complètes. Écrire Soc. Chim. n° 211.

Bibliothèque scientifique recherche : Beilstein Handbuch der organischen chemie.

Traité de base : Vol. 20 à 36. 1^{er} supplém. : Vol. 11 à 31. 2^e supplém. : complet. 3^e supplém. : complet. Écrire à Soc. Chim. n° 212.

A vendre : Bull. Soc. chim. 1952 à 1968, complet. Écrire à P. Kormann, 7a, rue Alfred-Hartmann, 68140 Munster.

J.H., 27 ans, docteur de spécialité en chimie organique recherche emploi dans labo. de recherche ou industrie chimique ou pharmaceutique, libre de suite, examinera toutes propositions. Écrire à : Leger Louis, 61200 Vrigny par Argentan.

Une bourse (env. 16 500 an, renouvelable) est proposée à étudiant, maître ès science,

chimie ou chimie physique, désirant préparer doct. 3^e cycle (photochimie organique). S'adresser : Professeur G. Cauquis, Lab. EOA, C.E.N. Grenoble, B.P. 85, 38041 Grenoble Cedex. Tél. (76) 97.41.11.

J.H., 25 ans, ing. chim., D.E.A. chimie générale (option cinétique chim.), libéré O.M., disponible de suite, cherche situation dans Industrie chimique (recherche appliquée, contrôle ou fabrication), Paris ou Province. Écrire à B. Deschamps, 119, rue Gramme, 92700 Colombes (tél. 242.80.02).

A vendre : Bull. Soc. Chim. 1923 à 1957. Bon état. Écrire à : Dr. Wynberg, Université of Groningen, Department of organic chemistry, Zernikelaan, Groningen, Netherlands.

Bulletin de la Société Chimique de France

décembre 1974

SOMMAIRE DE LA PREMIÈRE PARTIE

CHIMIE ANALYTIQUE — CHIMIE MINÉRALE — CHIMIE PHYSIQUE

BOSCHETTI (E.), TIXIER (R.) et URIEL (J.). Chromatographie de perméation sur gel d'acrylamide-agarose	2295
DIRHEIMER (G.). Comparaison de la chromatographie de perméation et des autres types de chromatographie pour le fractionnement des acides ribonucléiques, des oligonucléotides et de leurs dérivés	2303
PEYROUSET (A.). La chromatographie préparative de partage en phase liquide appliquée aux polymères	2279
RINAUDO (M ^{me} M.). Application de la chromatographie de perméation sur gel dans le domaine des polysaccharides.....	2285
VRIES (A.J. de). Pouvoir séparateur des colonnes de chromatographie d'exclusion stérique garnies de supports minéraux poreux	2273
WORMSER (M ^{lle} Y.). Application de la chromatographie sur gel à l'étude d'un équilibre chimique	2300
LAFOSSE (M.). Emploi de données de rétention chromatographiques pour identifier les composés organiques (Mise au point) .	2457
ARIGUIB-KBIR (N.) et STAHL-BRASSE (R.). Sur les orthoarséniates doubles alcalins-alcalino-terreux. IV. — Étude des systèmes $K_2AsO_4 - M_3^{II}(AsO_4)_2 - H_2O$ à 22 °C.....	2343
BACHELIER (J.) et QUEMENEUR (E.). Mise en évidence dans le système $PbO - ZnO - Nb_2O_5$ d'une phase pyrochlore cubique présentant de larges écarts à la stœchiométrie ..	2399
BILLAUD (D.), BALESDENT (D.) et HEROLD (A.). Recherches sur l'insertion simultanée de deux métaux alcalins lourds dans les carbones. II. — Données expérimentales sur les systèmes graphite-rubidium-césium et graphite-potassium-césium. Étude thermodynamique des systèmes ternaires formés par le graphite et deux métaux alcalins. Effet isotopique dans le système graphite-rubidium	2402
BILLAUD (D.) et HEROLD (A.). Recherches sur l'insertion simultanée de deux métaux alcalins lourds dans les carbones. III. Données structurales. Discussion sur la liaison dans les composés graphite-alcalin lourd.....	2407
BREGEAULT (J.-M.) et PANNETIER (G.). Complexes formés par addition d'un halogénure mercurique et d'un di- μ -halogéno-bis(η -cyclooctadiène-1,5)dicuivre (I)	2370
BRIEND-FAURE (M ^{me} M.), KERMAREC (M ^{me} M.), DELAFOSSE (M ^{me} D.) et CORNU (M ^{me} O.). Étude des gels de silice-magnésie. I. — Préparation et étude structurale	2393
CARPENTIER (J.-M.) et FLEURY (M.-B.). Réponse à une lettre à la Rédaction intitulée : « Réponse à trois mémoires sur l'utilisation des fonctions d'acidité » (Lettre à la Rédaction)	2453
CASSOUX (P.) et CANSÉLIER (J.-P.). Étude magnétooptique de quelques hétérocycles benzocondensés oxygénés, soufrés et azotés	2379
CHAIGNEAU (M.) et CHASTAGNIER (M.). Action du bromochlorodifluorométhane sur quelques oxydes métalliques .	2357
CHAPELON (R.) et POUYET (B.). Réalisation d'un appareillage de décharge haute-fréquence pour des oxydations par l'oxygène singulet	2367
CHARVILLAT (J.-P.), SABATIER (R.) et BAUD (G.). Oxyfluorures de type perovskite contenant de l'uranium hexavalent	2373
COMPAGNON (P. A.), HOANG-VAN (C.) et TEICHNER (S. J.). Sur un nouveau catalyseur au platine déposé sur l'alumine amorphe. II. — Étude de l'adsorption sélective de l'hydrogène par la technique chromatographique pulsée .	2311
COMPAGNON (P. A.), HOANG-VAN (C.) et TEICHNER (S. J.). Sur un nouveau catalyseur au platine déposé sur l'alumine amorphe. III. — Étude gravimétrique de la chimisorption du monoxyde de carbone	2317
COUSSEMANT (F.). Réponse à trois mémoires sur l'utilisation des fonctions d'acidité (Lettre à la Rédaction)	2455
DEGUEN (C.) et LAMACHE (M.). Mise en évidence et étude des réductions polarographique et électrolytique de complexes de $Molp$ et de l'acide orthophocolylaminodiacétique	2387
DÉMARET (A.), D'YVOIRE (F.) et GUÉRIN (H.). Sur les arséniate d'étain (IV). I. — Préparation de composés cristallisés. Étude des hydrogéoarséniate échangeurs de cations : $H_2[Sn(AsO_4)_2] \cdot H_2O$ et $H_2[Sn(AsO_4)_2] \cdot 0,5 H_2O$.	2335
EHRENFREUND (M.) et LEIBENGUTH (L. J.). Réduction cathodique de films d'oxyde-hydroxyde et d'oxydes de fer. I. — Réduction de γ - $FeOOH$ en milieu $(NH_4)_2SO_4$ 2 M-ammoniacque	2434
EHRENFREUND (M.) et LEIBENGUTH (J. L.). Réduction cathodique de films d'oxyde-hydroxyde et d'oxydes de fer. II. — Réduction de γ - Fe_2O_3 et α - Fe_2O_3 en milieu $(NH_4)_2SO_4$ 2 M-ammoniacque	2439
EHRENFREUND (M.) et LEIBENGUTH (J.-L.). Réduction cathodique de films d'oxyde-hydroxyde et d'oxydes de fer. III. — Réduction dans des milieux autres que $(NH_4)_2SO_4$ 2M-ammoniacque	2443
FLORET (A.). Méthode rapide pour le microdosage des halogènes dans les substances organiques	2350
GAGNAIRE (D.) et ODIER (L.). Nitroxydes dérivés du glucose et de la cellulose	2325
GUTH (J.-L.), CAULLET (P.) et WEY (R.). Contribution à l'étude du mécanisme de formation des zéolites. II. — Mise en évidence de complexes aluminosilicates solubles par conductométrie	2363
HABIBI (N.), DUÇOURANT (B.), FOURCADE (R.) et MASCHERPA (G.). Étude des heptafluorodiantimonates III de rubidium, thallium et ammonium. Évolution structurale de l'entité anionique dans la série MSb_2F_7 ($M = K, Rb, Cs, NH_4$ et Tl)	2320
HOUNGBOSSA (K.) et BERTHON (G.). Stabilité des complexes d'argent de dérivés méthylés de la pipérazine	2418
HUBERT (J.-Ph.). Contribution à l'étude des molybdites des terres rares. I. — Bimolybdites $Ln_2Mo_2O_2$	2385
LECLERCQ (M ^{me} G.), LECLERCQ (L.) et MAUREL (R.). Hydrogénolyse d'hydrocarbures saturés. I. — Hydrogénolyse du butane sur platine-alumine	2329
MANEGLIER-LACORDAIRE (S.), RIVET (J.), KHODADAD (P.) et FLAHAUT (J.). Le système ternaire germanium-tellure-soufre (Lettre à la Rédaction)	2451
MATHIEU (R.) et POILBLANC (R.). Complexes dérivés des ligands phosphorés et des métaux hexacarbonyle du groupe VI.A. II. — Les réactions de déplacement de ligands dans les complexes monocarbonyle $MCO[P(OCH_3)_3]_5$	2347
RIVENQ (F.). Ébulliométrie des mélanges dichloro-1,2 éthane-toluène. (Note de Laboratoire)	2429
SECHERESSE (F.), LEMERLE (J.) et LEFEBVRE (J.). Étude de la polymérisation du thiomalate d'argent	2423
THEOBALD (F.) et VIDONNE (A.). Essai sur la structure de $NH_4V_4O_{10}$	2431
THEVET (F.) et DAGRON (C.). Contribution à l'étude des solutions solides entre les bromures et les iodures stanneux et stanniques	2448
VITTORI (O.) et PORTHAULT (M.). Étude par polarographie à tension alternative surimposée à détection de phase de systèmes réversibles. Application au dosage d'espèces réductibles au même potentiel	2411
VOLAIRE (M.), VITTORI (O.) et PORTHAULT (M.). Application de la polarographie à tension alternative surimposée et de la polarographie impulsionnelle au dosage simultané du plomb et de l'arsenic ^{III}	2415
D'YVOIRE (F.) et DÉMARET (A.). Sur les arséniate d'étain (IV). II. — L'hydroxyarséniate $Sn(OH)AsO_4 \cdot xH_2O$ ($0 \leq x < 0,4$)	2340

SOMMAIRE DE LA DEUXIÈME PARTIE

CHIMIE ORGANIQUE — BIOCHIMIE

AVEDIKIAN (A. M.), KERGMARD (A.), TARDIVAT (J. C.) et VUILLERME (J. P.). Acétolyse des éthers XI. Absence de participation du solvant dans l'attaque d'éthers β -aryléthyls par le perchlorate d'acétyle (Lettre à la Rédaction)	2653	GÉRARD (F.) et MIGINIAC (Ph.). Action d'organométalliques $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{M}$ et $\text{C}_6\text{H}_5 = \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{M}$ (M = Li, ZnBr, $\text{Al}_{2/3}\text{Cl}$) sur les cétones; étude de la réversibilité de la réaction	2527
AYEDI (H. F.), TOUZAIN (Ph.) et BESSON (J.). Cinétique d'oxydation d'un amalgame de sodium et d'un amalgame de potassium par le dioxyde de soufre	2564	GROSJEAN (B.), COMPAGNON (P.-L.) et DEGRAND (C.). N-(picolyl-2')-pyridinecarboxamide-2, produit de réaction inattendu du pyridinecarbaldéhyde-2 en présence d'un acétylure alcalin, dans l'ammoniac liquide. (Note de Laboratoire)	2589
BACHELET (J.-P.), DEMERSEMAN (P.) et ROYER (R.). Réactions induites par les halogénures de pyridinium. XVIII. — Sur l'élimination de substituants d'éthers phénoliques au cours de leur désalcoylation par le chlorure de pyridinium	2631	HEDAYATULLAH (M.), PAILLER (J.) et DENIVELLE (L.). Aminolyse des esters iminocarboniques et cyaniques ..	2495
BARRE (F.) et MARÉCHAL (E.). Synthèse et étude de la polymérisation cationique de quelques diméthyl méthoxy-4 styrènes	2599	KERGMARD (A.), TARDIVAT (J.-C.) et VUILLERME (J.-P.). Nouvelle préparation des éthers du myrténol et du <i>trans</i> pinocarvéol. Leur réactivité	2572
BAUMES (R.), JACQUIER (R.) et TARRAGO (G.). Condensation des N-arylhyazones d'aldéhydes sur le propiolate de méthyle	2547	LE BERRE (A.) et DELACROIX (A.). L'addition des sels d'amines tertiaires aux composés éthyléniques électrophiles. V. — Cinétique de l'addition du chlorure de pyrazinium à l'acrylamide	2639
BOIGEGRAIN (R.-A.), CASTRO (B.) et GROSS (B.). Sels d'alkyloxyphosphonium. IX. — Activation de l'hydroxyle anomère du di- <i>isopropylidène</i> -2,3,5,6 α -D-mannose furanno	2623	MONTAUDON (E.) et LALANDE (R.). Additions radicalaires. XII. — Addition d'hétérocycles oxygénés aux acétyléniques vrais	2639
BRIENNE (M.-J.) et JACQUES (J.). Configurations absolues et dichroïsme circulaire de dérivés du dihydro-9,10 éthano-9,10 anthracène et du dihydro-1,4 éthano-1,4 naphthalène	2647	OLIVEROS (L.). Préparation d' <i>o</i> -alkylméthylaminophénols par hydrogénation catalytique de sels d'alkyl-2 méthyl-3 benzoxazolium	2628
CALAS (R.), BOURGEOIS (P.), DUNOGUÈS (J.), PISCIOTTI (F.) et ARRÉGUY (B.). Réactivité du diméthyl-1,1 sila-1 cyclopentène-3; synthèse du butène-3 yl diméthylchlorosilane	2556	PERRAUD (R.) et PIERRE (J.-L.). Études conformationnelles en série bicyclo[4.1.0]heptane. Utilisation des déplacements induits par $\text{Eu}(\text{DPM})_3$	2615
CASTRO (B.) et AMOS (J.). Anion oxalyle. I. — Formation et stéréochimie d'un ester glycidique α -chloré dans la réaction de Darzens du dichloroacétate d'isopropyle sur la (5α)cholestanone-3	2559	PERRIOT (P.) et GAUDEMAR (M.). Réactions de transfert électronique concernant les esters d'alcools α -acétyléniques γ -bromés	2603
COMEAU (L.-C.) et BRAUN (J.-A.). Sur la structure d'un hétéroside commun à quelques mimosacées de l'ouest africain. III. — Structure de l'hétéroside: étude préliminaire de l'hétéroside et nature des oses du polysaccharide	2513	PERROT (C.) et CERUTTI (E.). Condensation du phényl-3 propanedioneoate d'éthyle avec quelques phénols	2591
COMEAU (L.-C.) et BRAUN (J.-A.). Sur la structure d'un hétéroside commun à quelques mimosacées de l'ouest africain. IV. — Structure de l'hétéroside: séquence du polysaccharide et position sur le triptène	2517	RICART (G.). Réduction de l'isophorone oxime par l'hydrure double d'aluminium et de lithium	2607
COMEAU (L.-C.), DRUET (D.) et BRAUN (J.-A.). Étude chimique de piptadeniastrium africanum. I. — Étude des glycosides: les aglycones	2643	RIGAUDY (J.), PERLAT (M.-C.) et NGUYEN KIM CUONG. Transformations acido-catalysées des photooxydes <i>més</i> o des acènes. V. — Le photooxyde du phényl-9 anthracène isomérisation en diphenyl-isobenzofuranne hydroxylé ...	2521
COMPAGNON (O.) et COMPAGNON (P.-L.). Cétones dérivées de la pyridine et de la quinoléine. VI. — ω -dicétones, cyclopenténones et cyclohexénones pyridiniques et quinoléiniques (Note de laboratoire)	2596	RIOUX-LACOSTE et VIEL (C.). Réaction de Dische et prolongements. IV. — Mise en évidence d'une réaction colorée spécifique des aldéhydes α -cétoniques permettant leur caractérisation et leur dosage	2463
DELPUECH (J. J.) et SERRATRICE (G.). Transferts protoniques de sels d'ammonium substitués. XII. — Comparaison de sels de pyridinium <i>ortho</i> , <i>méta</i> et <i>para</i> substitués.	2500	RIOUX-LACOSTE (C.) et VIEL (C.). Réaction de Dische et prolongements. V. Isolement et détermination de la structure des produits formés lors de la réaction des glyoxals avec le réactif de Dische	2471
DUGUAY (G.), METAYER (C.) et QUINIOU (H.). Recherches sur les composés sulfurés organiques. XVII. — Arylamino-4 butène-3 thiones-2. Amino-4 et arylamino-4 pentène-2 thiones-2	2507	RIOUX-LACOSTE (C.), IZARD-VERCHÈRE (C.), RUMPF (P.) et VIEL (C.). Réaction de Dische et prolongements. VI. — Isolement et détermination de la structure du produit principal de la réaction de Dische	2478
FELLOUS (R.), LIZZANI-CUVELIER (L.), LUFT (R.), RABINE (J.-P.) et ROUILLARD (M.). Comportement des éthers. II. — Étude physico-chimique des allyloxyalcanes: chromatographie en phase gazeuse et spectroscopie de résonance magnétique nucléaire	2482	RIPOLL (J.-L.). Réactions rétrodiéniques. II. — Thermolyse d'éthano-9,10 dihydro-9,10 anthracènes: synthèse de dihydro-2,5 furannes	2567
FLORENTIN (D.), ROQUES (B.-P.), METZGER (J.-M.) et COLIN (J.-P.). Synthèse de sulfamides boroaromatiques .	2620	SEKIGUCHI (H.), TSOURKAS (P.) et RAPACOULIA (M ^{me}). Préparation et propriétés des sels d'ammoniums quaternaires de lactames ou d'autres acides très faibles	2585
FURSTOSS (R.), ESPOSITO (G.), TEISSIER (P.) et WAEGELL (B.). Synthèse de composés azabicycliques pontés bifonctionnels. Réactions intramoléculaires d'une N-chloramine avec un éther d'énol	2485	VILLERMAUX (S.) et DELPUECH (J.-J.). Solvatation ionique dans des milieux hydroorganiques. III. — Ions H^+ et OH^- dans des mélanges eau-dioxanne, eau-diméthylsulfoxyde, eau-acétonitrile, eau-méthanol	2534
		VILLERMAUX (S.) et DELPUECH (J.-J.). Solvatation ionique dans des milieux hydroorganiques. IV. — États de transition de réactions $\text{S}_{\text{N}}2$ dans des mélanges eau-dioxanne et eau-DMSO	2541
		VO QUANG (M ^{lle} L.) et YEN VO QUANG. Cycloaddition de diazoalcanes à quelques alcénynes conjugués	2575

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Reconnue d'utilité publique par décret du 27 novembre 1864

DEMANDE D'ADHÉSION

Je demande mon admission au titre de Membre de la Société Chimique de France.

Nom et prénom : M., M^{me}, M^{lle} * (en capitales) _____

Titres ou profession : _____

Adresse : _____

A _____ le _____ 197

Je désire adhérer :

- * à la Division de chimie analytique.
- * à la Division de chimie physique et chimie minérale.
- * à la Division de chimie organique.
- * à la Division de l'enseignement de la chimie.

MM. _____

présentent ma candidature.

Signature du demandeur : _____

Signature des parrains : _____

* Rayez la mention inutile.

COTISATIONS ET SOUSCRIPTIONS 1975 DES MEMBRES DE LA S.C.F.F.

PERSONNES PHYSIQUES (*)

- Cotisation individuelle (**)
- Souscription à l'Actualité Chimique F 100
- Cotisation complémentaire pour les couples F 25
- Souscription au Bulletin (tarif préférentiel réservé aux Membres)
- Type A (partie chimie analytique, chimie physique et chimie minérale) F 75
- Type B (partie chimie organique et bio-chimie) F 75
- Type C (les deux parties du Bulletin) F 150
- Supplément pour les Membres résidant à l'étranger (frais d'envoi des périodiques) F 50

Total à verserF _____

PERSONNES MORALES (Sociétés, Laboratoires, Bibliothèques) (*)

- Résidant en France F 500
- Résidant à l'Étranger F 600

(*) Mettre une croix au niveau de chaque option choisie.

(**) Les étudiants de 3^e cycle peuvent bénéficier d'un tarif préférentiel (F 75) en joignant la copie d'un certificat de scolarité.

Cette demande d'adhésion doit être envoyée au Secrétariat de la S.C.F.F., 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris, accompagnée du versement correspondant (chèque bancaire à l'ordre de la Société Chimique de France ou virement postal, pour le compte 280-28 PARIS).

**FICHE DE CHANGEMENT D'ADRESSE
POUR LES MEMBRES
DE LA S.C.F.**

Remplir cette fiche uniquement si nous devons rectifier l'adresse à laquelle le Bulletin et « l'Actualité chimique » doivent vous parvenir.

A renvoyer au Secrétariat de la Société Chimique de France, 250, rue St-Jacques, 75005 Paris.

NOM _____

Prénom _____

Ancienne adresse _____

Nouvelle adresse _____

Observations _____

Nota : Seuls les changements d'adresses signalés à l'aide de cette fiche seront pris en considération.

Nous vous rappelons que chaque changement d'adresse doit être accompagné d'un règlement de 10 F.

**Partie réservée à la Société Chimique de France
(à ne pas remplir)**

Ancienne adresse _____

Ancienne référence _____ Nouvelle référence _____

**FICHE DE CHANGEMENT D'ADRESSE
POUR LES ABONNÉS
DE « L'ACTUALITÉ CHIMIQUE »**

Remplir cette fiche uniquement si nous devons rectifier l'adresse à laquelle « L'actualité chimique » doit vous parvenir.

A renvoyer au Secrétariat de la Société Chimique de France, 250, rue St-Jacques, 75005 Paris.

NOM _____

Prénom _____

Ancienne adresse _____

Nouvelle adresse _____

Observations _____

Nota : Seuls les changements d'adresses signalés à l'aide de cette fiche seront pris en considération.

Nous vous rappelons que chaque changement d'adresse doit être accompagné d'un règlement de 10 F.

**Partie réservée à la Société Chimique de France
(à ne pas remplir)**

Ancienne adresse _____

Ancienne référence _____ Nouvelle référence _____

Janvier 1974

Un art planétaire

par *V. Vasarely*

Les « facteurs orbitaux »

par *Nguyen-Trong Anh*

L'ionisation atmosphérique naturelle et artificielle.

Son action sur les êtres vivants

par le *Dr. J. Métadier*

L'enseignement de la chimie à Cuba

par *L. Garcia*

Évolution récente de l'industrie chimique française

par *François Guinot*

Février 1974

La naissance des formules moléculaires

en chimie organique

par *Albert Kirmann* (†)

La science manipulée

par *Claude-Jérôme Maestre*

Photochimie. III. Composés carbonylés

par *Jean Kossanyi*

Qu'est-ce que le « Keller Plan » ?

par *Pierre Laszlo*

Une expérience de rénovation pédagogique

de l'enseignement de la chimie dans le second degré

par *Maurice Gomel*

Évolution récente de l'industrie chimique française II

par *François Guinot*

Mars 1974

Photochimie. III. Composés carbonylés (2)

par *J. Kossanyi* et *B. Furth*

L'ultracentrifugation analytique et ses applications en chimie minérale

par *Jean Lemerle*

L'enseignement supérieur à l'heure de l'Europe.

La chimie au niveau du 1^{er} cycle en R.F.A.

par *Jean-Charles Pariaud*

Évolution récente de l'industrie chimique française III

par *François Guinot*

Liebig

par *Chemicus*

Avril 1974

Les pesticides et l'environnement

Photochimie. IV. Photo-oxygénation et oxygène excité

par *Jean Rigaudy*

Quelques aspects de la géochimie des éléments traces

par *Jacques Faucherre*

L'enseignement des sciences physiques

dans le second degré

Wöhler

par *Chemicus*

Mai 1974

L'or : mythe fabuleux, refuge prosaïque

par *Roland Guinier du Vignaud*

Photochimie. V. Applications industrielles

des synthèses photochimiques

par *Martin Fischer*

Les hautes températures

par *Robert Collongues*

Les systèmes d'unité dans l'enseignement

de la chimie physique structurale

par *Maurice Pasdeloup*

A propos de Pasteur

par *Chemicus*

Juin 1974

Synthèse organique, biochimie et thérapeutique :

une interview sur « France-Culture »

L'électrochimie organique

par *Étienne Laviron*

Méthodes thermodynamiques d'étude

des équilibres d'association

dans les systèmes biologiques

par *R. L. Biltonen*

Liaison pédagogique

« mathématiques-sciences physiques »

par *Maurice Gomel* et *Alexis Vasseur*

Il y a 100 ans... « les spectres lumineux »

par *Janus*

Septembre 1974

La chimie au C.N.R.S.

par *Jean Cantacuzène*

Électrochimiluminescence

par *Allen J. Bard*

Détermination de la pureté par analyse thermométrique

par *Paul Cléchet* et *Henri Tachoire*

La chromatographie par perméation de gel

par *G. Seroussi*

Octobre 1974

Les charlatans de la pédagogie contemporaine

par *Lucien Morin*

Conceptions actuelles sur les mécanismes

des réactions « redox » inorganiques

par *Pierre Souchay* (†)

Détermination de la pureté

par analyse thermométrique (II)

par *Paul Cléchet* et *Henri Tachoire*

L'enseignement de la thermodynamique macroscopique

en vue des sciences biologiques

par *Pierre Belin*

Organiciens russes au 19^e siècle

par *Chemicus*

Novembre 1974

L'aventure chimique : des cavernes

aux géants industriels

par *Roland Guinier du Vignaud* et *Brigitte Melen*

Les hydrates de gaz ou clathrates d'eau

et leurs perspectives d'application

par *N. Gérard* et *R. Pernolet*

La microscopie électronique à haute résolution :

un nouveau moyen d'étude des structures cristallines

par *G. Schiffmacher*

Introduction de notions élémentaires

sur les matériaux du cours de chimie minérale

du 1^{er} cycle

par *R. Naslain*

Gerhardt. Auguste Laurent

par *Chemicus*

Décembre 1974

Les méthodes du génie chimique (1^{re} partie)

par *Pierre Le Goff*

Ordinateur et synthèse organique

Fichiers de produits commerciaux

A. La Tela, *R. Barone*, *M. Chanon* et *J. Metzger*

Comment enseigner la chimie industrielle ?

par *Henri Guérin*

La variance « ne varietur »

par *M. Destriau*

