

CHIMIE ET BIOTECHNOLOGIES

ISSN : 0151-9093

l'actualité chimique

mars 1984

éditée par
la Société Chimique de France et la Société de Chimie Industrielle

Quelles disciplines scientifiques n'évoluent pas ?
Aucune, et la chimie n'échappe pas à la règle.

Chercheurs scientifiques et spécialistes de la documentation en chimie, cette information sélective vous la trouverez, chaque mois, dans les trois éditions du

JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH

- Les synopses pour le signalement.
- Les micro-impressions et microfiches pour la publication, *in extenso*, des mémoires.

SYNOPSIS 1979 Issue 12 (December)

Pour la France et les Pays francophones conditions d'abonnement sur demande auprès de la

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE
250, rue Saint Jacques
75005 PARIS (Tél. 325.20.78)

l'actualité chimique

Directeur de la publication

Jacques Metzger

Président de la S.C.F.

Comité de rédaction

Président : Marcel Bohy

Marc Chérest

Secrétaire général de la S.C.F.

Francis Fauvarque

Vice-Président de la S.C.F.

Robert Guillet

Délégué général de la S.C.I.

Robert Mas

Administrateur de la S.C.I.

Paul Arnaud

Université Grenoble 1

Roland Audebert

E.S.P.C.I. (Paris)

Robert Azerad

Institut de Biochimie (Orsay)

Roger Ben Aim

Université P. et M. Curie (Paris)

Jean-Pierre Billon

Rhône-Poulenc (Vitry-sur-Seine)

François Chappuis

Direction des Industries Chimiques (Paris)

Jean-Claude Charbonnier

I.R.S.I.D. (Saint-Germain-en-Laye)

Alain Derome

Union des Industries Chimiques (Paris)

Henri Dupin

C.N.A.M. (Paris)

Gérard Folcher

C.E.N. (Saclay)

Jean Fouché

Rhône-Poulenc (Paris)

Roland Gauvain

Rhône-Poulenc (Paris)

Jean-Paul Guetté

C.N.A.M. (Paris)

André Képès,

Jean-Marie Lebeault

U.T.C. (Compiègne)

Pierre Leprince

I.F.P. (Rueil-Malmaison)

Georges Maire,

Jean Miquéy

Chimie et Ecologie (Paris)

Roger Papp

P.C.U.K. (Paris)

Philippe Pichat

A.P.C. (Paris)

André Picot

I.C.S.N. (Gif-sur-Yvette)

Alexandre Revcolevschi

Université Paris-Sud (Orsay)

Georges Soussan

Université Paris-Sud (Orsay)

Jean Ville

S.N.E.A. (Paris)

Roger Viovy

E.N.S. (Saint-Cloud)

Rédacteurs en chef

Lucien Ducret (S.C.F.)

Thérèse Chaudron (S.C.I.)

Rédaction

Secrétaire : Mme de Stœcklin

Rédactrice : Maryse Damiens

250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris

Tél. : 325.20.78

Publicité

Chef de publicité : G. Perreau

250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris

Tél. : 325.20.78

Abonnements 1984

(10 numéros)

Membres de la S.C.F. et de la S.C.I.

Les Membres des deux Sociétés bénéficient

d'un prix d'abonnement préférentiel de 340 F

(T.T.C.) à cette revue.

Non-membres

France 541 F (T.T.C.)

Europe, Afrique du Nord 520 F

Autres pays (envoi par avion) 650 F

Chèques au nom de la S.C.F. C.C.P.

Paris 280-28 W

Changement d'adresse

Joindre la somme de 10 F

Prix du numéro 70 F

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

et de la S.C.I.



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE

(fondée par la Société Chimique de France et la Société de Chimie Physique)

Les élections du mois de janvier ont permis la constitution du Conseil d'Administration de la Société Française de Chimie, qui a tenu sa première réunion le 22 février 1984 et constitué son Bureau :

- **Président : M. Fréjacques**
- **Vice-Président : M. J. Metzger**
- **Secrétaire Général : M. P. Fillet**
- **Trésorier : M. P. Poirier**

La Société Française de Chimie regroupe désormais toutes les activités de la Société Chimique de France et de la Société de Chimie Physique.

Vous avez récemment reçu un appel de cotisation sous forme de bulletin d'adhésion à la Société Française de Chimie pour 1984. Nous vous demandons de renvoyer rapidement ce bulletin d'adhésion avec votre règlement.

Quelle que soit votre Société d'origine vous ne payez plus, en 1984, qu'une seule cotisation, celle de la Société Française de Chimie.

Pour aider à la mise en place de la nouvelle Société, nous comptons sur votre concours et sur votre diligence.

**Le Président
C. Fréjacques**

Colloque de la Société Française de Chimie, Nancy 17-21 septembre 1984, p. 6 et 7

Faisons le point	9	La chimie et les biotechnologies
Enseignement	23	<ul style="list-style-type: none">• Initiation pragmatique à la RMN du proton, par J.-P. Rabine, M. Rouillard, D. Cabrol et R. Luft• Le calcul conditionnel dans l'enseignement de la chimie, par J.-Y. Gal
Économie	37	La chimie facteur de désinflation, par M. Bohy
Pages d'histoire	51	Chimie aérostatique, par P.-L. Clément
Appareils	58	
Bibliographie	61	Pour une prospective de la science, un livre de Pierre Papon
Sécurité	67	<ul style="list-style-type: none">• Réactions chimiques et produits dangereux : Note n° 5• Poussières : Attention aux explosions !
Communiqués	71	
En résumé	77	Applications de l'EXAFS en chimie de coordination, par J. Goulon
Informations	79	La chimie française en 1983 : mieux que prévu
La page du C.N.R.S.	91	

F.F.C.

Société Chimique de France	93	Division Chimie de coordination : <ul style="list-style-type: none">• Atelier « Métal-Métal », les 14 et 15 mai 1984, à Strasbourg• Atelier « Photochimie et photophysique des composés organométalliques et de coordination en phase homogène ou organisée », les 21 et 22 juin 1984, à Paris Division Chimie du solide : <ul style="list-style-type: none">Colloque S.C.F.-LURE, les 3 et 4 mai 1984, à Meudon Division Chimie organique : <ul style="list-style-type: none">Journées de chimie organique de Palaiseau, les 12, 13 et 14 septembre 1984, à PalaiseauPlis cachetésFiche d'inscription aux Journées de chimie organique de Palaiseau
Société de Chimie Industrielle	97	Forum international de la chimie : Europe/États-Unis, 19-20 septembre 1984, à Paris Groupe d'Ingénierie analytique : Journée échantillonnage, 29 mai 1984, à Paris Section Centre-Est : La qualité dans les entreprises de la chimie, 6 juin 1984, à Paris Branche belge de la S.C.I. : IV ^e Cycle de perfectionnement de la lutte contre la corrosion, les 29 et 30 mars 1984, à Bruxelles Sommaire de la revue <i>Analisis</i>

Demandes et offres diverses	100
Table des annonceurs	100

SFC 84

Congrès de la Société Française de Chimie

Nancy, 17-21 septembre 1984

La Société Française de Chimie vient d'être constituée par le regroupement de la Société Chimique de France et de la Société de Chimie physique. Groupement ouvert, déjà étendu par de nouvelles adhésions, elle vise à rassembler, sans distinction de spécialité ou d'appartenance au monde industriel ou académique, les chimistes de France. Nancy accueillera en 1984 son Congrès national.

SFC 84

première de rencontres prévues tous les deux ans et qui se proposent

- de présenter le bilan et l'examen prospectif de sujets de pointe, retenus pour leur nouveauté scientifique ou leurs développements concrets.
- de développer les liens entre professionnels des diverses branches et métiers de la chimie : chercheurs, industriels, enseignants.

Les thèmes des colloques et conférences plénières, fondamentaux ou tournés vers l'étude des applications, ont été choisis de manière à favoriser les échanges entre disciplines. Centrés sur la physico-chimie et les aspects physico-chimiques de la chimie organique et de la chimie minérale, la plupart de ces thèmes ouvrent des perspectives vers les applications, et notamment la synthèse. Pour les sujets les plus récents des présentations seront faites à l'intention des non-spécialistes. En outre, l'articulation des colloques facilitera au maximum la possibilité de prendre part à des séances susceptibles d'intéresser des publics de domaines apparentés.

Colloques

1. Progrès récents dans la conception, la modélisation et la mise en œuvre des réacteurs chimiques industriels. *Réacteurs catalytiques et polyphasiques de la chimie lourde, réacteurs de la chimie fine; nouvelles applications, bio-réacteurs, réacteurs électrochimiques, réacteurs de polymérisation* (Responsable J. Villermaux, Nancy).

2. Réactions par transfert monoélectronique : mécanismes réactionnels et applications potentielles en synthèse (Responsable R. Beugelmans, Gif/Yvette).

3. Molécules greffées sur support macrostructural. *Modèles théoriques, préparation. Applications : séparations, catalyse, matériaux composites, dépollution, réactifs supportés* (Responsable E. Papirer, Mulhouse).

4. Chimie douce, synthèses basse et moyenne température en chimie du solide; intercalation-désintercalation, hydrolyse-recondensation, greffage, sols-gels. *Domaines d'application : stockage chimique de l'énergie, électrochromisme, tamisage moléculaire, catalyse* (Responsable R. Tournoux, Nantes).

5. Approches moléculaires des phénomènes de surface et de catalyse. *Science des surfaces, catalyse hétérogène, électrocatalyse abordée sous l'aspect moléculaire; chimie de coordination, catalyse homogène en liaison avec les phénomènes de surface. Applications.* (Responsable J. M. Basset, IRC, Villeurbanne).

6. L'interaction métal-ligand comme outil synthétique. *Utilisation des modifications de propriétés des deux partenaires résultant de ces interactions pour construire des structures organiques inhabituelles dans la sphère de coordination du métal. Nombreuses applications en synthèse organique, catalyse, hydrométallurgie, préparation de matériaux nouveaux* (Responsable F. Mathey, Thiais).

7. **Les composés organiques conducteurs de faibles dimensionalité.** *Synthèse de matériaux nouveaux, propriétés physiques particulières et applications potentielles de ces nouveaux matériaux* (Responsable P. Delhaes, CRPP, Bordeaux).

8. **Relations structure-réactivité dans les molécules amphiphiles : aspects fondamentaux et leurs applications.** *Systèmes traités monocouches, micelles, microémulsions, vésicules modèles et biologiques, membranes biologiques* (Responsable Mme M. P. Pileni, Paris VI et Saclay).

9. **Structure et dynamique des liquides : leur impact en chimie.** *Aspects microscopiques, approche macroscopique, applications* (Responsable A. J. Dianoux, ILL, Grenoble).

10. **Les biomatériaux.** *Biomatériaux naturels et artificiels, élaboration et caractéristiques : interface biomatériaux-milieux vivants, biocompatibilité (ciments et colles); solides d'origine pathologique* (Responsable G. Montel, ENSET, Cachan).

11. **Simulation mathématique en chimie.** *Plans d'expérience, simulation et modélisation de cinétiques réactionnelles, relations structure-propriétés, informations structurales topologiques, synthèse assistée, simulation et calculs conformationnels sur de petites et grosses molécules (protéines, nucléotides), informatique graphique et moléculaire* (Responsables E. Soulié, Saclay, et J. Thiéry, Cadarache).

12. **Cinétique homogène et photochimie.** *Processus élémentaires et intermédiaires réactionnels, processus photophysiques et photochimiques, oxydations lentes et combustion, systèmes de réactions complexes, leur accélération, leur inhibition et leur orientation sélective* (Responsable R. Martin, Nancy).

Conférences plénières

Les conférences plénières seront faites par :

J. Bourdon (Kodak-Pathé, Vincennes) : *Matériaux pour l'enregistrement de l'information.*

C. Euvrard (Roussel-Uclaf, Paris) : *Relations universités-industries; vers une nouvelle alliance.*

G. Froment (Gand) : *Les réacteurs chimiques dans l'industrie (titre provisoire).*

D. Gagnaire (Grenoble) : *Développements récents de la chimie du bois*

E. Guyon (ESPCI, Paris) : *Percolation et transport dans les milieux hétérogènes.*

J. Jousot-Dubien (Bordeaux) : *L'enseignement de la chimie dans les écoles d'ingénieurs (ENSI) : une expérience à Bordeaux.*

I. Tkatchenko (Toulouse) : *Chimie des composés en C₁.*

C. Vidal (Bordeaux) : *Comportements des systèmes chimiques loin de l'équilibre.*

Préinscription, propositions de communications

La deuxième circulaire est disponible à la Société Française de Chimie,

SFC 84,

250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris

Le programme complet sera disponible en mai. Les personnes qui désirent le recevoir sont invitées à le demander à la Société Française de Chimie.

Frais d'inscription

Membre de la S.F.C.	600 F TTC
Jeunes membres (moins de 30 ans)	200 F TTC
Autres participants	1 000 F TTC

Comité d'organisation

J. P. Beaufile, M. Chérest, F. Fauvarque, R. Mas, J. Metzger (Président), J. Oudar, A. Pentenero, R. Poilblanc, P. Rigny, J. Rouxel, C. Troyanowsky.

Le nouvel analyseur d'acides aminés Varian

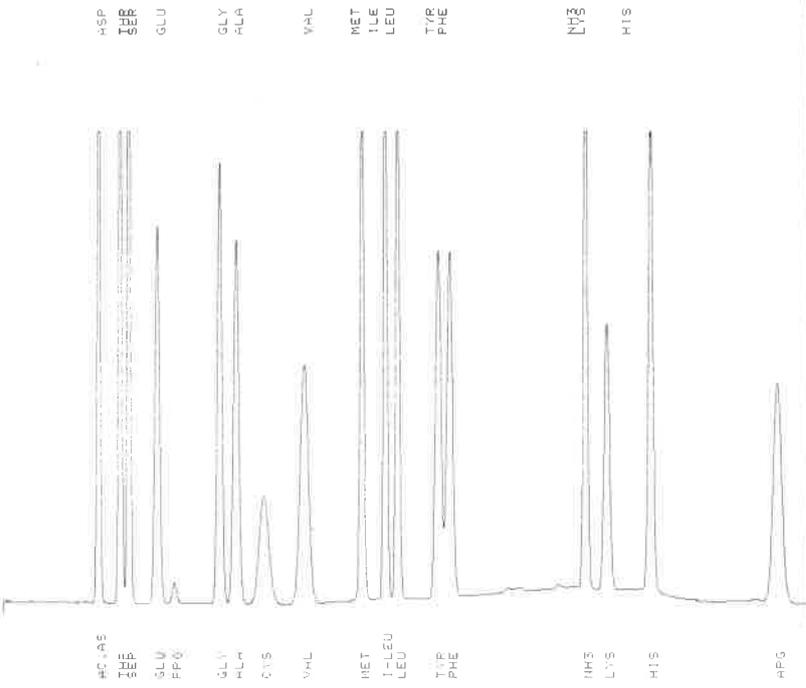
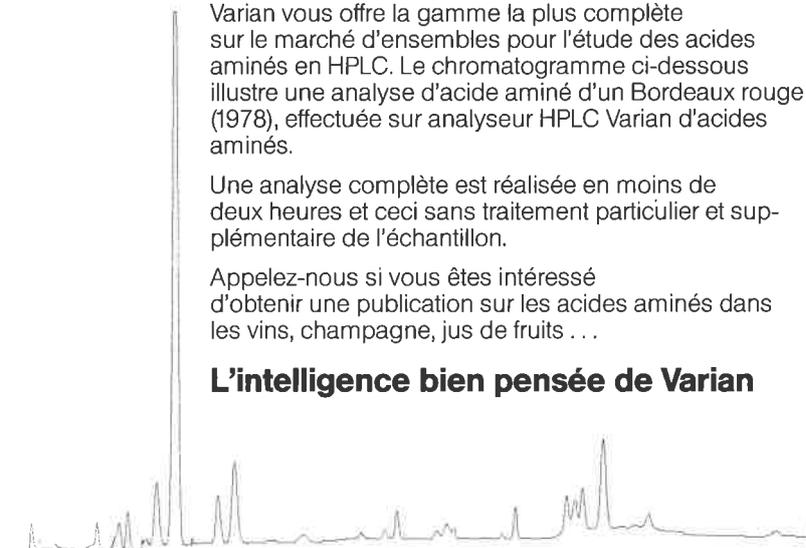
C'est la philosophie de Varian de fournir aux utilisateurs des ensembles de chromatographie complets et spécifiques, plutôt que de fournir une série d'instruments et accessoires pas nécessairement compatibles pour constituer un ensemble complet.

Varian vous offre la gamme la plus complète sur le marché d'ensembles pour l'étude des acides aminés en HPLC. Le chromatogramme ci-dessous illustre une analyse d'acide aminé d'un Bordeaux rouge (1978), effectuée sur analyseur HPLC Varian d'acides aminés.

Une analyse complète est réalisée en moins de deux heures et ceci sans traitement particulier et supplémentaire de l'échantillon.

Appelez-nous si vous êtes intéressé d'obtenir une publication sur les acides aminés dans les vins, champagne, jus de fruits...

L'intelligence bien pensée de Varian



La chimie et les biotechnologies (1^{re} partie)

L'importance prise par le domaine du « vivant » dans la chimie restera incontestablement un des phénomènes majeurs de l'évolution industrielle de la seconde moitié du siècle. Dans une première période, cependant, les êtres vivants n'ont été que la cible privilégiée des molécules que le chimiste synthétisait systématiquement mais quasi « à l'aveugle » au début.

Le dernier quart de ce siècle aura vu la prise de conscience soudaine (au moins par le grand public) que les relations entre la biologie et la chimie n'étaient pas simplement celles de fournisseur à client mais que des interactions infiniment plus nombreuses et plus fécondes étaient sans doute possibles.

La part une fois faite au snobisme et à l'emphase, il demeure que cette nouvelle manière de voir les choses ne peut être que féconde et ouvrira à l'avenir nombre de perspectives nouvelles de grand intérêt.

Un travail récent, exécuté sous les auspices du Bureau des Affaires Scientifiques et Technologiques du Secrétariat général de la Défense Nationale, sera l'occasion de faire ici le point de l'évolution de cette vaste question aux multiples aspects.

L'étude a été préparée et rédigée par M. Roland Nussbaum, scientifique du contingent, sous la direction de Mme Élyane Bibault, Chef adjoint de la Section ST.2 (Chimie des matériaux) aux Affaires scientifiques et technologiques (AST). Nous reprendrons ici l'essentiel de ce texte auquel ont été apportés quelques corrections mineures et compléments connus de l'industrie ou apparus récemment dans la littérature.

Le concept nouveau de « biotechnologies » réunit, sous un vocable générique, diverses technologies dont la mise en œuvre a pour but la transformation chimique de composés organiques par des « catalyseurs biologiques » (micro-organismes, cellules végétales ou animales, fragments cellulaires biochimiquement actifs tels que enzymes ou organelles).

Il renvoie à une diversité encore plus grande d'applications dans les domaines traditionnels de l'agro-alimentaire et de la santé (qui constituent l'essentiel du débouché mondial évalué à 90 milliards de francs en 1980) et aussi à l'avenir dans ceux de l'énergie, de l'environnement et de la chimie.

Des productions de biens (acide citrique, additif alimentaire ou 6-APA*, précurseur des pénicillines semi-synthétiques) aux services (dépollution d'effluents toxiques, fertilisation des cultures), la fonction de transformation chimique est une constante commune aux différents secteurs industriels. A cet égard, les biotechnologies élargissent les possibilités de réactions offertes par la thermochimie et la catalyse chimique.

Bien plus, comme l'indique la figure 1 ci-après, l'assise scientifique des biotechnologies réside, au moins partiellement, dans les progrès de la chimie organique, structurale, analytique et du génie chimique.

Il s'agit, dans les pages qui suivent, de bien caractériser, au préalable, cette interface entre biotechnologies et chimie, infiniment plus riche que le partage sectoriel actuel ne le laisse croire.

C'est en tout cas cette richesse de synergies possibles que les industriels de la chimie, notamment Allemands, Américains et Japonais, ont, pour certains, depuis longtemps exploité en

devenant, par exemple, pharmaciens ou qu'ils anticipent en investissant lourdement dans la recherche et dans l'exploration systématique des débouchés possibles. C'est pourquoi après avoir tracé cette prospective scientifique sur les applications potentielles des biotechnologies en chimie, nous noterons quelques réflexions sur la stratégie des firmes chimiques face aux biotechnologies.

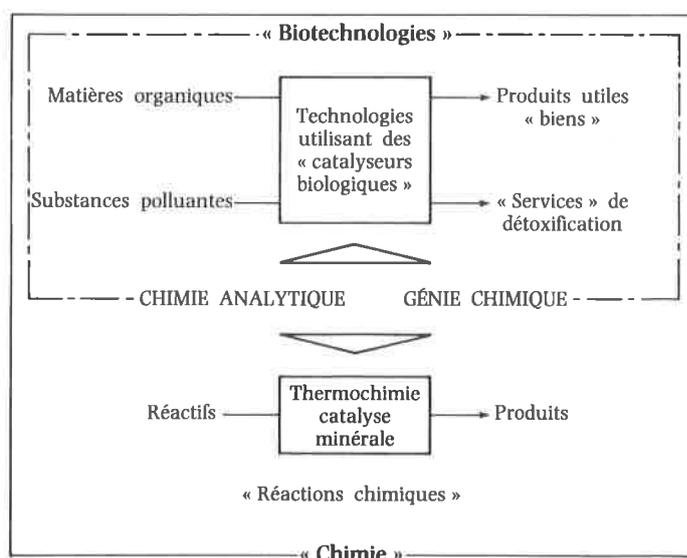


Figure 1.

* Acide amino-6 pénicillanique.

I. Caractérisation de l'interface « Biotechnologies-Chimie »

I.1. Matières premières et filières actuelles de l'industrie chimique organique

La quasi-totalité de la chimie industrielle des composés du carbone est aujourd'hui fondée sur un très petit nombre de matières premières d'origine fossile. A partir de celles-ci, la ramification des schémas réactionnels possibles constitue une gigantesque arborescence de produits aux applications finales multiples.

Si, pour certains produits à haute valeur ajoutée de la chimie fine, plusieurs dizaines d'étapes réactionnelles sont nécessaires, en revanche, on sait que, dans un bon nombre de cas, la croissance extraordinaire de la chimie organique s'explique par le nombre souvent très faible des stades de transformation intermédiaire que l'on observe entre le pétrole et un objet fini en polyéthylène si on le compare à certaines autres filières industrielles : entre le minerai de fer et le même objet que précédemment, mais réalisé en tôle galvanisée par exemple. La figure 2 illustre ce phénomène en

donnant quelques indications chiffrées concernant le marché américain.

La chimiurgie toujours présente

Si l'élaboration de molécules synthétiques toujours plus complexes constitue un des plus audacieux défis de l'homme à la nature, elle-même chimiste par excellence, il ne faut pas oublier que nos Anciens prélevaient sur les végétaux et les animaux toutes les substances organiques que l'expérience et l'usage leur avaient donné de connaître (drogues, parfums, colorants, tissus, supports d'écriture, etc.).

En regard de ce que nous venons de dire, il est nécessaire de rappeler ici qu'aujourd'hui les substances naturelles interviennent encore dans un grand nombre d'applications résumées par la figure 3 selon des circuits qui, pour s'être modernisés grâce à la chimie analytique et au génie chimique, n'en sont pas moins

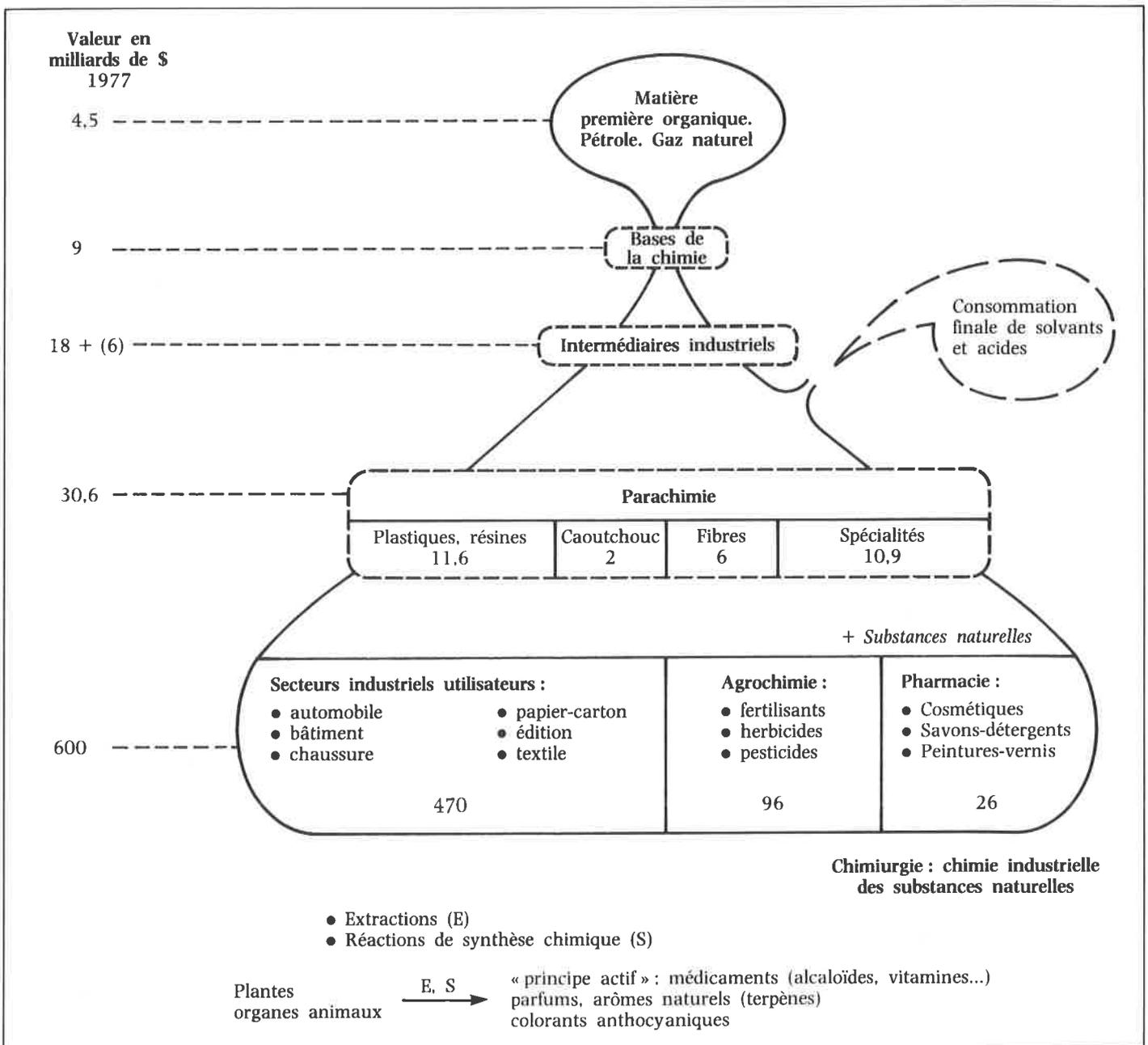


Figure 2.

Produits d'origine biologique A usage industriel

Algues \xrightarrow{E} phytocolloïdes (gommes d'origine végétale)
 ● brunes alginate (France, 5^e rang, 1 400 t/an)
 ● rouges carraghénanes (France, 2^e rang, 2 100 t/an)

Guayule \xrightarrow{E} isoprénoides (projet Firestone E.H.)

Plantes oléagineuses \xrightarrow{E} huiles végétales \xrightarrow{S} acides gras, alcools gras, esters | détergents, cosmétiques, revêtements

● écorce \xrightarrow{E} tanins
 ● résines conifères \xrightarrow{E} colophane, térébenthine (terpénoïdes)

Bois cellulose \xrightarrow{E} fibres textiles 12 Mt/an (1977, F.A.O.)

\xrightarrow{E} pâtes papiers chimiques 80 Mt/an

\xrightarrow{S} dérivés chimiques 5 Mt/an
 ● esters nitrates : celluloid
 acétates : rayonne
 ● esters CMC, HEC, vernis...

A usages alimentaires principaux (surplus)

Amidons \xrightarrow{E} amidons, dextrines industriels
 additif biodégradable/matières plastiques
 $\xrightarrow{E,S}$ polymères branchés d'amidon
 ● polyacrylonitrile « Super Sluper »
 ● xanthate
 méthylglucosides : 1983, Staley 13 600 t/an

Sucres $\xrightarrow{E,S}$ sorbitol...
 réductions
 hydrogénolyses

bois, l'amidonnerie-glucoserie ou la sucrerie dans l'agro-alimentaire, n'appartiennent pas à la « branche chimie » bien que leur savoir-faire soit essentiellement celui de chimistes très spécialisés.

L'essor extraordinaire de la pétrochimie a conduit les grandes entreprises chimiques à se désintéresser pratiquement de productions marginales tributaires d'approvisionnements complexes qu'elles ne maîtrisaient plus. Ce sont tout au plus quelques sociétés spécialisées en chimie fine, de taille petite ou moyenne, qui poursuivent l'exploitation de ce domaine particulier. Ainsi, dans le vaste ensemble chimique d'Elf Aquitaine, on trouve Rousselot qui extrait la gélatine du collagène des os et des peaux, la CECA qui prépare divers colloïdes à partir des algues et il faut ajouter enfin le Rilsan : polyamide préparé à partir de l'huile de ricin, exemple probablement le plus sophistiqué, le plus réussi et le plus durable de la chimie.

Le problème de l'approvisionnement en matières premières s'est à nouveau posé à l'industrie chimie avec le renchérissement des produits pétroliers, encore que ses effets touchent davantage le secteur de l'énergie que celui de la chimie. Des projets de valorisation chimique de substances naturelles sont ainsi sortis des oubliettes et des recherches dans tous les pays dits riches en biomasse en tête desquels on trouve naturellement les États-Unis. Ceci se traduit également par une tendance récente des grands groupes à racheter certaines petites sociétés dont les produits servent à l'exploitation de gisements pétroliers par exemple.

En France, dans le cadre de l'A.T.P. « Chimie Fine » du C.N.R.S., ont été financés, en 1982, sept projets de « Valorisation de la matière première végétale par voie chimique » (deux sur la lignine, quatre sur les sucres). Elf Aquitaine et Creusot-Loire développent des unités pilotes d'hydrolyse acide des lignocelluloses et aussi de méthanol obtenu à partir du bois.

Il importait de signaler l'existence des filières chimiques d'importance industrielle de valorisation des substances naturelles ou biomasses, avant d'envisager celles-ci, dans tout ce qui suivra, comme substrats privilégiés des réactifs biologiques.

On gardera aussi à l'esprit cette compétition, toujours possible et sans cesse remise en question par l'évolution scientifique et technique entre filière chimiques et filières biotechnologiques pour l'utilisation d'une même matière première.

Figure 3.

demeurés « courts » : simple extraction (lettre E) suivie, dans certains cas, d'une transformation chimique (lettre S).

Ceci constitue le domaine de la chimie industrielle qui peut se définir comme étant la chimie industrielle qui opère à partir des substances naturelles (on dirait aujourd'hui à partir de la « biomasse »). Il est important de souligner ici que la chimie industrielle ne fait pas partie des biotechnologies dans la mesure où, pour les transformations qu'elle opère, elle ne fait pas appel à des mécanismes eux-mêmes biologiques mais, pour l'essentiel, à de simples opérations de physique, de chimie minérale : saponification, oxydation, réduction, à l'extrême estérification.

Inversement, un des caractères originaux du nouveau concept de biotechnologie réside dans le fait que l'on a pris conscience qu'il pouvait être possible, à partir de matières premières « fossiles », de mettre en œuvre des mécanismes réactionnels biologiques susceptibles, peut-être, d'apporter des solutions plus élégantes que celles offertes par les filières de la chimie « traditionnelle ».

S'agissant surtout de « biopolymères » (notamment de polysaccharides comme l'amidon, la cellulose, etc.) leur extrême complexité chimique situe l'apparition de la chimie industrielle, sur la figure 2, à l'entrée des industries de dernière transformation de la matière organique. De fait, plusieurs de ces industries, parmi les plus importantes, telles que l'industrie des pâtes et papiers dans la filière

I.2. Catalyseurs biologiques

a) Les micro-organismes et les cellules d'animaux et végétaux supérieurs

« Une cellule vivante est un système isotherme, ouvert, auto-assemblé, auto-ajusté, auto-perpétué. Ce système est formé grâce à de nombreuses réactions organiques consécutives et liées qui sont provoquées par des catalyseurs organiques produits par la cellule; ils opèrent suivant un principe d'économie maximale à la fois de composants et de processus » (A. L. Lehninger, Biochimie).

Quel étonnant micro-réacteur ! Quelle micro-usine idéale, du moins dans son principe, tant au point de vue thermodynamique, chimique, qu'économique !

« Matières premières » et « sources d'énergies » introduites dans le « système permettent, en outre, une distinction fondamentale, entre différentes catégories de cellules vivantes, schématisées ci-dessous (figure 4).

Les chimioorganotrophes comprennent la majeure partie des micro-organismes (êtres vivants unicellulaires tels que bactéries, levures et moisissures ou fungi) utilisés dans les fermentations. Ils dégradent une partie des composés organiques introduits et utilisent l'énergie dégagée pour synthétiser des macromolécules biologiques. Ce couplage énergétique des réactions de biodégradation du catabolisme à celles de biosynthèse de l'anabolisme (figure 5) est effectué grâce à des molécules transporteurs de l'énergie chimique comme l'ATP, le NADP et d'autres cofacteurs.

Source de carbone Source d'énergie	CO ₂ atmosphérique	Composés organiques hydrates de carbone (glucides, lipides, protides, hydrocarbures)
Lumière solaire	Photolithotrophes : Cellules photosynthétiques : algues bleu-vertes, bactéries	Photoorganotrophes : Bactéries pourpres non sulfureuses.
Oxydation de composés exogènes	Chimioolithotrophes : Bactéries dénitrifiantes; bactéries utilisant H, S, Fe	Chimioorganotrophes : Cellules animales, Cellules végétales non photosynthétiques, bactéries, <i>Fungi</i> , levures

Figure 4.

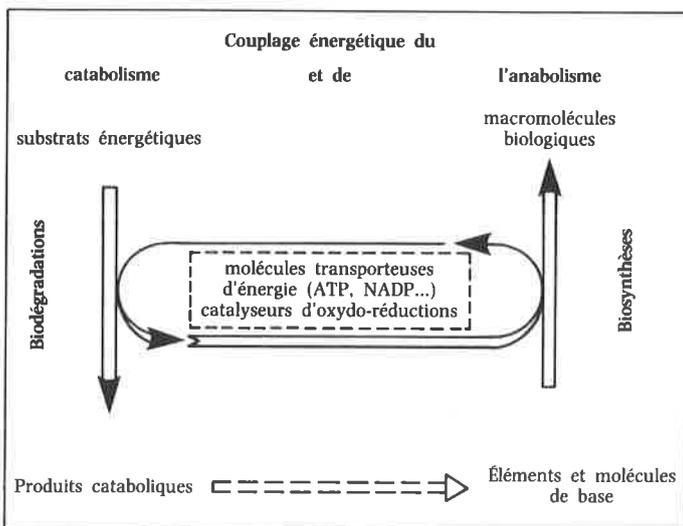


Figure 5.

Toutes ces réactions s'effectuent très rapidement à l'intérieur de la cellule puisque le temps de doublement d'une population de bactéries *Escherichia coli* n'est que de 15 minutes.

Plus lentes mais moins exigeantes que les cellules hétérotrophes ci-dessus décrites, les cellules des **photolithotrophes** se développent en autotrophie; elles se contentent exclusivement de la lumière solaire comme source d'énergie, qu'elles convertissent en énergie chimique pour biosynthétiser à partir du carbone atmosphérique fixé (en fait le CO₂ qui est réduit) les macromolécules de structure et de réserve qui les constituent. Encore peu utilisées, les microalgues, qui appartiennent à cette catégorie, s'avèrent des micro-usines particulièrement attrayantes puisqu'il ne faut leur fournir aucun composé organique pour en produire !

Enfin, au sein d'une même espèce de micro-organismes, de grandes différences de productivité s'observent entre la « souche sauvage », récoltée dans la nature et conservée dans des collections de souches et les mutants hyperproducteurs qu'ont pu obtenir les industriels. Cette productivité se mesure notamment par le degré d'organisation et d'adaptation de leurs micro-machines, les enzymes, elles-mêmes synthétisées sous la commande des gènes.

b) Les enzymes

Ce sont les substances protéiques spécialisées dans la catalyse des réactions biochimiques. Certaines sont uniquement constituées

d'une protéine tandis que d'autres sont composées d'une partie protéique (l'apoenzyme) et d'une partie non protéique (le coenzyme ou cofacteur qui est dans ce cas responsable de l'activité catalytique). Selon la catégorie de réaction catalysée, les enzymes sont réparties en 6 classes (tableau 1). Ce sont les catalyseurs biologiques les plus simples et ils posent au chimiste des problèmes intéressants : élucidation de leur structure protéique, séparation, purification, étude des complexes enzyme-substrat et de la cinétique enzymatique, etc.

Tableau 1. Classification des enzymes

Enzymes	Réactions catalysées	Commentaires
Oxydoréductases	Réaction d'oxydo-réduction (transfert d'électrons d'un substrat à un autre)	Réactions endothermiques qui nécessitent des cofacteurs enzymes intracellulaires
Transférases	Transfert intermoléculaire de radicaux fonctionnels	Réactions exothermiques groupements méthyl, amino, glycosyl... transférés, enzymes pouvant être extracellulaires
Hydrolases	Réactions d'hydrolyse (1)	Réactions exothermiques intervenant en solution aqueuse, très largement utilisées dans l'industrie
Lyases	Addition sur les doubles liaisons (2)	Groupements carboxyles, amino ou hydroxyle
Isomérases	Réactions d'isomérisation (réarrangement structural interne)	Réactions exothermiques peuvent intervenir en solution libre, enzymes intramoléculaires
Ligases (synthétases)	Formation de liaison avec utilisation d'A.T.P. (pour couplage avec une réaction d'hydrolyse)	Réactions endothermiques qui nécessitent des cofacteurs (A.T.P.) enzymes intracellulaires

(1) Rupture d'un enchaînement covalent entre 2 atomes avec fixation d'une molécule d'eau sur les valences libérées.

(2) Ou rupture d'un enchaînement mais sans intervention d'eau (avec réarrangement).

c) Les fractions subcellulaires

Ce sont des assemblages multi-enzymatiques qui assument une fonction biochimique spécialisée à l'intérieur de la cellule. Parmi ces « organelles » ou « organites », les chloroplastes, mitochondries et microsomes font l'objet d'expérimentations dans certains laboratoires de technologie enzymatique.

I.3. Biosciences et biotechnologies

La compréhension et la connaissance des organismes et des phénomènes précédemment décrits font l'objet même des **biosciences** (biologie moléculaire, physiologie cellulaire, enzymologie, microbiologie, etc).

L'intérêt des biotechnologies est de rendre accessible au niveau macroscopique (c'est-à-dire en fin de compte à l'industrie) le potentiel des catalyseurs biologiques, effecteurs au niveau cellulaire ou subcellulaire des transformations chimiques de la matière organique. A cette fin, différentes « technologies » se sont constituées, réunissant chacune des éléments fondamentaux

empruntés aux biosciences ainsi qu'aux sciences physiques et chimiques :

a) le **génie biochimique** qui a rationalisé les connaissances empiriques accumulées dans les biotechnologies dites de « première génération » sur la conduite des fermentations, c'est-à-dire des transformations suivantes :

Substrat nutritifs ——— Croissance, multiplication d'un micro-organisme ———> Métabolite (réactions couplées de biodégradation et de biosynthèse)

- en aérobiose : ex., acide citrique, lysine, enzymes;
- en anaérobiose : ex., éthanol, acétone, alcool butylique.

b) le **génie enzymatique** qui traite de la production et de l'extraction des enzymes (c'est-à-dire d'un cas particulier de fermentation où le métabolite est une enzyme) et surtout des techniques utilisant ces enzymes pour la catalyse de réactions chimiques :

Produit chimique A ——— Enzyme ———> Produits A' ≠ A

Réaction de bioconversion ou biotransformation

La distinction entre fermentation et bioconversion apparaît souvent délicate car des cellules entières sont utilisées pour de nombreuses synthèses enzymatiques. La spécificité des enzymes agissant sur un substrat non physiologique justifie alors l'absence de réactions parasites.

Les termes de fermentation ou de synthèse « de novo » sont utilisés pour les transformations de substrats simples qui mettent en œuvre le métabolisme entier des cellules : la matière première utilisée est donc non seulement transformée dans le produit chimique recherché mais sert également à la nutrition cellulaire.

Le terme de bioconversion est réservé aux synthèses enzymatiques effectuées à partir de précurseurs directs, où une enzyme, un système enzymatique ou une organelle agissent sur un nombre réduit d'étapes du métabolisme cellulaire.

Ce sont là les deux seuls schémas possibles de transformation de la matière organique par une voie biotechnologique. Au Japon, le programme sur 10 ans « bioréacteurs » du M.I.T.I. leur est entièrement consacré. C'est le plus important des 4 axes budgétaires du financement des biotechnologies.

c) la **culture de cellules végétales ou animales** est une technique très nouvelle qui emprunte au génie biochimique et au génie enzymatique et qui permet selon les cas de réaliser une bioconversion ou une synthèse de novo.

D'autres biotechnologies interviennent, non plus dans un schéma de transformation chimique, mais pour élargir encore, par des artifices extrêmement puissants, le spectre d'application des précédentes :

- la **microbiologie appliquée**, qui consiste notamment à sélectionner les souches microbiennes les plus aptes à une fonction donnée dans un environnement donné, et à définir les conditions de leur productivité maximale;
- le **génie génétique**, qui permet, par recombinaison de fragments de matériel génétique provenant d'espèces différentes, de conférer à des cellules des propriétés biologiques nouvelles ou d'en améliorer les propriétés existantes; c'est une technique de greffe à l'échelle moléculaire.

La chimie organique apporte aux biosciences et biotechnologies des méthodes de synthèse et d'analyse.

Ainsi la très classique synthèse totale, qui édifie une molécule par assemblage des éléments moléculaires selon une procédure convergente en partant de substances très simples, devient un outil très performant du génie génétique: des synthétiseurs automatiques d'oligonucléotides fournissent aujourd'hui une partie du matériel génétique pouvant être greffé (figure 6).

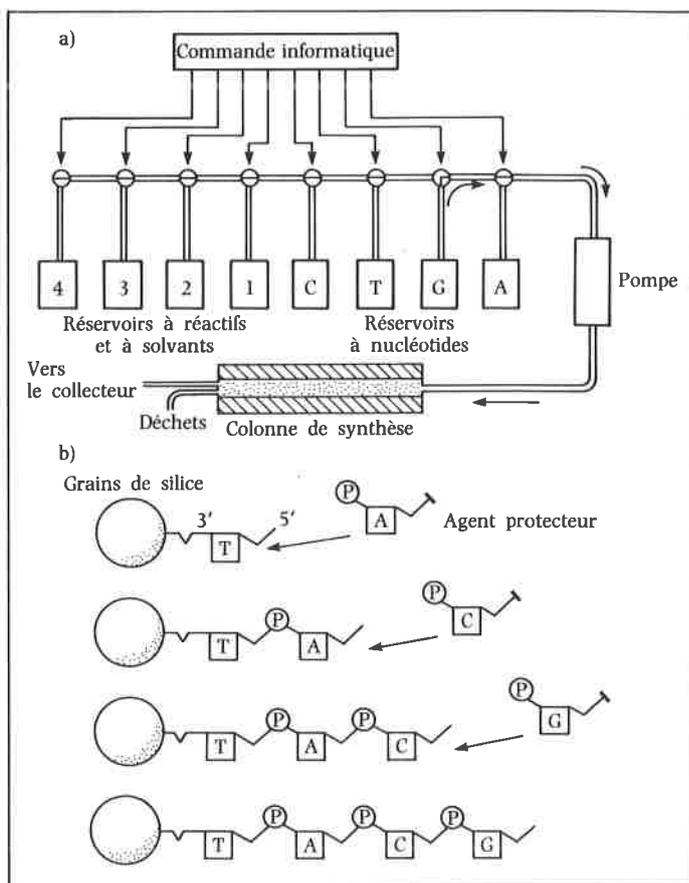


Figure 6. Les « machines à synthétiser les gènes »

Il en existe plusieurs types; elles synthétisent de courtes séquences d'un brin d'ADN automatiquement et rapidement. Elles sont commandées par un microprocesseur. La version construite par Bio Logicals, une société canadienne, est représentée en a. On commande la séquence de bases désirée en appuyant sur les touches d'un clavier. Le microprocesseur commande l'ouverture de soupapes qui permettent chacune l'envoi des nucléotides, des réactifs et des solvants nécessaires à la synthèse dans la colonne de synthèse. Cette colonne est pleine de grains de silice (d'une granulométrie à peu près identique à celle du sable). Chaque grain constitue le substrat où les molécules d'ADN sont assemblées. Pour constituer une séquence donnée (b), on fixe d'abord plusieurs milliers d'exemplaires de nucléoside (base plus sucre) sur chaque grain, le nucléoside étant la terminaison 3' de la séquence (ici au T ou thymine). Le microprocesseur commande l'envoi de millions d'exemplaires du nouveau nucléotide (A ou adénosine) dont l'extrémité 5' est protégée contre les réactions parasites : A se fixe sur T. On enlève ensuite l'agent protecteur et on fixe C, puis G, etc.; on a ainsi synthétisé des chaînes de 40 nucléotides, un nucléotide toutes les demi-heures. Les chaînes terminées sont séparées des grains de silice et envoyées dans un collecteur.

De même, avec des enzymes synthétiques, les « synzymes », toute une chimie biomimétique sera bientôt possible. Les recherches japonaises et suédoise (Université de Lund) sont activement engagées dans cette voie.

Au contraire, une réaction d'hémisynthèse consiste en la transformation progressive d'une molécule initiale présentant déjà l'essentiel de la complexité et de la conformation générale du produit final : elle s'accomplit suivant un type linéaire. Un exemple célèbre est celui du procédé de Reichstein d'hémisynthèse industrielle de l'acide ascorbique à partir du glucose qui sera évoqué dans le chapitre consacré à la sucrochimie.

Tableau 2. Biosciences, biotechnologies, bioindustries

Biosciences	Biotechnologies	Bioindustries
Génétique Enzymatique Biologie moléculaire Biochimie Physiologie microbienne	Génie biochimique (fermentations) Génie enzymatique Culture de cellules Microbiologie appliquée Génie génétique	Alimentation Semences Santé Énergie
<u>Disciplines associées</u>		
Chimie : ● Synthèse organique ● Analytique	Génie chimique : ● Réacteurs ● Extraction-purification	Chimie
Physico-chimie Thermodynamique Mathématiques appliquées	Génie thermique. Mécanique Automatique Économie des procédés	Environnement
Recherches de base Organismes publics	Recherche et développement Interface commune aux secteurs amont et aval	Production industrielle

Tableau 3. Secteurs industriels utilisant les biotechnologies

(CA en milliards de francs 1980, France)	Induit par bio	Total du secteur
Agriculture	0,2	3,5
● semences ● aquaculture		
Agro-alimentaire	3,5	270
● fermentations traditionnelles (vins, bières, fromages, salaisons...) ● levures ● additifs alimentaires (arômes, stabilisants...) ● acides aminés, vitamines ● glucose et sirops à haute teneur en fructose		
Santé (humaine, animale)	2,8	25
● antibiotiques ● stéroïdes ● vitamines		
Dépollution. Services	faible	10
● traitement des effluents ● instruments d'analyse		
Chimie.	faible	150
● dérivés de l'amidon ● biopolymères ● enzymes		
Energie	faible	—
● alcools (éthanol, ABE) ● méthane		
Textile, papier, cuirs, métaux.	faible	—
Défense (pour mémoire)	—	—
Total actuel	6,5	458,5

Sur les 6 étapes que comporte cette transformation, la seconde est enzymatique. Il s'agit de l'oxydation du sorbitol en sorbose par *Acetobacter suboxydans* dont le rendement atteint maintenant 98 % en 40 heures de culture.

Citons également dans le domaine pharmaceutique :

- diverses réactions d'hydroxylation ou de déshydrogénation d'hormones stéroïdes (notamment cortisoniques) naturelles, accessibles par extraction de plantes (sapogénines des Dioscorées et Agaves) notamment;
- la production de 6-APA (précurseur pour des antibiotiques chimiques), par action de la pénicilline-amidase immobilisée sur la pénicilline G, elle-même obtenue par fermentation.

La chromatographie en phase gazeuse (GC) ou en phase liquide à haute performance (HPLC) est d'un recours obligatoire pour analyser les produits des biosynthèses et bioconversions.

Le génie biochimique comme le génie enzymatique s'appuient sur le génie chimique en ce qui concerne la théorie et la technologie des réacteurs (à lit fixe, fluidisé ou à membrane...) et de l'extraction-purification (par distillation, solvant, membranes, chromatographie...).

Tableau 4

Millions US \$	1985	1990	2000
Santé	1 400	17 000	43 000
● Antibiotiques	400	10 000	21 000
● Anticorps monoclonaux	260	1 900	7 000
● Interférons	400	2 700	4 500
Produits chimiques	250	1 200	8 200
● Commodités	50	300	5 100
Alimentation	1 200	4 800	11 000
● Agents sucrants.	400	1 500	2 500
● Vitamines	100	600	1 500
Agriculture	500	1 900	5 300
● Engrais	150	750	2 200
Énergie	350	10 000	75 000
● Ethanol	300	8 500	45 000
● R.A.P.	—	—	10 000
● Désulfuration.	—	—	14 000
● Méthane.	—	—	6 000
Métaux et environnement	—	100	2 000

1.4. Bioindustrie

La connexion des biotechnologies avec la chimie s'observe non seulement en recherche-développement, mais aussi dans l'industrie.

Les quelques importants exemples du précédent chapitre ne doivent cependant pas cacher le fait que le secteur industriel de la chimie (au sens de la segmentation habituelle des marchés, séparant la santé des produits chimiques) a un recours aux biotechnologies presque inexistant actuellement.

Le Ministère de l'Industrie a évalué en France le chiffre d'affaires

directement induit par les biotechnologies dans les secteurs concernés (tableau 3).

Significatif pour l'agro-alimentaire (3,5 milliards de francs sur un marché total français de 270 milliards en 1980) et pour la santé (2,8 sur 20 milliards), il est encore insignifiant en chimie. De plus, les quelques études prospectives sur le marché des biotechnologies qui ont pris en considération les débouchés potentiels du secteur chimie ne signalent pas d'impact significatif avant l'horizon 2 000, avec une grande incertitude sur son montant (de 8,2 pour l'étude Genex-Robert First dont les projections pour 1985, 1990 et 2000 figurent au tableau 4, à 25 milliards de dollars selon Genentech I).

II. Application des biotechnologies en chimie

II.1. Intérêt et faiblesses des procédés biotechnologiques dans la production chimique

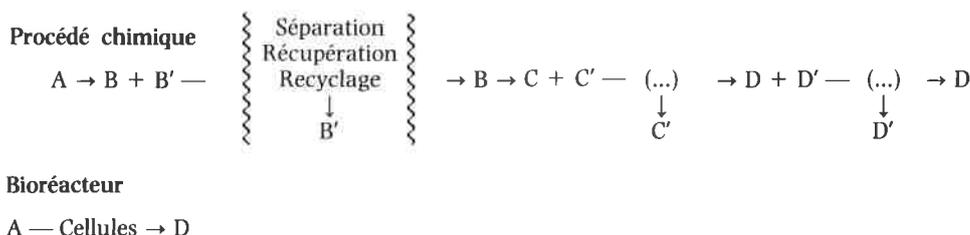
Comparés aux procédés chimiques, les procédés utilisant les catalyseurs biologiques apportent, en principe, maints avantages :

a) Ils permettent d'utiliser comme matières premières des substances naturelles (dont certaines ont une faible valeur économique, car non utilisées par les organismes supérieurs, comme le lactosérum).

b) Les enzymes sont des catalyseurs efficaces à basse température (20 à 40 °C), dans des conditions de pression et d'acidité faibles, tandis que les catalyseurs métalliques exigent des conditions de température, de pression et d'acidité élevées. Cela signifie des économies d'énergie et la suppression des opérations de neutralisation ou de recyclage des acides.

c) Les enzymes sont sélectives du point de vue de la réaction catalysée, du substrat, et du produit obtenu. Elles ont, d'autre part, un pouvoir catalytique élevé. Cela signifie que l'on élimine la formation de produits indésirables, la conversion incomplète de la matière première, et les problèmes de recyclage et de pollution qui en découlent.

d) Les micro-organismes réalisent des synthèses chimiques en une seule étape, ce qui est à comparer aux nombreuses étapes successives souvent nécessaires en chimie, avec les opérations de recyclage-récupération-séparation obligatoires entre chaque étape, et les coûts que cela implique (schéma ci-dessous). De plus, ils peuvent réaliser des synthèses hors de portée de la chimie traditionnelle, et en un temps très court.



Le bioréacteur rend possible des synthèses multistades continues, évitant l'isolement coûteux des intermédiaires B', C', D'. Dans la pratique, ces avantages sont compensés par quelques inconvénients :

a) Les substances naturelles ne sont peut-être pas toujours aussi renouvelables que prévu ! Dans le contexte actuel, l'approvisionnement en biomasse n'est ni assez important ni assez stable pour une unité chimique conventionnelle.

La matière première, très dispersée, exige de grandes capacités de

transport, de manutention et suscite des problèmes de stockage (putréfaction...) ce qui accroît son prix d'entrée en usine.

Enfin l'apport des nutriments minéraux, indispensables à la croissance des micro-organismes, peut représenter un coût non négligeable dans le procédé.

La fourniture d'azote et de phosphore constitue même un « procédé » à part entière pour favoriser la biodégradation naturelle du pétrole en mer. C'est ainsi qu'Elf Aquitaine a formulé un additif oléophile (une microémulsion) capable de faire proliférer sélectivement les bactéries du genre *Pseudomonas*, naturellement présentes dans les eaux et capables de dégrader les hydrocarbures supérieurs à C₁₂ du pétrole brut. Une source de carbone à longue chaîne (C₁₈, l'acide oléique) est en fait ajoutée pour stimuler la croissance bactérienne et l'adaptation des micro-organismes aux hydrocarbures. Ce nouveau produit va être commercialisé par CECA S.A., filiale de Elf.

b) Les concentrations maximales en réactifs « tolérées » par les catalyseurs biologiques sont généralement faibles, ce qui implique :

- des produits très peu concentrés (une solution à 10 % est un grand maximum). Par suite, l'étape de séparation, extraction purification est cruciale pour l'économie du procédé (les technologies membranaires ou chromatographiques, économes en énergie, sont ici d'un intérêt capital);
- un surdimensionnement des réacteurs eux-mêmes, c'est-à-dire un taux de production par unité de volume très faible, et donc des investissements lourds.

c) Le système biocatalytique, dans le meilleur des cas, peut facilement opérer en continu sur de longues périodes. Il est nécessaire de contrôler (et réguler automatiquement) tous les paramètres qui concourent à maintenir l'activité (pH, T, Po₂...) et l'intégrité biologique (stérilisation). Le suivi en continu des réactifs

et des produits est rendu délicat par la complexité des mélanges et les problèmes de fiabilité des capteurs *in situ*.

d) Finalement inactivées par la chaleur, les pH extrêmes, les solvants organiques, l'accumulation en produit (rétroinhibition), les enzymes doivent impérativement être stabilisées. Les technologies de stabilisation des enzymes sont encore très partiellement développées ce qui limite, à cause de leur coût, leurs applications industrielles.

e) Des problèmes réglementaires et juridiques importants ne sont pas toujours réglés : si des confinements particuliers ont été définis selon la pathogénicité des micro-organismes employés, la question de la propriété industrielle de souches génétiquement modifiées subsiste et les implications de la présence d'enzymes issues de recombinaisons génétiques dans le produit ne sont pas encore clarifiées.

II.2. Bioconversions et systèmes immobilisés : des perspectives à court terme

II.2.1. Les enzymes d'importance industrielle

La figure 7 schématise les filières d'obtention et d'utilisation des enzymes, le tableau 5 en énumère les principales applications. Les sources végétales (exemples : papaye pour la papaïne, orge germé pour les amylases) ou animales (exemple : caillette de veau pour la présure) fournissent des enzymes de qualité et d'activité variables, en quantités de plus en plus insuffisantes pour satisfaire les besoins. Si les fermentations sont parfois encore très artisanales (fermentations de surface pour nombre de moisissures), elles constituent la filière classique d'obtention de la plupart des enzymes industrielles, dont l'activité, la qualité et la quantité produite sont adaptées à la demande.

Certaines enzymes interviennent directement dans le produit final (détergents, produits pharmaceutiques), mais la majorité des

applications industrielles portent sur la catalyse de réactions chimiques utilisées dans les industries alimentaires (distillerie, boulangerie, brasserie, laiterie, amidonnerie-glucoserie, vins et jus de fruits), le textile, la papeterie et la tannerie.

Le marché des enzymes pour les applications traditionnelles est évalué à 1,5 milliard de francs et les grands producteurs sont :

- Novo Industri (Danemark) qui détiendrait 50 % du marché mondial et annonçait, en 1982, un programme d'investissements de 60 millions de \$, notamment aux États-Unis;
- Ghist-Brokades (Pays-Bas) qui a racheté, en 1977, la Société La Rapidase à Seclin (Nord), unique producteur français d'enzymes de taille significative;
- Miles Laboratoires Inc. (U.S.A.), filiale de Bayer A.G.;
- Nagase and Co. (Japon).

Jusqu'en 1974, les enzymes industrielles étaient utilisées exclusivement sous forme « libre » en solution aqueuse. Après cette date sont apparues les premières applications des enzymes ou cellules immobilisées, c'est-à-dire des biotechnologies de seconde génération, dont la plus importante, par les capacités installées, est la production d'isoglucose que nous examinerons plus loin en détail.

Les enzymes (respectivement les cellules) immobilisées sont définies comme des enzymes (des cellules) physiquement confinées ou localisées dans une portion d'espace définie, avec rétention de leurs activités catalytiques.

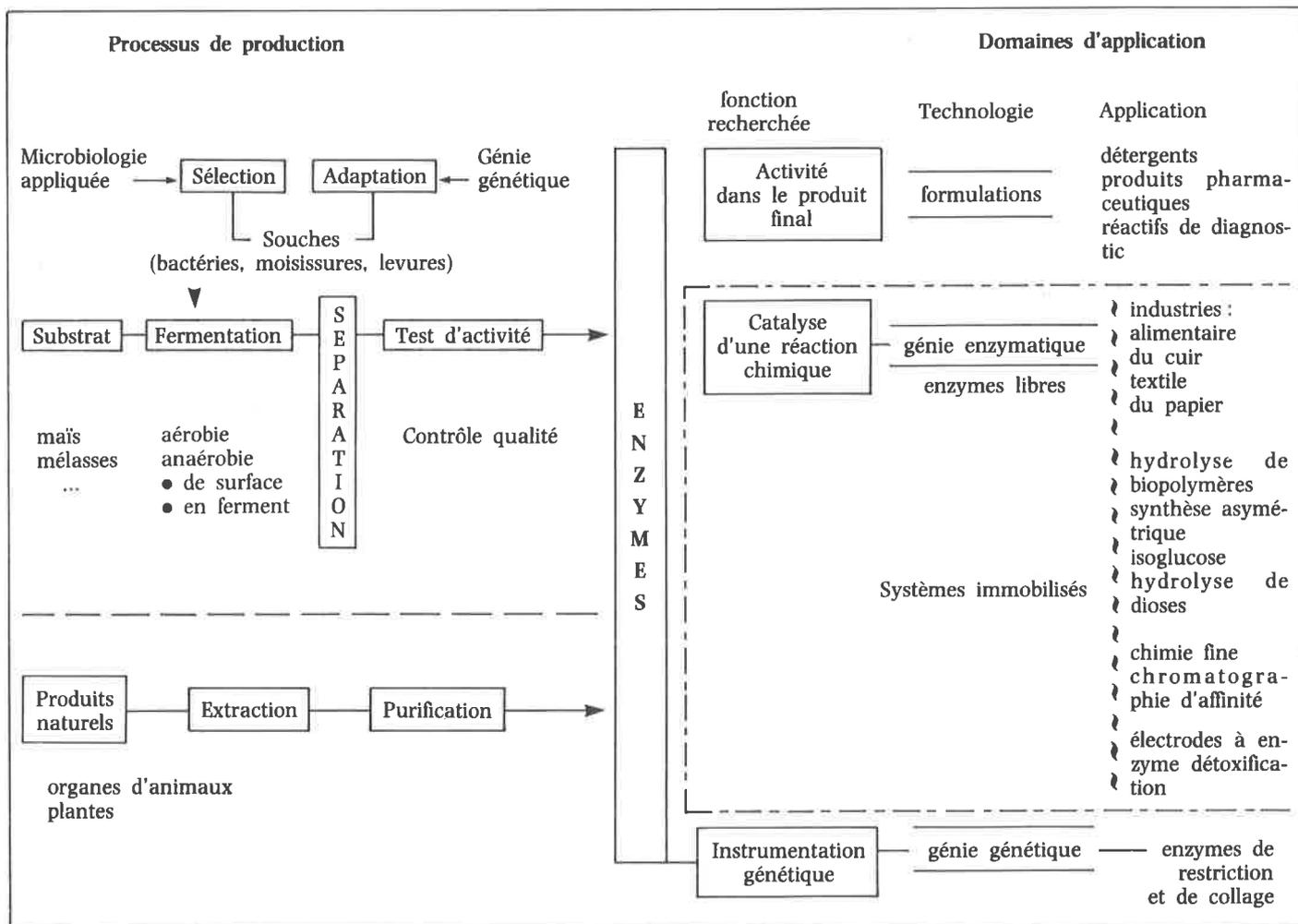


Figure 7. Schémas de production et d'application des enzymes.

Tableau 5. Sources et applications des principales enzymes industrielles

Enzymes	Application	Source
Amylases	Transformation de l'amidon pour la fabrication de dextrine, colle, sucre de malt, glucose, etc. Enlèvement de l'amidon, déformation des textiles, etc. Saccharification des matières de fermentation dans l'industrie de l'alcool, de la bière, du saké, etc. Activants digestifs	Bactéries, malt, moisissures Bactéries Bactéries, moisissures, malt Pancréas, malt, bactéries, moisissures Bactéries, moisissures
	Autres (fabrication de sirop pour la confiserie, produits pour empêcher le pain de rassir, nourriture pour bétail, fabrication d'« élastifiants », glycérides, activants digestifs)	
Protéases	Coagulation du lait et mûrissement dans la fermentation du fromage Fabrication de miso, de sauce de soja et d'assaisonnements amino-acidés Épilation et chipage du cuir Élimination des dépôts de protéines dans les industries de la brasserie Médicaments anti-inflammatoires et pour la digestion	Présure, moisissures Bactéries, aspergilles Pancréas, bactéries Papaine Pancréas, moisissures, bactéries, <i>Streptomyces</i> , bromelaine papaine
	Autres : récupération de l'argent sur les films photo, attendrissement de la viande, « élastifiants »	
Lipase	Fabrication d'agents de sapidité pour le beurre et glycérides ; activants digestifs	Moisissures, pancréas
Enzymes pectiques	Clarifiant des jus de fruits et du vin	Moisissures
Hémicellulase, Cellulase	Traitement des céréales et des légumes, extraction de dérivés de plantes, activants digestifs	Moisissures
Inulinase	Fabrique de fructose	Bactéries, moisissures
Hyaluronidase	Médicament (facteur dispersant)	Bactéries
Invertase	Fabrique de sucre inverti	Levures, bactéries
Naringinase	Suppression de l'amertume du jus de fruits	Moisissures
Hespéridinase	Élimination des dépôts dans les conserves de mandarine	Moisissures
Anthocyanase	Décoloration de jus de fruits	Moisissures
Acylyase	Fabrication d'acides aminés L	Moisissures
Tannase	Élimination de l'astringence, purification des enzymes	Moisissures
DNase	Médicaments	Bactéries
Ribonucléotidase	Fabrication d'acide inosinique	Moisissures
Enzyme désodorisante	Désodorisation des haricots, suppression des odeurs de cuisson	Moisissures
Oxydase de glucose	Antiseptie des aliments (élimination de l'oxygène), fabrication d'œufs déshydratés (élimination du glucose), test du glucose	Moisissures
Catalase	Antiseptie des aliments (combinée avec l'oxydase de glucose)	Moisissures
Uricase	Décomposant de l'acide urique, test de l'acide urique	Levures, <i>Streptomyces</i>
Aspartase	Fabrication de l'acide aspartique à partir de l'acide fumarique	Bactéries
Fumarase	Fabrication d'acide malique	Bactéries
Glucose isomérase	Fabrication de fructose à partir du glucose	Bactéries, <i>Streptomyces</i>

Source : Société japonaise de techniques de la fermentation.

Les avantages des enzymes immobilisées sur les enzymes libres sont les suivants :

- la stabilité opérationnelle est très supérieure (l'immobilisation est une technique de stabilisation);
- le procédé est continu, ce qui, à capacité égale, réduit le volume et le coût des bioréacteurs;
- la réaction est mieux contrôlée, la pureté et le rendement en produit sont meilleurs;
- les matières premières sont mieux utilisées, la pollution est moins importante (en volume).

Le coût de production est globalement ramené à 50-60 % d'une même production utilisant des enzymes libres.

Les cellules immobilisées qui permettent de sauter les étapes d'extraction et/ou de purification de l'enzyme sont particulièrement intéressantes dans les cas suivants :

- les enzymes sont intracellulaires;
- les enzymes extraites des cellules sont instables soit à l'état libre, soit pendant et à la suite de l'immobilisation;
- le micro-organisme ne contient aucune enzyme susceptible d'interférer ou lorsque de telles enzymes sont inactivées;

- les substrats et les produits ne sont pas des composés à trop grands poids moléculaires (empêchements stériques).

Déjà appliquée industriellement à quelques productions, l'immobilisation de biocatalyseurs reste délicate, quelle que soit la méthode employée (voir le tableau 6 et illustrations correspondantes de la figure 8) et nécessite un méticuleux travail de sélection des supports ou matrices.

A l'heure actuelle, l'industrie des enzymes devient un pôle stratégique pour le développement bioindustriel et il n'est pas surprenant que la plupart des sociétés de fermentation soient tentées d'entrer sur le marché ou de développer leurs productions captives d'enzymes.

II.2.2. La catalyse enzymatique en chimie

a) Hydrolyse de biopolymères

Les enzymes d'hydrolyse sont les plus anciennement connues et utilisées massivement avec une bonne efficacité (amylases de végétaux, protéases d'animaux). Ce sont les seules pour lesquelles l'immobilisation ne présente pas d'intérêt, leur substrat étant insoluble. Il faut donc avoir recours à d'autres biotechnologies pour améliorer, le cas échéant, leur stabilité et leur activité :

- microbiologie appliquée, recherche d'activités enzymatiques nouvelles et sélection de souches thermostables : les travaux japonais ayant abouti en 1978 à la production industrielle de cyclodextrines (travaux évoqués dans le chapitre consacré à l'amidon) sont très démonstratifs des possibilités des biotechnologies en chimie fine;
- génie génétique pour accroître la stabilité thermique des amylases d'hydrolyse de l'amidon (travaux du laboratoire de génétique de l'I.N.P.A.G.);

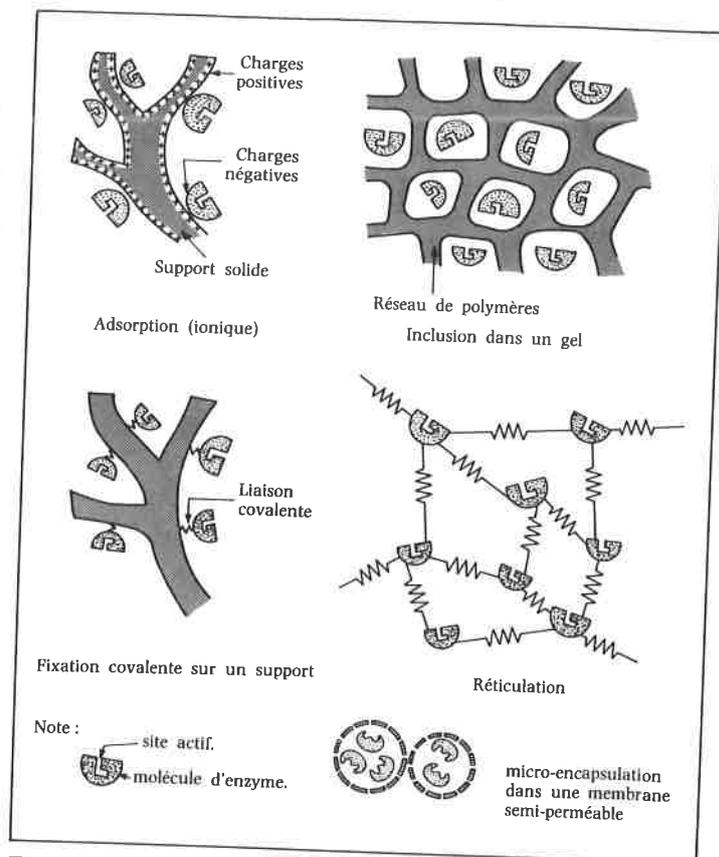


Figure 8. Les différents modes d'immobilisation des enzymes.

Tableau 6. Comparaison des méthodes d'immobilisation de biocatalyseurs

Méthode	Pour	Contre	Observations
Adsorption Le biocatalyseur adhère à la surface du support	<ul style="list-style-type: none"> • la plus simple • ne cause aucun dommage aux enzymes fragiles • peu onéreuse 	<ul style="list-style-type: none"> • système peu stable • les cellules sont plus facilement adsorbées que les enzymes 	sur lits d'échanges d'ions
Liaison covalente Une liaison chimique est formée entre le biocatalyseur et le support	<ul style="list-style-type: none"> • relativement simple • bonne stabilité • l'immobilisation peut accroître l'activité du catalyseur 	<ul style="list-style-type: none"> • l'immobilisation peut détruire l'activité du catalyseur • les enzymes s'immobilisent mieux que les cellules 	
Pontage-Réticulation Le biocatalyseur est incorporé dans la structure chimique d'un support polymérique	<ul style="list-style-type: none"> • fixation la plus stable au support et pouvant accroître l'activité du biocatalyseur 	<ul style="list-style-type: none"> • très difficile • peut détruire l'activité • ne convient pas aux cellules • les réactifs peuvent ne pas bien parvenir au catalyseur 	la liaison s'effectue avec un réactif bi ou multifonctionnel tel que glutaraldéhyde toluène iso-cyanate
Emprisonnement Le biocatalyseur est emprisonné à l'intérieur de la matrice du polymère	<ul style="list-style-type: none"> • conditions douces de réticulation du gel • peu onéreuse • stabilité correcte • convient aux cellules • prépolymères en résines photosensibles par exemple 	<ul style="list-style-type: none"> • difficultés d'accès des réactifs au catalyseur 	nombreuses matrices possibles : <ul style="list-style-type: none"> • collagène • gélatine • agar • alginate, carragenate • chitosane • cellules biocétate • polyacrylamide • polystyrène
Encapsulation Le biocatalyseur est entouré d'une membrane semi-perméable	<ul style="list-style-type: none"> • très stable • l'accès des réactifs au catalyseur est facilité 	<ul style="list-style-type: none"> • très coûteux • mieux adapté à des applications médicales 	

- couplage du bioréacteur et du dispositif d'extraction des produits (ultrafiltration); l'élimination des produits au moment de leur formation limite leur action inhibitrice sur les enzymes dans le milieu réactionnel.

En France, la Sopharga, filiale de Roussel-Uclaf, développe une installation de ce genre pour l'hydrolyse des protéines du lactosérum par des enzymes pancréatiques libres. Les peptides directement séparés par ultrafiltration auraient comme débouché des aliments de réanimation (marché mondial estimé à 10 000 t/an).

Mais certains biopolymères demeurent particulièrement rebelles à l'hydrolyse enzymatique, c'est le cas des celluloses, il faudra encore du temps pour que l'action conjuguée des trois méthodes précédentes parvienne à rendre économique cette opération, sur laquelle nous reviendrons au chapitre de la sucrchimie.

b) Oxydation, biodégradation d'hydrocarbures insaturés

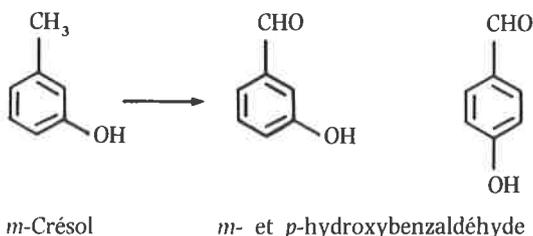
De manière générale les réactions de dégradation intervenant dans le catabolisme des êtres vivants sont « favorisées » par la thermodynamique : elles sont exothermiques et ne requièrent pas l'intervention de cofacteurs.

Aussi les chimistes espèrent-ils beaucoup de la catalyse enzymatique de réactions d'oxydation et, entre autres, une amélioration de la sélectivité et du rendement par rapport aux catalyses classiques de la pétrochimie. Mais les recherches n'en sont qu'à leurs débuts.

Nous discuterons plus loin le cas du projet CETUS qui visait, un peu hardiment, des filières aussi lourdes que l'époxydation de l'éthylène ou du propylène.

Plus proches d'une application industrielle, nous semble-t-il, sont des travaux, gardés assez secrets, au Japon, aux États-Unis et au Royaume-Uni. Un contrat de recherches de 224 000 \$ entre Genetics Institute, Boston, M.A. et le Biotechnology Center du Cranfield Polytechnic Institute porte sur l'utilisation de bactéries méthanotrophes et de leurs mono-oxygénases pour « biotransformer » des composés aromatiques tels que, probablement, l'éthylbenzène, des chlorotoluènes, chlorophénols ou crésols (exemple ci-dessous) qui intéressent la chimie de synthèse organique.

Oxydation et réarrangement d'un crésol



Enfin, des réactions d'oxydation et de réduction, mais aussi de cyclisation, d'isomérisation, etc. par bioconversion de monoterpènes tels que géranol, nérol, citronellol, pinène, limonène, menthène, camphène... généralement extraits de substances naturelles, semblent d'ores et déjà très attractives pour l'industrie des arômes et parfums car il s'agit de productions à très haute valeur ajoutée. Néanmoins des problèmes spécifiques (faibles rendements, composés volatils, difficulté d'adaptation des souches aux substrats) ont limité jusqu'à présent le recours aux bioconversions.

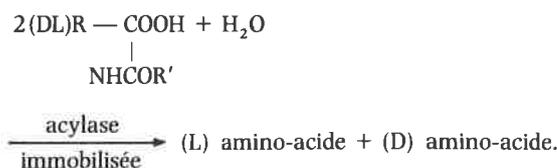
c) Synthèses enzymatiques de composés optiquement actifs

Diverses catégories de réactions, explorées notamment par les Japonais I. Chibata, T. Tosa de la Société Tanabe Seyaku Co. Ltd. donnent accès à des composés à haute valeur ajoutée, dont la

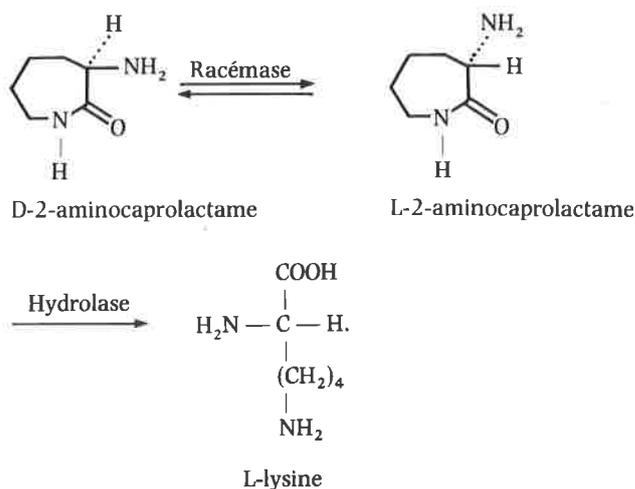
synthèse organique est très difficile. Certaines ont déjà des applications industrielles :

● Dédoublément de racémiques

Les acides aminés obtenus par synthèse chimique sont des mélanges racémiques. Pour préparer industriellement le L-tryptophane ou la L-méthionine :

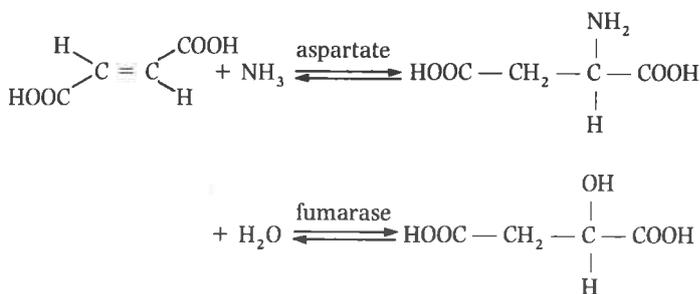


La L-lysine est produite par Toray Industries (500 t/an) à partir d'un co-produit de la synthèse du nylon selon un processus ingénieux de dédoublément de racémiques :



● Synthèse asymétrique

1. Addition sur les doubles liaisons C = C de H₂O ou NH₃. Ce sont les synthèses industrielles des acides L-aspartique et L-malique à partir de l'acide fumarique, développées par Chibata.



2. Formation de liaisons C—C

Des réactions réversibles, qui physiologiquement s'effectuent dans le sens de la dégradation, sont utilisées dans l'hémisynthèse d'acides aminés tels que :

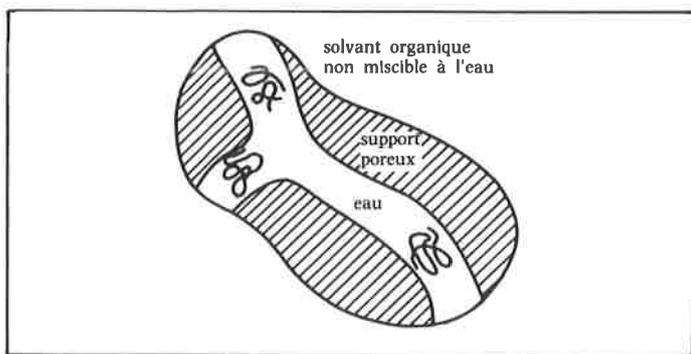
- L-tryptophane à partir d'indole, de pyruvate et d'ammoniac;
- L-tyrosine à partir de phénol, d'une part, et de D-L sérine ou de pyruvate et d'ammoniac, d'autre part.

Showa Denko serait récemment passé au stade industriel pour le L-tryptophane et Ajinomoto pour la L-cystéine.

Nous aurons l'occasion de revenir sur ces réactions dans un chapitre consacré au cas spécifique des acides aminés.

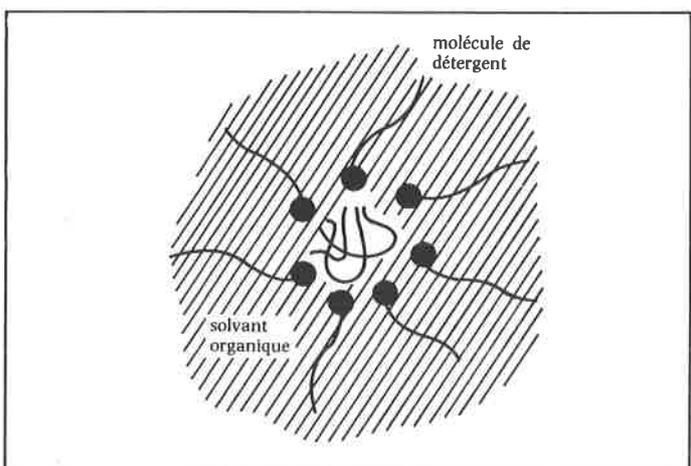
3. Réduction de groupements carbonyles

De tels groupements peuvent être réduits par le cofacteur NADH, soit avec amination, par exemple :



• l'inclusion d'enzymes dans des micelles inverses de surfactants (les groupements polaires de la molécule constituant le noyau de la micelle et, les fragments d'hydrocarbures, la couche superficielle) aurait une action stabilisante et créerait une sorte de microréacteur (schéma ci-dessous).

Cette technique serait à l'étude à l'Université Lomonosov de Moscou (Martinek, Berezin).



A la pointe des recherches sur les enzymes immobilisées figurent l'U.T.C. (Pr. Thomas) et le M.I.T. (Pr. Klibanov).

II.2.3. Applications des enzymes liées à l'amélioration qualitative du procédé chimique

De nombreuses applications actuelles des enzymes sont liées à la protection de l'environnement :

- détergents biodégradables (à faible teneur en phosphates);
- traitement des effluents de laiterie, de l'industrie alimentaire, de cuir et des gélatines.

Des technologies utilisant des enzymes immobilisées en détoxification apparaissent actuellement et devraient se multiplier prochainement.

Aux États-Unis, le Midwest Research Institute aurait mis au point un système de détoxification d'insecticides organophosphates et carbamates utilisant la cholinestérase sur billes de verre ou mousse de polyuréthane. Il aurait en projet des systèmes similaires pour des hydrocarbures chlorés (carbonique anhydrase), le chlordane, lindane et toxaphène (hexokinase).

L'Illinois Institute of Technology, sous contrat avec le Pentagone, s'intéresserait à la diisopropylphosphofluoridase pour traiter des gaz (Soman, Sarin) et aurait recours au génie génétique.

La séparation enzymatique de métaux et de substances inorganiques d'effluents aqueux est envisageable à l'image de la biolixiviation de minerais pauvres.

L'électrode à enzymes est une application analytique appelée à se développer, notamment pour l'optimisation des procédés biotechnologiques.

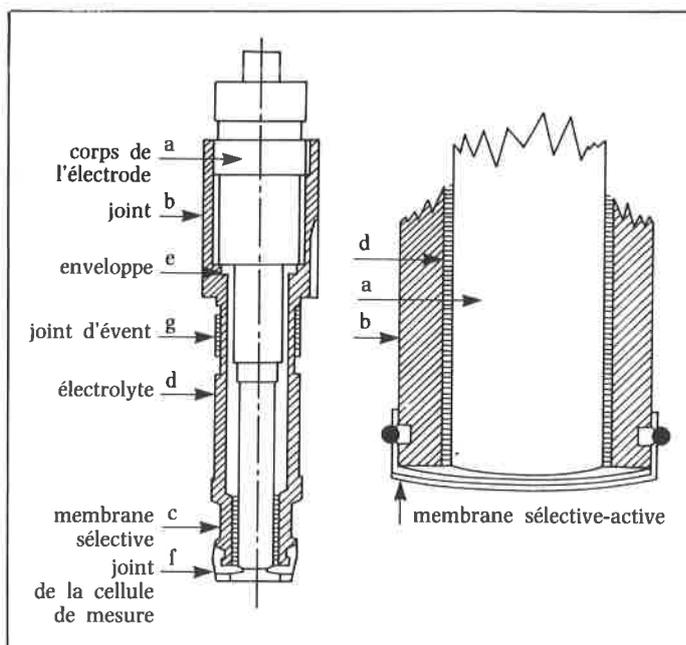


Figure 9. Schéma de principe d'une électrode à enzymes.

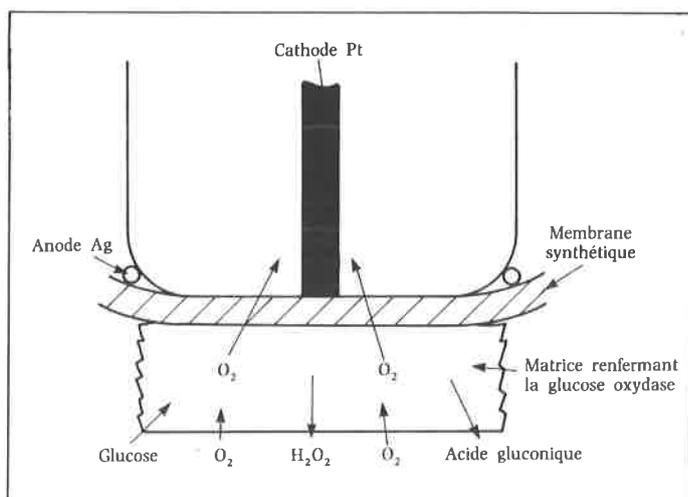
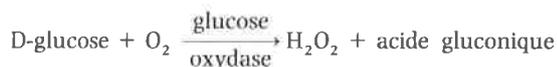


Figure 10. Électrode à glucose oxydase.

L'oxygène consommé lors de l'oxydation du glucose en delta-gluconolactone est mesuré par une électrode à oxygène rendue spécifique du glucose par adjonction d'un revêtement de glucose oxydase. Ce revêtement contient en outre de la catalase ou de la peroxydase nécessaire à la décomposition de l'eau oxygénée qui, s'accumulant, serait inhibitrice de la réaction.

Son principe (figures 9 et 10) est le couplage d'enzymes (sous forme solubles ou immobilisées) avec une électrode conventionnelle, sélective aux ions, qui mesure l'apparition d'un produit (ou la diminution d'un réactif) de la réaction que l'enzyme, choisie à cet effet, catalyse de manière hautement sélective et ultra-sensible.

Ainsi l'électrode à glucose contient des glucose-oxydases qui catalysent la réaction :



et permettent ainsi de doser le glucose par la mesure au choix :

- de l'acide gluconique produit (avec une électrode à pH);
 - de l' H_2O_2 libérée (avec une électrode de platine à + 0,6 V ou une électrode membranaire à iode qui mesure la disparition de I^- dans la réaction $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- \text{-peroxydase} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$);
 - de l'oxygène consommé (avec une électrode à gaz de type Clark ou une électrode de platine à - 0,6 V).
- La S.N.E.A. (P) a développé et commercialisé un « glucimètre » qui fonctionne selon cette dernière méthode de mesure.

Un grand nombre de substrats biochimiques peuvent être analysés selon le même principe par des électrodes à enzymes. Aux États-Unis Yellow Springs Instruments (E.U.) fabrique déjà des électrodes à lactose, à saccharose, amidon et alcool.

Le marché de ces instruments d'analyse de haute précision s'ouvre sur les secteurs agro-alimentaire et médico-pharmaceutique. Il justifie les efforts de recherche-développement des laboratoires de technologie enzymatique.

Fin de la 1^{re} partie.

Il devient absolument nécessaire que vous rédigiez vos manuscrits en respectant la symbolique et la terminologie édictées par l'IUPAC (publiées dans le « Manuel des symboles et de terminologie des grandeurs et des unités physico-chimiques »).

Règles de nomenclature pour la chimie organique (Sections A, B et C)

Adaptation française des règles élaborées par la Commission de nomenclature en chimie organique de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée.

Section A : Hydrocarbures.

Section B : Systèmes hétérocycliques.

Section C : Groupes caractéristiques contenant des atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, d'halogènes, de soufre, de sélénium et de tellure.

Un livre de 320 pages édité par la Société Chimique de France.

Membres de la S.C.F. : 70 F.

Non membres de la S.C.F. : 140 F.

Une commande, pour être agréée, devra être accompagnée du règlement correspondant, sous forme de chèque bancaire ou de chèque postal (280-28 Paris W), à l'ordre de la Société Chimique de France.

Pour faciliter la tâche de la Trésorerie, éviter, si possible, la demande d'une facture.

Initiation pragmatique à la RMN du proton

J.-P. Rabine¹
M. Rouillard¹
D. Cabrol¹
R. Luft¹

Une expérience d'autoformation basée
sur des techniques audiovisuelles et informatiques

Introduction

Les développements des technologies de mesure, d'une part, ceux du traitement informatique des données dans son application au calcul des spectres complexes, d'autre part, ont fait de la Résonance Magnétique Nucléaire l'une des techniques d'investigation structurale les plus complètes et les plus performantes.

Cependant la rapidité d'évolution des méthodes spectroscopiques a creusé un fossé entre les chimistes de paillasse pour lesquels l'analyse instrumentale n'est qu'une activité occasionnelle et ceux pour lesquels cette discipline constitue la base de leur travail. Cette situation explique le désir des organismes professionnels de voir développer, encore plus, un système de formation continue qui assurerait une initiation rapide de leurs cadres aux techniques précitées.

D'un autre côté, à l'Université même, un besoin analogue de renforcement des connaissances physico-chimique se fait jour, tant dans les disciplines des sciences de la vie, que dans certaines filières d'enseignement professionnel relevant des sciences de la matière. Les établissements d'Enseignement Supérieur se voient ainsi confrontés au problème de la formation de personnes venant d'horizons divers, de bagage scientifique non homogène et ayant souvent reçu leur formation initiale il y a un certain nombre d'années.

C'est en prenant en considération un tel contexte que nous avons réalisé, en vue de l'étude élémentaire de la RMN du proton, un ensemble de documents d'autoformation conçus de façon telle, qu'ils permettent un travail individuel ou en petits groupes, sans la présence constante d'un enseignant.

Ces documents doivent aussi tenir compte :

- d'une part, des possibilités d'existence de grandes différences de niveau de connaissance des apprenants potentiels, en particulier en ce qui concerne les mathématiques et la physique;
- d'autre part, des impératifs psychopédagogiques de la formation professionnelle continue des adultes. Il faut toujours avoir présent à l'esprit que, dans ce dernier cadre, les apprenants acquièrent plus aisément leur savoir par la méthode socratique, que par la technique ex-cathedra; de même, au cours d'un enseignement en groupe, leurs risques de blocage mental sont accrus. Ce sont toutes ces raisons qui tendent à donner, ici, la préférence à un enseignement ou à un apprentissage plus individualisé.

Enfin, l'étude de ces documents doit conduire l'apprenant à un niveau de compétence mesurable, clairement défini, et lui faire

prendre conscience de ses acquis. Elle doit également lui en faire percevoir les limites, tout en maintenant vivace son désir de perfectionnement.

C'est pourquoi il nous a semblé utile de retenir, pour un premier apprentissage de la RMN du proton, une méthode d'exposition pragmatique et une approche systématique simple qui ne nécessitent pas de connaissances élevées en chimie moléculaire, en chimie physique et en électromagnétisme. Nous avons renoncé à la discussion d'équations et fondé notre exposé sur un système de représentation vectorielle; cette dernière se prête bien à l'utilisation du support audio-visuel que nous avons retenu comme véhicule de l'information à côté du support informatique. L'ensemble des documents est utilisable en chambre claire, ce qui permet à l'apprenant de prendre des notes dans des conditions de travail convenables.

Objectifs didactiques

L'utilisation de cet ensemble d'auto-formation doit permettre à l'utilisateur d'atteindre les deux objectifs suivants :

- être capable de prévoir le spectre RMN d'un composé organique à partir de sa formule développée;
- être capable d'établir la formule développée d'un composé organique à partir de sa formule brute et de son spectre RMN.

Dans ces deux cas, on n'envisagera que des spectres interprétables au premier ordre. L'utilisation des tables de déplacements chimiques et de couplages est « autorisée » mais deviendra de moins en moins fréquente au fur et à mesure de la progression dans la formation.

Prérequis

Pour aborder seul cette étude, l'utilisateur devra être capable de :

- écrire la formule développée des groupes fonctionnels les plus courants;
- écrire les formules développées de molécules en respectant les valences des atomes;
- classer les atomes (rencontrés classiquement) par ordre d'électronégativité;
- tenir compte des effets inductifs et de conjugaison pour prévoir qualitativement l'influence d'un atome (ou d'un groupe) sur la densité électronique de ses voisins;

¹ Centre de recherche pédagogique et de rénovation didactique en chimie, Université de Nice, Parc Valrose, 06034 Nice Cedex. •

- reconnaître le caractère chiral ou achiral d'une molécule;
- appliquer la loi de Lenz à l'atome et aux systèmes d'électrons π pour déterminer le sens des champs induits.

Documents didactiques

L'ensemble du matériel d'autoformation mis à la disposition des apprenants comporte :

- un fascicule qui est remis à l'apprenant avant le début de son stage et qui lui reste acquis (voir plus loin son contenu);
- cinq diaporamas (montages de diapositives couleurs sur fond noir, pilotés par une cassette magnétique portant le commentaire) de 36 diapositives chacun, intitulés : Théorie simplifiée de la RMN; Déplacement chimique 1^{re} et 2^e partie; Couplages spin-spin 1^{re} et 2^e partie;
- le didacticiel REMANO accompagné de sa documentation pédagogique et du catalogue des spectres constituant le fichier d'exemples;
- un ensemble de trois séries de 36 diapositives d'exercices, non commentées, mais comportant les solutions.

Contenu et analyse des documents

Le fascicule de base expose les notions fondamentales développées dans les différents diaporamas; il contient les tables des déplacements chimiques et des couplages rencontrés fréquemment. Il contient également quelques exemples de spectres RMN. Il constitue un document de référence aide-mémoire, permettant de limiter le volume de notes à prendre pendant l'étude des diaporamas.

Les diaporamas

Pour l'ensemble de l'exposé théorique, nous avons développé un système de représentation vectorielle qui permet de contourner les difficultés rencontrées dans l'utilisation d'équations mathématiques. De plus, grâce à l'utilisation pertinente de la couleur, ce système se prête bien à une présentation audio-visuelle et permet une grande économie dans le commentaire.

De même, pour la discussion des spectres, il a été largement fait appel à la couleur, car son contenu informatif est élevé (ceci est malheureusement impossible à traduire dans un document noir et blanc tel que le présent texte). Sur chaque diapositive, nous avons procédé à une association chromatique entre chacun des protons (ou groupe de protons) de la formule développée et le signal qui traduit sa résonance dans le spectre. Si la fluidité du commentaire guide d'abord l'apprenant et lui impose sa cadence, celui-ci dispose ensuite d'un temps de morte-parole (qu'il peut prolonger à sa guise) au cours duquel cette association chromatique entre une partie de la formule structurale et un signal du spectre RMN lui permet de reprendre le décodage des informations à son rythme et dans un ordre non imposé. D'autre part, un certain nombre d'arrêts dans le déroulement de la projection audiovisuelle ont été prévus. Ils invitent l'apprenant à une auto-évaluation de son acquis. Les principales réponses attendues sont développées à chaque reprise du diaporama.

La théorie simplifiée

Le phénomène de résonance magnétique nucléaire est introduit sommairement, sans développement particulier de ses aspects technologiques. Il est examiné d'abord au niveau du noyau isolé. Lors du passage à l'étude de l'atome, puis de la molécule, le concept d'écran est introduit grâce à des modèles vectoriels (figure 1) plutôt qu'en faisant appel à la classique constante d'écran.

La figure 1 compare les cas du noyau et de l'atome d'hydrogène; les champs (champ émis par l'aimant, champ H_0 subi par le noyau et

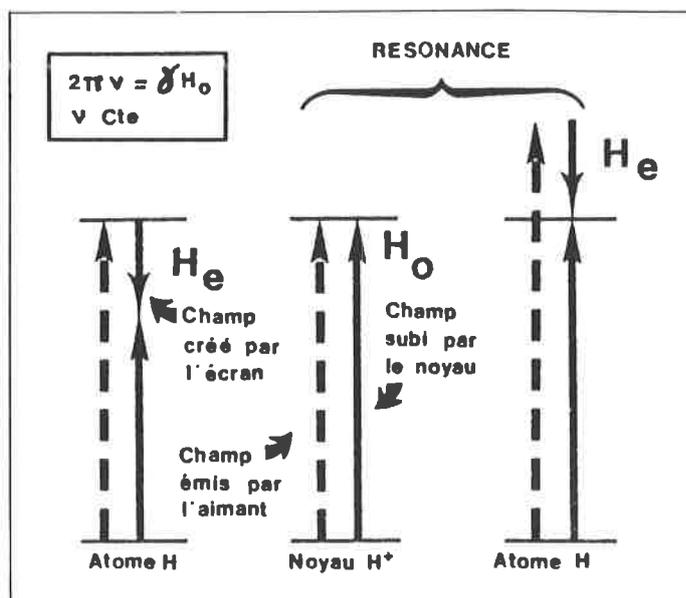


Figure 1.

champ d'écran H_e) sont figurés par des vecteurs différents. Avec ce système de représentation, les modifications de l'environnement du noyau se traduisent par une modification des modules des vecteurs. La condition de résonance étant définie par l'existence, au niveau du noyau, d'un champ d'intensité H_0 , on voit que pour amener l'atome d'hydrogène à la résonance il y a lieu de renforcer, en conséquence, le champ émis par l'aimant pour contrebalancer les effets du champ d'écran H_e .

L'ensemble des développements théoriques est abordé suivant la même méthode et en se plaçant dans la situation que l'on rencontre en travaillant avec un appareillage fonctionnant à fréquence constante. Pour atteindre la résonance, les différentes contributions magnétiques (champ émis par l'aimant, champ d'écran, d'interaction de spin) devront, par conséquent, être toujours ajustées de façon telle que l'intensité du champ subi par le noyau reste constante et égale à H_0 .

Un bref aperçu des appareillages à champ constant est donné. Les conditions de résonance se définissent alors en termes de proportionnalité des fréquences, ce qui ne permet pas la visualisation vectorielle adoptée pour la technologie à fréquence constante.

Des questions tests, aménagées à plusieurs endroits du diaporama, permettent à l'apprenant de vérifier qu'il est capable d'appliquer les notions exposées à des exemples simples et que sa perception du modèle vectoriel est convenable. Les principales réponses attendues sont développées à chaque reprise du diaporama.

Les déplacements chimiques

Dans ce diaporama sont abordés les problèmes d'équivalence magnétique et/ou de l'influence de l'électronégativité et ceux de l'anisotropie magnétique sur le déplacement chimique. Cet enseignement est basé sur l'étude d'une série importante de spectres de molécules ne présentant pas de couplages spin-spin et dont la complexité croît régulièrement.

La notion d'équivalence magnétique est introduite à partir d'une série de substances dont le nombre de protons isochrones va croissant. Les effets de l'électronégativité, abordés dans la théorie simplifiée, sont développés. La conjonction d'effets au niveau d'un proton donné (notion d'additivité au sens « qualitatif ») est introduite à l'aide d'exemples simples (figure 2).

Pour chaque type de voisinage l'importance de l'effet alpha est signalée. Elle est par ailleurs concrétisée dans l'étude des effets de double environnement.

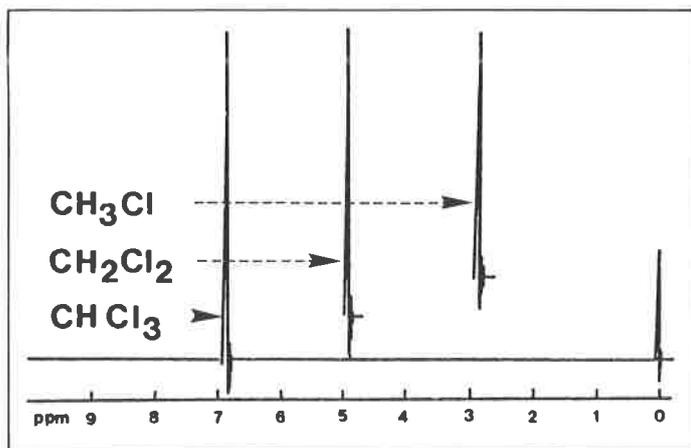


Figure 2.

Dans la seconde partie de ce diaporama l'ensemble des effets précédemment décrits est rediscuté au cours de l'examen systématique des spectres de composés appartenant aux grandes familles de la chimie organique.

Les couplages spin-spin

La notion d'interaction spin-spin est abordée suivant le schéma vectoriel adopté précédemment.

Dans un premier temps l'ensemble des effets sur l'écran (électronégativité, anisotropie...) est regroupé sous la forme d'un champ d'écran H_e affecté au noyau i . On peut donc ainsi associer à un déplacement chimique δ_i un champ H_i émis par l'appareil.

Au niveau du noyau étudié i les effets d'interaction d'un noyau voisin sont définis par l'apparition, de façon équiprobable, d'une contribution H_s paramagnétique ou diamagnétique. Lorsque cette perturbation est paramagnétique, il apparaît que la résonance ne se fera plus au champ H_i , mais à un champ inférieur H_i^- . La situation s'inverse pour la contribution diamagnétique, la résonance est également perçue pour un champ supérieur H_i^+ . Il en résulte (figure 3), à la place du signal initialement prévu, un doublement en deux signaux nouveaux, d'égale intensité et placés symétriquement de part et d'autre de la valeur δ_i .

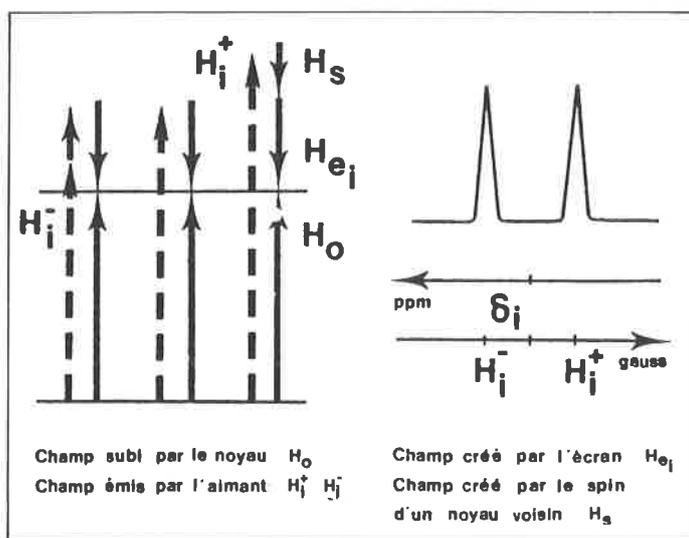


Figure 3.

Les effets liés à deux protons voisins (systèmes AX2) sont introduits selon la même représentation vectorielle.

On introduit parallèlement la méthode plus classique qui consiste à dédoubler successivement le signal d'une valeur égale au couplage.

Cette seconde méthode est utilisée dans l'étude des systèmes plus complexes fréquemment rencontrés (AMX, AX3, A2X3, etc.). A ce niveau les règles simples sur la multiplicité et sur l'intensité des signaux sont introduites. Chaque cas est illustré par un ou plusieurs spectres caractéristiques.

La dernière partie du diaporama est une mise en garde de l'apprenant sur les limites de l'interprétation au premier ordre.

Le didacticiel REMANO

Le programme informatique REMANO est destiné à permettre une application immédiate des notions acquises lors de l'étude des différents diaporamas. L'apprenant peut donc vérifier par lui-même s'il a bien assimilé les différentes notions et s'il est capable de les appliquer convenablement. Pour cela il est invité à décrire le spectre potentiel d'un composé organique à partir de sa formule développée présentée sur l'écran. La description du spectre se fait interactivement en répondant aux questions posées par l'ordinateur.

Cette description se fait suivant un mode guidé pour chaque proton ou groupe de protons isochrones du composé.

Chaque réponse fournie par l'apprenant est comparée avec la donnée expérimentale. Suivant l'écart, la valeur est considérée comme acceptable ou rejetée. Dans ce cas, elle donne lieu à l'édition d'un commentaire. Les commentaires ont été choisis de manière à tenir compte des erreurs prévisibles telles qu'elles résultent d'une observation systématique des réponses des apprenants. A chaque étape de la construction du spectre, l'utilisateur peut accéder à une minibase de données relative à la question posée.

Le programme sélectionne les exemples à partir d'un fichier de données expérimentales portant sur les spectres de 100 composés organiques, analysables au premier ordre. Il contient aussi les informations de nature pédagogique permettant d'apporter des commentaires spécifiques aux réponses proposées par l'apprenant.

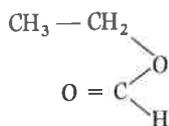
La sélection d'un composé dans ce fichier peut se faire de plusieurs façons :

- soit par accès direct à un spectre particulier,
- soit par accès aléatoire aux spectres ne présentant pas de couplage (pour une utilisation du didacticiel après l'étude sur les déplacements chimiques),
- ou par accès aléatoire aux spectres présentant des couplages.

A titre d'illustration, voici quelques extraits montrant le principe du déroulement d'un exercice relatif au formiate d'éthyle (dans ces extraits, les réponses introduites par l'utilisateur ont été soulignées).

Après présentation des objectifs du programme, la première question concerne le nombre de signaux (extraits 1 et 2) (question 1)

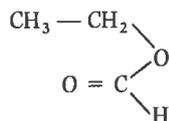
Extrait 1



En faisant abstraction de leur éventuelle multiplicité, à combien de signaux conduit ce composé ? 7.

En faisant abstraction des multiplicités possibles, il ne peut y avoir plus de signaux que de protons... Essayez de corriger votre réponse.

Extrait 2

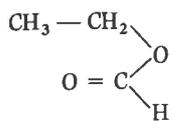


En faisant abstraction de leur éventuelle multiplicité, à combien de signaux conduit ce composé ? 3.

C'est bien cela... continuons.

Ensuite, pour chaque (groupe de) proton(s), le programme sollicite :
 ● la valeur du déplacement chimique en ppm (extrait 3) (question 2).

Extrait 3



Pressez ? et return pour consulter mes tables de déplacement chimique...
 Quel est le déplacement chimique du groupement contrasté ?
 δ (exprimé en ppm) ? 1,3
 Votre réponse tombe dans la fourchette admise, bonne évaluation.
 Expérimentalement le signal sort à 1,2 ppm.

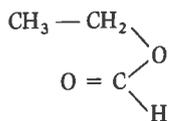
- le nombre de types de couplages (géméné, vicinal ou à longue distance) qui interviennent (question 3),
- s'il y a un couplage, sa valeur absolue moyenne (en hertz) : (question 4) et la multiplicité du signal : (question 5).

Pour l'étude complète du groupement méthyle, l'apprenant doit répondre aux questions 2, 3, 4 et 5. Le même type de questions (2 à 5) est ensuite posé pour les protons du groupe méthylène et les seules questions 2 et 3 pour le proton porté par le carbonyle.
 A la fin de chaque exercice, le programme fournit à l'utilisateur le numéro du spectre expérimental qu'il pourra consulter dans un catalogue de spectres muets mis à sa disposition.

Sauf pour la première question, l'utilisateur peut consulter une minibase de données relative à la question posée.

Par exemple, après la question 2 (extrait 4) :

Extrait 4

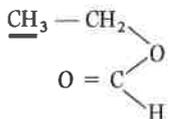


Voulez-vous consulter :
 1) les tables générales ou
 2) les tables relatives aux groupements
 $\text{CH}_3 -$, $- \text{CH}_2 -$ et $- \text{CH} -$

Quelle est votre option, 1 ou 2 ? 2

la base de données peut fournir les renseignements suivants (extrait 5) :

Extrait 5



Vous désirez des renseignements concernant les déplacements chimiques des protons portés par le carbone signalé par une flèche

- | | | |
|--------------------------------------|---|--|
| 1 : $-\text{C}-\text{Z}$ | ↑ | carbone en alpha de la fonction chimique Z |
| 2 : $-\text{C}-\text{C}-\text{Z}$ | ↑ | carbone en bêta de la fonction chimique Z |
| 3 : $\text{Z}-\text{CH}_2-\text{Z}'$ | ↑ | ou subissant l'influence des deux fonctions chimiques Z et Z'. |

Quelle est votre option, 1 ou 2 ? 2

Les diapositives d'exercices

Le type d'exercice posé avec ces diapositives est différent de celui qui sous-tend le didacticiel REMANO. Cette fois on présente à l'apprenant la formule brute d'un corps et son spectre RMN et il doit proposer une formule développée.

La première série d'exercices porte sur des composés ne présentant pas de couplage spin-spin, elle peut donc être abordée immédiatement après l'étude des déplacements chimiques, la seconde série, en revanche, fait intervenir les couplages.

Chaque exercice est présenté sous la forme d'une paire de diapositives. La première contient le spectre muet, accompagné de la courbe d'intégration et de la formule brute du composé étudié. La seconde diapositive apporte la solution; l'association de couleurs déjà signalée entre chaque (groupe de) proton(s) de la formule développée et le signal correspondant permet de se dispenser de tout commentaire.

Cette série de 54 exercices progressifs peut être exploitée en libre-service par l'apprenant, elle peut aussi servir de base à une sélection de cas destinés à être commentés par un enseignant.

Exemples d'utilisation

Le mode d'utilisation de la collection de documents « Initiation pragmatique à la RMN » n'est pas figé et peut être adapté par l'enseignant. En effet, chaque module est conçu de manière telle qu'il puisse être utilisé de façon autonome, voire modifié par l'enseignant pour certaines de ses parties (texte sur cassette, sélection des exemples...).

Nous illustrons ici les possibilités d'utilisation par deux exemples, l'un concernant une formation initiale, l'autre une formation professionnelle continue.

Exemple en formation initiale

A l'Université de Nice, l'enseignement de la RMN se fait à deux niveaux : à la charnière des premier et second cycles, une initiation à l'aide des documents décrits ci-dessus, puis un enseignement approfondi, de type classique, quelques mois plus tard.

Pour la première formation, les dispositions suivantes sont appliquées :

- Une semaine avant le début de l'enseignement, le fascicule de base est distribué aux étudiants et un enseignant leur explique la « règle du jeu » (en particulier, ne travailler chaque semaine que la partie du fascicule relative au thème du prochain diaporama).
- Chaque diaporama (un seul (ou une partie) par semaine) fait l'objet d'une projection en groupe pour 20 étudiants; les tests d'évaluation sont effectués en commun et l'enseignant intervient chaque fois qu'il l'estime nécessaire ou utile pour faciliter aux étudiants la maîtrise d'un certain nombre de difficultés. Les étudiants ont, en outre, la possibilité de revoir individuellement les diaporamas. Grâce à la création d'une salle de ressources, cette projection de groupe est remplacée depuis cette année par des projections individuelles ou par binôme sur rendez-vous.
- Après le diaporama sur les déplacements chimiques, une séance de travail est consacrée à des exercices sur ce sujet (travail individuel) à l'aide du didacticiel REMANO. L'apprenant est invité à « reconstituer » les spectres de 10 composés chimiques en partant de leur formule développée. Au cours d'une autre séance, l'apprenant est invité à résoudre les exercices sur diapositives, où il s'agit d'élaborer une formule structurale connaissant la formule brute et le détail du spectre RMN du composé.
- Après l'enseignement de la notion de couplage de spin l'apprenant est de nouveau invité à faire des exercices avec le didacticiel REMANO et les diapositives.

Exemple en formation continue

La collection de documents « Initiation pragmatique à la RMN » est utilisée aux établissements Rhône-Poulenc Recherches pour la formation professionnelle continue des cadres et techniciens de l'entreprise.

Cette formation est organisée de la façon suivante :

- présentation permanente d'un montage audio-visuel de motivation (durée 6 minutes) dans un hall. Ce montage a été réalisé par les soins de Rhône-Poulenc.
- ensuite, et pendant 4 semaines, libre disposition des diaporamas (sur rendez-vous). Le fascicule de base est remis en fin de session à tous ceux des apprenants qui en font la demande.
- au cours d'une dernière semaine les participants au cycle de formation se voient proposer une séance d'exercices sur diapositives ou à l'aide de REMANO au choix.

Evaluation

La validation interne de nos documents a été intégrée à la phase d'élaboration, puis conduite systématiquement par des groupes d'enseignants qui ont examiné chaque document en jouant le rôle de Candide. D'autre part, l'opinion des utilisateurs étudiants a été prise en compte, tant au moyen de leurs réponses à des questionnaires précis, que de l'observation des réactions et comportements de groupes d'utilisateurs. Du point de vue des aspects techniques de son fonctionnement, le didacticiel REMANO a été largement testé dans différents sites, universitaires ou non; il peut être considéré comme fiable.

Pour la validation externe nous avons retenu le critère du nombre d'étudiants ayant atteint les objectifs didactiques spécifiques, exposés au début de cet article. Le pourcentage de réussite varie évidemment avec chaque lot d'étudiants, mais a dépassé 80/100 pour chacune des promotions d'étudiants. Ces résultats sont considérés comme satisfaisants par les équipes utilisatrices (qui sont distinctes de l'équipe réalisatrice). Nous n'avons pas cru devoir entreprendre une évaluation de notre méthode par rapport à celle sur laquelle sont basés les travaux dirigés classiques. En effet, les biais considérables inhérents à ce genre d'évaluation comparative, ainsi que le peu de fiabilité des conclusions qui pourraient s'en dégager, enlèvent tout intérêt à une telle entreprise.

La méthode d'enseignement des bases de la RMN que nous proposons est généralement bien perçue par les étudiants. Pouvant mieux contrôler leurs acquis que selon la méthode classique, ils ressentent plus nettement leur propre responsabilité dans l'acte d'apprentissage. Nous en voulons pour preuve le nombre chaque année plus élevé des demandes d'accès individuel aux diaporamas et exercices. Cependant, la prise de conscience par l'étudiant de sa propre responsabilité dans le processus d'apprentissage ne saurait, en aucune façon, dégager l'enseignant de ses responsabilités propres. L'autonomie relative vis-à-vis de l'action de l'enseignant, que l'étudiant acquiert avec notre méthode de travail, rend nécessaire la mise en place « d'indicateurs » permettant de suivre en permanence son efficacité et, dans cet ordre d'idées, la simple observation des résultats aux épreuves finales de contrôle des connaissances ne saurait suffire. Il faut en effet mettre ces résultats en relation avec les efforts consentis par les apprenants pour parvenir à la maîtrise des objectifs. Dans cet esprit, les résultats aux tests d'autocontrôle, le nombre de projections individuelles des diaporamas demandées, l'histogramme du temps d'utilisation des diapositives d'exercices, le nombre d'exercices résolus avec REMANO constituent autant d'indicateurs précieux. Ce suivi détaillé de l'expérience est en cours.

Au niveau de la formation professionnelle permanente, l'évaluation de nos documents a eu lieu dans les centres de recherches Rhône-Poulenc de la région lyonnaise. A cet effet, un audit avait été demandé à un spécialiste choisi en dehors de l'entreprise (rapport déposé à la DESUP 11 du Ministère de l'Education Nationale).

Les objectifs visés par cette formation étaient différents des nôtres. Selon les responsables il s'agissait :

- de faire acquérir aux stagiaires des connaissances élémentaires en RMN (il ne leur était pas demandé d'être capables de dépouiller eux-mêmes un spectre RMN),
- de les rendre capables de mesurer l'utilité de la RMN dans la

résolution de certains problèmes,

- de modifier ainsi leur attitude vis-à-vis de cette technique d'analyse, parfois considérée négativement par eux,
- de les conduire à admettre le micro-ordinateur comme un outil de travail normal.

Le public touché était constitué d'une centaine de personnes réparties entre analystes (à peu près 20 %) et chimistes (à peu près 80 %). Du point de vue niveau, deux tiers d'entre-eux étaient techniciens et un tiers ingénieurs. Tous étaient volontaires et aucun niveau de connaissance de la RMN n'était requis. Les stagiaires étaient regroupés par équipes de trois personnes, constituées soit seulement de techniciens, soit seulement d'ingénieurs de niveaux aussi proches que possible. Un nombre peu élevé de stagiaires ne sont pas allés au bout de la formation proposée.

Les stagiaires ont relevé les points suivants : la méthode de travail demande une participation active. Elle est très progressive. Elle permet de s'arrêter quand cela est nécessaire, tant dans les diaporamas que dans le programme EAO. Pour les diapositives, la technique d'utilisation de la couleur a été particulièrement mentionnée. En revanche, la bande magnétique est considérée comme monotone, enregistrée d'une voix monocorde et trop impersonnelle. Dans le programme d'EAO quelques imperfections (corrigées depuis) ont été relevées.

Le responsable de la formation a relevé que si le plus grand nombre d'exemples traités correspond à des cas simples, il y a néanmoins ouverture sur des problèmes plus complexes.

Le rapporteur, externe à l'entreprise, note que la progression didactique lente, mais rigoureuse convient bien à des adultes. Selon lui le travail en petits groupes homogènes a été une des clés du succès du stage et il pense que le même résultat n'aurait pas forcément été atteint après un travail individuel ou en groupes larges et hétérogènes.

Evaluation des coûts de développement

L'ensemble des documents d'autoformation décrits a été créé par notre équipe parallèlement à ses tâches d'enseignement et de recherche scientifique. Compte tenu de ces circonstances, une évaluation du coût de développement des documents prototypes ne peut être faite de façon réaliste, car le décompte du temps est trop difficile. En particulier, l'appréciation des « temps de maturation » de chacune des parties du projet est impossible.

Quelques points de repère peuvent cependant être fournis, en ce qui concerne la mise au point technique.

Ainsi :

- la sélection des spectres retenus pour le cours et les divers exercices a entraîné l'examen, sous l'angle des qualités pédagogiques, d'une collection de 6 000 spectres;
- la mise au point et la critique collective des 2,5 heures de texte enregistré, la conception et la réalisation des maquettes des diapositives (1), ainsi que la rédaction des documents annexes destinés aux enseignants et aux apprenants, ont exigé 800 heures de travail environ.

Le développement du programme REMANO, c'est-à-dire la mise au point de la stratégie pédagogique, la conception des scènes d'écran, la création des messages d'aide à la réflexion, etc., ont nécessité près de 400 heures, auxquelles il faut ajouter 3 heures par spectre, pour le traitement de chacun des exemples.

Il est clair qu'un tel investissement (2) ne se justifie que si certaines conditions de diffusion sont réalisées sur trois plans : la langue, le matériel, la pédagogie :

- Le transfert des textes dans une langue étrangère ne doit pas altérer les buts des auteurs, ni dérouter les apprenants potentiels tant en ce qui concerne les techniques didactiques que la qualité de la traduction. C'est pourquoi nous avons tenu à nous assurer des

collaborations (3) pour les éditions anglaise et espagnole de REMANO.

● Sur le plan matériel, nous avons consacré nos forces à l'implantation des documents sur des matériels de grande diffusion (micro-ordinateurs Commodore CBM 3032 et 8050, Apple II et IIe, Micral 9050-B), plutôt que de rechercher une supersophistication.

● Sur le plan pédagogique, la portabilité est assurée par une documentation complète et une organisation modulaire permettant, comme le prouve notre expérience avec Rhône-Poulenc, à l'enseignant utilisateur de « détourner » ces auxiliaires didactiques pour viser d'autres objectifs que ceux qui étaient les nôtres.

Prospective

La critique la plus importante, formulée par certains utilisateurs, concerne le caractère répétitif des exercices sur ordinateur. Il s'agit là d'un aspect difficile à éviter, dans la mesure où la méthode d'apprentissage retenue est basée sur une démarche méthodologique qui est répétée nécessairement pour l'étude de chacun des exercices. S'il peut sembler souhaitable de proposer plusieurs stratégies d'apprentissage, susceptibles de répondre mieux aux besoins divers des apprenants, le choix délibéré de techniques légères dans les domaines de l'audio-visuel et de l'informatique nous imposait nécessairement des limitations dans les stratégies pédagogiques. A l'heure actuelle, il est encore difficile d'imaginer pouvoir élaborer des didacticiels comportant une fonction dialogue suffisamment riche pour diversifier les cheminements des apprenants en fonction de leurs comportements au cours de l'utilisation du didacticiel. Ce n'est d'ailleurs pas tant un problème de matériel que d'outils logiciels d'aide à l'écriture et à la mise au point des didacticiels. Les efforts de l'Agence pour le Développement

de l'Informatique (Ministère de la Recherche et de l'Industrie) pour mettre à la disposition des formateurs de tels outils (par exemple le système DIANE) devraient changer rapidement la situation. Cependant les coûts de production et de validation de tels didacticiels resteront en tout état de cause importants.

Aussi, un inventaire des besoins de formation initiale ou professionnelle continue, ainsi que de mise à niveau (réorientation des études ou professionnelles), devient-il de plus en plus nécessaire. Il permettrait d'élaborer sur des bases solides une politique contractuelle de production de modules d'auto-formation, à un moment où la création de didacticiels francophones de chimie prend un réel essor.

(1) La technique de réalisation des diapositives (couleur sur fond noir) nous a été transmise par l'équipe du Professeur de Aguirre, Université Catholique de Louvain la Neuve, Unité de cinétique chimique, Bâtiment Lavoisier, Place Louis-Pasteur, 1 B 1348 Louvain-la-Neuve. Nous tenons ici à remercier Mme van de Wiel et M. Dalcq pour la formation à cette technique qu'ils nous ont dispensée.

(2) La mise au point de ces documents d'autoformation a fait l'objet, pour une certaine part, d'un contrat de rénovation pédagogique sous l'égide de la DESUP 11 du Ministère de l'Education Nationale.

(3) Nous tenons à remercier pour leur traduction :

● les professeurs A. Arrizabalaga et F. Andres Ordax, Universidad del Pais Vasco, Collegio Universitario de Alava, Vitoria, Espagne;
● J.-E. Newberry, London University, Department of Chemistry, Goldsmith's College, New Cross, London SW 146 NW, United Kingdom.

FORMATION CONTINUE A L'I.U.T. D'ORSAY

STAGES DE CHIMIE

- Initiation aux Méthodes Electrochimiques d'Analyse (21-25 mai 1984).
- Initiation aux Méthodes Spectroscopiques d'Analyse (4-8 juin 1984).
- Initiation aux Méthodes Chromatographiques d'Analyse (18-22 juin 1984).
- Chromatographie en Phase Liquide Haute Performance (14-18 mai ou 18-22 juin 1984).
- Chromatographie en Phase Gazeuse sur Colonnes Capillaires (4-8 juin 1984).
- Initiation à la Résonance Magnétique Nucléaire (18-22 juin 1984).
- Méthodes Polarographiques Impulsionnelles (12-15 juin 1984).
- Utilisation des Résultats des Méthodes Physico-chimiques à la Détermination des Structures (4-7 juin 1984).
- Spectrométrie de Masse (24-28 avril 1984).
- Génie Chimique (21 mai-22 juin 1984).
- Initiation à l'Analyse Chimique Inorganique (4-8 juin 1984).
- Dosages Raisonnes en Chimie Minérale (6-10 juin 1984).
- Mécanismes Réactionnels en Chimie Organique (18-22 juin 1984).
- Les Colloïdes (18-22 juin 1984).
- Initiation à la Chimie (décembre 1984-juin 1985).
- Les Intégrateurs Chromatographiques : leur Utilisation et leur Programmation en Basic (22-25 octobre 1984).

STAGES DE MINI ET DE MICRO-INFORMATIQUE

- Initiation à la Programmation en Basic et Utilisation d'un Micro-ordinateur (4-8 juin ou 18-22 juin 1984).
- Programmation en Pascal sur Micro-ordinateur APPLE (5, 12, 19 et 26 mai 1984).

PRÉPARATION AU DUT CHIMIE

Dans le cadre de la loi sur la Formation continue, l'I.U.T. d'Orsay organise plusieurs Cycles de Préparation au DUT destinés à des personnes salariées ou ayant eu une expérience professionnelle :

- Préparation au DUT en 3 ans à temps partiel à partir du niveau baccalauréat;
- Préparation au DUT en 3 ans à *distance* à partir du niveau baccalauréat, destinée aux personnes particulièrement éloignées de l'IUT;
- Préparation au DUT en 1 an à temps plein, à partir du niveau baccalauréat + 2;
- Un Cycle Préparatoire DUT 0 destiné aux stagiaires n'ayant pas ou plus le niveau baccalauréat, à raison de 3 soirs par semaine pendant 1 an.

AUTRES STAGES ORGANISÉS A L'IUT D'ORSAY

- Préparation au DUT Mesures Physiques à temps partiel.
- Préparation au DUT Informatique à temps partiel.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS IUT D'ORSAY

Plateau du Moulon — 91406 Orsay Cedex
Tél. : (6) 941-00-40 poste 350

J.-Y. Gal¹

Le calcul conditionnel dans l'enseignement de la chimie

Comportement des solutions de cuivre en présence d'ammoniac

L'enseignement de la chimie des solutions a toujours été un des moyens de formation du jeune chimiste. Par quelques calculs simples, voire simplement par le raisonnement, il est souvent possible d'expliquer, tout au moins qualitativement, le comportement de plusieurs réactifs en présence dans une solution. Il est aussi souvent possible de mettre en évidence si une réaction est thermodynamiquement plus probable que les autres, et de développer alors les calculs.

Cependant, dans la pratique, il n'est pas rare d'avoir à résoudre des problèmes où plusieurs réactions entrent en compétition. Déjà l'étude de la formation des complexes métalliques avec les complexants courants peuvent mettre en défaut une approche trop simplifiée. Selon le pH, le cation interviendra sous différentes formes de complexes hydroxylés, de même le complexant, souvent un polyacide, pourra intervenir sous différentes formes protonées. Il n'est pas alors toujours possible de calculer simplement la solution d'un tel problème. C'est pour ces raisons que Ringbom (1) a développé une méthode de calcul dit « calcul conditionnel » qui consiste à calculer des constantes d'équilibre des réactions appelées constantes conditionnelles. Ces constantes mettent en jeu les activités totales des réactifs mis en présence. Il est alors possible de

faire de la prévision quantitative quelle que soit la complexité des mélanges.

L'application de cette méthode de calcul va bien au-delà de la mise au point de méthodes de titrages complexométriques (1). De nombreux traitements physicochimiques ne peuvent être étudiés sans une bonne connaissance de la composition et de l'évolution des solutions au cours de l'expérience, l'utilisation des constantes conditionnelles est particulièrement utile dans ce domaine (2).

La vulgarisation des calepottes programmables permet, sans gros investissement, de résoudre maintenant ces problèmes difficiles, tels qu'ils se présentent en général dans la pratique. Nous nous proposons donc, sur un exemple, de montrer l'intérêt du calcul conditionnel. Nous pensons qu'il peut être pour le jeune chimiste une des façons de s'initier à l'utilisation des moyens informatiques qui sont en train de révolutionner les métiers de la chimie. Nous avons choisi d'étudier le comportement de solutions de cuivre II et de cuivre I en présence d'ammoniac. La variation de composition de la solution lorsqu'on fait varier la teneur en ammoniac non lié au cuivre dépend de la valeur du pH et conduit à tracer des diagrammes de répartition des espèces. Il est ensuite enrichissant de pouvoir raisonner sur de tels diagrammes.

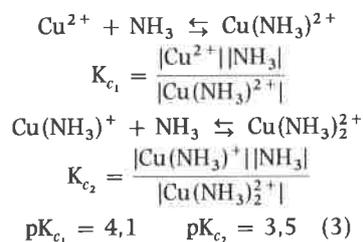
I. Cas du cuivre II

I.1. Diagrammes de répartition en fonction du pH et de p_{NH_3}

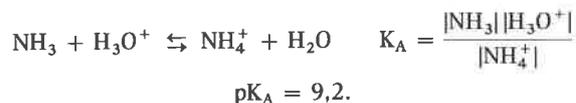
Le but du calcul est de déterminer le pourcentage des différentes formes du cuivre II en solution selon les conditions de pH et de p_{NH_3} .

I.1.A. Calcul des constantes d'équilibre conditionnelles

Les ions cuivriques donnent avec l'ammoniac des complexes de formule générale $\text{Cu}(\text{OH})_x(\text{NH}_3)_y^{2+}$ avec $x + y = 6$ que l'on note $\text{Cu}(\text{NH}_3)_y^{2+}$. Pour simplifier nous prendrons seulement en compte les deux réactions successives, Cu^{2+} symbolisant l'ion aqueux de Cu^{2+} :



Or, suivant le pH, l'ammoniac est susceptible de fixer un proton (on écrira H_3O^+ pour le proton solvaté dans l'eau) :



On peut donc exprimer l'activité totale de l'ammoniac non lié au cuivre en écrivant :

$$[\text{NH}_3]_t = [\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+] = [\text{NH}_3] \left(1 + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_A} \right)$$

Soit selon l'écriture proposée par Schwarzenbach (4) :

$$[\text{NH}_3]_t = [\text{NH}_3]\alpha_{\text{NH}_3},$$

avec ici :

$$\alpha_{\text{NH}_3} = \left(1 + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_A} \right)$$

Le calcul de α_{NH_3} pour toute valeur du pH permet de calculer $[\text{NH}_3]$

pour toute valeur de l'activité totale en ammoniac dans la solution (non lié à Cu^{2+}):

$$|\text{NH}_3| = \frac{|\text{NH}_3|_f}{\alpha_{\text{NH}_3}}$$

De même, selon le pH, Cu_{II} non lié à l'ammoniac peut se trouver sous différentes formes en solution, notamment Cu^{2+} , $\text{Cu}(\text{OH})^+$, CuO_2H^- , CuO_2^{2-} .

En tenant compte de l'ensemble des complexes hydroxylés formés par le cuivre II, Ringbom (1) a calculé $\log \alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})}$ en fonction du pH tel que :

$$|\text{Cu}^{2+}| = \frac{|\text{Cu}_{\text{II}}|}{\alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})}}$$

Il convient de bien remarquer que α_{NH_3} et $\alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})}$ sont des grandeurs caractéristiques de NH_3 et Cu_{II} en fonction du pH et qu'elles sont indépendantes de la composition des solutions en dehors du pH.

On peut remplacer $|\text{Cu}^{2+}|$ et $|\text{NH}_3|$ par leurs expressions en fonction du pH et des activités totales dans le calcul de K_{c_1} et K_{c_2} . Il vient :

$$K_{c_1} = \frac{|\text{Cu}_{\text{II}}| |\text{NH}_3|_f}{|\text{Cu}(\text{NH}_3)^{2+}|} \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})} \cdot \alpha_{\text{NH}_3}} \equiv K'_{c_1} \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})} \cdot \alpha_{\text{NH}_3}}$$

$$K_{c_2} = \frac{|\text{Cu}(\text{NH}_3)^{2+}| |\text{NH}_3|_f}{|\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}|} \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{NH}_3}} \equiv K'_{c_2} \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{NH}_3}}$$

en introduisant K'_{c_1} et K'_{c_2} qui ne mettent en jeu que les activités totales de Cu_{II} et NH_3 non liés ensemble. Ces constantes sont appelées constantes conditionnelles. Il est clair qu'il est aisé de calculer en fonction du pH :

$$\begin{aligned} pK'_{c_1} &= pK_{c_1} - \log \alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})} - \log \alpha_{\text{NH}_3} \\ pK'_{c_2} &= pK_{c_2} - \log \alpha_{\text{NH}_3} \end{aligned}$$

En prenant les valeurs de $\log \alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})}$ calculées par Ringbom et en calculant $\log \alpha_{\text{NH}_3}$, on peut dresser le tableau 1.

I.1.B. Diagrammes de répartition lorsqu'on impose pH et p_{NH_3}

Ce mode de calcul est généralement suffisant pour faire l'inventaire des espèces en solution. Il correspond au cas où l'on maîtrise simultanément p_{NH_3} et pH. Il ne correspond pas au cas où l'on calcule la dilution d'un complexe mais peut permettre cependant de fournir des indications intéressantes, si l'on admet que l'on sait mesurer p_{NH_3} et pH.

Le calcul de la dilution d'un complexe ML_n passe par la résolution d'une équation $n + 1^{\text{ième}}$ degré (4).

Tableau 1

pH	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\log \alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})}$				0,2	0,8	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7
$\log \alpha_{\text{NH}_3}$	4,20	3,20	2,20	1,23	0,41	0,06	0,01	0	0	0
pK'_{c_1}	— 0,10	0,90	1,90	2,67	2,89	2,34	1,39	0,40	— 0,60	— 1,60
pK'_{c_2}	— 0,70	0,30	1,30	2,07	2,29	1,74	0,79	— 0,20	— 1,20	— 2,20

Faisons le bilan du cuivre sous ses différentes formes en solution en regroupant les différentes formes non liées à NH_3 par : $|\text{Cu}_{\text{II}}|$

$$|\text{Cu}_{\text{II}}|_f = |\text{Cu}_{\text{II}}| + |\text{Cu}(\text{NH}_3)^{2+}| + |\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}|$$

L'introduction des constantes conditionnelles K'_{c_1} et K'_{c_2} permet d'écrire :

$$|\text{Cu}_{\text{II}}|_f = |\text{Cu}_{\text{II}}| \left(1 + \frac{|\text{NH}_3|_f}{K'_{c_1}} + \frac{|\text{NH}_3|_f^2}{K'_{c_1} K'_{c_2}} \right)$$

Posons

$$|\text{Cu}_{\text{II}}|_f = |\text{Cu}_{\text{II}}| \alpha$$

Il vient :

$$|\text{Cu}_{\text{II}}| \% = 100/\alpha$$

On peut aussi écrire :

$$|\text{Cu}_{\text{II}}|_f = |\text{Cu}_{\text{II}}| + |\text{Cu}(\text{NH}_3)^{2+}| \left(1 + \frac{|\text{NH}_3|_f}{K'_{c_2}} \right)$$

soit :

$$|\text{Cu}_{\text{II}}|_f = |\text{Cu}_{\text{II}}| + |\text{Cu}(\text{NH}_3)^{2+}| \alpha'_1$$

Il vient :

$$|\text{Cu}(\text{NH}_3)^{2+}| \% = 100/\alpha_1 = \frac{100 - 100/\alpha}{\alpha'_1}$$

et directement :

$$|\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}| \% = 100/\alpha_2 = 100 - 100/\alpha - 100/\alpha_1$$

On peut représenter graphiquement ces résultats. Ils mettent bien en évidence les variations de la répartition du cuivre sous toutes ses formes en solution (figure 1).

Remarque : Ce calcul, qui ne préjuge pas de la quantité totale de cuivre en solution, est aussi valable dans le domaine de pH correspondant à la précipitation éventuelle (selon p_{NH_3}) de $\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$. Ce dernier point est également intéressant à étudier à l'aide du calcul conditionnel.

I.2. Diagramme de solubilité de Cu_{II} en fonction du pH, en présence de quantités variables d'ammoniac

I.2.A. Calcul en l'absence d'ammoniac

On sait exprimer le produit de solubilité de $\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$:

$$K_s = |\text{Cu}^{2+}| |\text{OH}^-|^2 = 10^{-18}$$

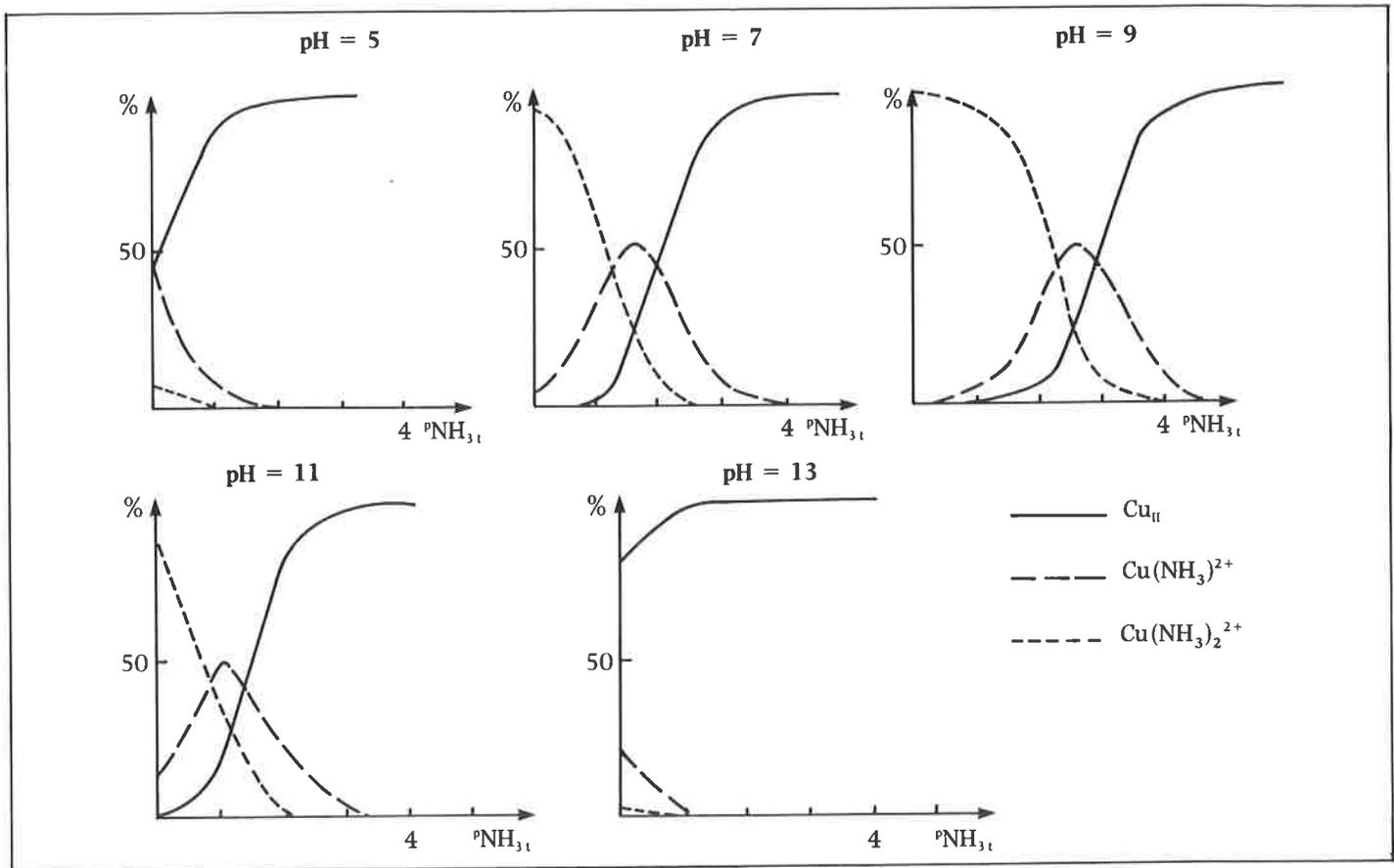


Figure 1. Diagrammes de répartition de Cu_{II} en fonction du pH et de $p_{\text{NH}_3\text{t}}$.

Il est commode pour tenir compte des autres formes que Cu^{2+} en solution, d'écrire un produit de solubilité conditionnel :

$$K_s = |\text{Cu}_{\text{II}}|_r |\text{OH}^-|^2$$

Il vient évidemment ici :

$$pK'_s = pK_s - \log \alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})}$$

On peut calculer alors pK'_s en retenant les valeurs de $\log \alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})}$ déjà tirées de Ringbom. On en déduit la solubilité du cuivre sous toutes ses formes :

$$-\log S_{\text{Cu}_{\text{II}}} = pK'_s + 2 \log |\text{OH}^-|$$

Les résultats sont regroupés sur la figure 2. La redissolution de $\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ en milieu basique apparaît bien comme étant très limitée.

I.2.B. Calcul en présence d'ammoniac

La formation de complexes va dans un certain domaine de pH pouvoir faciliter le maintien du cuivre en solution. On peut encore introduire :

$$K'_s = |\text{Cu}_{\text{II}}|_r |\text{OH}^-|^2$$

Mais ici, comme le cuivre peut se trouver aussi sous les formes $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}$ et $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}$, le calcul de $\log \alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}}$ doit en tenir compte.

On peut écrire :

$$|\text{Cu}_{\text{II}}|_r = |\text{Cu}^{2+}| + (|\text{CuOH}^+| + \dots) + |\text{Cu}^{2+}| - |\text{Cu}^{2+}| + |\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}| + |\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}|$$

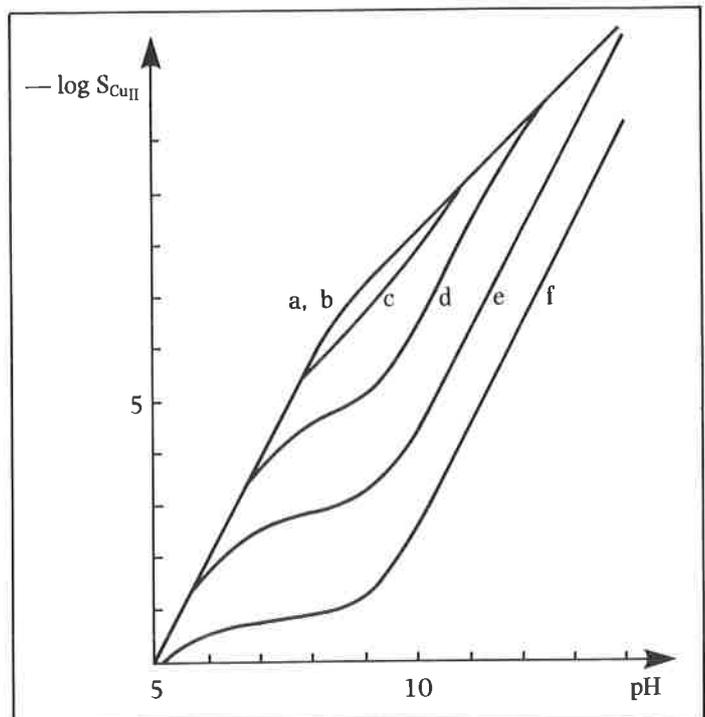


Figure 2. Diagramme de solubilité de $\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ en fonction du pH en présence d'ammoniac. a : sans NH_3 ; b, c, d, e, f : $p_{\text{NH}_3\text{t}} = 4, 3, 2, 1, 0$.

soit :

$$|\text{Cu}_{\text{II}}|_r = |\text{Cu}^{2+}| \alpha_{\text{Cu}_{\text{II}}(\text{OH})} + |\text{Cu}^{2+}| \left(1 + \frac{[\text{NH}_3]}{K_{c_1}} + \frac{[\text{NH}_3]^2}{K_{c_1} \cdot K_{c_2}} + \frac{[\text{NH}_3]^2}{K_{c_1} \cdot K_{c_2}} \right) - |\text{Cu}^{2+}|$$

En supposant que l'on impose $[\text{NH}_3]_f$, on peut écrire :

$$[\text{NH}_3]_f = [\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+]$$

où $[\text{NH}_3]_f$ garde sa définition et représente toujours l'activité de l'ammoniac non lié au cuivre.

Soit :

$$[\text{NH}_3] = \frac{[\text{NH}_3]_f}{\left(1 + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_A}\right)}$$

Il vient :

$$\begin{aligned} & |\text{Cu}^{2+}| \left(1 + \frac{[\text{NH}_3]}{K_{c_1}} + \frac{[\text{NH}_3]^2}{K_{c_1} \cdot K_{c_2}}\right) \\ &= |\text{Cu}^{2+}| \left(1 + \frac{[\text{NH}_3]_f}{\left(1 + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_A}\right) K_{c_1}} + \frac{[\text{NH}_3]_f^2}{\left(1 + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_A}\right)^2 K_{c_1} \cdot K_{c_2}}\right) \\ &\equiv |\text{Cu}^{2+}| \alpha_{\text{Cu}^{2+}(\text{NH}_3)} \end{aligned}$$

En revenant à l'expression de $[\text{Cu}_{II}]_f$ et en divisant par $[\text{Cu}^{2+}]$, il vient :

$$\frac{[\text{Cu}_{II}]_f}{[\text{Cu}^{2+}]} = \alpha_{\text{Cu}_{II}} = \alpha_{\text{Cu}_{II}(\text{OH})} + \alpha_{\text{Cu}_{II}(\text{NH}_3)} - 1$$

(tant que $\alpha_{\text{Cu}_{II}(\text{OH})} = 0$, $\alpha_{\text{Cu}_{II}} = \alpha_{\text{Cu}_{II}(\text{NH}_3)}$).

Il suffit de calculer $\log \alpha_{\text{Cu}_{II}}$ et pK'_S pour différentes valeurs de $[\text{NH}_3]_f$.

On en déduit encore :

$$-\log c_{\text{Cu}_{II}} = \text{pK}'_S + 2 \log |\text{OH}^-|$$

Les calculs ont été effectués pour des concentrations en ammoniac égales à 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} et 1 M. Les résultats sont reportés sur le tableau 2 et la figure 2.

En fonction du pH, la solubilité totale du cuivre est limitée par la teneur en ammoniac de la solution.

Tableau 2

	pH	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$P_{\text{NH}_3} = 4$	$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}(\text{OH})}$	0	0	0	0,2	0,8	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7
	$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}(\text{NH}_3)}$	0	0	0	0,03	0,19	0,38	0,42	0,42	0,42	0,42
	$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}}$	0	0	0	0,22	0,84	1,71	2,70	3,70	4,70	5,70
	pK'_S	18	18	18	17,78	17,16	16,29	15,30	14,30	13,30	12,30
	$-\log s_{\text{Cu}_{II}}$	0	2	4	5,78	7,16	8,29	9,30	10,30	11,30	12,30
$P_{\text{NH}_3} = 3$	$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}(\text{NH}_3)}$	0	0	0,03	0,28	1,07	1,62	1,72	1,73	1,73	1,73
	$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}}$	0	0	0,03	0,40	1,28	1,96	2,74	3,70	4,70	5,70
	pK'_S	18	18	17,97	17,60	16,77	16,04	15,26	14,30	13,30	12,30
	$-\log s_{\text{Cu}_{II}}$	0	2	3,97	5,60	6,77	8,04	9,26	10,30	11,30	12,30
	$P_{\text{NH}_3} = 2$	$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}(\text{NH}_3)}$	0	0,03	0,29	1,35	2,81	3,49	3,60	3,61	3,61
$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}}$		0	0,03	0,29	1,36	2,81	3,49	3,65	3,96	4,73	5,7
pK'_S		18	17,97	17,71	16,64	15,19	14,51	14,35	14,04	13,27	12,30
$-\log s_{\text{Cu}_{II}}$		0	1,97	3,71	4,64	5,19	6,51	8,35	10,04	11,27	12,30
$P_{\text{NH}_3} = 1$		$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}(\text{NH}_3)}$	0,03	0,29	1,39	3,17	4,78	5,47	5,59	5,60	5,60
	$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}}$	0,03	0,29	1,39	3,17	4,78	5,47	5,59	5,61	5,65	5,95
	pK'_S	17,97	17,71	16,61	14,83	13,22	12,53	12,41	12,39	12,35	12,05
	$-\log s_{\text{Cu}_{II}}$	— 0,03	1,71	2,61	2,83	3,22	4,53	6,41	8,39	10,35	12,05
	$P_{\text{NH}_3} = 0$	$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}(\text{NH}_3)}$	0,29	1,39	3,22	5,15	6,78	7,47	7,59	7,60	7,60
$\log \alpha_{\text{Cu}_{II}}$		0,29	1,39	3,22	5,15	6,78	7,47	7,59	7,60	7,60	7,60
pK'_S		19,71	16,61	14,78	12,85	11,22	10,53	10,41	10,40	10,40	10,40
$-\log s_{\text{Cu}_{II}}$		— 0,29	0,61	0,78	0,85	1,22	2,53	4,41	6,40	8,40	10,40

II. Cas du cuivre I

On peut effectuer les mêmes calculs pour des solutions de cuivre I en présence d'ammoniac.

1. Diagrammes de répartition en fonction du pH et de p_{NH_3}

II.1.A. Calcul des constantes d'équilibre conditionnelles

Les calculs ont été regroupés dans le tableau 3 en admettant la formation de $Cu(NH_3)^+$ et $Cu(NH_3)_2^+$ avec $pK_{c_1} = 6,2$ et $pK_{c_2} = 4,7$. Comme $CuOH \downarrow$ ne se redissout pas en milieu alcalin, on a toujours $\log \alpha_{Cu(OH)} = 0$.

II.1.B. Diagrammes de répartition lorsqu'on impose pH et p_{NH_3}

L'ensemble des résultats est regroupé sur la figure 3.

Tableau 3

pH	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\log \alpha_{NH_3}$	4,20	3,20	2,20	1,23	0,41	0,06	0,01	0	0	0
pK'_{c_1}	2	3	4	4,97	5,79	6,14	6,19	6,20	6,20	6,20
pK'_{c_2}	0,50	1,50	2,50	3,47	4,29	4,64	4,69	4,70	4,70	4,70

II.2. Diagrammes de solubilité de Cu_I en fonction du pH en présence de quantités variables d'ammoniac

La solubilité du cuivre I va être limitée par la précipitation de $CuOH \downarrow$:

$$|Cu^+||OH^-| = K_S = 10^{-14,7}$$

On peut encore écrire :

$$|Cu_I| |OH^-| = K'_S$$

Ici :

$$|Cu_I|_t = |Cu^+| + |Cu(NH_3)^+| + |Cu(NH_3)_2^+|$$

soit :

$$|Cu_I|_t = |Cu^+| \left[1 + \frac{|NH_3|_t}{\left(1 + \frac{|H_3O^+|}{K_A}\right) K_{c_1}} + \frac{|NH_3|_t^2}{\left(1 + \frac{|H_3O^+|}{K_A}\right)^2 K_{c_1} \cdot K_{c_2}} \right]$$

$$\equiv |Cu^+| \alpha_{Cu_I(NH_3)}$$

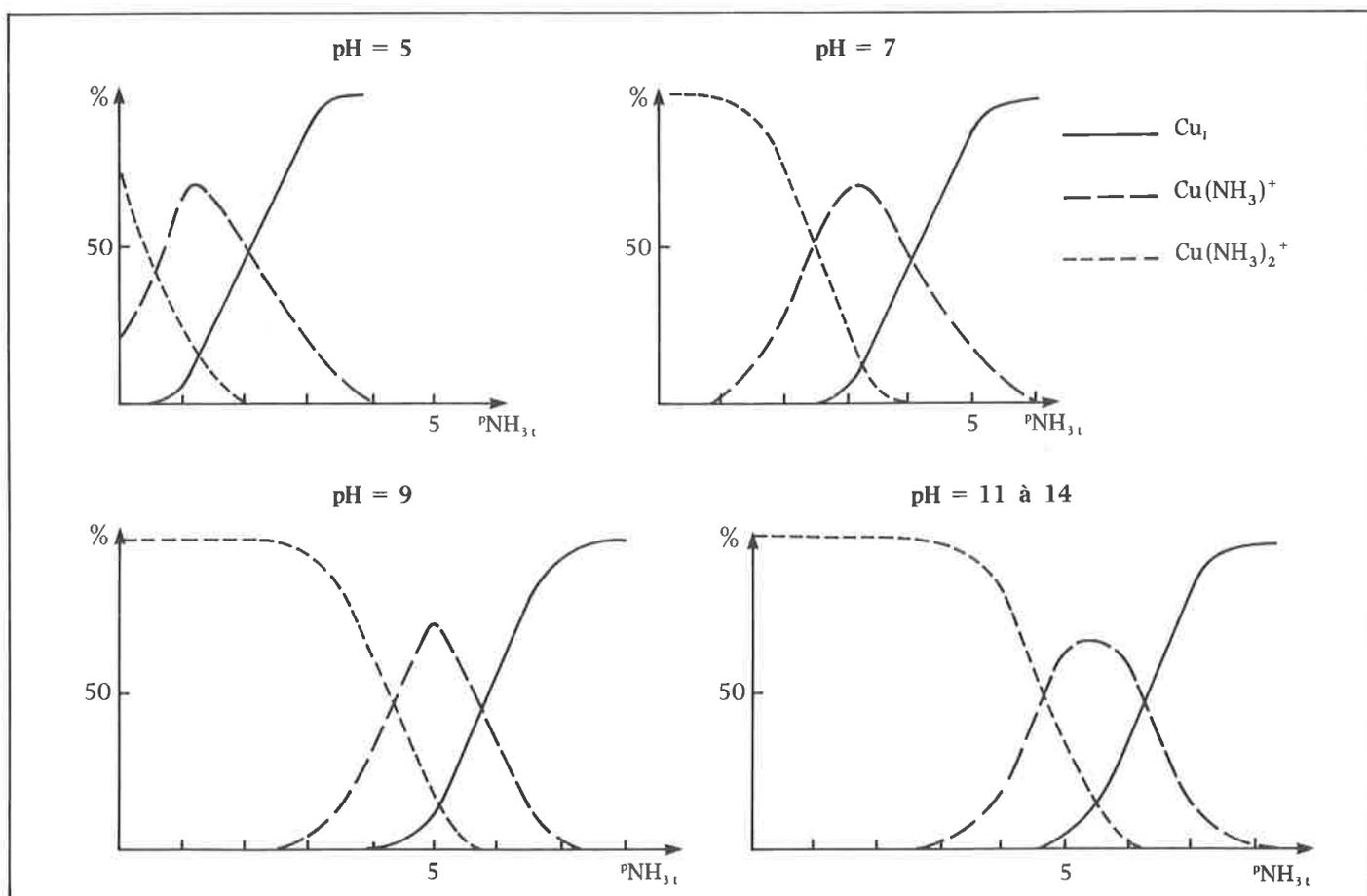


Figure 3. Diagrammes de répartition de Cu_I en fonction du pH et de $p_{NH_{3,t}}$.

Tableau 4

	pH	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$P_{\text{NH}_3\text{t}} = 4$	$\log \alpha_{\text{Cu}_i(\text{NH}_3)}$	0	0,04	0,31	1,12	2,16	2,86	2,97	2,98	2,98	2,98
	pK'_s	14,7	14,66	14,39	13,58	12,44	11,84	11,73	11,72	11,72	11,72
	$-\log S_{\text{Cu}_i}$	5,7	6,66	7,39	7,58	7,44	7,84	8,73	9,72	10,72	11,72
$P_{\text{NH}_3\text{t}} = 3$	$\log \alpha_{\text{Cu}_i(\text{NH}_3)}$	0,04	0,31	1,15	2,57	4,10	4,78	4,90	4,91	4,91	4,91
	pK'_s	14,66	14,39	13,55	12,13	10,60	9,92	9,80	9,79	9,79	9,79
	$-\log S_{\text{Cu}_i}$	5,66	6,39	6,55	6,13	5,60	5,92	6,80	7,79	8,79	9,79
$P_{\text{NH}_3\text{t}} = 2$	$\log \alpha_{\text{Cu}_i(\text{NH}_3)}$	0,31	1,15	2,62	4,46	6,08	6,77	6,89	6,90	6,90	6,90
	pK'_s	14,39	13,55	12,08	10,24	8,62	7,93	7,81	7,80	7,80	7,80
	$-\log S_{\text{Cu}_i}$	5,39	5,55	5,08	4,24	3,62	3,93	4,81	5,80	6,80	7,80
$P_{\text{NH}_3\text{t}} = 1$	$\log \alpha_{\text{Cu}_i(\text{NH}_3)}$	1,15	2,62	4,51	6,45	8,08	8,77	8,89	8,90	8,90	8,90
	pK'_s	13,55	12,08	10,19	8,25	6,62	5,93	5,81	5,80	5,80	5,80
	$-\log S_{\text{Cu}_i}$	4,55	4,08	3,19	2,25	1,62	1,93	2,81	3,80	4,80	5,80
$P_{\text{NH}_3\text{t}} = 0$	$\log \alpha_{\text{Cu}_i(\text{NH}_3)}$	2,62	4,51	6,50	8,45	10,08	10,77	10,89	10,90	10,90	10,90
	pK'_s	12,08	10,19	8,20	6,25	4,62	3,93	3,81	3,80	3,80	3,80
	$-\log S_{\text{Cu}_i}$	3,08	2,19	1,20	0,25	-0,38	-0,07	0,81	1,80	2,80	3,80

Il vient :

$$pK'_s = pK_s - \log \alpha_{\text{Cu}_i(\text{NH}_3)}$$

et :

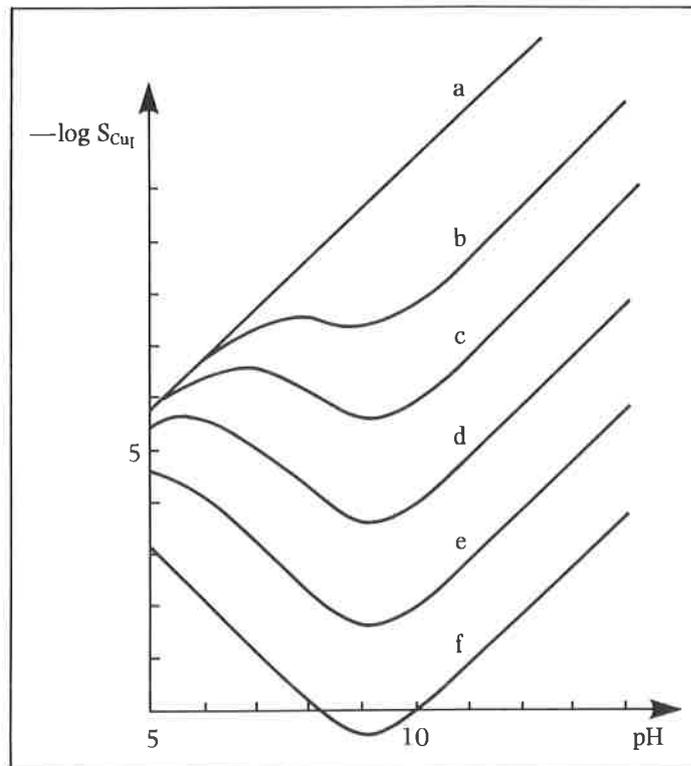
$$-\log S_{\text{Cu}_i} = pK'_s + \log |\text{OH}^-|$$

Les calculs ont été effectués pour des concentrations en ammoniac égales à 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} et 1 M. Les résultats sont regroupés sur le tableau 4 et la figure 4.

Aux pH étudiés l'hydroxyde cuivreux est totalement insoluble en l'absence d'ammoniac.

En présence d'ammoniac la solubilité est maximum pour $\text{pH} \sim 9,2$.

Figure 4. Diagramme de solubilité de $\text{CuOH}\downarrow$ en fonction du pH en présence d'ammoniac. a : sans NH_3 ; b, c, d, e, f : $P_{\text{NH}_3\text{t}} = 4, 3, 2, 1, 0$.



III. Étude des systèmes Cu(I)/Cu(II) et Cu(0)/Cu(I) en présence d'ammoniac

Aux faibles teneurs en ammoniac on peut s'attendre à la dismutation du cuivre (I) en Cu (II) et $\text{Cu}\downarrow$. On peut donc envisager d'étudier les différents diagrammes potentiel/ $p_{\text{NH}_3\text{t}}$ en fonction du pH. Nous avons calculé les potentiels correspondant à des solutions 10^{-3} M en cuivre I et en cuivre II.

III.1. Système Cu (I)/Cu (0)

On peut écrire :

$$E = E^{0'} + 0,06 \log |\text{Cu}_i|$$

avec :

$$E^0 = E^0 - 0,06 \log \alpha_{\text{Cu}_I}$$

et :

$$E^0 = 0,52 \text{ V}$$

En présence de NH_3 , $\log \alpha_{\text{Cu}_I}$ a déjà été calculé. On peut donc calculer E^0 au préalable, puis E pour une concentration initiale en Cu_I égale à 10^{-3} M .

En fait, la concentration en Cu_I peut être inférieure à 10^{-3} M , car elle est limitée par la formation de $\text{CuOH}\downarrow$. Il y a donc lieu pour calculer E de tenir compte des calculs de solubilité déjà effectués et prendre en compte si elles sont inférieures à 10^{-3} M les valeurs calculées dans le tableau 4.

Les résultats sont regroupés dans le tableau 5 et sur la figure 5.

Tableau 5. $E_{\text{Cu(I)/Cu(O)}} \text{ pour } |\text{Cu}_I| = 10^{-3} \text{ M}$

$p_{\text{NH}_3,t}$	0	1	2	3	4
$\text{pH} = 5$	0,18 *	0,18 *	0,18 *	0,18 *	0,18 *
$\text{pH} = 7$	-0,05	0,06 *	0,06 *	0,06 *	0,06 *
$\text{pH} = 9$	-0,26	-0,14	-0,06 *	-0,07 *	-0,07 *
$\text{pH} = 11$	-0,31	-0,19	-0,18 *	-0,18 *	-0,18 *
$\text{pH} = 13$	-0,31	-0,30 *	-0,30 *	-0,30 *	-0,30 *

* Valeurs correspondant à une solubilité du cuivre I inférieure à 10^{-3} M .

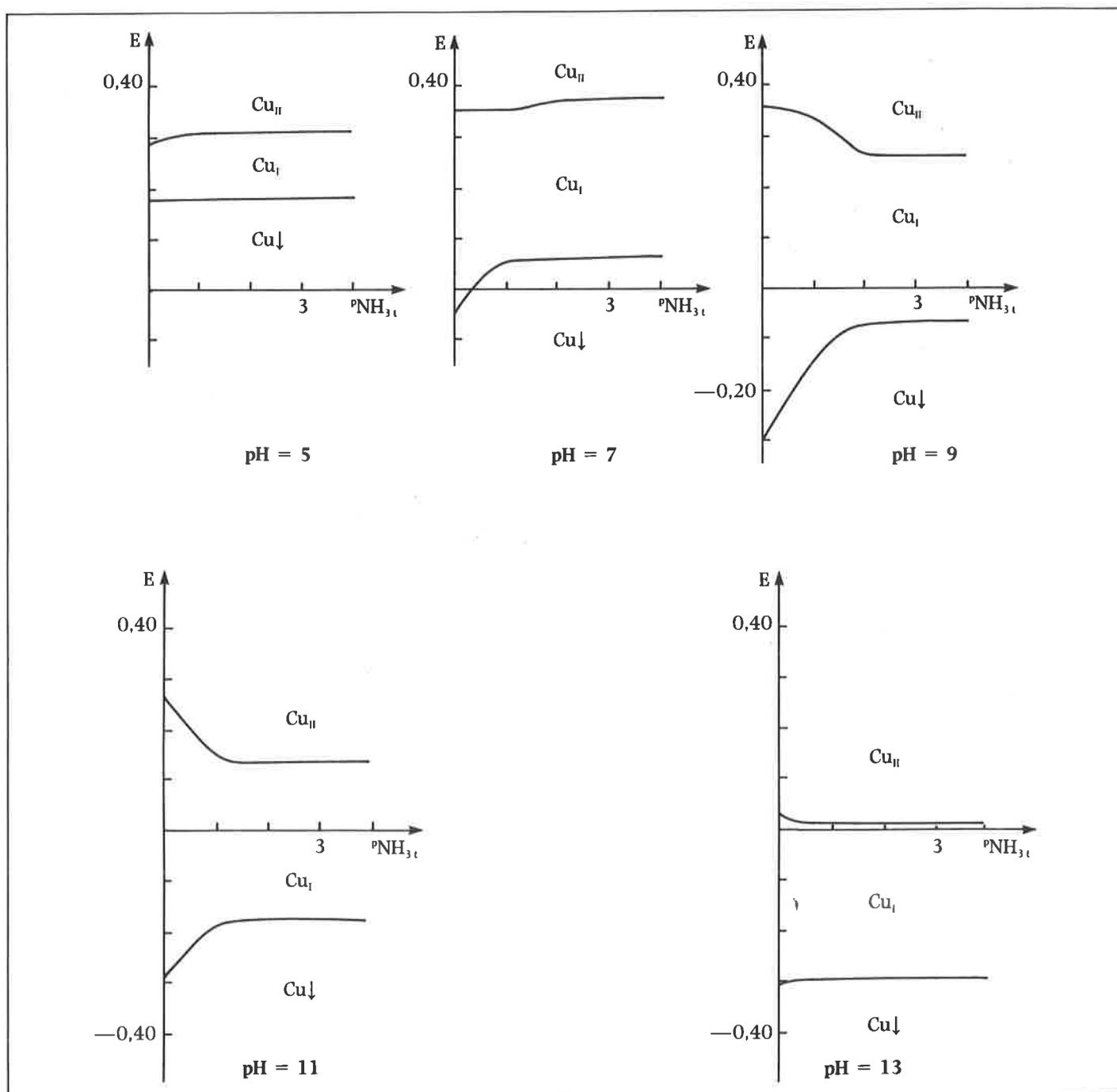


Figure 5. Diagrammes $E = f(p_{\text{NH}_3,t})$ en fonction du pH pour les systèmes $\text{Cu}_{II}/\text{Cu}_I$ et $\text{Cu}_I/\text{Cu}\downarrow$.

III.2. Système Cu (II)/Cu (I)

On peut ici écrire :

$$E = E^0 + 0,06 \log \frac{[Cu_{II}]}{[Cu_I]}$$

avec :

$$E^0 = E^0 - 0,06 \log \alpha_{Cu_{II}} + 0,06 \alpha_{Cu_I}$$

et

$$E^0 = 0,15 \text{ V}$$

Les résultats sont regroupés dans le tableau 6 et sur la figure 5. Il y a lieu, pour calculer E, de tenir compte à la fois de la solubilité de Cu_{II} et de Cu_I .

Tableau 6. $E_{Cu(II)/Cu(I)}$ pour $[Cu_I] = 10^{-3}M$

p_{NH_3}	0	1	2	3	4
$pH = 5$. .	0,29 *	0,31 *	0,31 *	0,31 *	0,31 *
$pH = 7$. .	0,35	0,35 *	0,37 **	0,37 **	0,37 **
$pH = 9$. .	0,35	0,33 +	0,25 **	0,25 **	0,25 **
$pH = 11$	0,26 +	0,14 +	0,13 **	0,13 **	0,13 **
$pH = 13$	0,02 +	0,01 **	0,01 **	0,01 **	0,01 **

* Valeurs correspondant à une solubilité du cuivre I inférieure à $10^{-3} M$.

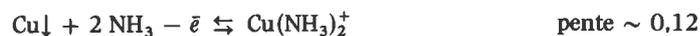
+ Valeurs correspondant à une solubilité du cuivre II inférieure à $10^{-3} M$.

III.3. Interprétation

Il ressort que dans les conditions choisies il n'y a pas de dismutation du cuivre I. Contrairement aux solutions en présence de cyanure, la solubilité du cuivre est ici très faible et c'est le plus souvent la formation des hydroxydes qui impose le potentiel. On peut cependant se proposer d'étudier sur la figure 5 le diagramme calculé à $pH = 9$, toujours en se référant aux tableaux des solubilités 2 et 3 et aux diagrammes de répartition.

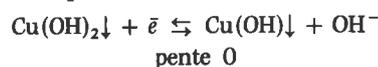
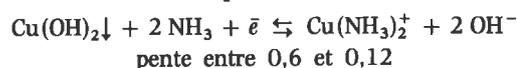
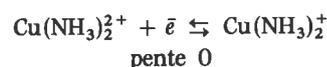
• Système Cu (I)/(Cu (0)) .

L'analyse des pentes en fonction de p_{NH_3} , permet d'envisager successivement les deux réactions :



• Système Cu (II)/Cu (I)

De même on peut envisager ici :



Il est clair que le calcul conditionnel permet de se dispenser de l'inventaire de toutes ces réactions partielles pour atteindre le but proposé qui était la prévision du potentiel.

IV. Conclusion

Il apparaît déjà sur l'exemple simple choisi que l'usage des calculettes programmables permet de tirer partie de la méthode de calcul proposée par Ringbom. Il nous semble judicieux d'enseigner cette méthode qui permet d'aborder l'étude des cas concrets sans abuser des approximations. Cette formation est directement exploitable par les élèves confrontés aux problèmes du génie des procédés.

Il convient d'ajouter cependant que ces calculs ne doivent pas dispenser de proposer une interprétation raisonnable des résultats. Il est nécessaire que l'étudiant garde bien le sentiment qu'il est en train de faire de la chimie afin que le passage à l'ordinateur ne devienne pas une abstraction.

Bibliographie

(1) A. Ringbom, « Les complexes en chimie analytique », Dunod, Paris 1967.

(2) J. Y. Gal et J. Gal, « Analyse des réactions chimiques en solution », Dunod, Paris 1983.

(3) G. Charlot, « Les réactions chimiques en solution. L'analyse qualitative minérale », 6^e édition, Masson, Paris 1969.

(4) G. Schwarzenbach, « Complexometric titrations », Interscience, New York 1967.

Il devient absolument nécessaire que vous rédigez vos manuscrits en respectant la symbolique et la terminologie édictées par l'IUPAC (publiées dans le « Manuel des symboles et de terminologie des grandeurs et des unités physico-chimiques »).

La chimie facteur de désinflation ?

M. Bohy¹

Si l'inflation se définit comme l'augmentation constante et générale des prix exprimés en monnaie courante, il est alors rassurant de se dire que « tout » concourt à l'inflation.

Cependant on sait depuis longtemps que toutes les activités ne sont pas inflationnistes « par nature » mais, qu'au contraire, nombre d'entre elles, au fur et à mesure qu'elles se poursuivent, requièrent de moins en moins de « facteurs » (matière première, main-d'œuvre, capital même) pour élaborer la même unité de leur produit.

Dans ce qui suit, nous rappellerons tout d'abord le fondement quantitatif de cette observation tel qu'il a été décrit et largement diffusé ces dernières années par le Boston Consulting Group (BCG). Nous examinerons comment il s'est appliqué à quelques grands produits de la chimie et comment il a pu influencer profondément la stratégie de certaines entreprises. Nous montrerons ensuite comment l'ensemble des industries chimiques a, sur une longue période, raisonnablement transféré ses gains de productivité au reste de l'économie.

Ceci nous conduira, enfin, à quelques remarques quant aux possibilités mais aussi aux limites d'une politique de lutte contre l'inflation.

L'effet d'expérience

Quantifiée dès l'entre-deux-guerres à propos du temps d'assemblage des avions, la loi de décroissance des coûts a fait l'objet de la part du Boston Consulting Group, au cours des années 60, d'une étude approfondie. Celle-ci a permis à la fois d'en montrer la généralité, d'en donner une évaluation quantitative aisée et de mettre en évidence toutes les conséquences économiques qu'implique cette loi.

Une importante remarque que nous ferons ici, dès l'abord, pour n'y plus revenir : le BCG n'aime pas le terme de « loi » qui impliquerait un caractère d'automatisme aux progrès, que ceux-ci n'ont pas. On ne « descend pas » sur la droite d'expérience comme on glisse sur une rampe d'escalier bien cirée ! il faut pour cela appliquer à l'activité une volonté persévérante d'amélioration de tous les facteurs.

Bien des « exceptions » observées à cette loi n'ont en fait été que le résultat d'un laxisme ou d'un désintérêt prolongés vis-à-vis du produit en cause.

La droite du BCG

Sa définition est simple : lorsque la production cumulée d'un composé ou d'un objet double en volume, ses coûts de production unitaires diminuent d'un pourcentage généralement voisin de 20 %.

En coordonnées cartésiennes logarithmiques, cette fonction de décroissance est représentée par une droite (figure 1). Suivant le BCG, on dit que cette droite est « à 80 % » lorsque le coût correspondant à une production cumulée de $2x$ est égal à 80 % du coût de la production x .

L'établissement de ces courbes ne va pas sans quelques difficultés dans la pratique, ne serait-ce que pour retrouver dans les archives des séries de chiffres suffisamment longues et fiables.

En outre :

- le produit considéré doit demeurer identique dans le temps;
- les coûts doivent être exprimés en monnaie constante à l'aide d'un déflateur convenable;
- le volume de la production cumulée est parfois difficile à déterminer (problèmes de transfert d'expérience);
- au sens strict, le calcul doit être conduit sur le seul coût ajouté par l'entreprise (pour éliminer l'influence perturbatrice possible des matières premières ou des politiques commerciales).

En fait, lorsque les matières premières n'introduisent pas d'effet indésirable, il est souvent très intéressant de tracer les courbes expérience-prix comme nous le verrons plus loin.

Quelques conséquences de la droite d'expérience

L'exemple théorique de la figure 2 permet de mettre en évidence un certain nombre d'implications importantes de l'effet d'expérience que nous illustrerons ensuite sur quelques cas concrets.

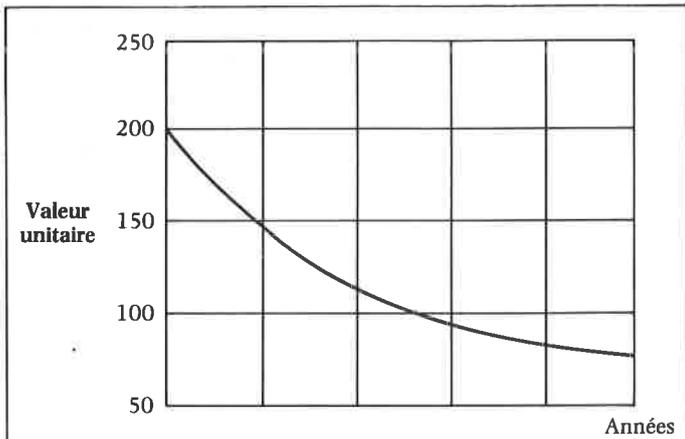
La situation d'équilibre stable est caractérisée par une décroissance parallèle des coûts de production et des prix du marché mais :

- l'expérience-coût se réfère à la production de l'entreprise alors que les prix décroissent en fonction de la production totale des opérateurs présents sur le marché.

Il s'en suit :

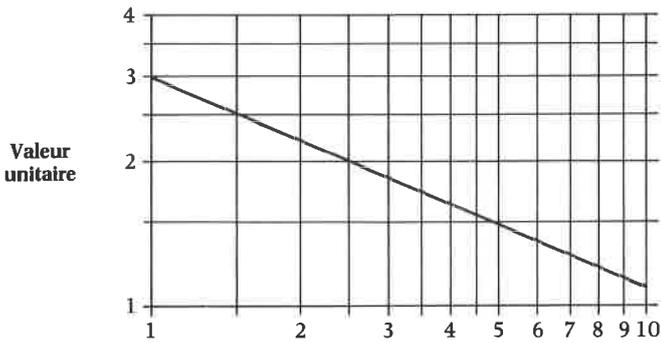
- que, pour un producteur donné, si sa part de marché demeure constante, la marge opérationnelle unitaire de l'entreprise demeure graphiquement la même ce qui signifie, étant en coordonnées logarithmiques, qu'elle décroît constamment;
- mais qu'en revanche, une variation de cette part de marché peut induire de fortes variations de la marge, dans un sens ou dans l'autre (cas des producteurs A et B de la figure, entre 1971 et 1975);
- que l'effet d'expérience n'a pas de limite théorique mais que les gains unitaires sont élevés pour une production nouvelle en croissance rapide et deviennent faibles pour les produits mûrs. Ces gains existent toujours, au moins potentiellement, pour un produit en régression puisque, même dans ce cas, sa production cumulée continue d'augmenter.

¹ L'actualité chimique, 250 rue Saint-Jacques, 75005 Paris.



La courbe d'expérience

- abscisses en années
- ordonnées en francs courants pour les prix de vente (coordonnées linéaires)



- Ordonnées : valeur ajoutée unitaire en francs constants
- Abscisses : production cumulée (coordonnées logarithmiques).

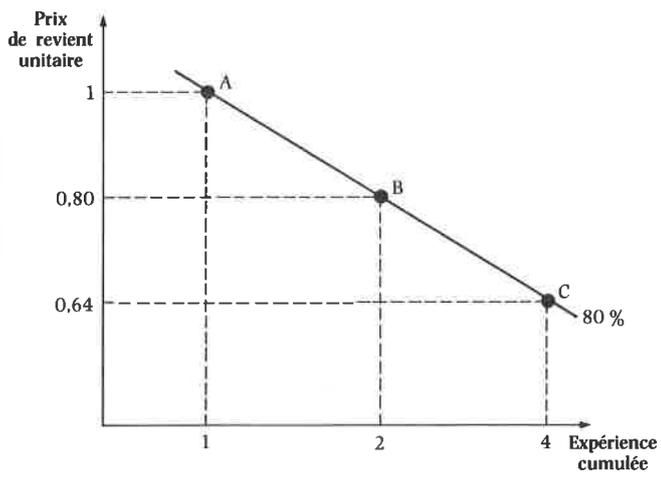
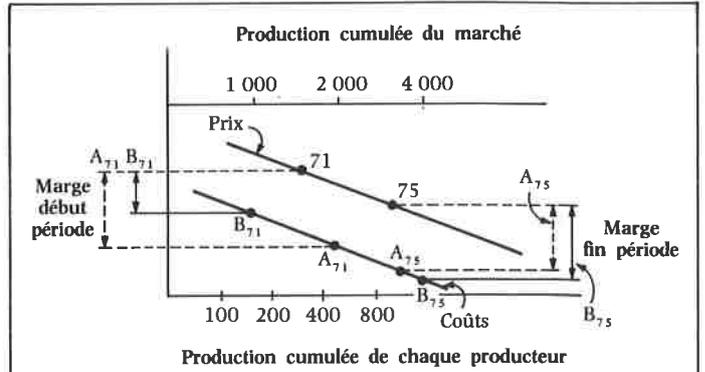


Figure 1. La représentation historique selon le BCG.

Dans la pratique, on observe néanmoins souvent des situations sensiblement différentes que résume la figure 3.

Si, sur longue période, les prix de marché doivent nécessairement refléter les coûts des entreprises (au moins des plus efficaces), il peut se créer transitoirement une « ombrelle » de prix en dessous de laquelle les marges unitaires ne décroissent pas. Cette situation se termine en général par une catastrophe suivie d'une « normalisation ».

Nous allons voir maintenant que ces concepts théoriques, très souvent contestés, ont cependant été illustrés de façon éclatante à maintes reprises dans le passé et dans des secteurs très divers.



De 1971 à 1975, l'expérience cumulée du marché passe de 1 580 à 3 004.

De 1971 à 1975, pour A :

- La part de marché en % passe de 5,4 à 2,5.
- L'expérience cumulée de 523 à 867.

Pour B :

- La part de marché en % passe de 2,8 à 5,3.
- L'expérience cumulée de 147 à 888

S'il y a un changement de part de marché, le concurrent qui gagne une part de marché doit pouvoir faire décroître ses coûts plus rapidement.

Figure 2.

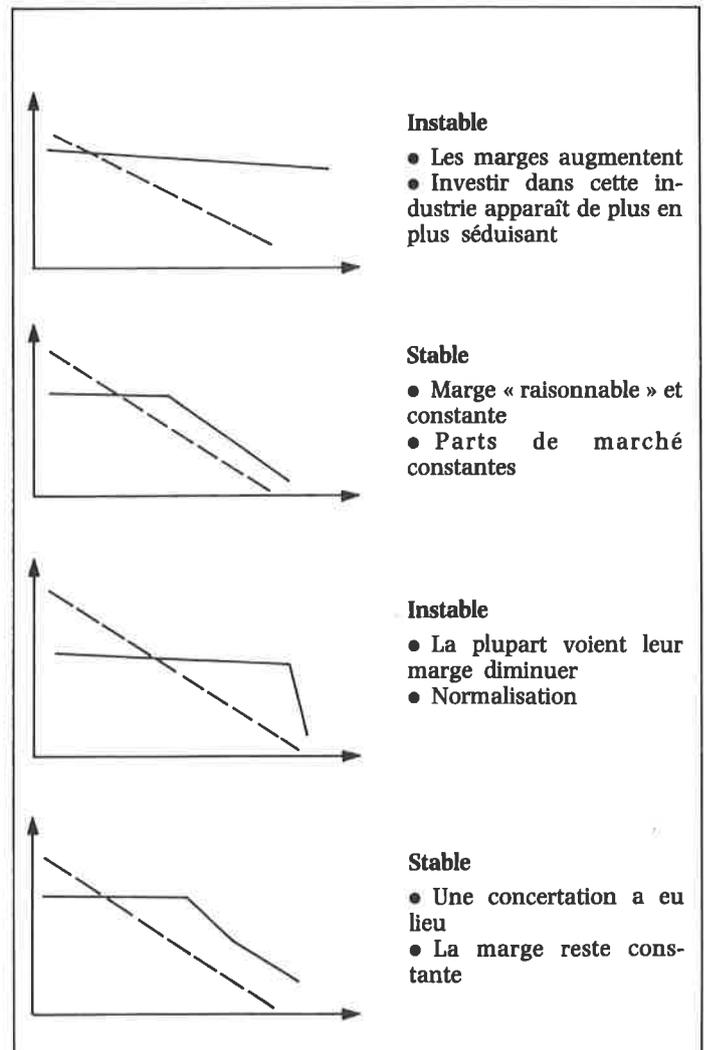


Figure 3.

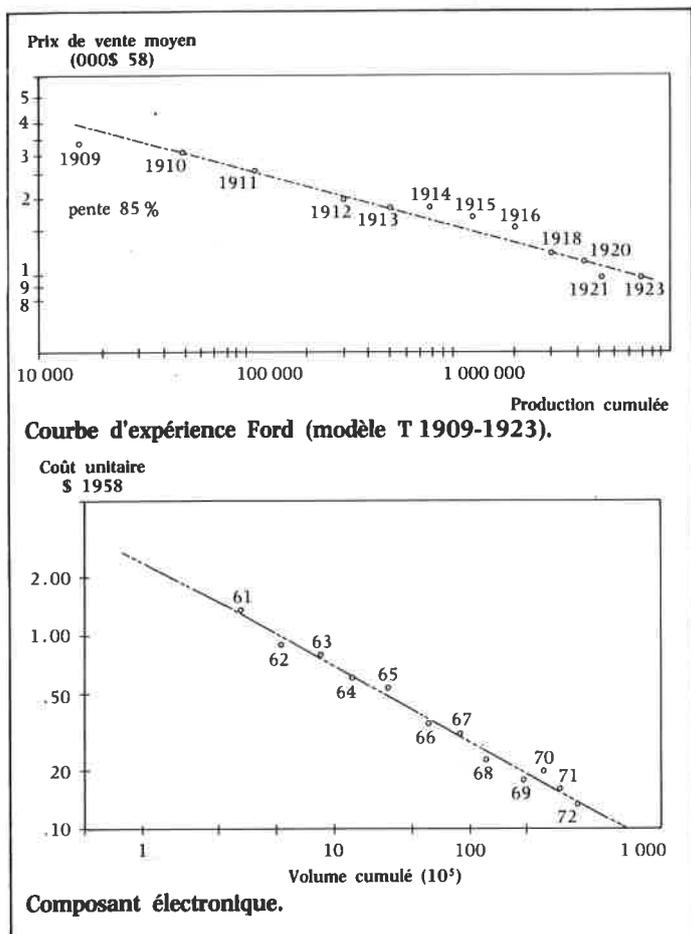


Figure 4.

La généralité du phénomène.

Quelques exemples cités par le BCG sont repris sur la figure 4. Les cas de la Ford T, modèle de grande longévité, et du composant électronique n'appellent pas de remarque particulière, sauf à supposer que la technologie de la construction automobile était sans doute peu évolutive (pente de 85 %) alors que celle des composants l'a certainement été beaucoup plus (pente de l'ordre de 70 %).

Le cas des turbo-alternateurs aux USA est, en revanche, beaucoup plus intéressant (figure 5). Le graphique a en effet été établi à l'aide de documents qui ont été rendus publics à l'occasion d'un procès en concurrence déloyale qui fut intenté, au début des années 60, par Allis-Chalmers (AC) contre Westinghouse (W) et General Electric (GE).

On voit clairement qu'en 1946, AC, pratiquement sans expérience, avait des coûts de production élevés. On peut cependant penser qu'AC était attiré sur ce marché par quelque « ombrelle » de prix (dont on ne connaît malheureusement pas la courbe) établi par W et GE. Au début, tout semble aller à peu près, les coûts de AC décroissent assez vite. Toutefois, on note que le dernier venu n'arrive pas, au contraire, à acquérir de part de marché. Ensuite, à partir de 1953, les gains de productivité deviennent très faibles, phénomène que l'on observe également chez W, mais à un niveau plus bas. GE est, de tous, celui qui, sur la période, suit la courbe de décroissance la plus régulière.

Enfin, et ceci est sans doute le plus important, il semble que, de 60 à 63, W et GE aient fait un pas technologique améliorant à nouveau sensiblement leurs coûts, ce qui n'a pas clairement été le cas de AC.

Ce n'était donc qu'en apparence que W et GE vendaient « au-dessous de leur prix de revient », mais il est clair qu'ils vendaient avec profit au-dessous de celui d'Allis Chalmers.

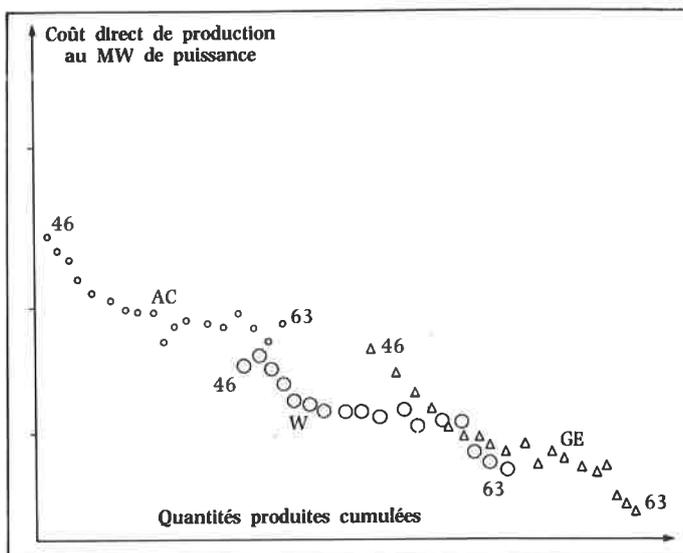
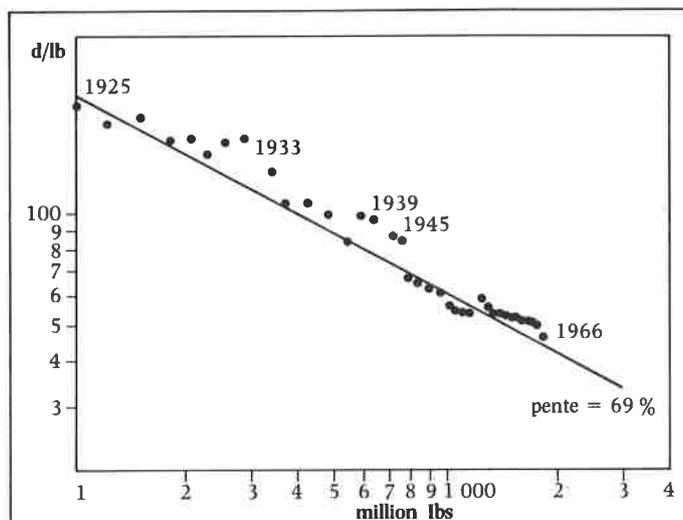


Figure 5. La construction des turbo-alternateurs aux U.S.A. entre 1946 et 1963.

Le cas des produits chimiques

Le cas des deux produits traités sur la figure 6 permet tout d'abord d'illustrer la durée du phénomène. S'étendant sur 40 années,



Courbe expérience-prix du fil textile viscosé, 1925-1966.

Source : The Monopolies Commission, G.-B..

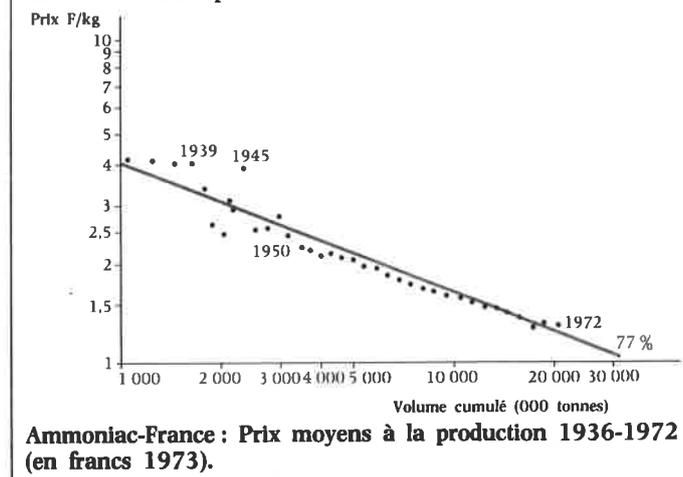


Figure 6.

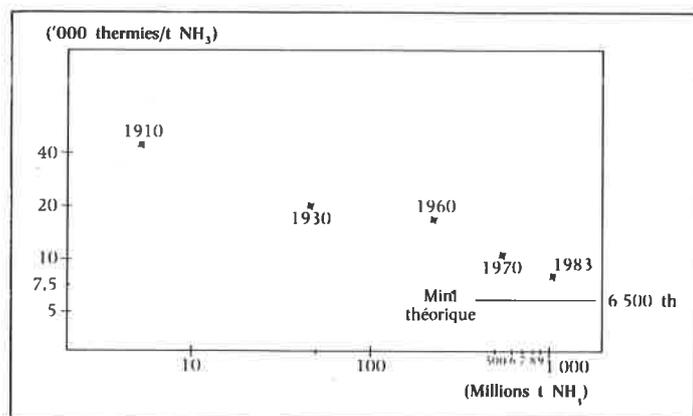


Figure 7. Consommation de matière première (exprimée par sa valeur énergétique) pour la production de l'ammoniac.

Source : Tenth Brotherton Memorial Lecture, avril 1975 (ICI).

encadrant une guerre, embrassant une production cumulée multipliée par 20, ces productions n'ont cessé de voir décroître leur prix de marché. S'agissant de prix, et non de valeur ajoutée, ces courbes intègrent naturellement l'influence de la matière première et ceci explique sans doute la pente relativement forte de ces droites. En ce qui concerne l'ammoniac, il est clair que, sur la période, les matières premières ont changé : gaz de cokerie, naphtha puis méthane, dont les prix devenaient successivement plus

attractifs. En outre, on sait que la mise au mille (exprimée en thermies/t NH₃ produite) n'a cessé de décroître (figure 7) de 20 000 th avant la guerre, elle est passée maintenant bien en dessous des 10 000 th et il est assuré que les progrès vont se poursuivre vers l'asymptote théorique de 6 500 th, et peut-être vers l'adoption d'une source d'hydrogène moins coûteuse que le méthane.

La longue existence de l'organisation des producteurs français d'engrais a permis d'établir un exemple probablement unique de courbe d'expérience : celui de la figure 8. Retraçant sur près de trois quarts de siècle le prix de marché d'un produit strictement identique à lui-même (la tonne d'azote), cette courbe d'expérience intègre de nombreux phénomènes : perturbations de deux guerres, d'une crise énergétique majeure, changement de forme du produit : nitrate de calcium, cyanamide, synthèse de NH₃ à partir de 1920, gains de mise au mille, etc. Elle n'en demeure pas moins un exemple extraordinaire de l'ampleur du phénomène technologique que nous étudions ici.

Bien entendu, la crise énergétique qui a débuté en 1973 a engendré un phénomène général de discontinuité dans les prix. Pour tous les grands intermédiaires, on a observé une « baïonnette » d'autant plus accentuée que l'énergie constituait déjà, et de loin, l'élément le plus important du coût de production. Néanmoins, la stabilisation intervenue entre les deux chocs pétroliers s'est immédiatement traduite, dans la plupart des cas, par la reprise de la tendance décroissante de long terme.

Le cas du polyéthylène illustré sur la figure 9, dans deux marchés très différents confirme toujours les remarques précédentes.

En ce qui concerne le cas de l'Europe, on observe bien la trace d'un marché qui fut passagèrement déprimé autour de 1970. La stabilité

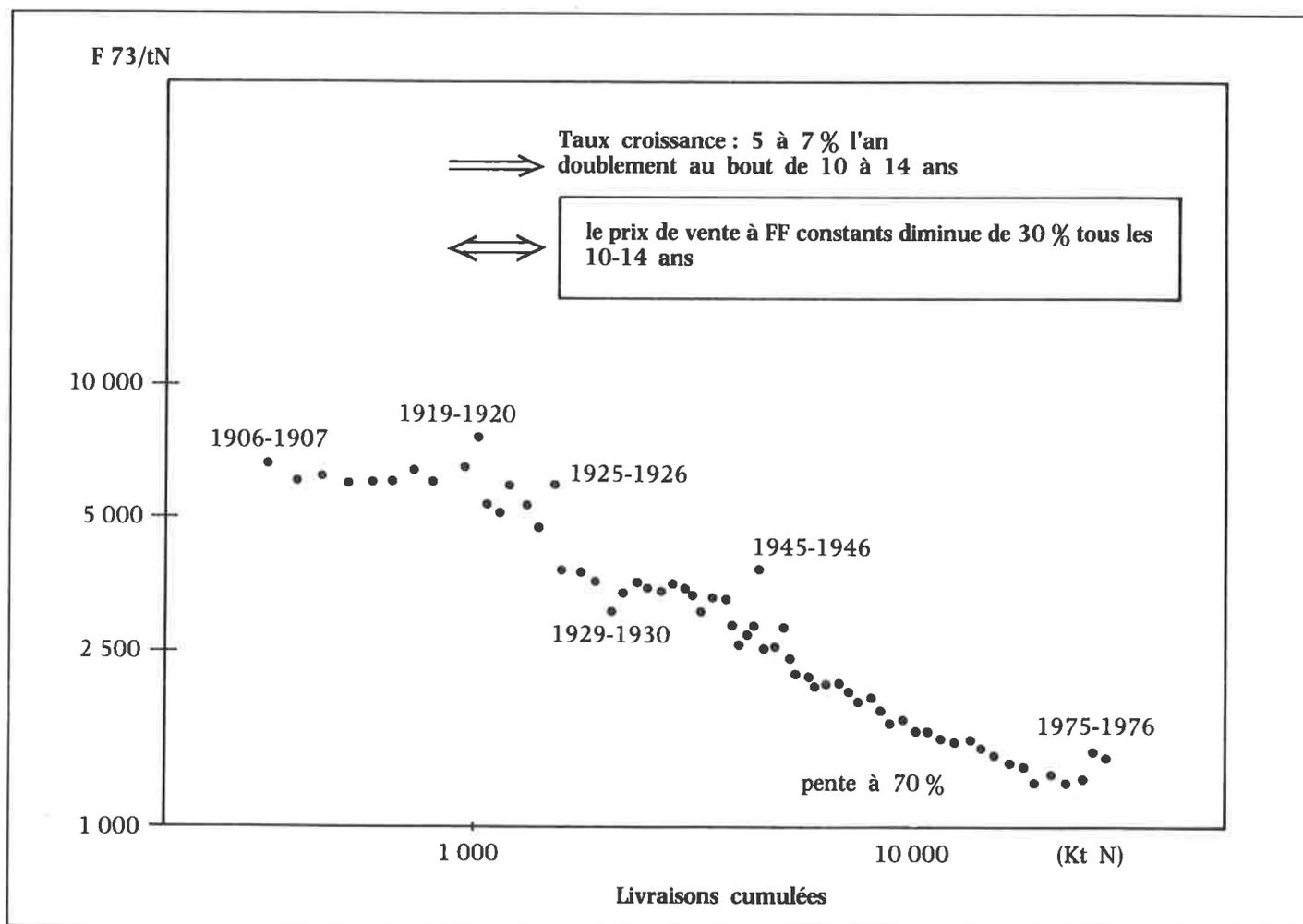


Figure 8. Prix de vente moyen de la tonne d'azote en culture.

Source : FNIE.

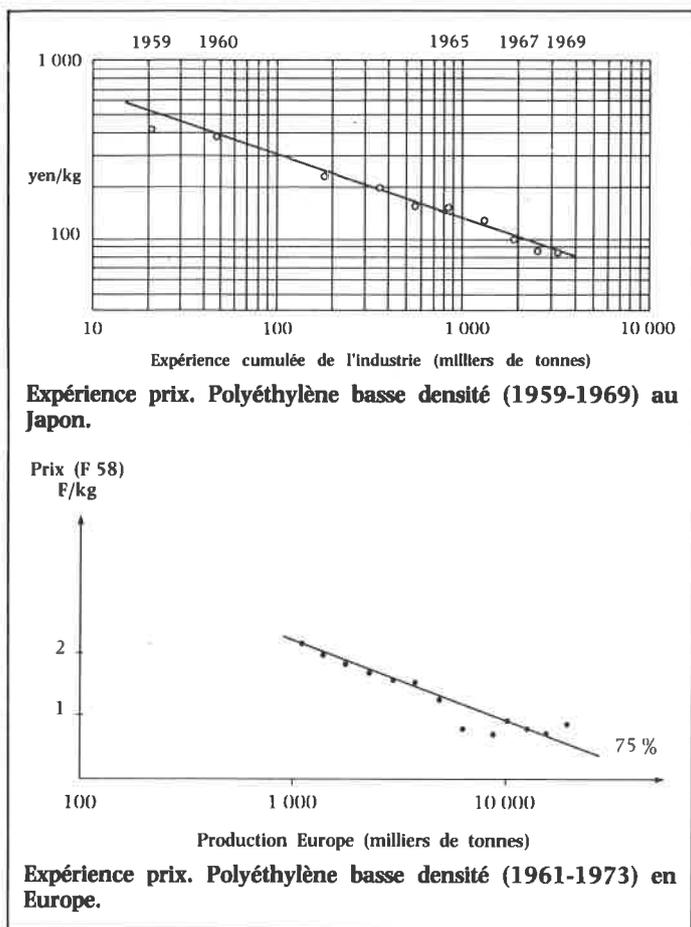


Figure 9.

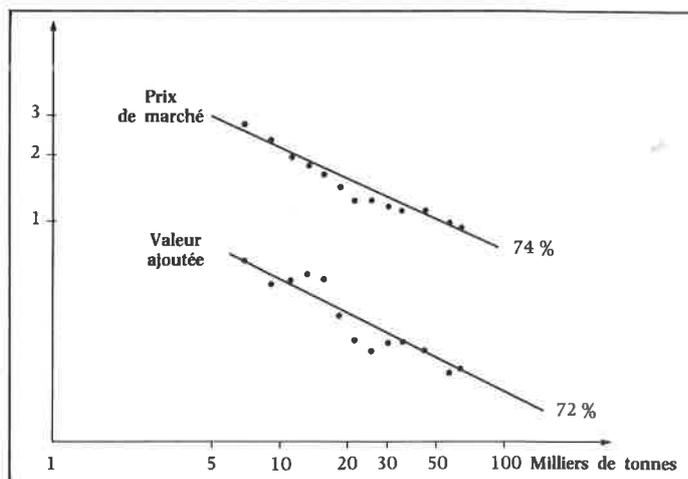


Figure 10. Expérience coût. Polyesters (1960-1972).

observée ensuite s'explique en bonne partie sans doute par les tensions qui commencent à se faire jour sur le prix du naphtha. L'historique d'un producteur français de polyesters insaturés (CdF) retracé figure 10 peut être considéré comme illustratif d'une situation « normale » au sens BCG. On y remarque cependant qu'au milieu des années 60, un effort technologique important a été accompli pour améliorer une situation de coût qui se dégradait sérieusement depuis plusieurs années.

Deux « aventures » saisissantes

Sur des marchés et des produits bien différents, nous allons voir maintenant deux exemples d'« ombrelles » de prix assez

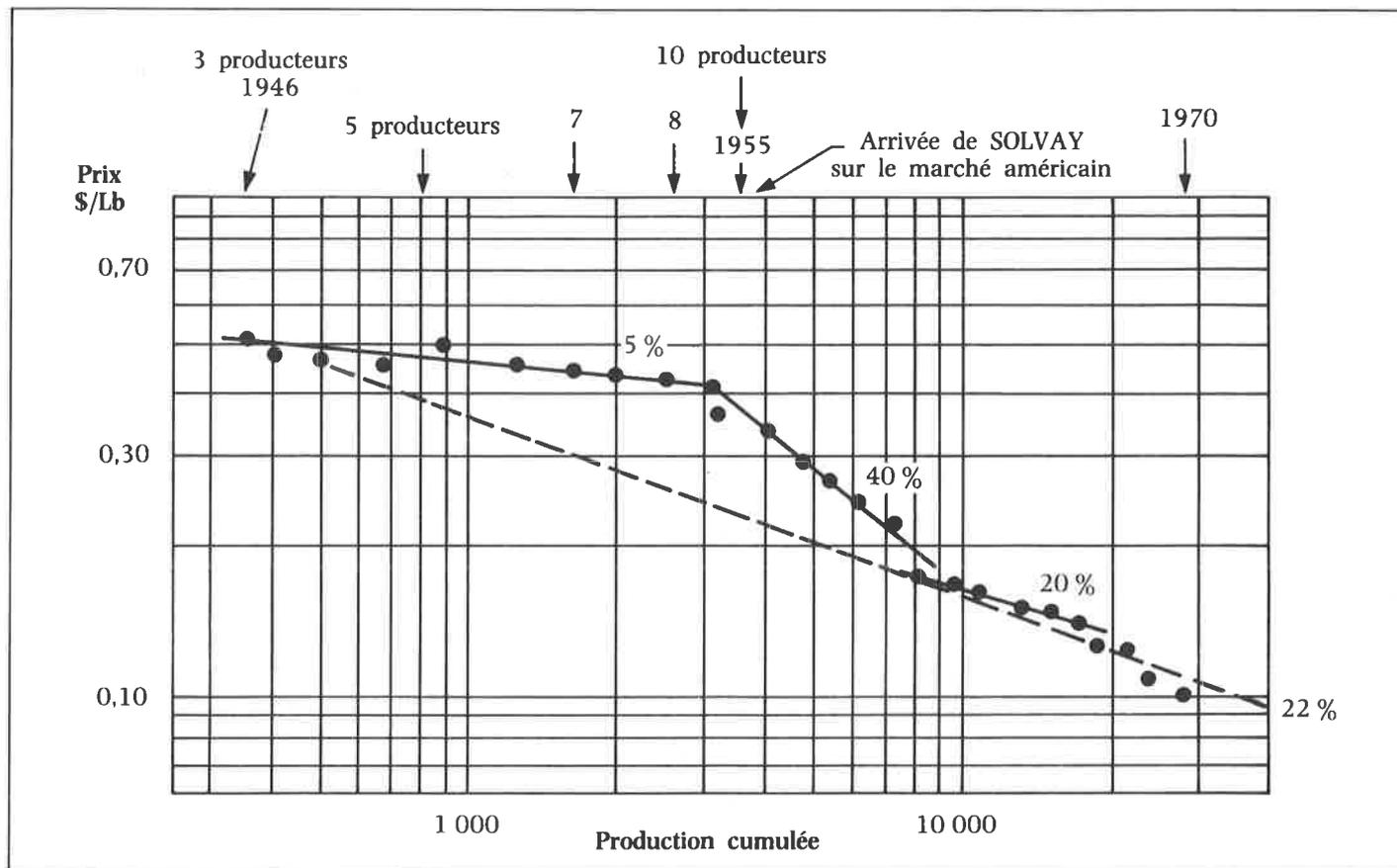


Figure 11. Le marché du PVC aux USA (1946-1970).

significatives. Par chance, les faits historiques sont suffisamment connus et permettent d'expliquer les phénomènes et les stratégies d'entreprises qui les ont sous-tendus.

cette offre, devenue le fait de producteurs trop nombreux, ne se fit pas attendre, d'autant qu'à la fin de la décennie se profilait l'arrivée d'une nouvelle technologie (ex-éthylène) qui allait apporter une possibilité de nouveaux et substantiels gains de productivité.

Le marché du PVC aux USA

S'étendant sur une période de 24 ans, la courbe de la figure 11 se décompose en 3 périodes de durées analogues, extraordinairement typées : « ombrelle » tout d'abord puis catastrophe suivie d'une stabilisation évidente. Cet historique, présenté tel quel par le BCG mérite cependant quelques commentaires éclairants. Sur la figure 11, nous avons repris l'évolution précédente en la situant dans le contexte commercial et technique que l'on connaissait par ailleurs.

On s'aperçoit ainsi que tant que les producteurs ont été peu nombreux, leur « entente » était facile mais les prix ainsi « tenus » ont d'abord attiré de nouveaux producteurs au début des années 50. Un peu plus tard, Solvay, qui venait de se lancer dans cette production en Europe, a saisi à son tour l'opportunité d'exporter son PVC de l'autre côté de l'Atlantique. Ce fut à l'époque une démarche assez originale, les flux étant jusqu'alors essentiellement orientés dans l'autre sens. L'effet déstabilisateur de

Les engrais azotés en France

Au début des années 60, le marché français de la fertilisation présentait une caractéristique particulière : il s'agissait d'un marché déjà très important en volume (en raison des vastes surfaces en culture), mais l'intensité de la fertilisation (quantités d'éléments répandus à l'hectare) restait moyenne et la répartition entre les 3 éléments N, P, K accusait un déséquilibre au détriment de l'azote alors qu'ailleurs en Europe du Nord ou aux U.S.A. la prépondérance de N était déjà manifeste.

Un potentiel de développement considérable existait donc dans notre pays. Celui-ci allait être capté par les engrais azotés simples, faciles et peu coûteux à produire, les compositions phospho-potassiques présentant de leur côté le même avantage.

Pour diverses raisons, sur lesquelles il n'y a pas lieu de s'étendre, c'est essentiellement NH_4NO_3 (l'ammonitrate des agriculteurs) et,

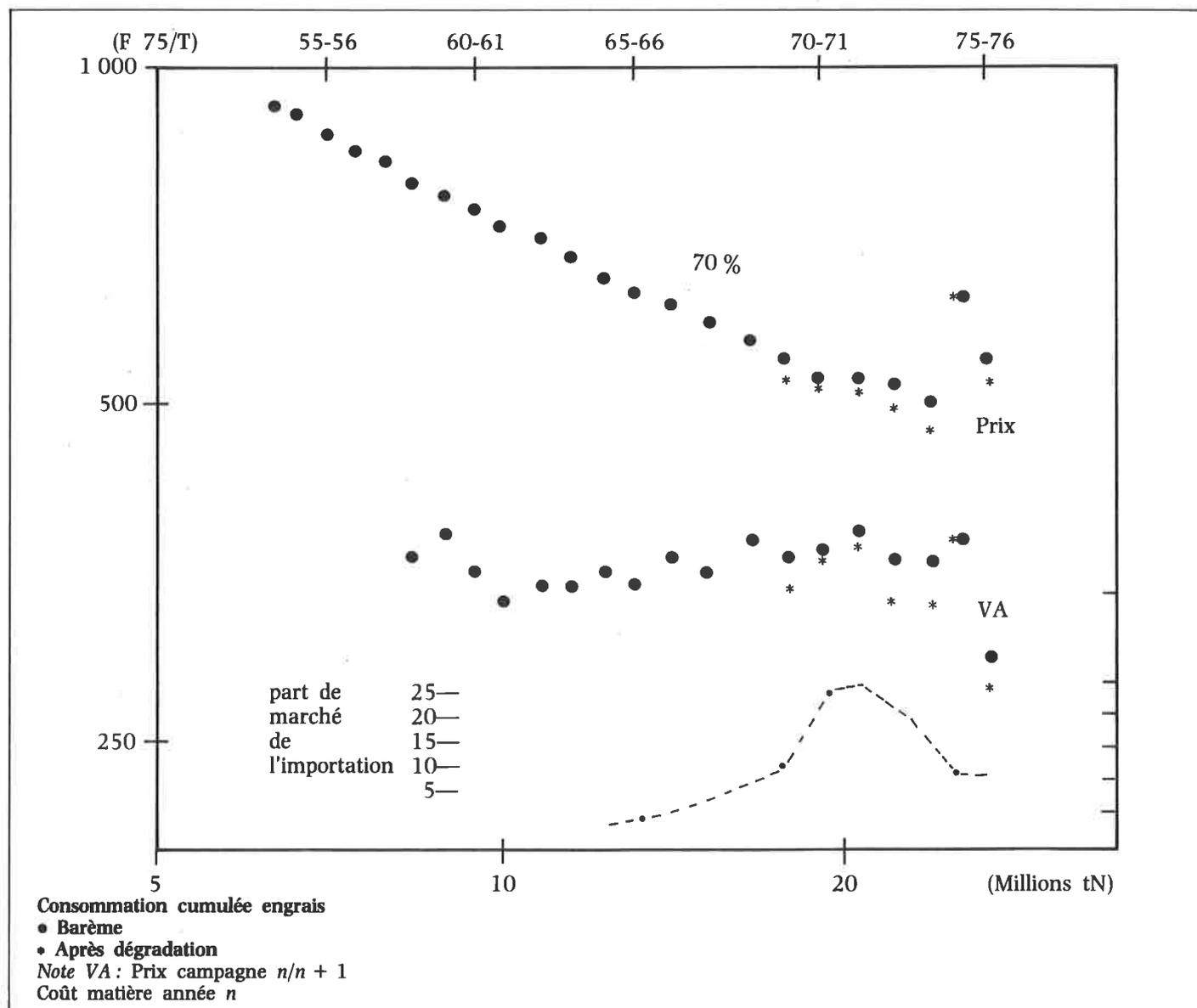


Figure 12. Courbe d'expérience prix et valeur ajoutée : ammonitrate 33,5.

dans une moindre mesure, les solutions à base d'urée qui ont répondu à ce besoin.

La figure 12 reproduit la chronique des prix de marché et de la valeur ajoutée de l'ammonitrate pour la France, et ce, sur une période relativement longue (20 ans). Il est tout d'abord extraordinaire de constater que sur 10 ans les producteurs ont été capables de conserver une valeur ajoutée légèrement croissante tout en faisant décroître leurs prix fortement. La différence entre les deux courbes représente le coût des matières premières et on a vu précédemment comment les gains considérables réalisés sur la mise au mille et par l'effet de taille ont permis le maintien durable de cette étonnante situation.

Si le nombre des producteurs nationaux n'a pas augmenté sur la période, en revanche, comme dans le cas du PVC, c'est l'importation, attirée par l'« ombrelle » de valeur ajoutée (non immédiatement perceptible par les acheteurs, mais connue des producteurs) qui a finalement joué le rôle perturbateur, son taux de pénétration du marché passant en 10 ans de moins de 10 à plus de 25 %.

Le marché intérieur total qui croissait alors de 8 à 10 % l'an en volume a permis, simultanément, aux producteurs étrangers de conquérir rapidement et à peu de frais des parts de marché et aux producteurs nationaux, plus préoccupés de « quotas » que de croissance, d'engranger de substantiels « cash-flows » sans qu'il leur soit nécessaire de beaucoup investir dans l'activité.

Pour une part au moins, il est certain que ce cash a efficacement servi à financer certains des développements pétrochimiques français du début des années 70.

A partir de 1970, on remarque sur la figure 12 que l'arrivée massive de l'importation (Benelux, Pays de l'Est, Magreb) allait faire se multiplier les rabais sur les barèmes jusqu'ici « tenus ». Le cas apparemment aberrant de l'année 1975 s'explique par la conjonction très particulière de facteurs propres à ce marché et connus des spécialistes : l'augmentation brutale du prix du pétrole n'a déclenché qu'avec un certain retard la flambée du prix des phosphates, lesquels, bien sûr, n'entrent pas dans l'ammonitrate, mais ont tout de même, par contagion, tiré celui-ci à la hausse. Il en est résulté qu'alors que 75 était une année de forte dépression pour la chimie organique, elle a été, en France, bonne pour les engrais.

Le phénomène n'a cependant pas duré et dès 76, le niveau de la valeur ajoutée rejoignait la pente de décroissance rapide qui avait été amorcée en 1971. Ultérieurement d'autres facteurs allaient entrer en scène, perturbant profondément, année après année, les résultats. Aujourd'hui encore, ces bouleversements rendent difficile l'analyse et la compréhension d'une quelconque tendance de long terme.

Le comportement global de la chimie française

Depuis plus de vingt ans, l'Union des Industries Chimiques établit chaque année, au plan de l'ensemble de la profession, un certain nombre de statistiques économiques. Parmi les indicateurs qui ont été régulièrement suivis figurent des indices de prix et de production en volume.

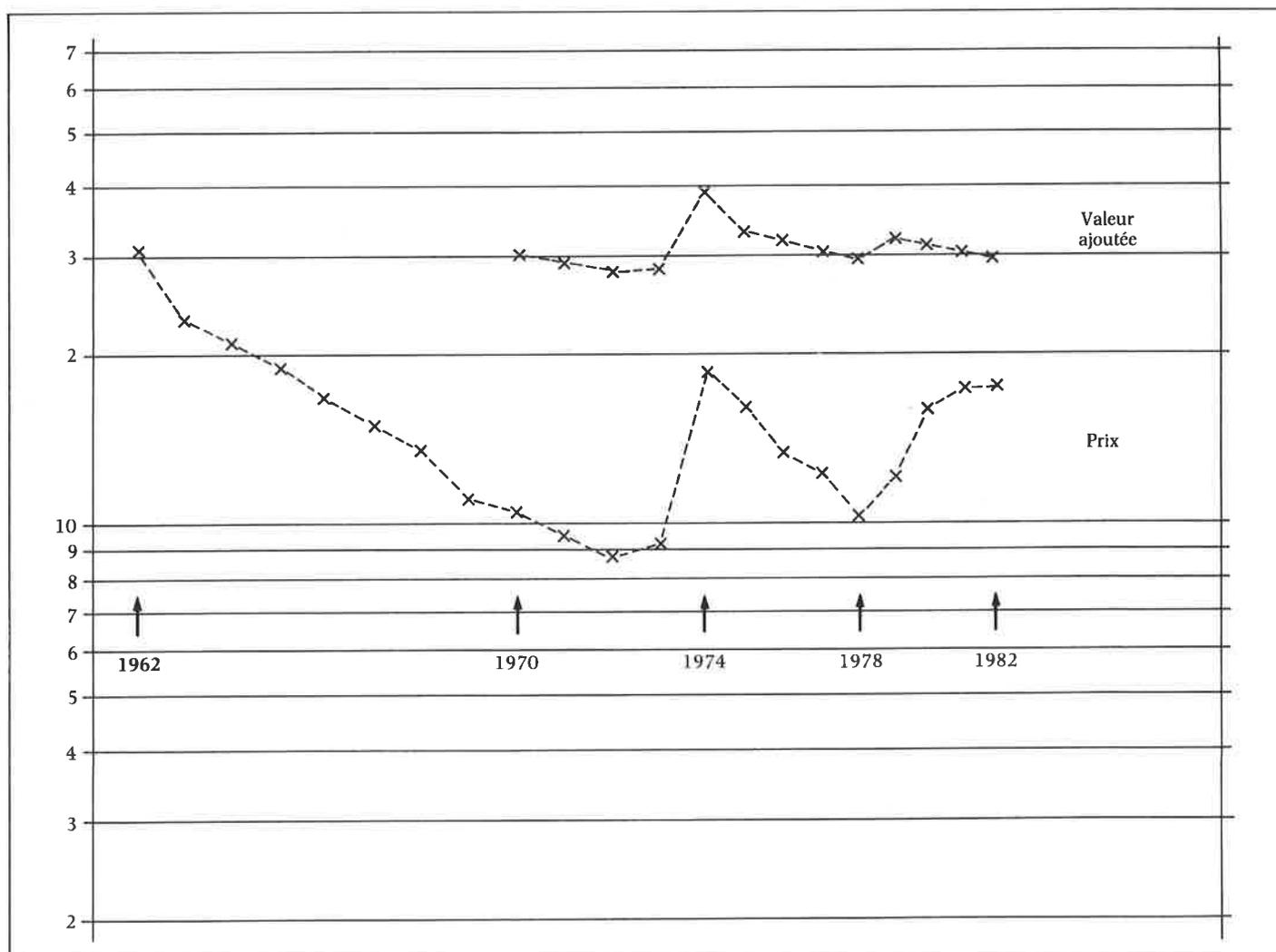


Figure 13.

Il était donc tentant, sur ces deux séries, d'appliquer la représentation graphique du BCG et de regarder dans quelle mesure la branche avait eu, dans son ensemble, un comportement « normal ». Bien entendu, la signification d'un tel exercice demande à être examinée avec prudence; en effet :

● la pondération des divers produits entrant dans le calcul de l'indice ne suit pas dans le temps l'évolution de la structure de la production;

Tableau 1.

Expérience-prix

Années	Indice des prix de la chimie	Déflateur PIBM Francs 82	Indice <i>i</i> en monnaie constante	<i>i</i> ⁴
1962	100	4,19	419	308
1963	98,7	3,95	390	231
1964	99,7	3,79	378	204
1965	100,1	3,7	370	187
1966	100,3	3,6	361	170
1967	99,7	3,50	349	148
1968	101,7	3,35	341	135
1969	103	3,14	323	109
1970	107	2,98	319	104
1971	110,8	2,82	312	95
1972	114,6	2,66	305	87
1973	124,5	2,48	309	91
1974	164	2,25	369	185
1975	177,9	2	356	161
1976	186,1	1,82	339	132
1977	198,5	1,68	333	123
1978	206,7	1,54	318	102
1979	238,6	1,39	332	121
1980	283,9	1,25	355	159
1981	324,0	1,12	363	174
1982	364,0	1	364	176

Expérience-production

Années	Indices de production en volume de la chimie	expérience cumulée à fin 61 : $100 \times \frac{100}{10} = 1\ 000$ production cumulée P	<i>P</i> ²
1962	100	1 100	121
1963	109,3	1 209,3	146
1964	120,8	1 330,1	177
1965	132,3	1 462,4	214
1966	146,7	1 609,1	259
1967	159,7	1 768,8	313
1968	177	1 945,8	379
1969	211	2 156,8	465
1970	230	2 386,8	570
1971	243	2 629,8	692
1972	268	2 897,8	840
1973	300	3 197,8	1 024
1974	313	3 510,8	1 233
1975	276,5	3 787,3	1 434
1976	320,1	4 107,4	1 687
1977	333	4 440,4	1 972
1978	347,5	4 787,9	2 292
1979	375,6	5 163,5	2 666
1980	372,6	5 536,1	3 065
1981	372,6	5 908,7	3 492
1982	375	6 283,7	3 948

Indice des prix de la valeur ajoutée de la chimie

Années	Indices	Déflateur PIBM	Prix constants
1970	100,0	2,982	298,2
1971	103,8	2,827	293,4
1972	106,0	2,667	282,7
1973	113,7	2,485	282,5
1974	174,2	2,252	392,3
1975	165,6	1,999	331,0
1976	175,2	1,823	319,4
1977	182,1	1,680	305,9
1978	191,9	1,539	295,3
1979	229,6	1,395	320,3
1980	254,0	1,249	317,2
1981	273,5	1,120	306,3
1982	295,4	1,000	295,4

● un changement de base ayant été effectué en cours de période pour les prix, le raccordement entre les deux indices n'est pas sans imperfection;

● l'indice prix se rapporte au marché intérieur français alors que la production comporte la part exportée. Ceci n'infirme pas les conclusions que l'on tire concernant l'économie française, mais suppose implicitement que les entreprises ont le même comportement concurrentiel à l'export que sur le marché intérieur ce qui, suivant la conjoncture, peut être faux, dans un sens ou un autre.

● ces indicateurs globaux recouvrent des évolutions très différentes : biens intermédiaires en croissance rapide (oléfines) ou stagnants, voire en déclin (phénol); biens de consommation finale aussi différents dans leur évolution que les savons de toilette ou les médicaments.

Par ailleurs, la Comptabilité Nationale suit, au niveau des diverses branches industrielles, un indice des prix de la valeur ajoutée. Il était donc possible, suivant les principes de l'analyse du BCG, d'en tracer l'évolution comparativement à celle des prix de marché. Le tableau 1 réunit les éléments statistiques et la figure 13 illustre l'évolution constatée.

Quelques remarques concernant les choix faits pour certains paramètres du calcul :

● Pour estimer la production cumulée de la chimie en 1962, nous avons appliqué la règle proposée par le BCG :

$$\text{production cumulée initiale} = \text{production de l'année } n \times \text{inverse du taux de croissance des années } n-3 \text{ à } n$$

et admis que la croissance de 1958 à 1960 avait été de 10 % en volume (ce qui est un peu faible et sous-estime sans doute le poids initial de l'expérience).

● En ce qui concerne le choix du déflateur, nous avons pris celui des prix de la production intérieure brute marchande (PIBM). En adoptant celui des prix à la consommation, ceci aurait sensiblement accentué la pente de la droite obtenue :

● pour rendre l'allure de l'évolution plus « lisible » nous avons porté à la puissance 4 la valeur des indices de prix déflatés et à la puissance 2 l'expérience-volume.

● Les chiffres de valeur ajoutée ne sont pas directement comparables aux prix correspondants. En effet, leur base de calcul n'est pas la même (F70 contre F62) et, en outre, il aurait fallu faire une hypothèse sur le pourcentage de valeur ajoutée contenu dans le prix de l'année de départ.

Ces réserves étant posées, il demeure qu'un certain nombre de constatations parfaitement claires peuvent être faites :

● Pendant 10 ans (de 1962 à 1972) les industries chimiques ont joué un rôle désinflationniste certain dans notre économie en y injectant raisonnablement ses gains de productivité.

- Ce comportement *apparemment vertueux* doit être apprécié avec quelque prudence car nous ne possédons pas la chronique des valeurs ajoutées de l'ensemble de la période (nous avons vu dans le cas des engrais azotés que cette « vertu » pouvait avoir des limites).
- La décroissance des prix semble élevée (pente calculée de 77 %) mais peu significative en raison de la difficulté d'évaluer objectivement l'expérience cumulée de départ; mais, encore une fois, c'est ici moins la valeur que le sens de la variation qui importe.
- Les chocs pétroliers sont clairement marqués sur les courbes *mais*, pour les *prix* et *surtout* pour les *valeurs ajoutées*, leur influence a été *extraordinairement brève*.
- Ces chocs ont ébranlé la vertu de la chimie puisque si les prix ont répercuté les hausses des matières premières, la valeur ajoutée, surtout en 1974 a trahi une démarche, qui, sous l'influence d'une conjoncture folle, est allée bien au-delà de ce qu'imposait une poussée inflationniste certaine.
- A contrario, il faut également reconnaître que, ces instants d'égarément passés, la droite des valeurs ajoutées a repris sa tendance décroissante de longue période. Pour les raisons que nous avons vues, on ne peut ici quantifier ce phénomène mais il est évident que c'est, dans la valeur ajoutée, le cash-flow qui a été très largement amputé, voire réduit à néant, compromettant gravement l'avenir industriel des entreprises concernées.
- Quant à l'extraordinaire chute des prix de 74 à 78, elle inclut très probablement les importants gains réalisés sur les consommations énergétiques, les premières économies ayant été souvent évidentes, importantes, rapides et peu coûteuses à mettre en œuvre.
- Enfin, la prolongation de la crise profonde qui continue à frapper les industries de biens intermédiaires après le second choc pétrolier se traduit par des chiffres qui sont, pour le moment, difficilement interprétables.

Le cas de la pharmacie

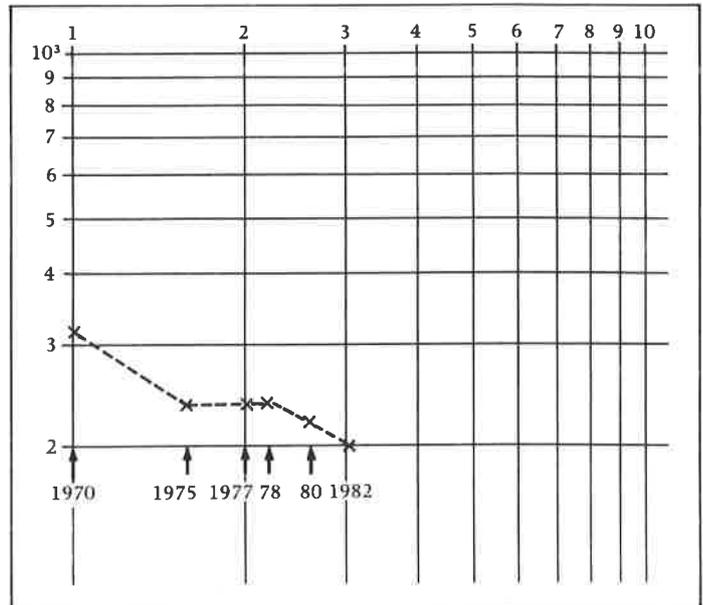
Il aurait été tentant, évidemment, d'étudier l'évolution particulière de certains sous-ensembles importants pour lesquels l'UIC fournit quelques éléments d'information: chimie minérale, chimie organique, parachimie. Les séries sont cependant ici plus courtes et moins fiables et ne reflèteraient guère que les chocs pétroliers de 74 et 79 pour la chimie organique et l'augmentation récente du prix du gaz en chimie minérale.

On peut, cependant, tenter d'approcher, toujours avec prudence, le cas de la pharmacie pour lequel on dispose d'une série d'indices des prix un peu plus longue (12 ans). Cependant cette série comporte en son milieu une correction due à un important changement de taux de la TVA et il n'est pas certain que le raccordement n'ait pas introduit quelque biais.

Quant à la production, son volume physique n'est pas évident à définir et, surtout, ici encore c'est la valeur de l'expérience cumulée de départ qui est fort délicate à apprécier.

Ces réserves habituelles faites, on constate que le graphique de la figure 14 comporte 3 parties: deux périodes de décroissance rapide encadrant plusieurs années d'apparente stabilité. Plusieurs remarques peuvent en être dégagées:

- pas de « choc pétrolier » décelable, et pour cause, pas même de vraie tendance spéculative (mais les produits de consommation finale ne sont en général pas sensibles à ce genre de poussée de fièvre);
 - une décroissance forte des prix mais cependant probablement pas « anormale » (pente voisine de 80 % sur la période mais dont la valeur dépend beaucoup du « calage » de l'expérience cumulée de départ) imputable très vraisemblablement pour une large part à l'action des Pouvoirs Publics soucieux de freiner une consommation à caractère doublement inflationniste: de la part des consommateurs pour lesquels le service et le coût sont déconnectés et de la part d'entreprises tentées d'exploiter l'intense motivation psychologique de la recherche du « mieux être ».
- Si, tout compte fait, on compare le cas de la pharmacie à ce qui, comme nous l'avons montré, s'est passé en d'autres domaines et en



	Prix			Production	
	Indice F courants	Déflateur	Prix déflatés	Indice	Cumul
1970	100	3,13	313	100	1 000
1971	99,7	2,97	295		
1972	101,1	2,8	283		
1973	100,5	2,6	262		
1974	105,6	2,36	249		
1975	112,1	2,1	235	161,3	1 660
1976	121,5	1,91	232		
1977	133	1,76	234	180	2 010
1978	147,2	1,61	237		
1979	155,2	1,46	227		
1980	169,6	1,3	220	207	
1981	186,8	1,14	213	220	
1982	198	1	198	228	3 055

Figure 14. Expérience-prix de la pharmacie française (1970-1982).

d'autres lieux, on ne peut accuser la Puissance Publique d'avoir précipité cette activité dans une « catastrophe » imposant une « normalisation » douloureuse.

De l'inflation de comportement...

Quand on parle d'inflation par les prix on pense en général que les prix ne font que refléter la hausse des coûts (essentiellement salariaux). Il est cependant un autre facteur dont on parle moins volontiers parce qu'il n'est pas quantifiable: c'est le comportement des acheteurs. Les industriels de la chimie de base qui ont vécu « l'année folle » de 1979 savent bien le rôle extraordinaire que la psychose de pénurie a pu jouer sur le comportement de leurs clients. On ne cherchera pas ici, par cette remarque à trouver des « excuses » dont la chimie n'a pas besoin mais il faut simplement souligner qu'une tension inflationniste peut toujours apparaître même là où la situation économique ne l'impose pas.

Bien d'autres comportements, habituels ceux-là, sont inflationnistes, et le fait du plus grand nombre.

Autrefois, le consommateur payait son café puis laissait un « pourboire » valant à peu près 10 % du prix précédent.

Il fut décidé, il y a quelques années, d'inclure ce pourboire dans le prix. A cette occasion, ce pourboire devint un « service », ce qui est plus honorable et donc est devenu plus cher : 15 %. Que voit-on aujourd'hui ? nombre de consommateurs, après avoir payé un prix clairement convenu, laissent quelques piécettes près de leur soucoupe. On en surprendrait sans doute beaucoup en leur disant qu'en agissant ainsi, ils sont fauteurs d'inflation !

Au début des années 70, les services de la rue de Rivoli (M. Giscard d'Estaing étant ministre des finances) tentèrent d'imposer aux détaillants marchands de chaussures de réduire leur taux de marque de 2 à 1,8 (il s'agit là d'une règle générale pour le commerce de détail qui applique, à un prix d'achat hors TVA, ce multiplicateur pour obtenir le prix de vente au public, taxes comprises). Après quelques semaines, les Finances furent obligées de renoncer à cette tentative peu connue d'action désinflationniste. Il faut bien dire qu'en sens inverse actuellement on observe pour certains commerces une tendance continuelle à relever ce multiplicateur et qu'une telle manœuvre ne peut connaître le succès que s'il y a suffisamment d'acheteurs prêts à entrer eux-mêmes dans ce jeu clairement inflationniste.

Une règle assez générale de la restauration, avant la guerre, voulait que le prix d'un repas servi soit égal à deux fois le coût d'achat des produits alimentaires entrant dans sa préparation. On peut mesurer aisément aujourd'hui le parcours inflationniste accompli par une profession qui se défend, sans doute à juste titre, en faisant remarquer qu'elle est devenue aujourd'hui plus pénible que beaucoup d'autres. On pourrait ici aussi s'interroger sur le

comportement des consommateurs dont beaucoup ne payent pas vraiment ce qu'ils achètent (là encore, la rue de Rivoli, en tentant de limiter les « frais professionnels » cherche à faire, au moins indirectement, de la désinflation).

... à l'inflation de structure

La façon dont chaque activité concourt à l'inflation générale dans le temps est illustrée par les graphiques des figures 15 et 16. Ceux-ci ont été établis à partir des séries de prix relatifs édités par la Comptabilité Nationale pour chacun des grands sous-ensembles : agriculture, industrie, services. Un certain nombre de conclusions intéressantes s'en dégagent.

La production (figure 16)

Si, au cours des vingt années écoulées, les services apparaissent comme les plus constamment et les plus fortement inflationnistes, l'agriculture contredit clairement Colin Clark qui jugeait cette activité « primaire » comme étant peu susceptible de réaliser des gains de productivité importants.

Quant à l'industrie, il semble bien que son influence soit déterminante pour la compréhension de la manière dont l'inflation a évolué dans notre économie. On constate tout d'abord, comme il fallait s'y attendre, la profonde perturbation imposée par les crises énergétiques de 1974 et 1980 puisque l'industrie au sens large comprend le secteur de la production énergétique. Nous y avons

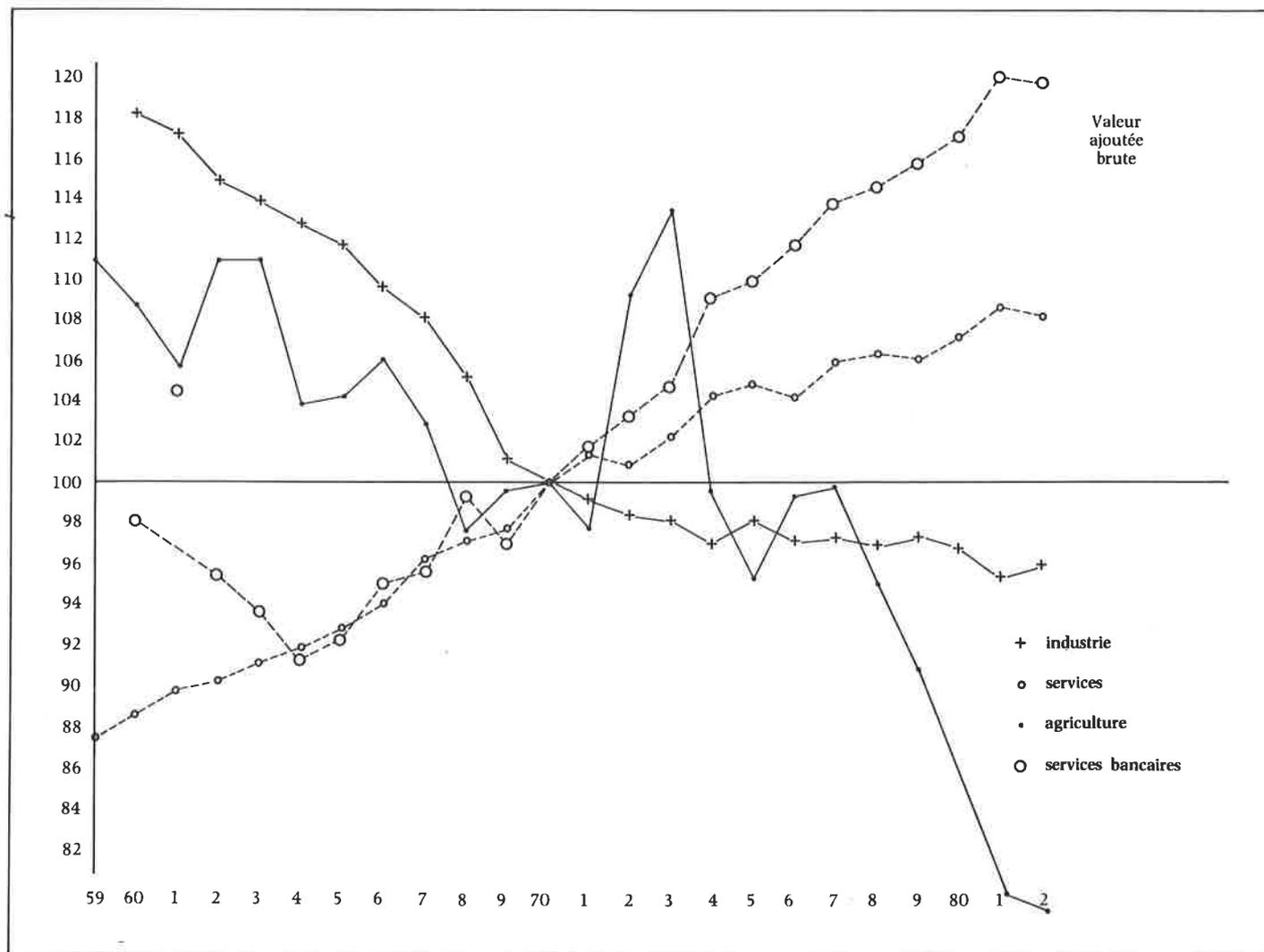


Figure 15.

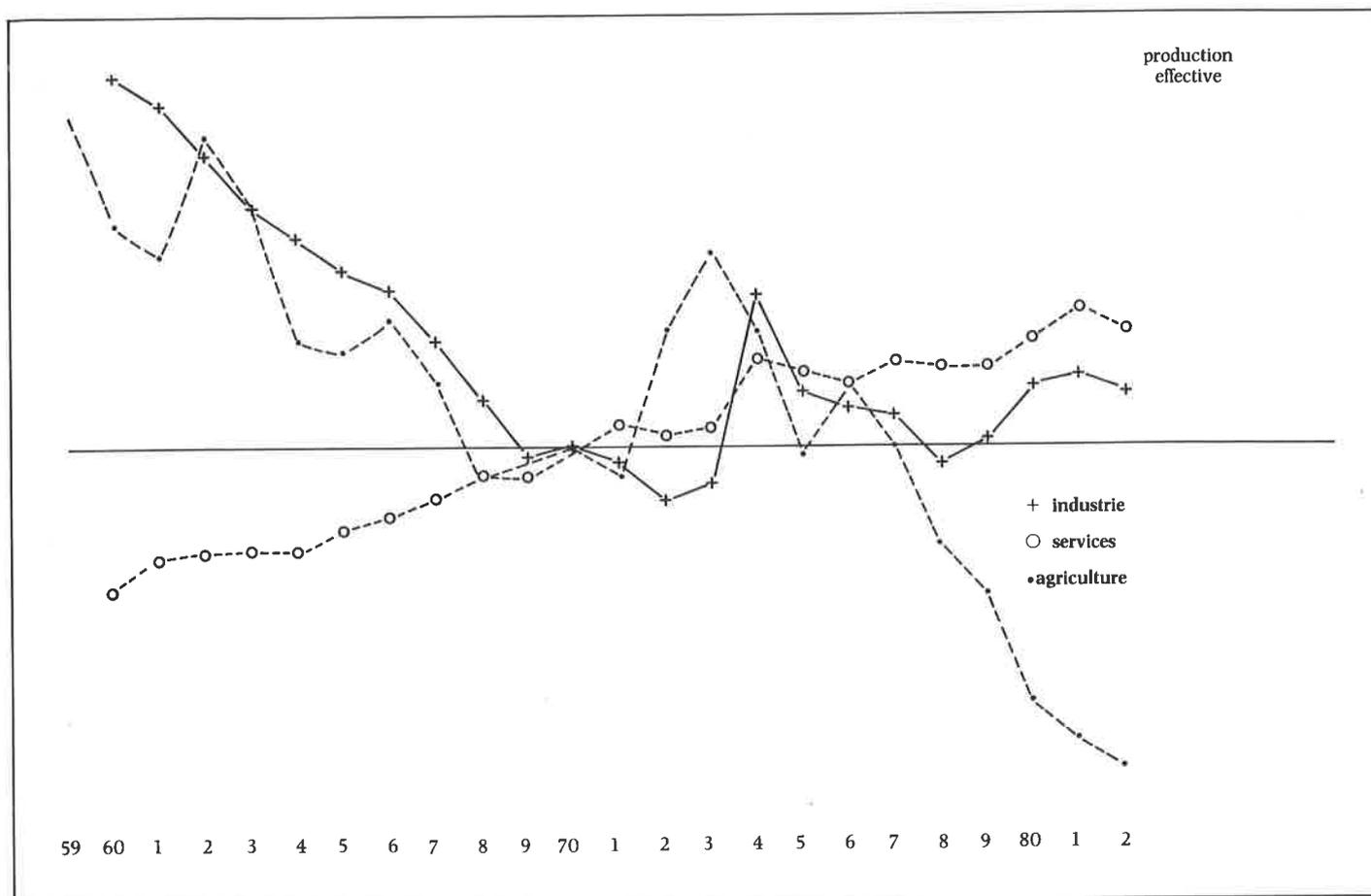


Figure 16.

également inclu le Bâtiment Génie Civil (BGC) pour être homogène avec le graphique de valeur ajoutée, mais il faut savoir que ce dernier a été très fortement inflationniste depuis 1973 (bien davantage même que les services). Hors BGC, il faut noter que l'industrie se serait à peu près située dans la moyenne de l'inflation générale (sans, tout de même, bien entendu, le choc de 1974). Le phénomène le plus important est évidemment le changement brusque de tendance observable autour de 1970. Alors qu'au cours de la décennie précédente l'industrie avait été largement anti-inflationniste, depuis, elle dérive peu ou prou au rythme général.

La valeur ajoutée (figure 15)

Nous allons retrouver ici les phénomènes précédents et faire quelques constatations supplémentaires intéressantes dans la mesure où la VA est évidemment plus clairement illustrative de la qualité du comportement d'une entreprise que son chiffre d'affaires. Dégagée de la perturbation énergétique, l'évolution de l'industrie est encore plus frappante : devenue plus régulière, elle met bien en évidence la cassure de 1970 que beaucoup considèrent, à juste titre, comme la véritable origine de la crise que nous connaissons. On voit également qu'en elle-même, l'industrie demeure peu inflationniste. C'est donc par le biais de ses achats qu'elle a alimenté les flambées de prix récentes. Ses matières premières agricoles nationales étant raisonnables (du moins depuis 1977), c'est donc largement une inflation importée qui a pesé sur les prix de la production industrielle.

Quant aux services, on notera que leur vrai pouvoir inflationniste, celui de leur valeur ajoutée (70 % du chiffre d'affaires) est, à l'apparent, des prix qu'ils pratiquent (ceux de la production effective).

Enfin, moins surprenante peut-être que le cas du BGC, nous avons

reporté sur le graphique de la figure 16 l'évolution des prix de la valeur ajoutée des « services bancaires ». Leur effet inflationniste est renforcé par le fait que, en 23 ans, si la VA s'est accrue en volume de :

- 58 % pour l'agriculture,
 - 193 % pour l'industrie,
 - 169 % pour les services,
- l'accroissement a atteint 381 % pour l'activité bancaire.

L'effet de structure

Sur les graphiques précédents, le niveau d'inflation de l'ensemble de l'économie est représenté par une horizontale. Ceci ne rend bien évidemment compte que d'une partie de la réalité, le taux d'inflation s'étant fortement élevé, on le sait après 1970. Cette « cassure » demande à être analysée avec soin car elle résulte, semble-t-il, de la conjonction de plusieurs facteurs.

Nous avons déjà cité l'influence de la crise de l'énergie injectant de l'extérieur deux « bouffées d'inflation » en 1974 et en 1980. Il est clair qu'il s'agissait là d'un phénomène conjoncturel qui, en cela, ne répond pas exactement à la définition de l'inflation (augmentation *continue* des prix).

Plus profonde est sans doute l'inflexion de la pente de la valeur ajoutée que nous avons observée pour l'industrie. L'analyse des causes de ce phénomène n'est certainement pas simple mais l'étude de l'évolution de la structure de notre économie peut peut-être apporter ici une explication intéressante.

La Comptabilité Nationale fournit pour les différentes branches une estimation du volume de la production. Pour une raison de cohérence évidente, celle-ci est exprimée en une même unité, quelle

Tableau 2. Structure de la valeur ajoutée brute de la France de 1959 à 1982.

En volume (MF₇₀).

Années	Agriculture	Industrie	Services	Total
1959	38 358	138 808	220 597	397 763
1965	46 934	216 212	297 573	560 719
1970	50 542	303 837	376 698	731 077
1973	54 546	358 081	444 245	856 872
1975	50 474	366 183	469 170	855 827
1978	51 885	405 539	537 275	994 699
1982	60 539	406 608	593 348	1 060 495

En pourcentage.

Années	Agriculture	Industrie	Services	Total
1959	9,6	34,9	55,5	
1965	8,4	38,6	53,1	
1970	6,9	41,5	51,5	
1973	6,3	41,8	51,8	
1975	5,7	41,3	53	
1978	5,2	40,8	54	
1982	5,7	38,3	56	

que soit l'activité considérée; en l'occurrence, il s'agit de francs de 1970. En examinant les chiffres publiés, il est donc possible d'étudier les déformations que notre appareil productif a connues dans le temps. Le tableau 2 retrace cette évolution. Comme il fallait s'y attendre, on voit la place de l'agriculture se réduire régulièrement au cours de la période. En revanche, ce qui est plus surprenant et instructif, c'est de voir que l'industrie a régulièrement accru sa part dans la PIB jusqu'en 1973 mais que depuis elle régresse et retrouve à peu près aujourd'hui sa situation de 1965.

Par rapport à il y a 18 ans, la situation présente cependant deux différences importantes :

- ce sont les services (inflationnistes) qui ont pris les 3 points perdus par l'agriculture (peu ou pas inflationniste);
- l'industrie est plus inflationniste aujourd'hui qu'au milieu des années 60.

Nous retrouvons très clairement ici les conséquences de la droite d'expérience du Boston Consulting Group :

- la croissance rapide en volume engendre des gains de productivité importants et une forte diminution des coûts;

Tableau 3. Évolution de la structure de la production intérieure brute en valeur courante.

Années	Agriculture	Industrie	Services	Total
1959	26 759 10,5 %	104 752 41,5 %	121 447 48 %	252 958
1965	39 226 8,6 %	193 798 42,6 %	221 814 48,8 %	454 838
1970	50 542 6,8 %	303 837 46,5 %	376 698 46,7 %	731 077
1973	74 854 7,1 %	424 519 40,4 %	549 816 52,5 %	1 049 189
1975	73 247 5,3 %	547 071 39,9 %	750 342 54,8 %	1 370 660
1978	98 475 4,8 %	785 547 38,8 %	1 141 264 56,4 %	2 025 286
1982	150 640 4,5 %	1 212 991 36 %	1 996 707 59,5 %	3 360 338

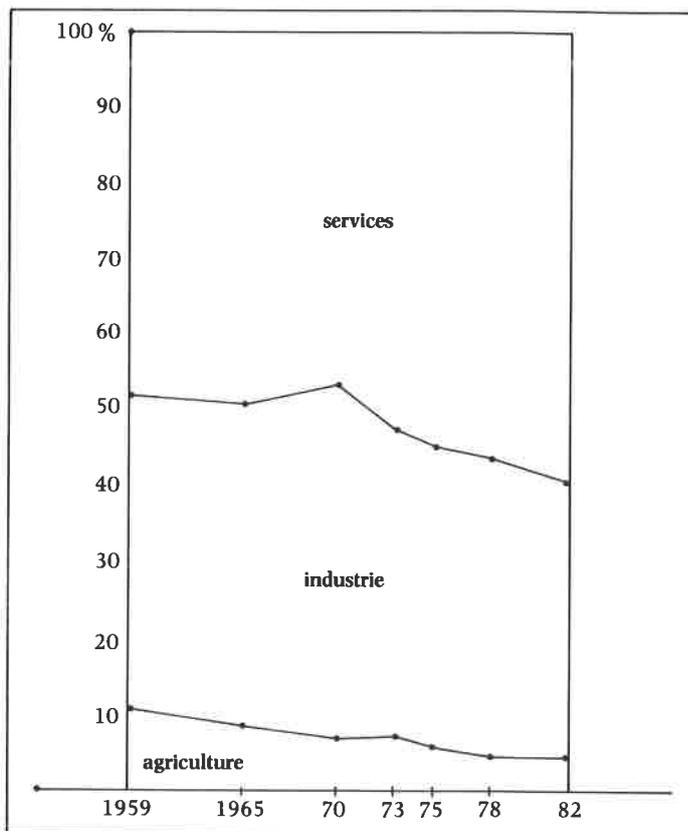


Figure 17.

• une croissance ralentie amenuise corrélativement les progrès de l'expérience et décourage même de mettre effectivement en œuvre les améliorations de productivité encore possibles. En définitive, l'approche globale classique du phénomène de structure peut se faire par la valeur ajoutée des divers secteurs exprimée cette fois en monnaie courante. Le tableau 3 en réunit les chiffres pour quelques années significatives que la figure 17 illustre graphiquement.

La conjonction des deux phénomènes que nous avons analysés précédemment : déformation de la structure en volume, comportement inflationniste des prix, accentue donc le résultat au niveau de la production intérieure brute (hors TVA) qui n'est autre que la somme des valeurs ajoutées des diverses branches d'activité.

Il y a vingt ans, nos dépenses se répartissaient à peu près pour moitié entre biens peu ou pas inflationnistes et services qui l'étaient davantage. Aujourd'hui 60 % de nos dépenses vont à des services dont la tendance inflationniste s'est accentuée et 40 % à des produits eux-mêmes sensiblement moins « sages » (ou fabriqués de manière moins « efficace ») qu'autrefois.

Un contrôle des prix peut-il être « intelligent » ?

La limitation, ou l'interdiction arbitraire, de la hausse des prix nominaux (en monnaie courante) de certains produits ou services trouve sa justification réelle dans la lutte contre ce que nous avons appelé l'inflation de comportement.

Ce « contrôle » (au sens anglais du terme : maintien à l'intérieur de certaines limites et non à notre sens habituel de simple « vérification ») n'a malheureusement pas la même signification, ni la même efficacité, lorsqu'il s'applique au polyéthylène, aux cafetières électriques ou aux honoraires médicaux.

Arme absolue, mais nocive, dans le premier cas, elle pourrait être plus utile dans le second, mais se révèle alors inefficace dans la

mesure où une large part de la valeur ajoutée de cet objet n'est plus du domaine de l'industrie mais de celui des services.

Dans un précédent article, nous avons résumé les principaux traits caractérisant les marchés des grands produits de la chimie de base : producteurs se comptant sur les doigts d'une main, acheteurs en général peu nombreux, compétents et (relativement) rationnels, caractère international et fluctuant des prix de marché, transactions aisées à retracer comptablement. Autant de caractéristiques qui sont une tentation permanente pour un service de contrôle avide d'actions spectaculaires.

Il est tout à fait regrettable qu'un ministre

Il est, pour ces raisons, tout à fait regrettable qu'un ministre des finances soit ainsi conduit à confirmer des amendes pour ententes « illicites » dans ce domaine des biens intermédiaires. Une décision de la Direction de la Concurrence et des Prix, qui date de deux ans, mais relative à des faits bien antérieurs, où le ridicule le dispute à l'inutile, permettra d'illustrer notre propos.

Courant 82, les producteurs français d'engrais azotés étaient condamnés pour entente sur les prix à des amendes non négligeables (quelques millions de francs). Les faits incriminés remontaient à 1978-1980. A cette époque, les prix agricoles, après l'amélioration passagère de 1976 (la sécheresse), amorçaient une sévère descente (voir graphique de la figure 15). Il fallait chercher un baudet. Les producteurs d'engrais français, depuis toujours en entente quasi-ouverte sur les volumes de production (les quotas), ne pouvaient qu'être également suspects en matière de prix. Le coût d'accès au gaz naturel pour la France était en croissance rapide. Il allait donc placer les producteurs nationaux en situation difficile face aux importateurs disposant de méthane. Ceci est tellement vrai qu'à la même époque Bruxelles étudiait le cas des producteurs US soupçonnés de faire du dumping en Europe ! Il ne faut pas oublier que le gaz américain était toujours « régulé » à bas prix et que le \$ était à moins de 5 francs ! Quoi qu'il en soit la condamnation tombait ... en 1982. A cette époque la production française d'engrais azotés perdait chaque année des dizaines, voire des centaines de millions de francs sous l'influence conjuguée du prix du gaz, du forcing des Hollandais et surtout probablement d'un marché mondial de l'azote durablement déprimé, voire catastrophique.

Le piquant de l'histoire, c'est que quelques mois plus tard, la même Direction de la Concurrence convoquait les mêmes « azotiers » pour étudier avec eux les moyens d'éviter les chutes de prix « excessives » (apparemment sans succès, l'année 1983 ayant été aussi mauvaise que la précédente).

Nous avons pourtant montré, précisément sur ce cas des engrais azotés, qu'en se dotant d'instruments de mesure convenables, la

Puissance Publique pourrait, plus efficacement sans doute, détecter de véritables situations « d'abus ».

Est-ce à dire qu'elle serait ainsi amenée à une « régulation » générale des prix ou bien, plus simplement, ceci lui permettrait-il de mieux comprendre certains équilibres et transferts ressources-emplois de « cash-flow ». C'est sans doute là une des interrogations cruciales d'une politique industrielle à laquelle aucun gouvernement ne peut plus aujourd'hui totalement échapper.

Dans un autre domaine, Albert Robin, nouveau Délégué Général aux Affaires Économiques et Commerciales d'EDF écrivait dans *La Vie Électrique* (nov.-déc. 1983) : « ... à EDF, nous nous satisferions très bien d'une formule tarifaire de principe, par exemple un glissement du prix du kWh équivalent à celui des prix de la production intérieure brute, complété d'une clause relative au glissement du dollar »...

Si on laisse de côté la référence un peu surprenante au \$, on comprendra, au vu de ce qui précède, qu'EDF puisse se réjouir à l'avance de suivre allègrement une inflation générale, quelle qu'elle soit.

En fait c'est une analyse type BCG qui doit montrer quels sont les gains réels de productivité obtenus sur une longue période par l'Établissement. Ensuite, c'est à la Puissance Publique de veiller à ce que ceux-ci soient correctement transmis à l'aval, sans épouser fidèlement les errements possibles d'autres activités moins raisonnables... mais ceci est une autre histoire !

*
**

Après avoir précédemment tenté de cerner l'importance réelle de la chimie dans l'activité économique (*L'act. chimique*, octobre 1983). Nous avons examiné comment la chimie, grande pourvoyeuse de « biens » se comportait face à l'un des phénomènes les plus irritants, mais aussi des plus complexes, de notre civilisation. Les remarques que nous avons faites au long de cette analyse permettront peut-être au lecteur de mieux comprendre le sens réel de certaines décisions de la Puissance Publique, mais aussi les limites évidentes de son action en ce domaine, y compris la relativité des succès récemment obtenus en Grande-Bretagne et aux USA en ce domaine.

Nous avons été habitués à entendre dire que la chimie faisait des miracles technologiques; plus récemment qu'elle polluait parfois horriblement notre environnement. Il nous a semblé bon de dire également qu'elle a été constamment jusqu'ici une grande activité « monétairement sage ». C'est une contribution cachée, mais précieuse, à notre bien-être.



CENTRE D'ÉTUDES NUCLÉAIRES DE SACLAY
SERVICE DES MOLÉCULES MARQUÉES

91191 GIF SUR YVETTE Cedex

COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Département de Biologie

MOLÉCULES MARQUÉES PAR LES RADIOISOTOPES

^{14}C , ^3H , ^{35}S

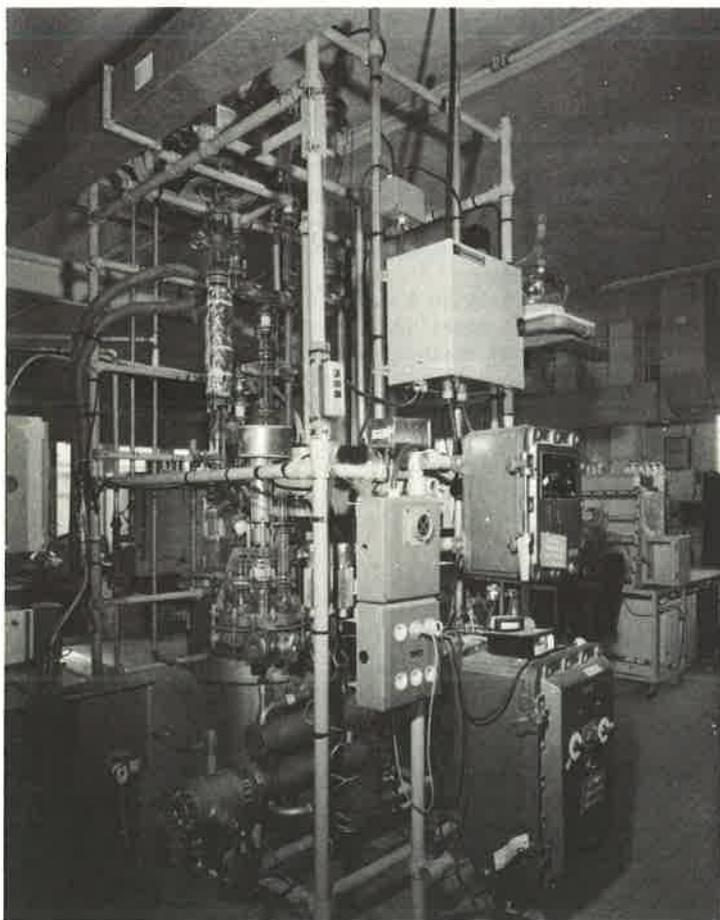
Notre catalogue met à votre disposition plus de 500
composés radioactifs (dont 180 sont exclusifs)

Sur demande synthèse de produits spéciaux :
devis confidentiel

MOLÉCULES MARQUÉES PAR LES ISOTOPES STABLES

^{13}C , ^{15}N , D

Médicaments marqués pour études de métabolisme et pharmacocinétique sur l'homme



solvants
« 100 % D »

Large gamme de solvants deutériés pour la R.M.N.

TÉLÉPHONE :

908.2403 Chef de Service
908.5255 Secrétariat

908.2860 Commandes

TELEX : SMM ENERGAT 690 641 F



CHIMIE AÉROSTATIQUE

→ Premier voyage aérien du monde, 21 novembre 1783 (aquarelle de Paul Lengellé, 1983).

La chimie n'a rien à voir avec le bon vieux principe d'Archimède. Et pourtant... les différents artifices technologiques imaginés, depuis 200 ans, pour alléger les aérostats sont du ressort de chimistes amateurs ou professionnels. Ces pionniers de l'aéronautique du 18^e siècle eurent fort à faire pour imaginer et mettre au point des combustibles « aéroportables » suffisamment efficaces pour alléger, par chauffage, l'air interne

d'une « Montgolfière » afin de provoquer sa sustentation.

Il leur a fallu également beaucoup d'imagination pour remplacer l'air chaud par des gaz de faible densité tels que l'hydrogène et plus tardivement par le gaz d'éclairage, deux fluides dont la préparation et le stockage posaient de sérieux problèmes.

Produit chimique par excellence, le propane

a apporté récemment une solution élégante à la pratique de l'aérostation : des réservoirs légers contenant cet hydrocarbure sous pression sont maintenant embarqués à bord de ballons de tourisme munis d'un brûleur facile à contrôler. Ces Montgolfières permettent à des aéronautes de toutes nationalités d'assouvir cette passion ancestrale pour la découverte par la voie des airs, de lieux nouveaux et toujours imprévus.

Tout feux, tout flammes : l'air allégé par la chaleur

L'histoire de l'invention des ballons par Joseph et Étienne Montgolfier a été rabachée (1), mais il faut savoir que Joseph Montgolfier fût, dès sa jeunesse, beaucoup moins studieux que son frère cadet mais très intéressé par la chimie car il avait abandonné, pour un temps, ses chères études à Tournon pour fabriquer un colorant bleu qu'il vendait à des teinturiers, ce même colorant qui décora sans doute les premiers aérostats.

1782 : Joseph Montgolfier a 42 ans, son frère Étienne 37 ans. Tous deux sont absorbés par leur profession d'industriels en papeterie, dans l'Ardèche, mais cela ne les empêche pas de rêver.

La quarantaine, âge déjà respectable sous l'Ancien Régime, n'est pas, par ailleurs, une entrave à l'imagination ou à la création ; depuis plusieurs années, tous deux avaient remarqué en effet que des nuages, petits et bien ronds, se formaient par beau temps au-dessus de leur usine et des coteaux d'Annonay (le lieu s'y prêtait sans doute et s'y prête toujours car, j'ai eu l'occasion de photographier en cet endroit, trois petits cumulus, isolés dans un grand ciel parfaitement bleu) (2).

Fabriquer un nuage artificiel, l'envelopper dans un sac et s'y accrocher : voici une solution qui permettrait, à coup sûr, de s'évader du sol, une solution beaucoup plus réaliste que celles évoquées (à propos de l'empyrée par exemple) par d'anciens philosophes, théologiens ou romanciers tels que Roger Bacon, Saint-Thomas d'Aquin, Albert de Saxe, de Mendocça, Rohault, Cyrano de Bergerac et bien d'autres ; une idée à rapprocher de celle proposée vingt-cinq ans plus tôt par le Dominicain Galien d'Ariac qui se proposait de remplir une enveloppe en toile cirée avec « l'air des hautes montagnes », une idée plus facile à concrétiser que l'intelligente proposition publiée, en 1670, par le père jésuite de Lana, lequel avait suggéré de vider de leur air, de volumineuses sphères en cuivre.

Fabriquer un nuage ! encore fallait-il savoir de quoi un nuage était composé puis essayer de le reconstituer.

L'ennui était que les deux frères Montgolfier et leur famille avaient une profession très exigeante et que, dans leur coin perdu d'Annonay, leurs contacts avec des compétences scientifiques des Académies de Montpellier, Lyon ou Paris étaient épisodi-



P. L. Clément ¹

Que peut-il bien admirer ?

¹ Ingénieur chimiste ESPCI - Dr. Ing.

ques. Leurs connaissances étaient donc livresques. Personne d'ailleurs, à cette époque, ne savait trop quelles étaient les différences physico-chimiques entre l'air atmosphérique, les gaz, les vapeurs, les flammes, les fumées et autres « émanations aériformes ». Vers 1772, les chimistes J. Priestley et W. Scheele avaient pourtant découvert l'oxygène que Lavoisier et Cavendish identifièrent, dix ans plus tard, comme un des composants de l'air, puis de l'eau. Six ans plus tôt, H. Cavendish avait découvert l'hydrogène, un gaz extraordinaire, non toxique, inflammable et doué d'une très grande légèreté. L'abbé Priestley fit, en 1772, le point de ces connaissances dans un ouvrage remarquable (3) qui fut traduit en français quatre ans plus tard et qui tomba entre les mains d'Étienne Montgolfier.

La marche est propice à la méditation car Étienne certifia plus tard, lorsqu'on l'interrogeait sur la genèse de son invention cofraternelle, qu'il avait entrevu la solution au problème de la navigation aérienne lorsqu'il lut le bouquin de Priestley en remontant à pied la côte qui mène de Serrière à Annonay.

La légèreté de l'hydrogène était intrigante. Les deux frères apprirent assez vite à fabriquer ce gaz peu commun en versant du « vitriol » (acide sulfurique) sur de la ferraille et à le purifier par barbotage dans de l'eau de chaux. Vers 1781-1782, ils essayèrent d'enfermer ce fluide invisible dans des sacs de soie ou de papier léger, mais leur allègement était provisoire, ces enveloppes étant beaucoup trop poreuses pour ce gaz « subtil » (4).

Ils ignoraient, d'ailleurs, que d'autres chercheurs étaient sur la même piste (5) qui allait déboucher sur le développement des ballons dits « à hydrogène », puis à gaz. Dans l'immédiat, le gaz ultra-léger de M. Cavendish n'apportait en conclusion aucune solution pratique aux frères Montgolfier et ceux-ci commençaient à lorgner d'un œil jaloux les petits cumulus qui continuaient à les narguer au-dessus de leur toit. Cet échec prouvait « a priori » que l'idée d'une poussée d'Archimède exercée sur une enceinte contenant un gaz plus léger que l'air, n'échappait pas à nos rêveurs (6).

Une autre approche est venue plus ou moins accidentellement à l'esprit de Joseph Montgolfier en novembre 1782. Depuis 1780, il résidait à Avignon pour des raisons professionnelles et en profita, à 41 ans, pour passer, ainsi que son frère aîné Alexandre, son baccalauréat « ès droit » et sa licence.

Joseph raconta plus tard qu'il fut souvent intrigué de voir la chemise légère de sa femme se boursouffler lorsque, plein d'égards pour sa tendre épouse, il réchauffait ce sous-vêtement au-dessus d'une flambée de papier; ce phénomène était particulièrement net lorsqu'il fermait



Joseph de Montgolfier (1740-1810) dans son laboratoire.

le col de la chemise (7). L'idée lui vint alors de fabriquer une espèce de sac évasé en soie, d'une capacité de 1 mètre cube environ. Vers le 25 novembre 1782 (8), sa tante, qui l'hébergeait dans l'appartement du deuxième étage du numéro 18 de la rue Saint-Étienne, fut le premier témoin du décollage de cette sorte de tunique jusqu'au plafond; une invention extraordinaire que Charles Dollfus, historien et aéronaute plein d'humour, considérait comme une découverte, non pas française, mais... pontificale, Avignon n'étant pas, à cette date, réunie à la France !

On connaît la suite : Étienne fut, à Annonay, tenu très vite au courant de cette mini-ascension par un message énigmatique qui trahissait la joie de la découverte de son frère aîné et son impatience à lui en faire une démonstration : « Prépare promptement des provisions de taffetas, de cordages et tu verras une des choses les plus étonnantes du monde » (9).

De son côté, Étienne n'était pas resté inactif; à ses moments perdus, il avait essayé, pour gonfler ses sacs de papier, de remplacer l'hydrogène par de la vapeur d'eau, mais aucun de ces sacs, disposés au-dessus d'une bouilloire, ne consentait à s'alléger. Cette solution n'était pourtant pas mauvaise car il savait que, à 100 °C, la vapeur d'eau est plus légère que l'air ambiant mais il ne pouvait suspecter que les nuages étaient formés de micro-gouttelettes d'eau condensée par le froid régnant en altitude (ce qui n'expliquait pas, pour autant, la raison de leur stabilité par beau temps).

Dès son retour à Annonay, en décembre 1782, Joseph se fit aider par la famille pour fabriquer un petit « aérostat » (en soie de Lyon pour doublure d'habits) et fit, en plein air, plusieurs démonstrations de cette curieuse machine.

L'Académie Royale des Sciences fut mise au courant de cette découverte par une lettre adressée, le 16 décembre 1782, par Étienne

à N. Desmaret, Inspecteur Général des Manufactures et, à ce titre, correspondant de la papeterie d'Annonay.

Les deux frères ne perdirent pas de temps et perfectionnèrent, au début de l'année 1783, cette étrange invention basée essentiellement sur la production d'un nuage artificiel à partir d'un bon feu produisant des flammes, de la vapeur et beaucoup de fumée qui, par leur légèreté, avaient la vertu magique... de faire décoller leur engin.

Le succès indiscutable d'une expérience officielle réalisée le 4 juin 1783 (10) sur la place d'Annonay, avec un globe de 800 m³, conforta leur idée qu'un gaz nouveau, « le gaz Montgolfier », se substituait avantageusement à l'air atmosphérique à l'intérieur de leur globe de papier entoilé. Ils admettaient bien que cet air, « raréfié » par la chaleur, provoquait l'allègement de leur machine et que l'ascension se manifestait en vertu du sacro-saint principe d'Archimède, appliqué pour la première fois aux fluides gazeux, mais l'analogie formelle de leurs vapeurs chaudes et enfumantes avec les nuages semblait donner raison à leur hypothèse de départ. De plus, ils savaient, comme tout le monde, que les nuages étaient électriquement chargés et furent donc intimement persuadés que des phénomènes électriques jouaient un rôle complémentaire, non seulement dans « l'expansion du calorique » à l'intérieur de l'enveloppe, mais dans le mécanisme même de l'ascension de leur machine « aérostatique ».

L'électricité excitait beaucoup de monde à cette époque car, depuis 1759, l'abbé Nollet et bien d'autres physiciens avaient fait connaître et progresser cette science jusque dans les salons (11). Nombreux étaient les cabinets de physique où, à côté d'expériences sérieuses, on s'amusait parfois à faire pousser des cris aux belles aristocrates en les soumettant aux décharges électriques produites par des bouteilles de Leyde, ce qui faisait sortir des effluves de leurs doigts ou dresser leurs cheveux sur la tête. Personne n'ignorait que Romas et le maître-imprimeur Benjamin Franklin, ambassadeur et scientifique à sa manière, avaient soutiré de formidables étincelles à l'aide de cerfs-volants lancés sous des nuages orageux (12) et que le physicien Volta avait expliqué pourquoi les paysans savaient neutraliser les orages en allumant des feux de paille qui conduisaient la foudre.

De son côté, J. P. Marat, « l'ami du peuple », avait déjà décrit en 1780 (13) des expériences troublantes prouvant, par une méthode optique, des effets de répulsion exercés, sur une flamme de bougie, par une pointe métallique électriquement chargée, phénomène qui démontrait la nature électrique des produits de combustion.

Les bases scientifiques d'Étienne Montgolfier étaient assez solides; celles de Joseph



J. F. Pilâtre de Rozier (1754-1785) enflammant de l'hydrogène.

étaient plus pragmatiques et intuitives, mais tous deux relièrent assez vite leur découverte aérostatique à leurs connaissances fragmentaires dans le domaine de la physique et de la chimie.

La logique scientifique de Lavoisier (1743-1794) n'était guère répandue dans ce domaine complexe de la chimie et les nombreux ouvrages de physique vulgarisés par Richard, Rouland, de Rozier, Brisson, Para, Sigaud de la Fond, Dufieu, de la Metherie ou Priestley, avaient quelques relents de « phlogistiques », ces fluides ignés qui, d'après Guyton de Morveau et M. de Milly, avaient la propriété merveilleuse de rendre l'air plus léger lors de certaines combustions. Il était donc évident pour Joseph et Étienne Montgolfier que, la combustion ignée de certaines matières organiques telles que paille, foin ou laine mouillée (et même viande pourrie) (14) produisait à la fois de la vapeur d'eau et de la fumée dont les propriétés chimiques (acides pour les végétaux et alcalines pour la laine) et par conséquent les natures électriques, positives ou négatives, avaient une influence bénéfique sur la raréfaction de l'air introduit dans leur ballon. Nous verrons plus loin leurs explications à ce sujet.

Dans tous les cas, Paris et ses intellectuels furent rapidement informés de la découverte d'Annonay par le truchement de l'Académie Royale des Sciences et par l'habile propagande développée par le vulcanologue Faujas de Saint-Fond, ami des Montgolfier.

Le Ministre de Breteuil autorisa ainsi Concordet, secrétaire de l'Académie, à inviter Étienne Montgolfier à répéter à Paris cette expérience et à faire participer l'Académie aux frais de ces recherches.

A. L. Lavoisier cautionna l'invention et fit partie de la commission académique qui, le

12 septembre 1783, fut témoin des premières expériences réalisées à Paris par Étienne, installé chez son client et ami Réveillon, fabricant de papiers peints dans le Faubourg Saint-Antoine.

Une subvention royale permit, en outre, de vérifier le 19 septembre 1783 que de petits animaux (un mouton, un coq et un canard) embarqués à bord d'un « globe » de 1 500 m³ en toile peinte, résistaient à un changement brutal d'altitude, l'aérostat, parti du Château de Versailles, étant monté à 500 mètres d'altitude après avoir été chauffé au sol et rempli du fameux « gaz Montgolfier ».

Le vol humain semblait donc possible à condition de disposer d'une machine de plus grande capacité, munie d'un foyer aéroporté.

Pour mener à bien le développement de ses recherches, Lavoisier suggéra à Étienne Montgolfier de se faire aider par le jeune Pilâtre de Rozier, ancien apprenti apothicaire, qui avait appris la chimie à sa manière en instituant un Musée des Sciences et en fabriquant des produits phosphoriques et pharmaceutiques, des matières colorantes et autres sels microcosmiques.

Les recherches aérostatiques se poursuivaient à l'usine Réveillon, mais, entre temps, un petit ballon de soie vernie de 33 m³, gonflé à l'hydrogène, mis au point par le physicien J. A. Charles (1746-1823) grâce à une subvention privée, fit, le 27 août 1783, une ascension très remarquée des Parisiens en décollant du Champ de Mars.

Sans tarder, plusieurs savants expliquèrent que seul le principe d'Archimède était en



Essais captifs chez Reveillon de l'aérostat de 2 200 m³ d'Étienne de Montgolfier, octobre 1783.



Professeur J. A. Charles (1746-1823), promoteur des ballons à hydrogène.

jeu dans l'ascension de tous les types d'aérostats, que les savantes explications physico-chimiques avancées par les deux Ardéchois étaient pour le moins fumeuses et que l'hydrogène était bien plus efficace. La grande polémique entre « Carolingiens » et « Montgolfieristes » commençait, mais une expérience fondamentale, réalisée par de Saussure, mit tout le monde d'accord : celui-ci démontra qu'un ballon s'allégeait lorsqu'il était chauffé par un vulgaire fer à souder (15). Il expliquait ainsi que la « force ascensionnelle » (300 g par mètre cube à 100 °C) du ballon d'Annonay n'était due qu'à la diminution de densité de l'air atmosphérique en fonction de la température, loi énoncée par Charles en accord avec des mesures faites par le Luc (16), à la suite d'expériences réalisées par Boyle à la fin du XVII^e siècle. L'air chaud avait donc, tout bonnement, tendance à monter, ce que tout le monde connaissait déjà. Par un montage optique, J. P. Marat l'avait prouvé, mais personne n'avait eu jusque-là l'idée saugrenue des Montgolfier de profiter de ce phénomène pour s'envoler vers les cieux.

Étienne Montgolfier accepta assez bien les arguments de Saussure d'autant plus que sa foi dans la découverte cofraternelle d'un gaz nouveau fut ébranlée lors des essais qu'il réalisa à Paris, chez Réveillon, avec un nouveau ballon de 2 200 m³. Le 11 octobre 1783, il remarqua en effet que de la paille bien sèche constituait un combustible beaucoup plus efficace que de la paille ou de la laine humides lesquelles, par leurs vapeurs, manquaient en outre d'asphyxier le jeune Pilâtre de Rozier, son nouveau pilote d'essais.

Il en fit un rapport très net dans deux lettres dont une à son frère : « ...il est avantageux de maintenir le feu toujours vif et de ne pas laisser former de suie qui a le désavantage d'être beaucoup plus pesante que la vapeur... la fumée est un grand obstacle; il faut brûler le plus vivement qu'il est possible... » (17).

Cette constatation fut appuyée par celle d'excellents techniciens spécialistes en lampes d'éclairage à huile, tels que A. Argand ou A. Quinquet. Ceux-ci faisaient partie de l'équipe aérostatique de l'imprimerie Reveillon et leurs connaissances sur les flammes furent très utiles à Étienne pour améliorer les performances thermiques de son ballon qui, chauffé à la paille, allait, le 21 novembre 1783, transporter Pilâtre de Rozier et le Marquis d'Arlandes au-dessus de Paris, réalisant ainsi le premier voyage aérien du monde, suivi, quelques jours plus tard (le 1^{er} décembre), de l'ascension de Charles et Robert à bord d'un ballon à hydrogène de 380 m³.

Joseph de Montgolfier n'aimait guère les hommes de science et s'obstina. Sa version électrostatique de la nature du « gaz Montgolfier » fut clairement énoncée dans une discussion avec A. H. Paulian de l'Académie de Nîmes.

... « Si il n'y avait à l'intérieur de la machine que de l'air raréfié, je ne crois pas que ce fluide fut assez léger pour opérer ce phénomène. Ce qui donne la légèreté requise, c'est la partie acqueuse (sic) des matières combustibles. Cette partie acqueuse est presque à l'instant réduite en vapeurs et ces vapeurs, électriques de leur nature ou fortement électrisées, sont d'une très grande légèreté. Combinées avec l'air raréfié, elles forment un fluide dont la gravité spécifique est celle de l'air atmosphérique comme 1 à 2... » (18).

Cette explication s'appuie curieusement sur une hypothèse remontant à 1766 selon laquelle de Saussure supposait que chaque vésicule de fumée ou de vapeur d'eau condensée était recouverte de « fluide électrique » (19).

Joseph pensait donc que cette couche électrique immatérielle suffisait à repousser l'air atmosphérique, diminuant ainsi la densité du mélange de l'air et de l'aérosol. A dire vrai, cette théorie n'était pas stupide car on sait maintenant que la stabilité d'un aérosol ou d'un mélange de particules colloïdales est assurée par l'existence d'une barrière de charges électriques. Toutefois, il n'y a aucune substitution de matières permettant d'abaisser la densité de l'air environnant. Une fois encore Joseph affirma son génie de l'intuition scientifique et son mépris pour la logique des savants.

Il s'offusqua d'ailleurs de l'attitude de ces derniers en envoyant, en mars 1784, à son frère la lettre suivante, nuancée de reproches fraternels (20) :

... « Je vois par quelques lambeaux de nouvelles publiques que l'on ne croit pas à Paris que l'électricité entre pour quelque chose dans les causes de l'ascension (sic) du Globe... On ne croit pas à cette vérité que l'air ne touche pas les corps, surtout les métaux et l'eau, qu'il y a entre eux un léger enduit électrique. C'est sans doute cette incrédulité qui t'a retenu d'en parler et de ne point faire part à l'Académie de nos réflexions et expériences (sic). Cette théorie est beaucoup mieux prise dans l'esprit des phisitiens (sic) de province... ».
(Il s'agissait des Lyonnais).

Si Étienne de Montgolfier accepta le fait que la nature électrique de la fumée ou de la vapeur d'eau jouait un rôle inutile, sinon nuisible, dans la poussée aérostatique, il se rangea toutefois du côté de son frère pour prétendre qu'un phénomène auxiliaire intervenait dans le mécanisme de l'ascension de leur « Montgolfière ». Il s'agissait de l'influence des charges électriques portées par l'enveloppe elle-même du ballon, cette « aura » de charges ayant une influence, non seulement sur la raréfaction de l'air interne mais, pensaient-ils, sur des forces d'attractions météoriques de certains nuages qui, à coup sûr, étaient électriquement chargés.

Il semble établi que tous deux étaient bien informés de l'état de la science dans ce domaine et qu'ils procédaient, à l'aide de générateurs électrostatiques à quelques expériences. Ils observèrent ainsi un allègement de matériaux, par exemple, des tubes de verre, par une électrisation superficielle provoquée par un courant d'air. Ils y trouvèrent là un nouvel argument pour relier la poussée électrostatique aux charges électriques récoltées par l'enveloppe par la turbulence de la combustion.

Étienne s'en expliqua : « ... Nous avons conjecturé qu'il était possible que notre machine s'électrisait par son frottement contre l'air comme un tube de verre s'électrise par le vent d'un soufflet et que la répulsion du fluide contenu dans son intérieur détermine un vide qui diminue sa densité lorsque l'état de l'électricité de l'air est favorable... » (21).

Joseph fit une remarque, dans le même sens ; « ... Nous crûmes trouver dans l'électricité des secours plus heureux. Ayant observé que le fluide électrique se répandait particulièrement sur la surface des corps et qu'accumulé sur celle du vase isolé, et ce vase semblant diminuer de pesanteur, nous présumâmes qu'il serait possible de faire enlever les corps les plus massifs en les électrisant... » (22).

A l'issue de son baptême de l'air mouvementé à bord du « Flesselles », le 19 janvier 1784, Joseph de Montgolfier constata effectivement que l'enveloppe de son énorme ballon de 23 000 m³ se repliait sur elle-même en quelques secondes lors de son dégonflement, ce qui était, d'après lui, provoqué par les charges électriques récoltées par l'enveloppe lors de son ascension (23). L'électrisation d'une surface par frottement de l'air est un phénomène bien connu et très redouté des aéronautes (voir la catastrophe du Zeppelin Hindenburg en 1937). Les Montgolfier auraient-ils été séduits par un roman de science-fiction à sensation, écrit en 1775, dans lequel La Folie décrivait un fauteuil volant qui se déplaçait à volonté, soutenu par des boules de verre électrisées ? (24).

Un ballon à feu attiré par les nuages constituait ainsi un phénomène de sympathie météorique bien séduisant pour

Joseph et Étienne. Il y a quelque allusion à cette explication plus poétique que réaliste dans le rapport rédigé par Étienne à la suite de l'expérience du 4 juin 1783 : « Le vent était Sud, les nuages médiocrement élevés, la pluie un peu abondante, mais sans orage, cette dernière circonstance a dû nuire à l'essai... » (25).

Cette attraction mutuelle des formations orageuses et des ballons électrisés fut séduisante pour beaucoup de physiciens et l'on en parla encore à l'Académie vers 1870 (26). Trois aéronautes de Bordeaux : Chalifour, Desgranges et Darbelet étudièrent avec méthode cette influence hypothétique sur la marche de leur ballon solaire en juin et juillet 1784, mais n'en tirèrent aucune conclusion positive (27). D'autres, tels que A. Quinquet ou l'abbé Ch. Carnus songèrent à l'inverse, pour protéger les vignobles, à décharger et vider les nuages de grêle à l'aide de ballons conducteurs (28).

Sans attendre les théories avancées par les Montgolfier, de nombreux gentilhommes, physiciens ou mécaniciens bricoleurs comprirent qu'il suffisait de construire une enveloppe légère et résistante et d'en chauffer l'air intérieur pour aller côtoyer les nuages à bon marché. Des brûleurs plus ou moins ingénieux associés à des combustibles plus performants que la paille, évitant en particulier la formation de flammèches, furent expérimentés : bois d'aulne, sarmements, essence de térébenthine, eau de vie, esprit de bois, huile d'olive ou de noix, charbon de terre, bitume. Les chimistes amateurs s'en donnèrent ainsi à cœur joie.

De très nombreuses Montgolfières prirent ainsi l'air à la suite de Pilâtre de Rozier (environ deux ou trois par mois entre 1784-1785). Une d'entre elles, « la Marie-Antoinette », fabriquée sur les plans d'Étienne de Montgolfier, permit au grand chimiste Proust de faire une ascension à des fins scientifiques en compagnie de Pilâtre de Rozier. Décollant le 23 juin 1784 du Château de Versailles, cet aérostat fit un vol record de 52 km à 60 km/h culminant au-dessus de Paris à 3 000 mètres.

Un autre ballon, imaginé par Miolan et le graveur Janinet, eut le privilège de donner, le 30 juin 1784, le baptême de l'air (en captif) à cinq membres de l'Académie dont le chimiste N. de Milly.

Il fallut attendre le début de notre siècle pour voir décoller des Montgolfières type L. Godard, civiles ou militaires, munies de brûleurs à essence de pétrole. Un brûleur à gazogène fut essayé à Postdam, puis le Professeur A. Piccard, assisté de M. Cosyns expérimenta, en 1937, le premier ballon équipé d'un brûleur à propane. Cette technique fut reprise aux USA après la guerre par Yost et Contos puis développée industriellement à partir de 1960.

Les chimistes apportèrent une aide précieuse en offrant des textiles ininflam-

mables en polyimide pour la base des enveloppes, elles-mêmes fabriquées en tissu léger et résistant en polyamide ou polyester, protégées du soleil par un vernis à base de polyuréthane.

Les Montgolfières étaient ainsi relancées. Aux côtés de quelques ballons gonflés à l'hélium, plusieurs milliers d'entre elles batifolent actuellement sous tous les cieux.

Les gaz aérostatiques

Alléger l'air par la chaleur était un artifice simple mais peu efficace; la combustion de matières organiques plus ou moins humides produisait de la vapeur d'eau dont la légèreté était bénéfique, mais également du gaz carbonique. De plus les pertes thermiques par convection étaient importantes; il fallait donc entretenir constamment le « foyer ardent » pendant le vol.

Pourquoi ne pas utiliser plutôt des gaz plus légers que l'air? Ceux-ci sont peu nombreux et, hormis l'hélium, le méthane et le gaz d'éclairage, ils étaient tous connus à l'époque des Montgolfier.

La vapeur d'eau surchauffée ou le gaz ammoniac (alcali volatil) auraient pu convenir et furent même proposés, mais posaient des problèmes évidents de manipulation (29).

L'hydrogène, l'hélium

A l'instar des Montgolfier, le physicien J. A. Charles avait pressenti l'utilisation aérostatique potentielle de « l'air inflammable » (l'hydrogène). Lors de son cours de physique aux Tuileries, il démontrait, vers 1781, la légèreté de ce gaz à l'aide de bulles de savon, répétant ainsi des expériences de T. Cavallo (30) qui, un an avant la divulgation des ascensions d'Annonay, suggéra de construire un vaisseau aérien sustenté à l'hydrogène, proposition déjà formulée par le chimiste J. Black. Il semble également que Stella et Cortenobis, deux ecclésiastiques, auraient réussi, au printemps 1783, à faire décoller des petites vessies remplies d'hydrogène. A. Volta aurait eu la même réussite à Strasbourg en faisant appel à l'air inflammable des marais. Histoire de compliquer les choses, le futur aéronaute J. P. Blanchard affirma plus tard avoir quelques antériorités sur tous ces essais.

L'idée n'était donc pas très originale, mais le problème était de trouver un matériau léger étanche à l'hydrogène. Dès qu'il fut informé de la découverte des Montgolfier, J. A. Charles chercha une solution à ce problème et découvrit que le « taffetas de soie gommé », vendu par un certain Bernard, constituait une enveloppe très imperméable. La « gomme élastique » (caoutchouc) était une matière rare au 18^e siècle, vendue chez les apothicaires, et

Qu'en conclure ?

Il est facile aujourd'hui d'assimiler à des erreurs scientifiques les hypothèses avancées par les frères Montgolfier pour anticiper, puis expliquer leur extraordinaire invention. Leur démarche ne diminue en rien leurs talents caractérisés par l'intuition, l'imagination, l'enthousiasme et la ténacité sans lesquelles aucune innovation n'aboutit.

très difficile à dissoudre, mais Charles, assisté des frères Robert, mit laborieusement au point une formule à base d'essence de térébenthine et de litharge fondue. Cette trouvaille lui permit de fabriquer le petit « globe » lancé aux Champ de Mars le 27 août 1783, puis la « Charlière » avec laquelle il réalisa, le 1^{er} décembre, le second voyage du monde en partant des Tuileries.

Bien que très inflammable, l'hydrogène devint le gaz aérostatique privilégié; encore fallait-il savoir le fabriquer à bon compte.

En 1783, l'huile de vitriol (acide sulfurique) était produite industriellement à 10 sols la livre par une manufacture de produits chimiques à Javel.

Le fer, abondant et bon marché, pouvait décomposer cet acide pour libérer l'hydrogène. J. A. Charles se fit ainsi aider des chimistes de Javel (Alban et Vallet) pour fabriquer ce gaz, le purifier et le refroidir sur le lieu même du décollage*.

De très nombreux aéronautes dont Blanchard, Lunardi, les frères Robert et les chimistes Guyton de Morveau, Vallet et

* Curieusement, aucune explosion de ballons à hydrogène ne fut, à l'époque, signalée lors de leur gonflement. Seul, un tonneau explosa lors des essais du matériel de Charles.

Il est indispensable, pour juger leur logique créatrice, de se replacer dans le contexte scientifique du XVIII^e siècle et se rappeler qu'ils disposaient de moyens techniques très élémentaires pour leurs expérimentations.

Une belle réflexion pour les épistémologues et amateurs de futurologie !

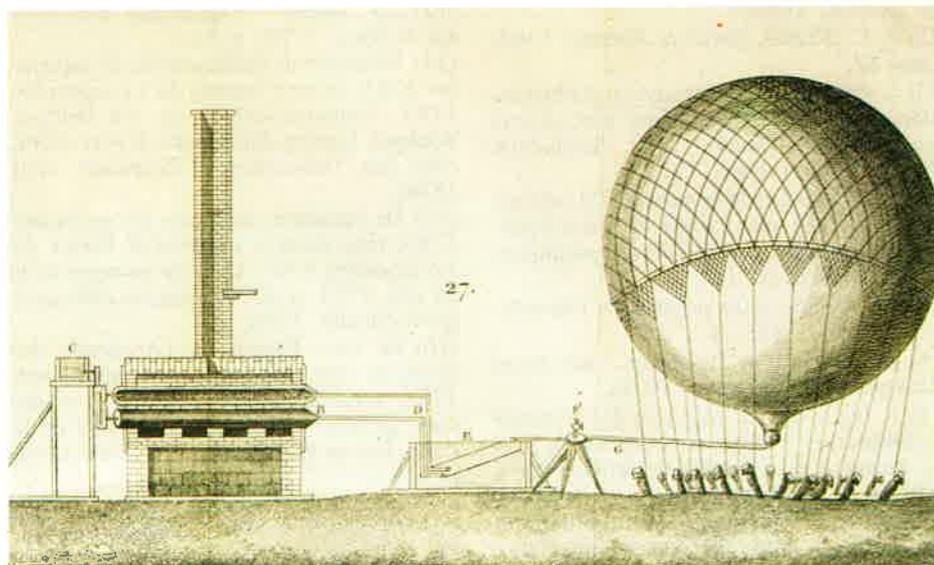
Alban firent appel à un matériel identique (tonneaux, barboteurs et tuyaux de cuir). C'est également à bord d'un ballon à hydrogène en soie caoutchoutée que Gay-Lussac fit, en 1804, deux ascensions qui lui permirent d'élucider les variations du champ magnétique terrestre et la teneur en oxygène de l'air substratosphérique.

Une autre méthode d'extraction du « gaz subtil » fut toutefois mise au point pendant les guerres révolutionnaires, méthode à la base du procédé actuel de préparation du gaz à l'eau.

Dans le cadre de ses recherches sur la structure moléculaire de l'eau, Lavoisier, assisté du futur aéronaute Meunier, avait montré, vers 1785, que de l'hydrogène était formé lorsque de la vapeur d'eau circulait dans des tubes de fer portés au rouge.

En 1783, Guyton de Morveau, Membre du Comité de Salut Public suggéra d'adopter ce procédé pour gonfler des ballons d'observation, l'acide sulfurique étant réservé à d'autres applications.

Une fabrique de générateurs à hydrogène et d'aérostats militaires fut ainsi mise en route



Réacteur pour produire de l'hydrogène pendant les guerres révolutionnaires (croquis de Veron-Bellecourt, 1794).

à Chalais-Meudon sous la direction technique des chimistes Coutelle, Conté et Lhomond (31), le responsable de l'atelier étant Choderlos de Laclos (devenu célèbre pour ses « Liaisons Dangereuses »...).

L'hydrogène fut progressivement abandonné comme gaz aérostatique après la célèbre catastrophe du Zeppelin Hindenburg en 1937. A l'heure actuelle, il est de plus en plus remplacé par l'hélium qui est ininflammable. Gaz fossile un peu plus lourd que l'hydrogène, l'hélium constitue le gaz idéal, bien que très onéreux, pour sustenter les dirigeables qui, à l'inverse des ballons, n'ont pas besoin d'être dégonflés après l'atterrissage.

Le gaz d'éclairage

Dès la fin de l'année 1783, les chimistes Thysbaert, van Boccante et Minkeliers, de l'Université de Louvain, avaient pu extraire un gaz léger ($d = 0,40$) en chauffant du gaz de houille. Ils tentèrent d'en gonfler un petit aérostat (32). Un an plus tard, un pharmacien d'Amiens, A. F. Lapostolle, suggéra également d'employer le gaz extrait par « distillation pneumatique » du charbon (33), puis le Marquis de Bullion réussit à faire décoller, le 3 février 1784, un miniballon alimenté par un fourneau à réverbère brûlant du charbon.

Ces recherches auraient pu ainsi amener la découverte du gaz d'éclairage (mélange



Projet d'aérostat gonflé par le gaz de fosses d'aisance, Pilâtre de Rozier, 1784.

d'hydrogène, de méthane et d'oxyde de carbone), lequel ne devint industriel qu'en 1802, en Angleterre. Ce fut l'aéronaute Ch. Green qui, en 1821, procéda au premier gonflement d'un ballon « à gaz ». Pendant trente ans, Ch. Green fit plus de 500 ascensions dont une de 600 km à bord du « Nassau ».

La méthode de Green a été à l'honneur pendant le Sièg de Paris pour assurer les liaisons aériennes hors de la capitale; elle a par la suite largement facilité la pratique

économique de l'aérostation, les ballons étant le plus souvent mis en route à proximité d'une conduite ou dans l'usine à gaz.

Elle fut utilisée par le célèbre Nadar pour réaliser, au-dessus du Petit-Bicêtre, la première photographie aérienne du monde, en 1858, ses premières tentatives ayant d'ailleurs été ratées car les couches sensibles au collodion étaient systématiquement voilées par l'hydrogène sulfuré contenu dans le gaz s'échappant de l'appendice.

Signalons, enfin, que en mai 1784, Pilâtre de Rozier projeta d'honorer le Roi de Suède, en visite à Versailles, en faisant décoller un aérostat muni d'une plateforme comportant une réplique du Palais Royal de Stockholm. Le mode de gonflement aurait été inédit : l'aéronaute s'adressa en effet à M. Cadet, « Directeur des objets de salubrité pour les foyers d'aisance ». Les exhalations méphitiques ($d = 0,86$) fournies à bon compte par M. Cadet eussent été adéquates, mais difficilement acceptées par les narines aristocratiques. Marie-Antoinette repoussa ce projet (34).

Plus prosaïquement, Guyton de Morveau fit dès 1784 des recherches sur la production de gaz et d'hydrocarbures légers par distillation de la biomasse (35). Cette technologie était sans doute trop en avance sur son temps !

Bibliographie

(1) P. L. Clément :

• Les Montgolfières, leur invention, leur évolution du 18^e siècle à nos jours, Ed. Tardy, 1982.

• *Le Raffineur Français*, 1983.

• C.R.Ac. des Sciences, 1983, tome 296. M. H. Raynaud, « Les Frères Montgolfier », Ed. du Plein Vent, 1982.

M. Faure, « Les Frères Montgolfier », Ed. Edisud, 1983.

R. Fontaine, « La Manche en ballon », Ed. du Belfrois, 1982.

(2) P. L. Clément, *Revue du Vivarais*, 1983, tome 87.

(3) J. Priestley, « Experiments and observations on different kinds of air and natural philosophy », London, 1772. Traduction française par Gibelin, 1777.

(4) J. Montgolfier, Mémoire lu à l'Académie de Lyon; cité par Faujas de Saint-Fond; « Description des expériences aérostatiques, 1784, tome II, p. 100.

(5) Ch. Dollfus, « Les origines de l'aérostation », *Icare*, 1983, 2.

(6) De la Vaulx et Tissandier, « Les frères Montgolfier », Annonay, 1926.

(7) F. Digonnet, « L'invention des aérostats à Avignon en 1782 », Avignon 1906, p. 7. L. Rostaing, « La famille de Montgolfier », édition de 1960, p. 50.

(8) Lettre d'Étienne Montgolfier à M. Desmaret, datée du 16 décembre 1782 : « Mon frère fit un essai à Avignon il y a trois semaines... ».

(9) Rapport à l'Académie des Sciences sur

la machine aérostatique inventée par M. de Montgolfier, Paris 1784.

(10) Le rapport de cette démonstration, signé des représentants des États du Vivarais fut transmis au Contrôleur Général d'Ormesson. L'Académie Royale fut ainsi très bien informée sur cette invention.

(11) Nollet, « Leçons de physique expérimentales », Paris 1749.

(12) De Romas, « Mémoire sur les moyens de se garantir de la foudre », 1776.

(13) J. P. Marat, « Recherches physiques sur le feu », 1780, p. 54.

(14) Mémoires de Bachaumont, 19 septembre 1783. Lettre d'Étienne du 19 septembre 1783 (communication de Ch. Dollfus). Wieland, Lettre à Ahrenholtz, février 1784, citée par Dubrunfaut, *L'Aéronaute*, août 1880.

(15) De Saussure, lettre du 15 novembre 1783, citée dans le « *Journal de Paris* » du 12 décembre 1783. L'art de voyager dans les airs, 1784, p. 47. Piu leggero delle aria, de T. Cavallo, 1784.

(16) De Luc, Rapport à l'Académie des Sciences, cité par Faujas de Saint-Fond, 1783, tome II, p. 20. « L'art de voyager dans les airs » 1784, p. 10. Mathon de la Cour, *Journal de Paris*, du 31 janvier 1784, p. 137.

(17) Étienne de Montgolfier, Lettre à Joseph du 14 octobre 1783 (communication Ch. Dollfus). Lettre autographe (id.). Wieland, lettre à Ahrenholts, février 1784, citée par Dubrunfaut, *L'Aéronaute*, août 1880, p. 181.

(18) Paulian, « Dictionnaire de physique » 1789, p. 18 discussion avec Joseph de Montgolfier).

(19) H. B. de Saussure, « Dissertatio de electricitate » Genève, 1766.

(20) Joseph de Montgolfier, Lettre du 21 mars 1784. Archives de l'Académie des Sciences, dossier Montgolfier. Communication à la Société royale de Montpellier (10 décembre 1783).

(21) Étienne de Montgolfier, lettre à Joseph datée du 12 septembre 1783 (Communication de Charles Dollfus).

(22) Joseph de Montgolfier, rapport lu à l'Académie de Lyon, cité par Faujas de Saint-Fond, tome II, p. 101, archives Montgolfier, dossier XI, p. 23.

(23) *Journal de Paris*, 1789, p. 139.

(24) La Folie, « Le philosophe sans prétention », 1775, chez Clousier.

(25) Étienne de Montgolfier, dossier Duhamel de Fougereux, Académie des Sciences.

(26) Chevreul et J. B. Dumas, Comptes rendus de l'Académie des sciences, 7 novembre 1870.

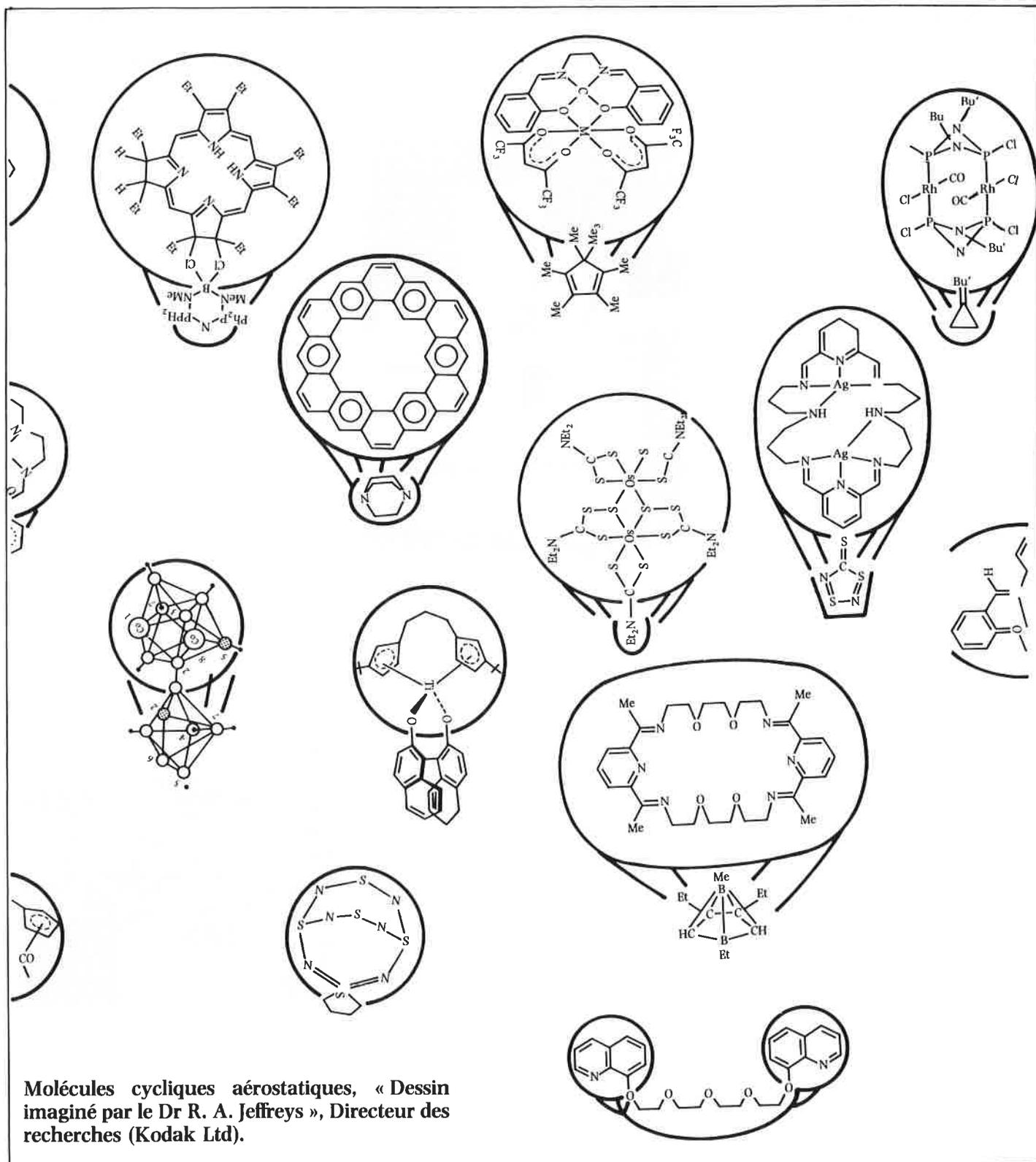
(27) Meaude de la Pouyade, « Les premiers aéronautes bordelais », 1910, p. 24.

(28) *Le Mercure de France*, 30 septembre 1783, p. 31, C. L. Carra, « Essai sur la nautique aérienne », 1784, Paris; Ch. Carnus, « Questions et conjectures sur l'application de l'électricité à l'aérostatique » 1786; *Journal de Paris*, 25 septembre 1783.

(29) De Milly :
Mercur de France, 3 janvier 1784, p. 175.
 Première suite des expériences aérostati-
 ques, tome II, p. 301.
 (30) T. Cavallo :
 « Treatise on the nature and the properties
 of air », 1781.

Royal Society, June 20, 1782.
 « The history and practice of aerostation ».
 (31) G. Bethuys, « Les Aérosters militai-
 res ». F. et M. J. Villadier. « L'aérostation à
 Meudon, 1983 ».
 (32) De Fey, Lettre à Faujas de Saint-Fond,
 15 février 1784.

(33) *Journal Politique de Buxelles*, février
 1784, p. 29.
 (34) *Journal de Paris*, 19 juin 1784.
 (35) Faujas de Saint-Fond, Première suite
 de la description des expériences aérostati-
 ques, 1784, p. 247.



Le chromatographe CPG de Varian au « top » niveau avec la série 3300/3400

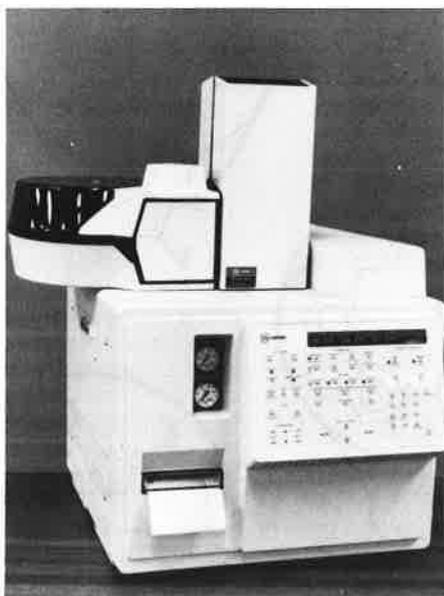
La société Varian avait choisi le cadre prestigieux de la Jungfrauoch pour présenter, le 3 février 1984, à la presse technique européenne sa nouvelle ligne de chromatographes en phase gazeuse, la série 3300/3400. Le choix du site pour la tenue de cette conférence de presse était des plus judicieux puisque la Jungfrauoch culmine à plus de 3 400 m. Ces commentaires sur la partie touristique étant fait, donnons la parole au Dr. Toni Wirthlin, Directeur Europe de la Division Instruments qui rappela brièvement les réalisations de Varian Associate. Celles-ci confirment la bonne santé de l'ensemble des activités techniques du Groupe et une progression notoire du chiffre d'affaires réalisé par la Division Instrument. Ce chiffre d'affaires était en 1983, à la date du 30 septembre (fin de l'exercice fiscal), de 124 millions de dollars, pour un chiffre d'affaires global de 760 millions de dollars, soit un peu plus de 16 % des activités du Groupe. Cette bonne santé s'est confirmée en 1983 et semble aller dans le même sens pour le premier trimestre de l'exercice 1984 avec un taux de progression de quelque 22 % d'augmentation pour la Division Instruments. Que doit-on retenir de la présentation faite des nouveaux CPG 3300/3400 après les exposés de MM. Markus Schenker et Jean-Michel Huen; trois dominantes semblent avoir été à l'origine de la conception nouvelle de ces appareils :

encombrement réduit, fiabilité dans les performances obtenues, coût réduit d'exploitation de ces appareils.

Développons chacune de ces caractéristiques qui ont été liées à la fois aux difficultés de développer les marchés traditionnels et aux besoins de plus en plus marqués des utilisateurs classiques qui souhaitent une automatisation complète des appareils utilisés pour leurs travaux de contrôle et d'analyse.

Pour ce qui est de l'encombrement, c'est le plus petit des chromatographes en phase gazeuse offert sur le marché avec 50 cm de largeur. Cet appareil, avec son imprimante traçante incorporée, n'occupe que la moitié de la place nécessaire à un chromatographe classique.

Pour ce qui est de la fiabilité, les appareils de la série 3300/3400 possèdent un



système d'auto-diagnostic qui permet un contrôle permanent de tous les composants électroniques d'où la réduction des temps d'intervention lorsqu'un incident est signalé, puisque la détection est faite à l'aide d'un message sur un lecteur digital qui localise le circuit défaillant. A ce niveau, facilité d'intervention de la part des utilisateurs, les systèmes étant équipés de 6 à 9 circuits imprimés chacun d'entre eux pouvant être aisément remplacé. La fiabilité des appareils est assurée par la mémorisation de quatre méthodes d'analyse complètes qui peuvent être activées manuellement, soit à l'aide de l'échantillonneur automatique, soit même à l'aide d'un ordinateur externe grâce à une interface sérielle du type RS 423/232. Souplesse dans l'utilisation puisqu'une méthode peut être modifiée en cours d'analyse. Hautes performances également obtenues, car contrôle permanent de tous les paramètres, y inclus les injecteurs et détecteurs; de même, le microprocesseur du 3400 permet de contrôler les relais d'action des vannes, de piloter l'échantillonneur automatique et l'inscription des résultats sur l'imprimante traçante.

Enfin, connection de cet appareil avec la série VISTA 402 pour automatiser tout le processus chromatographique, et coût

réduit d'exploitation de la série 3300/3400 puisque se sont des appareils qui sont évolutifs. Différents choix de détecteurs étant proposés (conductimétrie thermique, ionisation de flamme (FID), capture d'électrons linéaire (ECD), thermo-ionique (TSD), photomètre de flamme (FPD) ou détecteur de Hall pour les composés halogénés (HECD). De même, les injecteurs utilisés sont ceux des séries CPG 3300 et 6000 (appareil de haute gamme). Ainsi le coût économique de l'utilisation de la série 3300/3400 se trouve réduit pour les laboratoires déjà équipés d'un appareil Varian. Par cette interface, l'utilisateur peut sélectionner la meilleure technique d'injection en fonction de ses besoins personnels. Facilité d'exploitation grâce à des touches-fonction qui aide l'opérateur à développer les méthodes mémorisées. Par ailleurs, une touche « help » permet à l'opérateur de localiser facilement les méthodes inscrites au manuel d'utilisation.

Remarquons que, depuis les deux dernières années, la technique de la chromatographie en phase gazeuse semble avoir retrouvé une nouvelle jeunesse; le marché continuant à progresser face aux autres méthodes chromatographiques. Ce marché étant par ailleurs, en France, estimé à environ 650 appareils/an, Varian intervenant pour environ 16 % de ce marché dans cette série d'appareils.



N'oublions pas de remercier M. Beat Decurtins, chef du département marketing et communication Europe ainsi que Mme Christina Marty pour l'excellent accueil et organisation de cette journée consacrée aux nouveautés Varian 84.

G. Perreau.

////////////////////////////////////

Le logiciel « Spellbinder » va-t-il faire progresser la technique du traitement de texte scientifique ?

////////////////////////////////////

Il serait bien difficile de donner une réponse aujourd'hui à cette interrogation mais, au vu de la démonstration faite de cette option scientifique de logiciel pour le traitement de texte à l'aide de la méthode Spellbinder, l'on peut envisager avec un certain optimisme le développement dans les années à venir de cette technique. Ce système consiste à offrir à l'opérateur deux polices de caractères, l'une réservée au traitement de texte courant avec utilisation de différents corps et types de caractères, l'autre étant une police réservée à la base scientifique du traitement de texte incorporant à la fois, les symboles scientifiques et grecs pour les indexations avec possibilité de modifier si nécessaire les caractères affichés sur l'écran. A l'aide de touches-fonction l'on peut ainsi saisir les chaînes de caractères en indices ou en exposants. Le système permet la construction automatique de formules, intégrales, accolades, racines carrées ou molécules chimiques ce qui rend le système adaptable non seulement pour les publications de mathématiques, mais également de physique et de chimie. Le système permet une justification automatique avec utilisation de plusieurs polices, la mise en page étant faite avec des réserves pour les intégrations automatiques de différents signes, formules ou autres signalements ne figurant pas dans le texte courant. Ce système est développé par la Société Megalpha dont les activités relèvent de la recherche et de la distribution sous licence de matériels et logiciels sophistiqués et, d'autre part, de la conception et de développement de logiciels dans les domaines de la bureautique et les applications scientifiques enfin, de la mise au point et de la vente de systèmes et de logiciels destinés à l'exportation dans les Pays du Moyen-Orient.

Cette société est de création récente, juin 1982; ses animateurs en étant M. Alain Dasté, Directeur général, M. Christophe Meunot, Directeur scientifique, lesquels ont confirmé leur désir de développer très rapidement ce traitement de texte scientifique sur les bases Spellbinder car il y a une demande importante de cette technique sur le marché.

////////////////////////////////////

Spectromètre d'émission atomique à plasma d'argon, source I.C.P.

////////////////////////////////////

Techmation présente le Plasmascan 710, spectromètre d'émission atomique à plasma d'argon, construit en Australie par Labtest. Il s'agit d'un instrument séquentiel, automatique, à balayage rapide, couplé à une source I.C.P. de grande énergie,

permettant l'analyse mono et multi des éléments métalliques et métalloïdes du type bore, As, phosphore, soufre, etc.

Le cœur du Plasmascan 710 est un monochromateur de très grande résolution, de 0,75 m de distance focale et couvrant la gamme spectrale de 170 à 820 nm. sur deux ordres.

La dispersion linéaire réciproque est de 0,37 nm/mm. Un moteur pas à pas, contrôlé par ordinateur, agit directement sur le réseau pour effectuer un balayage spectral par incrément de 0,0005 nm, assurant une très bonne précision de positionnement. La vitesse de balayage peut atteindre 360 nm par min. La résolution du monochromateur, qui peut être mis sous vide pour la détermination des éléments émettant en dessous de 200 nm, est de 0,004 nm (2^e ordre).

Le générateur haute fréquence et de grande stabilité a été spécialement conçu pour les applications de la spectrométrie I.C.P.

L'introduction de l'échantillon liquide dans la torche quartz se fait par l'intermédiaire d'une pompe péristaltique et d'un nébuliseur GMK à haute pression, de grande efficacité, sous forme d'un aérosol uniforme et très fin, permettant d'obtenir une excellente précision de mesure.

La détection se fait à l'aide de deux photomultiplicateurs sélectionnés automatiquement par le microprocesseur.

Renseignements : Techmation, 20, quai de la Marne, 75019 Paris. Tél. : (1) 200.11.05.

////////////////////////////////////

Le spectromètre d'émission à plasma Spectraspan VI

////////////////////////////////////

Le Spectraspan VI est un spectromètre à haute résolution associant à un monochromateur à réseau échelle piloté par micro-ordinateur une source plasma à courant continu. Il est destiné à la mesure des teneurs en éléments dans les liquides et les gaz par émission de plasma.

La haute résolution du réseau échelle réduit au minimum les interférences spectrales, donc les corrections analytiques.

Le dispositif d'entraînement et le contrôle par micro-ordinateur sont précis au point de permettre l'arrêt sur la longueur d'onde. La totalité du temps est consacrée à la mesure. Les résultats ne sont pas affectés par la coalescence de pics proches.

L'électronique, d'une linéarité supérieure à 0,05 % sur six décades, permet de tirer parti de la large gamme dynamique de la méthode.

La source plasma à courant continu accepte les échantillons les plus divers, même contenant de très fortes teneurs de solides dissous.

Comme tous les Spectraspan le Modèle VI permet aussi bien l'analyse qualitative que quantitative. Il peut être équipé d'un passeur d'échantillons et de deux modèles d'imprimantes. Une table de travail est offerte en option.

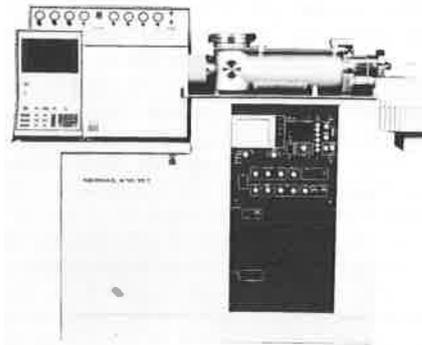
Renseignements : Beckman Instruments France, 52-54, chemin des Bourdons, 93220 Gagny. Tél. : (1) 388.96.96.

////////////////////////////////////

Le spectromètre de masse Nermag R 10/10 T

////////////////////////////////////

Nermag présente un nouveau couplage chromatographie/spectrométrie de masse, le R 10/10 T, conçu pour les analyses « de routine ».



Ses performances sont dues à un ensemble analyseur quadripolaire hérité des modèles haut de gamme (quadripole de 350 mm avec préfiltre, optique de focalisation d'entrée et optique de sortie à double déviation).

Il est rendu compact grâce à un système de pompage simplifié utilisant une pompe turbomoléculaire d'encombrement réduit. Il fonctionne en impact électronique (énergie des électrons variable de 10 à 100 eV).

Sa gamme de masse va de 4 à 1 000 unités de masse atomique avec une vitesse de balayage allant de 0,4 ms à 20 s par u.m.a. et une stabilité supérieure à 0,05 u.m.a. sur 10 heures. Résolution 2 500 à la masse 1 000.

Ce spectromètre de masse est d'un emploi souple et facile grâce à sa compatibilité avec les systèmes informatiques de la gamme Sidar.

Le R 10/10 T est commercialisé à un prix qui rend très abordable la performance.

Renseignements : Delsi Instruments, 51, rue de Verdun, 92150 Suresnes. Tél. : (1) 506.52.22.

////////////////////////////////////

La mesure de la couleur avec le spectrophotomètre UV-visible PU 8800

////////////////////////////////////

Le système de mesure de couleur complète la gamme des accessoires du spectrophotomètre UV-visible PU 8800, pour de nombreuses applications.

Le programme de mesure permet de



travailler avec le calculateur HP 85, couplé directement avec le PU 8800, via l'interface bidirectionnelle RS 232C.

Disponible sur disquette ou cassette, le programme permet de faire des mesures de couleur ou des différences de couleur de 3 manières : réflexion diffuse, totale ou en transmission. Les illuminants A, C, D₆₅ et D₇₅ sont possibles en plus de deux autres illuminants au choix de l'utilisateur, les mesures se faisant à un angle de 2° ou 10°. Les résultats sont présentés, soit sous forme de tableaux, soit sous forme de graphiques. Ils sont complétés par une liste des paramètres et des conditions de calcul, ainsi que par l'identité du manipulateur et la date; ceci pour un stockage et un rappel plus faciles des programmes de travail complets.

Les valeurs de réflectance de 99 étalons ou échantillons peuvent être stockés pour un rappel immédiat et le système permet l'édition des valeurs stockées des blancs et noirs étalons si besoin est.

Compagnie Française Philips, 50, avenue Montaigne, 75380 Paris Cedex 08. Tél. : (1) 256.88.00.

Le Module M 590, système de pompage en CLHP

Le « M 590 » est un nouveau système de pompage pour CLHP, à multiples possibilités.

La programmation et le contrôle par microprocesseur d'un dispositif mécanique de double piston en opposition permettent de délivrer la phase mobile avec grande précision.

Ce nouveau système a, également, été



conçu pour répondre aux techniques les plus récentes avec, en particulier :

- utilisation de colonnes micropore : débits possibles de 0,001 à 45 ml/minute;
- contrôle de vannes extérieures : contrôle et programmation de 8 événements extérieurs incluant : vanne basse pression (gradient de phase mobile par palier, lavage de colonne), vanne haute pression (commutation) de colonnes, analyse par back flush);
- programmation : mise en mémoire, sur système de pompage, de méthode d'analyse;
- contrôle et utilisation : limite minimale et maximale de pression, utilisation en pression constante, compensation automatique de la compressibilité de la phase mobile.

Renseignements : Waters S.A., 18-26, rue Goubet, 75940 Paris Cedex 19. Tél. : (1) 200.10.76.

Rhéomètre CS à contrainte imposée

Un système à contrainte imposée peut mesurer l'effet produit sur l'échantillon par des forces extrêmement faibles, par conséquent non destructives. Cela permet d'obtenir une information inestimable sur les interactions au sein de l'échantillon analysé autant que sur la relation contrainte tangentielle/gradient de vitesse à des contraintes élevées.

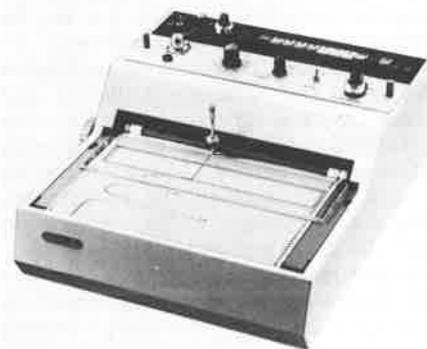


Il est également possible de simuler simplement sur le rhéomètre à contrainte imposée des situations de contrainte imposée et, en utilisant un dispositif optionnel de régulation, il est également possible de travailler à gradient de vitesse imposé. L'appareil donne beaucoup plus d'informations qu'un viscosimètre conventionnel d'un niveau de prix équivalent. Le Rhéomètre CS à contrainte imposée travaille en plan-cône, plans parallèles et cylindres co-axiaux. Il est piloté par microprocesseur avec stabilisation automatique du palier fluide, positionnement automatique du système de mesure de déplacement angulaire. La mise en place de l'échantillon est automatique. Le châssis rigide est en fonte : réglage micrométrique d'écart, sécurités prévenant une utilisation incorrecte. Une interface IEEE 488 est en option pour traitement de toutes les variables mesurées et pilotage de l'instrument.

Renseignements : RHEO, 112, place des Miroirs, 91000 Évry. Tél. : (6) 077.71.21.

Enregistreur potentiométrique de haute précision

Les caractéristiques de l'enregistreur EPL 3 et les nombreuses fonctions assurées par des tiroirs interchangeable en font un enregistreur universel qui peut être adapté aux applications les plus diverses : mesures électrochimiques et physiques telles que méthodes polarographiques, études de corrosion, titrages automatiques, conductimétrie, chromatographie, etc.



Il possède douze vitesses de déroulement du papier (de 0,15 mm/min à 600 mm/min) avec possibilité de commande du défilement au moyen d'impulsions d'origine extérieure.

Renseignements : Solea, 72-78, rue d'Alsace, 69100 Villeurbanne. Tél. : (7) 868.01.22.

Broyeur de laboratoire pour préparation rapide d'échantillons

La société suédoise Tecator a totalement redessiné le broyeur de laboratoire Cyclotec. Le nouvel appareil est très silencieux (niveau de bruit inférieur à 75 db en fonctionnement normal). Il est équipé d'un système d'entraînement très fiable et ne demande qu'un minimum d'entretien. Le Cyclotec est destiné au broyage rapide et uniforme de produits très variés tels que les produits chimiques, pharmaceutiques, grains, feuilles... Il travaille sans poussière, pas de nettoyage entre échantillons, pas de dégradation par surchauffe des échantillons.

Ce broyeur est disponible en 220 V ou 110 V, 50 ou 60 Hz.

Renseignements : Tecator S.A., 2, rue de l'Oratoire, 75001 Paris. Tél. : (1) 260.24.24.

Note importante

Nous avons le plaisir d'informer nos abonnés qu'après accord avec la librairie Technisciences, qui réalise cette rubrique, ils bénéficieront de conditions particulières pour leurs achats. N'oubliez donc pas de mentionner votre qualité d'abonné.

Technisciences, 103, rue Lafayette, 75010 Paris. Tél. : 878.24.39 et 285.50.44.

Pour le Benelux, s'adresser à S.T.B.C., 12, rue de Neufchâtel, 1060 Bruxelles, Belgique. Tél. : (02) 537.94.74 et 93.90.

Technisciences célébrera, en juin prochain, son dixième anniversaire. Rappelons que cette librairie internationale est en mesure de procurer, dans tous les domaines scientifiques, techniques ou médicaux, tous les livres, documents ou abonnements de périodiques quelle qu'en soit la provenance.

Analyse. Chimie analytique

Aquametry : Part 2. (2^e édition)

par D. M. Smith et J. Mitchell

Cette seconde édition augmentée est consacrée aux méthodes électriques et électroniques de mesure de la teneur en eau, basées essentiellement sur les propriétés diélectriques, conductimétriques et coulométriques. Ces méthodes sont capables de déterminer l'humidité par des procédés continus et discontinus. Les principales techniques sont présentées en détail; on indique les aspects historiques importants, les détails et une évaluation critique des méthodes, des propositions pour une amélioration des techniques et les applications à une grande variété de substances; on suggère de nouvelles approches qui utilisent des appareillages « micro » et « ultramicro » ainsi que des méthodes de détermination directe du contenu en eau.

Domaines concernés : gestion et contrôle technique; production; chimie et ingénierie.

1983, 1328 p.

Handbook of Chemical Equilibria in Analytical Chemistry

par S. Kotrly

Conçu essentiellement dans un but pratique, ce manuel présente une compilation critique des données sur les équilibres provenant de la recherche actuelle. Les auteurs, après avoir défini les divers types de constantes d'équilibre, décrivent les procédés simples de calcul des coefficients d'activité, des coefficients de réactions secondaires et d'autres constantes. Ils discutent les programmes informatiques établis pour ces calculs. Les constantes sont données à la température du laboratoire (en général 25 °C) et à diverses forces ioniques. Des conseils sont donnés sur la manière la plus efficace d'utiliser ces constantes pour des systèmes d'équilibres plus compliqués, souvent rencontrés dans la pratique.

Table des matières : introduction; équilibres chimiques et constantes d'équilibre; réactions chimiques comportant des équilibres secondaires; diagrammes de systèmes d'équilibres consécutifs; constantes d'équilibre de protonation; constantes de stabilité de complexes avec des ligands inorganiques, constantes de stabilité de complexes avec des ligands organiques; produits de solubilité de sels peu solubles; potentiels d'oxydo-réduction; constantes d'équilibres de distribution; coefficients et diagrammes d'équilibres de protonation; coefficients et diagrammes d'équilibres de chélation; diagrammes d'équilibres de précipitation; diagrammes d'équilibres d'oxydo-réduction; diagrammes d'équilibres de distribution; revue des indicateurs chimiques et de leurs propriétés; exemples de l'utilisation de tableaux et de graphiques; liste de symboles; index.

1983, 430 p.

Organic Analysis using AAS

par S. S. M. Hassan

De nombreux matériaux organiques peuvent être déterminés indirectement par spectrométrie d'absorption atomique (SAA) dont le principal avantage est le faible seuil de détection. Ce livre, le premier consacré à

l'utilisation de la spectrométrie d'absorption atomique en analyse organique, reflète l'intérêt grandissant pour cette application. Il passe en revue les principes de base, l'instrumentation et les techniques et apporte une mise au point actuelle et une évaluation critique des méthodes développées et des détails de procédés expérimentaux sélectionnés. Les méthodes présentées

Commentaires**Organic Coatings :**

Science and Technology (Volume 5).
Edited by Geoffrey D. Parfitt and
Angelos V. Patsis. 1983.
392 pages, bound, illustrated.

Ce volume comprend une vingtaine d'articles correspondant aux principales communications de la 7^e Conférence internationale sur la science et la technologie des revêtements organiques, qui s'est tenue à Athènes, en 1981.

Il s'agit essentiellement de contributions décrivant des aspects récents de la technologie des revêtements organiques et, plus particulièrement, ceux concernant l'emploi de liants appliqués en absence de solvants organiques, ou avec des fortes concentrations en solides (> 70 %) ou bien encore sous forme de dispersions aqueuses. Ceci reflète l'évolution récente de cette technologie. Le cas des résines époxy et de leurs dérivés de ces différents types est particulièrement étudié, mais on trouve aussi, par exemple, un intéressant article sur la structure et les propriétés de la traditionnelle laque japonaise... L'autre aspect le plus développé concerne les problèmes liés aux effets de la taille et de la distribution des particules sur la rhéologie, la formation et l'adhésion du film et sur les propriétés de ce dernier.

Malgré la relative limitation des sujets traités, cet ouvrage donne un aperçu des problèmes actuels parmi les plus importants dans ce domaine; il sera lu avec profit par les lecteurs spécialisés.

Pierre Sigwalt.

sont applicables à la détermination de constituants et de groupes fonctionnels de composés organiques très divers : produits industriels (pétroles, huiles, fibres, pigments), produits alimentaires, médicaments et de nombreux produits biologiques y compris le sang, le plasma, les tissus et urines.

Table des matières : principes de base; problèmes de l'instrumentation; techniques de mesures; détermination des composés organohalogénés; détermination des composés organosulfurés; détermination des composés organophosphorés et arséniés; détermination des hydrocarbures; détermination des alcools et des phénols; détermination des acides carboxyliques et des aldéhydes; détermination des nitrates, des composés nitro, nitroso et amino; détermination des alcaloïdes et composés apparentés; détermination des enzymes, protéines et hydrates de carbone; détermination des métaux dans les composés organométalliques; détermination de quelques médicaments; détermination de quelques éléments dans les produits industriels; détermination d'éléments dans les produits alimentaires; détermination d'éléments dans les matériaux biologiques; procédés expérimentaux.

1983, 250 p.

Chemical Methods in Gas Chromatography

par V. G. Berezkin

Au cours de ses neuf chapitres, ce livre décrit l'utilisation conjointe des méthodes chimiques et chromatographiques. Il comprend une bibliographie de plus de mille références et apporte au lecteur un résumé et une description d'un grand nombre des techniques originales utilisées actuellement dans le monde.

Tables des matières :

Chapitre 1. Application des méthodes chimiques au prétraitement des échantillons avant la séparation chromatographique. Particularités de l'élaboration des techniques. Principales méthodes d'obtention des dérivés pour la chromatographie en phase gazeuse. Application de la méthode de formation chimique des dérivés. **Chapitre 2.** Méthodes cinétiques en chromatographie en phase gazeuse.

Chapitre 3. Pyrolyse-chromatographie en phase gazeuse. Équipement et procédés expérimentaux. Identification des substances. Détermination de la composition de systèmes de polymères et structure des polymères.

Chapitre 4. Détermination du squelette carboné dans les composés organiques.

Chapitre 5. Méthode de soustraction.

Principe de la méthode. Application à l'identification de composants de mélanges tests. Application à l'analyse d'impuretés. Prospective de développement de la méthode.

Chapitre 6. Phases stationnaires chimiquement sélectives.

Chapitre 7. Méthodes de chromatographie en phase gazeuse d'analyse élémentaire. Détermination du carbone et de l'hydrogène. Détermination du soufre. Détermination de l'oxygène. Détermination d'autres éléments. Analyse élémentaire de fractions séparées par chromatographie en phase gazeuse.

Chapitre 8. Méthodes d'analyse de traces. Croissance du temps de rétention des composants principaux et des traces ou de leurs dérivés. Diminution du temps de rétention des composants principaux et des traces ou de leurs dérivés. Amélioration des caractéristiques de détection.

Chapitre 9. Analyse de groupe fonctionnel. Caractères spécifiques des méthodes chimiochromatographiques d'analyse de groupe fonctionnel. Réactions préliminaires. Réactions après séparation chromatographique. Méthodes d'analyse des principaux groupes fonctionnels.

Index des sujets.

1983, 314 p.

Biochimie. Biologie

Zinc Enzymes

par T. G. Spiro

Voici une étude actuelle de la structure et de la fonction des enzymes renfermant du zinc. Elle souligne l'importance du zinc dans le corps humain, son rôle vital dans l'interconversion du gaz carbonique et de l'acide carbonique ainsi que son rôle dans les enzymes de replication, de transcription et de translation des gènes.

Table des matières : le zinc en biologie et en biochimie; la carboxypeptidase; l'anhydrase carbonique; le rôle du zinc dans l'alcool déshydrogénase; les propriétés moléculaires et le mécanisme de la phosphatase alcaline; le rôle du zinc (II) dans les ARN et ADN polymérase; les rôles de l'ion métallique dans les réactions de substrats coordonnés et dans quelques métalloenzymes; index.

1983, 424 p.

Industrie

Flavour of Distilled Beverages. Origin and Development

par J. R. Piggott

Ce livre réunit l'expérience de scientifiques de divers domaines concernant la saveur des boissons distillées et traite de nombreux produits à différents stades du processus de fabrication. Le traitement multidisciplinaire

reflète l'étendue de l'intérêt scientifique actuel et montre que la meilleure compréhension des phénomènes et l'amélioration des boissons distillées peut être utile aux biochimistes, aux microbiologistes aux ingénieurs et aux chimistes.

Table des matières : saveur du malt et autres céréales; produits volatils des fruits et leur contribution au distillat final; métabolisme des levures et arôme des boissons alcooliques; saveur des fermentations de céréales; produits volatils à partir des fermentations de moût de raisin; distillation en discontinu; distillation en continu; choix et utilisation des agents de sapidité; saveur du rhum; réactions pendant la maturation; réactions des composants du bois pendant la maturation; mélanges pour la vente et la consommation.

1983, 250 p.

Sustainable Food Systems

par D. Knorr

La structure de la production, du traitement et du marketing dans l'agro-alimentaire a considérablement changé : une technologie agricole hautement mécanisée, des traitements des aliments et une distribution passés au stade industriel ont conduit à une productivité et une efficacité industrielle accrue. Ce livre est une revue générale des quatre domaines principaux de la chaîne alimentaire. La première partie est une présentation de l'état de l'art de la production agricole, des nouveaux principes de production, des habitudes alimentaires et du choix des aliments. La deuxième partie est un résumé des développements récents en production rurale et urbaine couvrant les aspects énergétiques, la lutte antiparasitaire, la gestion et l'économie de l'agriculture écologique. La troisième partie fournit des exemples de nouvelles approches : utilisation de l'énergie solaire, récupération de substances nutritives des déchets alimentaires et une discussion sur les coopératives alimentaires. La quatrième partie s'intéresse aux aliments écologiques, aux considérations nutritionnelles et aux tests de qualité.

Table des matières : analyse du système : l'avenir de l'agriculture américaine; le potentiel d'une agriculture alternative; les nouveaux consommateurs; les habitudes alimentaires et les bases du choix. Production agricole : l'énergie dans la production agricole américaine; l'énergie dans la production agricole en Europe et dans le tiers monde; conception de systèmes de production et de lutte antiparasitaire à petite échelle; la faisabilité économique de l'adoption à grande échelle de l'agriculture organique.

Traitements alimentaires et distribution : technologie; déshydratation solaire; recyclage des substances nutritives extraites des déchets alimentaires.

Qualité et contrôle de qualité : agriculture

organique; détermination de la qualité et de la quantité dans l'agriculture biologique; une méthode qualitative d'évaluation de la condition de l'humus; considérations nutritionnelles dans la planification pour la production alimentaire. Index.

Lecteurs: étudiants et professionnels des sciences alimentaires, de l'agriculture, des sciences de l'environnement et de la nutrition.

1983, 430 p.

Food Oils and their Uses (2^e édition)

par T. J. Weiss

Les huiles et graisses sont d'un usage très courant et pourtant peu de choses sont connues sur leurs caractéristiques; aussi leur sélection pour un usage donné est souvent le fruit du hasard. Ce livre décrit, en détail, l'ensemble des huiles et graisses, étudie divers aspects de leur préparation et explique leurs utilisations dans le commerce et l'industrie en termes scientifiques. Il établit ainsi un point entre un ouvrage purement scientifique et la littérature commerciale. Il inclut l'ensemble des nouvelles recherches et des développements qui ont eu lieu depuis la publication de la première édition ainsi que les standards de la « Food and Drug Administration » américaine. La bibliographie apporte une aide au personnel de recherche et de développement de produit aussi bien qu'aux étudiants dans ce domaine.

Table des matières: propriétés physiques et chimiques des huiles et graisses; sources commerciales; traitements de base des huiles et graisses; adjuvants chimiques; matières grasses; matières grasses de boulangerie; matières grasses à frire et leurs utilisations; matières grasses domestiques; margarine; mayonnaise et sauces de salade; beurre de cacahuète; revêtements en confiserie; imitations de produits laitiers; index.

Lecteurs: nutritionnistes et fabricants dans tous les domaines de l'industrie alimentaire; ingénieurs et scientifiques en recherche et développement de produit; enseignants et étudiants en science alimentaire.

1983, 322 p.

Pulp and Paper: Chemistry and Technology. (Volume 4)

par J. P. Casey

Voici la suite d'une revue en profondeur de la chimie et de la technologie chimique de la pâte à papier et du papier. Ce nouveau volume insiste sur la science et la technologie de la fabrication de la pulpe et du papier, les propriétés et les utilisations du papier. Il détaille la chimie et l'ingénierie et contient des tables, des illustrations et une bibliographie complète.

Lecteurs: fournisseurs de l'industrie du

papier, enseignants et étudiants de génie chimique, de l'environnement, des eaux et forêts.

1983, 600 p.

Applied Industrial Catalysis. (Volume 1)

de Bruce E. Leach

Les catalyseurs jouent un rôle important dans la production d'intermédiaires chimiques à partir de pétrole, de gaz naturel, de charbon et d'autres matières premières. Le but de ce traité, en trois volumes, est de donner une description pratique de la catalyse dans l'industrie. Les auteurs expliquent des aspects importants d'opérations commerciales actuelles sur des exemples particuliers. « Applied Industrial Catalysis » discute la conception et la préparation des catalyseurs, présente les matières premières, la conception des réacteurs et les conditions opératoires de nombreux procédés, fournit une vue générale de procédés industriels importants et montre l'interaction de la chimie et de l'économie.

Table des matières:

Catalyse industrielle: la chimie appliquée à votre problème. Augmentation d'échelle de la catalyse: opération risquée ou rentable? Réacteurs de laboratoire pour études catalytiques. Hydrotraitement catalytique dans le raffinage des pétroles. Reforming catalytique du naphta dans les raffineries de pétrole. Catalyse de la polymérisation de l'éthylène dans le procédé de la compagnie Philips Petroleum. Évolution des catalyseurs Ziegler-Natta pour la polymérisation du propylène. Synthèse de l'oxyde d'éthylène. Oxychloration de l'éthylène. Carbonylation du méthanol en acide acétique. Index.

1983, 328 p.

Polymères

Analysis of Rubber and Rubber-Like Polymers (3^e édition).

par W. C. Wake, B. K. Tidd et M. J. R. Loadman

Ce livre, dont la première édition parut en 1959, vient d'être réécrit, en grande partie, avec la collaboration de deux co-auteurs. Le nouveau livre tient compte du renouveau de la chimie analytique dû à l'utilisation des techniques instrumentales récentes. Les formulations peuvent maintenant être déterminées par analyse thermogravimétrique et la microstructure des polymères peut être étudiée par spectrométrie IR et RMN. La forme du livre a été conservée, les procédés qualitatifs et quantitatifs sont discutés et la partie concernant les polymères caoutchouteux a été étendue

Biotechnologie *

René Scriban, coordonnateur

Les élèves-ingénieurs, les ingénieurs, les étudiants et les enseignants-chercheurs et tous ceux que tente la perspective d'un recyclage disposent enfin d'un ouvrage didactique, en français, qui présente les biotechnologies dans leur contexte scientifique et technique.

La première édition de ce volume, parue en mars 1982, a remporté un vif succès et a été épuisée en dix-huit mois. C'était, en effet, le premier ouvrage en langue française sur l'ensemble de ce domaine. Il est l'œuvre d'un groupe de spécialistes qui, sous la direction du Professeur Scriban, ont réalisé un outil de travail synthétique et équilibré.

Pour la deuxième édition de ce volume de référence, les auteurs ont tenu compte des derniers progrès des différentes techniques composant la biotechnologie. Toutes les parties ont été revues et mises à jour. Les deux parties concernant le génie microbiologique et le génie enzymatique s'adressent plus particulièrement aux lecteurs de formation essentiellement mathématique et physique, sous forme d'une initiation condensée. De plus, un *index général* complète cette seconde édition.

L'abondante bibliographie, à la fin de chaque section, mise à jour à l'occasion de cette deuxième édition, permettra aux spécialistes d'approfondir leurs connaissances afin d'innover dans un domaine où les perspectives et promesses sont considérables.

● Certaines parties ont été développées (physiologie des micro-organismes...) et le chapitre sur la valorisation des déchets et effluents a été considérablement augmenté. Un chapitre sur la « conversion des composés ligno-cellulosiques » a été ajouté et « les perspectives d'avenir » ont été réactualisées.

Table des matières

- I. Historique.
 - II. Le Génie microbiologique.
 - III. Le Génie enzymatique.
 - IV. Le Génie génétique.
 - V. Le contrôle qualité en biotechnologie sur les matières premières en cours et les produits finis.
 - VI. La biotechnologie en France et dans le monde.
- Postface.
Index général.

* *Technique et Documentation Lavoisier, deuxième édition, 1984.*

pour inclure les nouveaux caoutchoucs thermoplastiques.

Table des matières :

1. Introduction;
2. Échantillonnage et préparation des échantillons;
3. Extractions;
4. Analyse des produits extraits;
5. Analyse chimique par type de polymères;
6. Analyse élémentaire quantitative;
7. Méthodes en solution;
8. Analyse instrumentale de polymères;
9. Caractérisation des polymères;
10. Charges minérales et analyse de traces de métaux;
11. Noir de carbone;
12. Détermination et calculs des formulations;
13. Phénomènes visuels;
14. Validité des résultats.

Appendice I. Table des standards internationaux. Appendice II. Élastomères : nomenclature, description et propriétés. Appendice III. Corrélations des techniques analytiques. Index des auteurs. Index des sujets.

1983, 309 p.

Tensio-actifs

Surfactants in Solution. (Volume 1)

par K. L. Mittal

Table des matières :

● Comportement de phase et équilibres de phase dans les solutions de tensio-actifs : Principes des équilibres de phase dans les systèmes eau-tensio-actif. Sur le comportement de phase de systèmes du type eau-huile-tensio-actif non ionique-électrolyte. Équilibre de phase et modèles de réseau pour les mélanges eau-tensio-actif non ionique. Agrégats amphiphiles dans une phase nématique lyotropique. Structures de cristaux liquides dans des systèmes aqueux d'un acide gras totalement fluoré et certains de ses sels. Interaction entre l'eau et les groupes oxyde d'éthylène dans des oligo-éthers dodécyls étudiés par RMN ¹H dans des cristaux liquides. Mobilité des chaînes alkyl des tensio-actifs et ordre dans les micelles et les microémulsions. Thermodynamique des micelles partiellement miscibles et des cristaux liquides.

● Structure, dynamique et caractérisation des micelles : Empilement des chaînes amphiphiles dans les micelles et les bicouches. Organisation moléculaire dans les agrégats amphiphiles. Structure dans les solutions micellaires. Caractérisation multiméthodes des micelles. Études d'association de tensio-actifs par

autodiffusion de traceur. Introduction à la diffusion de neutrons dans les micelles tensio-actives dans l'eau. Investigations par diffusion de la lumière et diffusion de neutrons à faibles angles de tensio-actifs à double queue en solutions aqueuses.

1983, 720 p.

Surfactants in Solution. (Volume 2)

par K. L. Mittal

Table des matières :

● Aspects thermodynamique et cinétique de la micellisation :

Micellisation, un phénomène de nucléation avec tension superficielle variable et coupure à tension superficielle nulle. Calculs de la distribution de taille de micelles à partir de mesures expérimentales. Thermodynamique de formation de micelles en milieu aqueux.

● Solubilisation :

Solubilisation sélective dans les solutions aqueuses de tensio-actifs. Thermodynamique et mécanismes de solubilisation des alcools dans les systèmes aqueux de tensio-actifs ioniques. Solubilisation de phénothiazine et de ses dérivés N-alkylés dans des micelles de tensio-actifs anioniques.

● Catalyse micellaire et réactions dans les micelles :

Effets micellaires sur les vitesses de réaction et les équilibres. Enzymologie micellaire inverse. Comparaison des augmentations de vitesse dans les agrégats micellaires et non micellaires.

● Adsorption et liaison des tensio-actifs :

Étude des interactions hydrophobes et électrostatiques dans les microphases concentrées dans le tensio-actif par adsorption sur des surfaces chargées. Thermodynamique de liaison des tensio-actifs anioniques et cationiques aux mélanges binaires et ternaires de protéines. Adsorption sur des surfaces solides. Relation entre l'adsorption sur une surface métallique et la formation de monocouche à l'interface air/eau à partir de solutions amphiphiles.

1983, 725 p.

Surfactants in Solution. (Volume 3)

par K. L. Mittal

Table des matières :

● Micelles inverses :

Conséquences cinétiques du modèle d'auto-association dans les micelles inverses. Dynamique des micelles inverses. Structures inverses dans un système eau-p-nonylphénolpolyéthylèneglycol. Études de réactivité dans les micelles inverses AOT.

● Microémulsions et réactions dans les microémulsions :

Microémulsions, une revue. Le phénomène de microémulsion d'eau dans l'huile, sa compréhension et sa prévision à partir de concepts fondamentaux. Comportement de phase des microémulsions, l'origine de la phase centrale, de sa structure chaotique et de la tension interfaciale basse. Influence de la structure chimique du co-tensio-actif sur les caractéristiques du diagramme de phase et sur le comportement de conductivité électrique de milieux de type Winsor IV. Étude par sonde de fluorescence de microémulsions d'huile dans l'eau.

● Revues générales et autres articles :

Polymérisation d'assemblages de tensio-actifs organisés. Diffusion de la lumière par les surfaces liquides. Évaluation de densité de charge en surface dans des membranes modèles. Approximation de Poisson-Boltzmann dans les systèmes polyélectrolytes. Stabilité colloïdale des liposomes.

1983, 750 p.

Toxicologie

Alcohols Toxicology

par William W. Wimer, John A. Russel et Harold L. Kaplan

L'intérêt renouvelé pour les combustibles alcooliques, dû aux problèmes de l'énergie, ces dix dernières années a été à l'origine de cette revue détaillée de la toxicité et des effets sur la santé des alcools de faible poids moléculaire (du méthanol aux butanols). La production accrue d'alcool et son utilisation comme combustible pour les transports pourraient avoir des effets nocifs sur la santé publique. Le Southwest Research Institute (Texas) a considéré qu'un ouvrage résumant les conséquences connues du contact des hommes et des animaux avec les alcools et produits dérivés correspondait à un besoin.

Table des matières :

1. Introduction;
 2. Nomenclature des alcools simples;
 3. Histoire des alcools;
 4. Toxicologie du méthanol;
 5. Toxicologie de l'éthanol;
 6. Toxicologie du propanol normal;
 7. Toxicologie de l'isopropanol;
 8. Toxicologie des butanols;
 9. Comparaison des alcools;
 10. Bref historique de l'hygiène industrielle;
 11. Limites de l'exposition;
 12. Procédés de préparation des alcools;
 13. Études des émissions de gaz d'échappement;
 14. Appendices;
- Bibliographie (depuis 1800). Index.

1983, 277 p.

« Pour une prospective de la science » *

un livre de Pierre Papon ¹

Le développement de la science et de la technologie constitue pour nos sociétés, et plus particulièrement pour la France, un enjeu considérable pour l'avenir.

Quelle sera la place de la science et de la technologie française en l'an 2000 ? Peut-on prévoir l'incidence politique, culturelle et économique du progrès scientifique et technique ?

Ce sont les questions que pose Pierre Papon, Directeur général du CNRS, et auxquelles il tente de répondre dans son dernier ouvrage « Pour une prospective de la science ».

Commencé en 1979, ce livre, enrichi en 1981 par le vaste mouvement de réflexion suscité par le Colloque national sur la recherche et la technologie, a pour objectif essentiel d'évaluer les grands courants de la science et de la technique, les mutations importantes en gestation, les possibilités d'émergence de thèmes nouveaux ainsi que les paris les plus prometteurs.

Le lecteur trouve, au fil des pages, une description et une analyse détaillée des principaux développements actuels de la science : physique, biologie, chimie. De cette dernière, l'auteur rappelle « qu'elle a toujours été au centre des nombreuses activités humaines et qu'on peut penser que la recherche chimique va se porter, de plus en plus, vers la production de propriétés et de procédés. Ce nouvel impératif de la chimie suppose, cependant, une maîtrise des structures chimiques qui sont éventuellement douées de propriétés nouvelles et, donc, des possibilités de synthèse de ces structures ».

Si la synthèse des molécules et la compréhension des mécanismes de réaction des espèces moléculaires constituent, à l'heure actuelle, deux des thèmes majeurs de la recherche chimique, et le resteront probablement à l'avenir, rappelle P. Papon, il faut ajouter que les chimistes théoriciens se sont efforcés de prévoir et de décrire les propriétés et les structures des molécules par le calcul, et il est probable que l'utilisation systématique des techniques

mathématiques permettra de prévoir des structures moléculaires, en particulier les configurations électroniques des molécules et leurs propriétés. Stimulée par les progrès des techniques informatiques, la synthèse chimique assistée par ordinateur devrait également apporter une aide appréciable aux chimistes.

La technologie tient également une place de choix dans cet ouvrage et trois secteurs sont mis en lumière : l'électronique et l'informatique, les biotechnologies qui « vont sans doute modifier, dans un délai de dix à vingt ans, une partie des procédés de l'industrie chimique et un génie chimique à tendance biologique émergera ainsi peu à peu ». Dans ce domaine des biotechnologies, qui est susceptible de déboucher à moyen et à long termes sur des innovations industrielles, P. Papon s'interroge cependant sur la capacité de ces techniques à constituer une filière avec le même degré d'intégration que l'électronique et l'informatique. Les biotechnologies vont incontestablement renouveler les modes de production, elles permettront une transformation de la matière, réalisée jusqu'à présent par des processus chimiques, à l'aide du vivant. Elles peuvent, par ailleurs, favoriser les économies de matières premières et d'énergie par l'utilisation de la biomasse. L'incertitude demeure cependant, poursuit l'auteur, quant à la structure industrielle future des activités de biotechnologie.

Enfin, P. Papon insiste sur un troisième secteur : l'énergie et les matières premières. De l'avis de l'auteur, avec l'énergie, on aborde un domaine de la prospective de la science et de la technologie où les analyses possèdent au moins deux caractéristiques spécifiques nouvelles. En premier lieu, il est impossible de séparer l'effort de prévision technologique d'une analyse, sous forme de scénarios, par exemple des évolutions possibles de la demande d'énergie et de son utilisation, évolutions elles-mêmes fortement dépendantes des conditions politiques et socio-économiques et de facteurs institutionnels. En second lieu, dans ce

même secteur de l'énergie, l'échelle du temps des évolutions technologiques est longue. Une filière énergétique nouvelle ne s'impose qu'au bout de plusieurs décennies. En témoigne un rapport de la C.E.E. « Crucial choices for the energy transition » qui estime que ce n'est qu'en 1998, au plus tôt, que l'énergie nucléaire satisfera 10 % de la demande énergétique totale en Europe, soit 33 ans après le démarrage industriel réel de cette filière.

En ce qui concerne les perspectives à long terme de l'énergie, une série d'enjeux majeurs se dessine.

L'enjeu scientifique et technologique le plus important est, sans doute, celui de la fusion contrôlée, mais « Arrivera-t-on à maîtriser la fusion et quand ? » s'interroge l'auteur. La maîtrise des procédés et des dispositifs permettant d'utiliser l'énergie solaire est un deuxième enjeu. En troisième lieu, il faut envisager les problèmes que pose la fabrication de combustibles de synthèse à partir du charbon. Enfin, un quatrième enjeu est celui du nucléaire, « non séparable des problèmes représentés par l'utilisation de l'énergie électrique », qui appelle cependant quelques questions actuellement sans réponse « Comment ces programmes nucléaires évolueront-ils ? La filière du surgénérateur fera-t-elle une percée ? D'autres filières émergeront-elles ?

Quant à l'avenir de la chimie, P. Papon fait un certain nombre de remarques.

En fait, l'évolution de la chimie, industrielle, dont les produits sont utilisés, comme intermédiaires, dans de nombreux autres domaines de l'industrie, pourrait se traduire par son éclatement en secteurs distincts les uns des autres : « Les techniques issues de la génétique et de la biologie feraient émerger un secteur chimique fournissant des produits de base à partir d'une matière végétale ou utilisant le vivant pour des opérations de transformation des molécules. Cette chimie serait très liée à l'agronomie dont elle transformerait aussi les progrès techniques. La synthèse de molécules d'intérêt biologique pour fabriquer, soit des médicaments, soit des produits intermédiaires transformés ultérieurement donnerait des

* « Pour une prospective de la science. Recherche et technologie : les enjeux de l'avenir » (Seghers).

¹ Directeur général du CNRS.

possibilités nouvelles à la biochimie, qui pourrait ainsi constituer un secteur autonome de la chimie. Une chimie de la synthèse des structures moléculaires, très liée au développement des matériaux, pourrait également émerger; elle contribuerait directement au progrès technologique dans l'industrie automobile, la mécanique, mais aussi en électronique pour la réalisation de structures nouvelles des composants ». Le génie chimique, c'est-à-dire la science des procédés chimiques, resterait, selon P. Papon, sans doute le trait d'union de ce vaste ensemble. Transformé par l'apport des biotechnologies, stimulé par la tendance très forte à économiser de l'énergie et des matières premières, il connaîtrait sans doute des développements technologiques nouveaux, surtout si, à long terme, la nécessité de trouver des substituts au pétrole, à la fois comme combustible et comme source de matières premières pour la chimie, devenait plus pressante. Le regain d'intérêt pour la carbochimie conduirait ainsi probablement à des mutations technologiques importantes.

Dans le chapitre des perspectives à long terme, l'auteur souligne qu'il est probable que l'émergence des sciences du vivant et de l'information au rang des sciences dominantes aura progressivement des conséquences difficilement prévisibles sur la vie même de la science. Une vision mécanicienne de l'univers et de la matière héritée directement de la mécanique de Newton a longtemps dominé l'activité scientifique, et n'a pas été sans influencer certaines conceptions sociales. On peut penser que les concepts biologiques et informatiques auront une influence sur la science et la technologie bien au-delà des limites de leurs disciplines.

« Le rôle d'une discipline « traditionnelle » comme la chimie, en quelque sorte à la charnière entre les sciences de la matière et celles du vivant, pourrait, dans ce contexte, être très important. Que ce soit en génétique, en immunologie, en pharmacologie ou dans la synthèse de matériaux nouveaux, les chimistes seront plus que jamais les architectes capables d'élucider et de construire les structures moléculaires les plus complexes ».

Enfin, P. Papon aborde rapidement la question de la balance des brevets et licences, en ces termes :

« La valorisation insuffisante des résultats de la recherche nationale se traduit dans le déficit relativement important de la balance des brevets et licences de la France, le taux de couverture étant inférieur à 50 % (le déficit a atteint, en 1981, 2,6 milliards de francs, pour une dépense totale de l'ordre de 5 milliards). Ce déficit est également le reflet d'une dépendance technologique du pays, à l'égard des grands pays industriels, en particulier des États-Unis, de l'Allemagne de l'Ouest, de la Grande-Bretagne mais aussi de la Suisse. La pénétration de la technologie étrangère par les brevets et les accords de licences conduit peu à peu à la domination technologique de

l'industrie française et, de là, à une perte d'indépendance ».

Il faut cependant faire remarquer (dommage que l'auteur ne l'ait pas souligné), que les significations technologiques de ces licences peuvent être très différentes, couvrant aussi bien un nouveau procédé catalytique de pétrochimie qu'un modèle de désodorisant ménager. En fait, jusqu'à présent notre balance pour la chimie de base est restée peu coûteuse et on ne peut que se réjouir d'une situation mondiale qui se caractérise par une possibilité d'accès aux nouvelles technologies très générale et peu coûteuse.

Après avoir dressé un bilan des forces et des faiblesses de la science et de la technologie en France, l'auteur envisage, dans un dernier volet, trois scénarios pour l'avenir de la technologie dans notre pays, qu'il nomme respectivement, « l'effacement », « la France duale », et le « néo-colbertisme scientifique et technologique ». L'effacement est le scénario du renoncement et de la démobilisation. Les cloisonnements demeurent et les coopérations entre organismes de recherche et entreprises se révèlent le plus souvent difficiles. Le deuxième scénario correspond, en quelque sorte, à une situation que la France a bien connue depuis les débuts de l'ère industrielle, à savoir la coexistence de secteurs modernes et relativement compétitifs avec d'autres plus rétrogrades incapables d'innover et de se moderniser. Le scénario de la France duale est celui de l'échec d'une conception sociale et culturelle de la science et de la technologie.

Ces deux premières hypothèses sont bien évidemment rejetées par l'auteur, qui, en revanche, plaide avec beaucoup de conviction et quelque courage pour le troisième scénario celui du « néo-colbertisme » qui fait de la France, à l'horizon de l'an 2000, la principale puissance scientifique et technologique de l'Europe occidentale au point de rattraper le Japon dans bon nombre de domaines. Cette dernière remarque, qui reflète le choix politique de l'auteur et suppose le dépassement de la RFA, laissera probablement nombre de lecteurs sceptiques. Cependant P. Papon ajoute immédiatement qu'il s'agit là d'un scénario « volontariste » qui suppose un interventionnisme technologique actif de l'État, la planification des objectifs et des moyens, enfin la mobilisation des scientifiques.

L'absence d'une réelle culture scientifique, insiste l'auteur, partagée par une large communauté de spécialistes et de non-spécialistes (en dehors de l'astronomie et de certaines sciences naturelles, il n'existe d'ailleurs plus de scientifiques amateurs) et les menaces qui pèsent sur l'ensemble d'une culture technique du fait de l'évolution de la technologie, mettent en péril l'intégration même de la science et de la technologie

en tant qu'institutions sociales, dans nos sociétés; ceci peut même nous conduire à mettre en doute la possibilité de réalisation sur le long terme du scénario « néo-colbertiste ».

« On peut cependant penser que les institutions scientifiques « officielles » que sont les grands organismes de recherche et « privées » que sont les Sociétés savantes et les Académies ne resteront plus sans réaction devant cette situation.

Il est donc probable qu'à long terme les Sociétés savantes, qui représentent les structures organisées des communautés scientifiques, et le CNRS, dont le rôle peut être décisif puisqu'il agit sur l'ensemble du champ des connaissances, réagiront afin de faciliter une reconstruction de la culture scientifique pour les praticiens de la recherche eux-mêmes et aussi pour un vaste public ».

Le pouvoir politique, s'il veut faire de la science et de la technologie l'un des éléments clés d'une stratégie pour sortir de la crise, poursuit P. Papon, n'a de chances réelles de réussite à long terme que si cette unification des sciences au sein d'une culture scientifique prend corps. Le soutien actif aux Sociétés savantes et une incitation pour qu'elles s'ouvrent aux problèmes de notre société, font donc partie de la politique qui sous-tend le scénario « néo-colbertiste ».

Ce scénario correspond, dans une large mesure à une tradition colbertiste d'intervention de l'État pour soutenir la science, la technologie et leurs applications économiques et sociales mais aussi il suppose, pour sa réalisation, une certaine dose de coopérations européennes dont on peut se demander comment elle sera acquise face à l'objectif précédemment affiché.

« Conjecturer le futur à un horizon de vingt ans est largement un pari, conclut P. Papon. Nous avons voulu montrer à l'aide de trois scénarios qu'une politique, que nous avons baptisée de « néo-colbertisme », qui allierait la volonté de la communauté scientifique de se mobiliser sur de grands objectifs nationaux de recherche et de développement technologique à celle du pouvoir politique de sortir de la crise en misant sur la science et la technologie, pouvait éviter le déclin à long terme de notre pays. Le risque est grand, en effet, qu'à défaut d'une politique volontariste, poursuivie avec continuité au prix de grands efforts, on ne parvienne par renoncement à la situation d'une « France duale » où coexisteraient des secteurs modernes et compétitifs et des secteurs en récession. C'est la capacité de mobiliser les scientifiques et les ingénieurs sur des grands objectifs nationaux qui a pu assurer à la fois le développement des connaissances et la modernisation technologique des structures du pays à plusieurs reprises au cours de son histoire.

C'est en ce sens que le scénario « néo-colbertiste » constitue à la fois un projet et un grand pari pour l'avenir ».

Réactions chimiques & Produits dangereux

La création de cette sous-rubrique dans la rubrique « Sécurité » doit être considérée comme la mise en place d'un lieu d'échange des expériences et des connaissances entre toutes les personnes appelées à manipuler des produits chimiques en différentes circonstances : laboratoires de recherches, ateliers de production, salles de travaux pratiques, etc.

Son existence, son contenu et sa périodicité dépendront de vos contributions.

Un triple objectif sera assigné à cette rubrique :

- rappeler des consignes de sécurité peut être élémentaires mais qui trop souvent sont négligées;
- fournir des informations et des références sur des réactions ou des expériences dangereuses qui ont été réellement observées;
- procurer des informations répertoriées dans la littérature sur la toxicité des produits chimiques couramment manipulés (solvants, réactifs...).

Aidez-nous à faire évoluer cette rubrique en nous faisant parvenir vos contributions. N'hésitez pas à nous faire bénéficier de vos observations, mais aussi de vos conseils et de vos suggestions. Nous comptons sur votre soutien.

A. Picot

● Note n° 5 : Utilisation des manodétendeurs en alliage de nickel en présence d'oxyde de carbone

Note proposée par M.-A. Brendel (1).

A. Description de l'incident

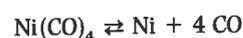
Un manodétendeur de type DE 38 (L'Air Liquide) avec une membrane en inox est placé sur une bouteille de gaz comprimé renfermant un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone. Le système de branchement est formé par un tube en inox muni de deux vannes aiguilles NUPRO. Ce montage se prolonge par un réacteur en quartz placé dans un four dont la température varie de 150 à 300 °C en 8 heures. Seul le réacteur est plongé dans le four.

Lors d'une expérimentation mettant en jeu un catalyseur à base de cuivre et de zinc il est constaté la formation d'un dépôt métallique dans la branche du tube se trouvant en amont du catalyseur. L'analyse de ce dépôt métallique montre qu'il s'agit de nickel.

B. Analyse de la formation du nickel-carbonyle

La suppression des vannes NUPRO qui sont en laiton nickelé, et le remplacement du manodétendeur par un autre appareil ne

contenant pas de nickel, entraîne la disparition du dépôt métallique. Le dépôt de nickel provient en fait d'une attaque simultanée du laiton nickelé des vannes, du nickel utilisé lors du chromage du manodétendeur et même de la membrane en acier inox. Dans les conditions de l'expérience, à haute pression (160 bars dans la bouteille), l'oxyde de carbone attaque le nickel de ces éléments en formant du nickel-carbonyle. D'autres métaux, comme le fer, le cobalt, le manganèse et même l'or forment aussi en présence d'oxyde de carbone sous pression des métaux-carbonyle, peu stables et très souvent toxiques. Le dépôt de nickel dans le réacteur en quartz est probablement dû à la décomposition du nickel-carbonyle sous l'effet de la chaleur en donnant naissance à du nickel métallique et à de l'oxyde de carbone



Dans cette expérience, la présence d'hydrogène sous pression peut contribuer à fragiliser les métaux et favoriser ainsi leur attaque ultérieure par l'oxyde de carbone.

C. Mesures de prévention

- Ne pas utiliser en présence d'oxyde de carbone de matériel contenant du nickel (manodétendeur, système de branchement...). Pour les manodétendeurs, choisissez un matériel en laiton ou en inox exempt de nickel.
- Baliser les réactions utilisant l'oxyde de carbone.
- Opérer en système entièrement clos sous une sorbonne très bien ventilée (les vapeurs de nickel carbonyle sont six fois plus lourdes que l'air).
- Placer un système de détection de l'oxyde de carbone*.
- Éventuellement travailler avec un appareil respiratoire isolant ou autonome**.

D. Propriétés du nickel-carbonyle Ni(CO)₄ : nickel tétracarbonyle

Propriétés physiques M = 170,75

Liquide incolore, très volatile (Eb = 42 °C), *très inflammable, très instable* : décomposition à partir de 50 °C (explosion à 60 °C par chauffage à l'air)***.

Il est très peu soluble dans l'eau (0,018 g/100 ml d'eau à 10 °C) mais soluble dans les solvants organiques et les graisses.

Toxicité (2-8)

● Toxicité aiguë

Parmi les produits rencontrés en laboratoire, le nickel-carbonyle est l'un des plus dangereux et des plus toxiques. Il est 100 fois plus toxique que l'oxyde de carbone. L'exposition pendant 30 minutes à une atmosphère contenant 57 ppm est fatale pour l'Homme. L'intensité de l'intoxication dépend de la concentration, du temps d'exposition et de la susceptibilité individuelle. Dès le début de l'intoxication, apparition de troubles généraux (nausées, vertiges, toux, dyspnée, fièvre...). Après un temps de latence variable selon les individus (12, 36 heures ou même plusieurs jours) se développe une atteinte pulmonaire grave (broncho-pneumonie, œdème pulmonaire...) avec troubles cardiaques (tachycardie...) et nerveux (délire avec convulsions...).

La mort intervient en 4 à 13 jours par hémorragie cérébrale, arrêt cardiaque... En cas de survie, on observe souvent des séquelles importantes (insuffisance respiratoire).

Selon le NIOSH (U.S.A.), la concentration moyenne tolérable pour le nickel carbonyle est de 0,001 ppm (0,007 mg/m³).

● Toxicité à long terme

Comme pour les autres dérivés du nickel, les effets à long terme chez les animaux touchent surtout les voies respiratoires (poumons, fosses-nasales...) et la peau (allergie). Par inhalation, on observe chez le Rat l'apparition de cancers pulmonaires. De plus le nickel-carbonyle s'est montré, en expérimentation animale, embryotoxique et fœtotoxique.

Plusieurs études épidémiologiques ont montré qu'un taux

* Actuellement, il ne semble pas exister de système permettant de détecter, de façon sélective, en continu, le nickel carbonyle.

** Ces appareils respiratoires nécessitent un entraînement car leur mise en œuvre n'est pas évidente pour un débutant.

*** Le nickel carbonyle explose sous une pression partielle de 15 mm de mercure lorsqu'il est mélangé avec l'oxygène; cette explosion est précédée par une période d'induction plus ou moins longue.

anormalement élevé de cancers des fosses-nasales et des poumons était observé chez des ouvriers de l'industrie du nickel.

Il faut remarquer que du nickel-carbonyle gazeux se forme lors des opérations de raffinage du nickel.

Depuis 1949, les cancers broncho-pulmonaires et des fosses-nasales sont reconnus comme maladie professionnelle en Grande-Bretagne mais non en France. Les affections provoquées par le nickel figurent sur la liste des maladies à caractère professionnel (n° 28).

● Mécanisme de la toxicité

De par sa lipophilie, le nickel-carbonyle traverse facilement les membranes cellulaires et va se concentrer dans le noyau.

Il peut se fixer sur différentes cibles : protéines, acides nucléiques notamment l'ARN. Ce composé bloque la synthèse de l'ARN en inhibant l'ARN-polymérase. Au niveau cellulaire, le nickel-carbonyle se décompose en libérant de l'oxyde de carbone et du nickel métallique, qui est ultérieurement oxydé en sel de nickel (Ni²⁺). L'oxyde de carbone est rejeté par voie pulmonaire, et les sels de nickel sont éliminés par les urines.

Le dosage du nickel sanguin et urinaire permet, à long terme, d'établir une corrélation entre le niveau d'exposition et le risque cancérigène. A court terme, il permet de connaître le niveau d'imprégnation de l'organisme.

En cas d'intoxication par le nickel-carbonyle, l'utilisation de diéthylthiocarbamate de sodium par voie orale est efficace.

Le nickel-carbonyle est un produit :

- très dangereux : inflammable, explosif
- très toxique : mortel à forte concentration, cancérigène (poumons, cavité nasale...), tératogène en expérimentation animale.

Sa manipulation doit être entourée d'un maximum de précautions.

Remarque : Les autres métaux carbonyles, comme le fer pentacarbonyle Fe(CO)₅, sont, en général, moins toxiques que le nickel-carbonyle (3).

Bibliographie

- (1) M.A. Brendel : Ingénieur de Sécurité de la VII^e Circonscription du CNRS (Villeurbanne).
- (2) « Nickel carbonyl : Effects of exposure to toxic gases, first aid and medical treatment » par W. Braker, A.L. Mossman et D. Siegel (second Edition, pages 106-110, 1977, Matheson, Lyndhurst, New Jersey).
- (3) « Metal Carbonyls » par H.E. Stokinger, pages 1792-1807 dans « Patty's industrial hygiene and toxicology », III^e Edition, G.D. Clayton et F. Clayton Ed. 1981, Wiley, Interscience Pu.
- (4) J.M. Haguenoer et D. Furon : « Toxicologie et hygiène industrielles »; Nickel, tome 2 : Les dérivés minéraux; page 543-592, 1982; Technique et Documentation. Paris
- (5) « Nickel toxicology », S.S. Brown et F.W. Sunderman, Ed 1980, Academic Press, New York.
- (6) F.W. Sunderman : « A review of the metabolism and toxicology of nickel », *Annals of Clinical and Laboratory Science*; 1977, 7, (5), 337.
- (7) « IARC monography, on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man », vol. 11, 1976, IARC Lyon.
- (8) « Le nickel dans l'environnement humain », Symposium, 8-11 mars 1983, CIRC, Lyon.

Poussières : attention aux explosions !

Le Groupe « Normandie » de l'AGREPI (Association des Agréés Prévention-Incendie) a organisé récemment, à Bolbec, une journée d'information sur les explosions de poussières, à l'intention des spécialistes de la sécurité, des concepteurs d'installation et des responsables d'exploitation.

18 octobre 1982 : une explosion retentit dans un silo de stockage d'orge et de malt du port de Metz. Le bilan est lourd (un silo entièrement détruit et douze victimes) et fait de cette catastrophe la plus meurtrière enregistrée sur le sol français dans une capacité de stockage.

Pour les huit dernières années, les statistiques en France font état de « 7 explosions de silos de céréales, 8 explosions dans les tours d'atomisation de poudre de lait dans le secteur coopératif, de plusieurs explosions de zinc pulvérulent, de matières plastiques diverses et de poussières de charbon ».

Dans une statistique récente, la RFA estime qu'il se produit environ 300 explosions de poussières par an. « Pour que de telles explosions aient lieu, plusieurs conditions sont simultanément nécessaires », a précisé J. P. Pineau, Chef du Groupe « Explosions » au CERCHAR* :

- La présence d'un combustible pulvérulent en grande quantité, mais « en tas », c'est-à-dire sous une forme condensée,
- un comburant (en général l'oxygène de l'air),
- une source d'inflammation.

Ces trois premières conditions rassemblées caractérisent ce que l'on appelle le « triangle du feu ».

Il convient d'y ajouter trois autres conditions nécessaires au déclenchement de l'explosion :

- existence d'une certaine quantité de poussières en suspension,
- concentration de ces poussières dans leur domaine propre d'explosibilité,
- existence enfin d'une situation de confinement.

On peut alors analyser ainsi le mécanisme de naissance, puis de propagation d'un « coup de poussière ». La quasi totalité des produits pulvérolents combustibles traités dans l'industrie contiennent du carbone, de l'hydrogène, du soufre et de l'azote. A un instant donné un nuage de poussières peut être chauffé fortement (au moins localement) par une source d'inflammation (étincelle électrique ou frottement d'origine mécanique). Ces grains de poussières chauffés vont émettre des gaz combustibles tels que le méthane ou l'hydrogène qui, mélangés à l'air, vont s'enflammer, dégageant ainsi de la chaleur. A son tour, ce rayonnement chauffe les poussières situées à proximité de la zone en cours de combustion. L'explosion se propage ainsi de proche en proche tant qu'un nuage de poussières est présent. Le phénomène est d'autant plus marqué dans une enceinte fermée, où l'on constate l'apparition d'une surpression due au fait que les gaz de combustion sont portés à haute température.

L'expansion de ces gaz comprimés crée une chasse d'air qui pourra soulever les poussières présentes en dépôt. La flamme qui se propage derrière enflammera les poussières et ce phénomène pourra ainsi se reproduire de proche en proche tant que de la poussière est présente.

Des recherches menées sur ces mécanismes de poussières ont permis de mettre au point des mesures de prévention et de lutte contre les explosions.

L'élimination des causes possibles de ces explosions est l'un des domaines d'action privilégiés des équipes de sécurité. La liste des moyens à employer est longue et va de l'interdiction de fumer, à la mise à la terre des installations électriques en passant par l'utilisation d'un matériel étanche ou anti-déflagrant. La modification du procédé est souvent la meilleure méthode d'amélioration de la sécurité et permet, dans bien des cas, l'élimination du produit dangereux. Toutefois, le phénomène d'explosion peut apparaître mais son évolution va être stoppée, soit par un système de noyage ultra-rapide muni d'un réservoir contenant l'agent extincteur sous pression (très souvent de l'eau), soit par différents systèmes de suppression d'explosions (clapets anti-explosion, obturateurs, grilles d'arrêt de flammes).



Le silo de stockage d'orge et de malt du port de Metz après l'explosion du 18 octobre 1982.

* CERCHAR : Centre d'Études et de Recherches des Charbonnages de France.

Bilan

Nature des poussières	Nombre d'accidents	Pourcentage %
Bois	98	33,7
Aliments	70	24
Matières synthétiques	40	28
Charbon/tourbe	28	9,6
Métaux	30	10,3
Papier	7	2,4
Divers	18	6,2

(Source BECK (H) : Staubexplosionen in den letzten Jahre und ihre Ursachen, *Moderne Unfallverhütung* 22, 78-81.)

Malgré toutes les précautions prises, le phénomène d'explosion peut se développer mais ses effets vont être limités, voire annulés.

Trois méthodes permettent de minimiser les conséquences d'une explosion. En premier lieu, l'utilisation de parties faibles (événements ou disques claquables) sur une installation, se rompant avant que la pression ne devienne trop importante. En deuxième lieu, l'utilisation de structures capables de résister à l'onde de surpression, enfin une implantation réfléchie et bien étudiée des ateliers d'une usine ou des différents éléments d'un atelier.

« L'impact sur la sécurité humaine est immédiat d'autant plus que les zones dangereuses seront, autant que possible, interdites au personnel », a précisé J.C Bernard, Chef du Département « Ingénierie de Sécurité » de la SNPE (Société Nationale des Poudres et Explosifs).

Devant le succès remporté par cette manifestation, l'AGREPI organisera, en 1984, un colloque articulé autour de deux thèmes principaux; les explosions de vapeur et les problèmes nouveaux de sécurité posés par la réduction des rejets industriels dans les usines.

M.D.

Source d'inflammation ayant déclenché l'explosion

Source d'inflammation	Nombre d'accidents	Pourcentage d'accidents par rapport au total
Étincelles d'origine mécanique . . .	86	29,6
Frottement obtenu mécaniquement (dont étincelles de friction)	26	8,9
Auto-inflammation et nids rougeoyants	44	15,1
Surface chauffée	19	6,5
Flamme	24	8,2
Travaux de soudure	14	4,8
Matériel électrique	10	3,4
Étincelles électrostatiques	27	9,3
Source non connue	34	11,7
Divers	7	2,4
Total	281	

Source BECK (H) : Staubexplosionen in den letzten Jahren und ihre Ursachen, *Moderne Unfallverhütung*, 22, 78-81.)

Pour tous renseignements, s'adresser à : Association des AGRéés Prévention-Incendie du Centre National de Prévention et de Protection Groupe « Normandie ». (Président M. Roger Meheust, Chef de sécurité.) ORIL S.A., BP 17, 76210 Bolbec. Tél : (35) 31.08.05.

Parlez-vous correctement « chromatographie » ? Ce n'est pas certain ?



Alors, achetez sans tarder...

LE COMPENDIUM DE LA NOMENCLATURE EN CHIMIE ANALYTIQUE

Traduction française du « Compendium of analytical nomenclature » (règles définitives de 1977) publié, en 1978, par la Division de chimie analytique de l'IUPAC.

1 volume de 256 pages édité par la S.C.F.

- Prix pour France, Europe, Afrique du Nord : 300 F. T.T.C.
- Pour les autres pays : 330 F.
- Pour les Membres de la S.C.F. (1 exemplaire par personne physique ou morale) : 180 F. T.T.C.

Adresser les commandes à la Société Chimique de France, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris, accompagnées du règlement par chèque bancaire ou chèque postal (280-28 Paris W) à l'ordre de la Société Chimique de France. Le livre est aussi en vente au siège de la Société.

<p>Analyse spectrale 5, 10, 11 Appel d'offres 21 Biochimie, biologie 12, 13, 15 Chimie analytique 5, 15 Chimie de coordination 1 Chimie du solide 7 Chimie fine 12, 21 Chimie minérale 1 Chimie organique 3, 10 Chimie thérapeutique 12</p>	<p>Commémoration 2, 20 Documentation 16 Eaux 13 École d'été 11 Explosion 9 Expositions 2, 17, 18 Filtration 14 Formation continue (encadré dans le texte)</p>	<p>Industrie 4, 6, 8, 9, 14, 17, 18, 21 Matériaux 7 Organométalliques 3 Pesticides 6 Phosphore 13 Pollution 15 Publications 19 Radioactivité 2 Toxicologie 4</p>
--	--	--

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

1. Cycle de séminaires de chimie minérale de l'Institut de Chimie Moléculaire d'Orsay.

Les séminaires ont lieu à l'Université Paris Sud, Centre d'Orsay, dans la Salle de conférences de l'Institut, Bâtiment 410, à 16 h 30.

- Mercredi 28 mars 1984, Dr. Alain Gleizes (L.C.C., E.N.S. Chimie Toulouse): *Effets de dimensionalité dans une série de complexes bimétalliques.*
- Mercredi 25 avril 1984, Pr. Jean-Michel Savéant (Université de Paris VII): *Effets de superstructures moléculaires en oxydo-réduction; exemple: les complexes porphyriniques.*

2. Expositions du Palais de la Découverte

- « La Perle et la nacre », jusqu'au 15 septembre 1984.
- « La découverte de la radioactivité artificielle par Irène et Frédéric Joliot-Curie » (50^e anniversaire) du 3 avril au 15 septembre 1984.

Palais de la Découverte, avenue Franklin-D-Roosevelt, Paris (8^e).

3. Conférence des Laboratoires de Vitry-Thiais

Elles ont lieu dans l'Auditorium du Groupe.

- Mercredi 25 avril 1984, 10 h 30 : Dr G. Cahiez (Université Paris VI) : *Quelques applications des organomanganeux en synthèse.*
- Mercredi 9 mai 1984, 10 h 30 : Dr P. Savignac (C.N.R.S., S.N.P.E., Thiais) : *Les phosphonates fonctionnels: un second souffle.*
- Mercredi 23 mai 1984, 10 h 30 : Professeur A. Clerici (École Polytechnique, Milan) : *Radical Coupling and/or Radical Addition to the Carbonyl Carbon Promoted by Titanium Trichloride on Carbonyl Compounds in Aqueous Acidic or Basic Media. Stereochemistry and Mechanisms.*
- Mercredi 30 mai 1984, 10 h 30 : Dr R. E. Banks (University of Manchester) : *Adventures with Azides of the Fluorocarbon Class: in Hot Pursuit of Perfluorinated Nitrenes.*

4. Hygiène et toxicologie

Le programme des Journées « hygiène et toxicologie » qui auront lieu les 26 et 27 avril prochain, à Lyon, vient de paraître.

Pour tous renseignements : Institut Interprofessionnel de Formation Rhône-Alpes 6, rue Jean-Macé, 69190 Saint-Fons. Tél. (7) 870.99.85.

5. Stages Philips

La Société Philips organise, au cours du premier semestre 1984, deux types de stages de formation sur les techniques de l'infrarouge et de l'absorption atomique : **Les stages en association avec l'A.F.P.A.** (Association pour la Formation Professionnelle des Adultes),

- du 21 au 25 mai 1984 : Initiation à l'analyse organique par absorption infrarouge.
- du 18 au 22 juin 1984 : Acquisition des connaissances fondamentales dans le domaine de l'analyse spectrale en chimie minérale.

Les stages auront lieu au C.F.P.A., 67 av. du Général de Gaulle, 77420 Champs-sur-Marne. Prendre contact avec Mme Rousseau, tél : (6) 005.90.50.

Les stages de formation Philips

- du 22 au 24 mai et du 2 au 4 octobre 1984 : Analyse minérale par des méthodes spectroscopiques.

Le stage aura lieu chez Philips Science et Industrie; 105 rue de Paris, 93002 Bobigny. Prendre contact avec Mme Kuropativa, Tél : (1) 830.11.11, poste 522.

LES FLUIDES SUPERCRITIQUES : CARACTÉRISTIQUES ET APPLICATIONS

Colloque organisé sous le patronage du Ministère de l'Industrie
et de la Recherche (Mission Scientifique et Technique)

JEUDI 24 MAI 1984

de 9 h à 17 h

M.I.R., 1, rue Descartes, PARIS

Proposition de Communications et Inscriptions (100 F) auprès
de M. Perrut, LPCI-ENSIC, 1, rue Grandville, 54042 Nancy Cedex — Tél. : (8) 335-09-97 ou 335-32-25

Secrétaires scientifiques :

M. Adda, Directeur, INRA, Dijon — M. Amen, L'Air Liquide, Les Loges-en-Josas
M. Perrut, Professeur, ENSIC, Nancy
M. Renon, Professeur, École des Mines, Paris — M. Vidal, IFP, Rueil-Malmaison

6. Réunion du Groupe français des pesticides

Cette réunion se tiendra à Bordeaux les 23
et 24 mai 1984.

La première journée sera consacrée à des
conférences sur le thème : *Pesticides et pays
en voie de développement*.

La deuxième journée sera réservée aux
communications scientifiques : chimie des
pesticides, pesticides-sol, pesticides-plantes,
pesticides-animaux, pesticides-homme.

Pour tout renseignement complémentaire
s'adresser au Dr J. F. Narbonne, Université
de Bordeaux I, avenue des Facultés, 33405
Talence Cedex. Tél. (56) 80.68.00,
poste 252.

7. Colloque national sur les matériaux

Le Ministère de l'Industrie et de la
Recherche (Mission matériaux) et le
C.N.R.S. (programme PIRMAT) organisent
un colloque qui vise à réunir industriels et
chercheurs ayant des vocations complé-
mentaires, à focaliser l'attention de la
communauté scientifique sur des problèmes
d'actualité et à faire le bilan des actions
Matériaux du M.I.R. et du C.N.R.S. Le
colloque se tiendra du 28 au 30 mai 1984,
au Palais des Congrès, à Paris (Porte
Maillot). Son programme est le suivant :

- Perspectives et problèmes scientifiques liés
aux nouveaux matériaux
- Endommagement des matériaux
- Actions thématiques : matériaux macromo-
léculaires, matériaux macroscopiques aléatoires
et céramiques, fatigue et rupture, plasticité.

Ses modalités incluent des exposés de
synthèse, une importante présentation de
travaux par affiches, deux Tables rondes
animées par MM. Gobin (nouveaux maté-
riaux) et Wintenberger (endommagement
des matériaux) et trois réunions de travail
spécialisées.

Les responsables du Colloque sont
P. F. Gobin (M.I.R.) et J. Hanus (C.N.R.S.).

Informations et programme auprès de M.
Rodot, C.N.R.S., 1 place A.-Briand, 92190
Meudon, Tél. (1) 534.75.50.

8. 7^e Forum électro-industriel national

Ce 7^e Forum se tiendra du 28 au 30 mai
1984, à Deauville, sur le thème, *Pour la
chimie française un nouvel atout : l'électricité*.
Il est entrepris en liaison avec Électricité de
France et avec les principaux organismes
représentatifs de la profession.

Ce Forum permettra de faire le point sur
l'intérêt de l'utilisation de l'électricité dans
les divers processus de fabrication mis en
œuvre dans les industries chimiques.

Pour tous renseignements : Comité Fran-
çais d'Électrothermie, Tour Atlantique,
92080 Paris La Défense, Cedex 6. Tél. : (1)
775.18.04/(1) 773.66.15.

9. Prévention des explosions

C'est le thème du 9^e Colloque international
pour la prévention des risques profession-
nels dans l'industrie chimique, qui se
tiendra, du 5 au 7 juin 1984, à Lucerne
(Suisse).

Renseignements et inscriptions : 9. Interna-
tionales Kolloquium der I.V.S.S. p. Adr.,
Schweizerische Unfallversicherungs-anstalt
— SUVA, Fluhmattstrasse 1, CH-6002
Luzern, Suisse.

10. Conférence EUCEM : nouvelles techniques en spectrométrie de masse organique

Cette conférence se tiendra, du 1^{er} au
5 juillet 1984, en Suède, à Lidingö (à
10 km de Stockholm). Elle est organisée
sous l'égide de l'Académie Royale Suédoise
des Sciences.

Pour tous renseignements : Bengt Karlsson,
Conference secretary, The Swedish National
Committee for Chemistry, Upplands
gatan 6 A, S-111 23 Stockholm, Suède.

11. École d'été R-2-D-1

Une École d'été francophone sur « la théorie
et les applications de la Résonance
Magnétique Nucléaire à Deux Dimensions
R-2-D-1 » se tiendra à Orléans, du 27 août
au 8 septembre 1984. L'enseignement
comportera des cours, des Tables rondes et
des travaux pratiques (Spectromètre
Bruker 200 MHz).

Les thèmes suivants seront abordés :

- Principes de base d'une expérience à
deux dimensions
- Expériences à une dimension liée à la
RMN 2D-Modèle Vectoriel

- Transfert d'aimantation et de cohérence
- Traitement du signal
- Corrélations J- δ et corrélations δ - δ homo et hétéronucléaires (COSY, SECSY)
- Spectroscopie à plusieurs quanta
- Corrélation par la relaxation et l'échange chimique (NOESY)
- Applications chimiques et biochimiques.

L'accord de principe des conférenciers suivants est acquis :

R. Freeman (Oxford); G. Morris (Manchester); M. Lewitt (E. T. H. Zurich); O. Sorensen (E. T. H. Zurich); D. Canet (Nancy); G. Pouzard (Marseille); J. Y. Lallemand (Gif-sur-Yvette) et A. Briguet (Lyon).

Les frais d'inscription et d'hébergement (en Cité Universitaire) seront de l'ordre de 1 000 F. Un petit nombre de bourses de 1 000 F sera accordé à des jeunes chercheurs. Le nombre de participants sera limité à 60.

Pour tous renseignements, veuillez contacter : B. Ancian, Itodys, Université Paris VII, 1, rue Guy de la Brosse, 75005 Paris, Tél. (1) 336. 25.25. p. 5787 ou J. Ph. Grivet, Centre de Biophysique Moléculaire, Université d'Orléans, 1A., avenue de la Recherche Scientifique, 45045 Orléans Cedex, Tél. (38) 63.10.04.

Formation continue du CNAM

- Automatisation des opérations élémentaires à l'échelle du laboratoire (1^{er} niveau)

du 14 au 18 mai 1984; durée de la formation : 35 heures

Objectif : ce stage est une initiation au principe de fonctionnement des systèmes permettant l'automatisation des opérations à l'échelle du laboratoire de synthèse organique ou minérale. *Aucune connaissance en électronique n'est nécessaire.*

- Automatisation des opérations élémentaires à l'échelle du laboratoire (2^e niveau)

du 18 au 22 juin 1984; durée de la formation : 35 heures.

Objectif : ce stage est une initiation à l'utilisation des automates programmables pour la réalisation de manipulations au laboratoire impliquant des opérations simultanées (combinatoires) ou successives (séquentielles). *Aucune connaissance en informatique n'est nécessaire.*

Une documentation est à votre disposition.

Renseignements : CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers); Service de la formation continue, 292 rue Saint-Martin, 75141 Paris Cedex 03, Tél. : (1) 274.40.50.

12. Réunion de la Société Franco-Japonaise de Chimie Fine et Thérapeutique

La réunion de la Société Franco-Japonaise de Chimie Fine et Thérapeutique (FJS 84) se tiendra du 16 au 19 septembre 1984, à Spohia-Antipolis (Valbonne).

Cette réunion est destinée à permettre des échanges scientifiques entre universitaires et industriels concernés des deux pays.

La première circulaire (accompagnée d'un bulletin d'inscription) sera adressée à toute personne qui en fera la demande écrite à : Mr P. Potier, Institut de Chimie des Substances Naturelles du C.N.R.S., 91190 Gif-sur-Yvette.

Les inscriptions seront closes, au plus tard, le 30 avril 1984.

13. Élimination biologique du phosphore des eaux usées

Sur ce thème et sous l'égide de l'AIRPEM et du CFRP se tiendra, les 24 et 25 septembre 1984 à Paris, un séminaire international post-conférence.

Ce séminaire, lié à la 12^e conférence de l'AIRPEM se tenant à Amsterdam du 17 au 21 septembre 1984, est également une manifestation qui entre dans le cadre des activités du Groupement de recherche sur l'élimination biologique du phosphore créé à l'issue de la post-conférence AIRPEM de Prétoria en avril 1982. Cette grande manifestation internationale sera l'occasion d'une rencontre entre les spécialistes du monde entier appartenant aux secteurs de la recherche, de l'administration ou de l'industrie : les plus récents procédés permettant l'élimination biologique du phosphore des eaux usées y seront exposés et débattus. Près d'une centaine de propositions de conférences ont d'ores et déjà été reçues et sont actuellement examinées par le Comité Scientifique. Deux Centres de Recherche français, celui de Maison-Laffitte et celui du Pecq ouvriront leurs portes aux participants, lors d'une visite prévue à l'issue du séminaire.

Pour tous renseignements : Dr Michel Florentz, Séminaire phosphore, Anjou-Recherche, 52, rue d'Anjou, 75384 Paris Cedex 08, Tél. 266.91.50.

14. FILTRA 84

La Société Française de Filtration organise son prochain Congrès Exposition FILTRA-84, les 2-3-4 octobre prochain au Centre de Congrès de l'Hôtel Méridien à Paris.

Les thèmes retenus pour les conférences dans le domaine des liquides sont les suivants :

- Évaluation économique des procédés de séparation
- Mesures et asservissements en séparation et filtration
- La mise en œuvre des technologies propres (en fabrication et en traitement des rejets)
- Application des techniques séparatives à la stérilisation

Dans le domaine des gaz, la S.F.F. a retenu le thème suivant : *Propriétés et traitement des nuages de gouttelettes*.

Les projets de conférence doivent parvenir au plus tôt au secrétariat de la S.F.F., 21, avenue de la Division Leclerc, 94230 Cachan (une page en français).

Pour tout renseignement concernant l'Exposition et le Congrès, contacter : IDEXPO, Cachan. Tél. (1). 665.18.34.

15. Pollution en Méditerranée

Dans le cadre des Colloques scientifiques organisés par l'OTAN, nous réalisons à Beaulieu-sur-Mer une réunion scientifique internationale dont le sujet est le suivant : *Stratégies et techniques avancées pour les études des pollutions organiques en mer.*

Les conférenciers prévus sont les suivants : Albaigues (Espagne), Goldberg (USA), Chesselet (France), Buat-Menard (France), Palmork (Norvège), Duce (USA), Moore (Angleterre), Giam (USA), Dou (France), Anderson (USA), Atlas (USA), Wille (France), Baier (USA), Saliot (France), Farrington (USA), Courtot (France), Persoone (Belgique), Gagosian (USA), Blanc (France), Carpine (Monaco).

Le colloque se déroulera, du 4 au 14 octobre, à Beaulieu-sur-Mer, Palais de la Rotonde,

Renseignements : Europe et Méditerranée : Dr H. Dou, Laboratoire de chimie organique A, Centre de St Jérôme, 13397 Marseille Cedex 13, France. Tél. 91-630315.

16. 1^{er} Colloque national sur l'information en chimie

Ce Colloque organisé à Paris à la Maison de la Chimie, les 13 et 14 novembre 1984, par le Centre National de l'Information Chimique avec le concours de la Société de Chimie Industrielle, a pour but de présenter les moyens permettant la maîtrise de l'information en chimie.

Ce Colloque s'adresse aux spécialistes de l'information en chimie et parachimie, et aux chimistes : il est organisé pour se dérouler sous forme de Tables rondes. Plusieurs thèmes ont déjà été retenus :

- Importance de l'information scientifique et technique dans l'industrie chimique et la recherche et politique des Pouvoirs Publics dans ce domaine

- Les bases et banques de données spécialisées : les banques spectroscopiques, les banques de réactions chimiques, les banques technico-économiques.

- L'information relative aux brevets

- Le développement des codes structuraux

- L'apport des nouvelles technologies dans le traitement et l'emploi de l'information.

Au cours de cette Table ronde, le problème de l'information pour les PMI et PME sera discuté avec la participation directe de plusieurs de leurs représentants, par téléconférence.

Ces Tables rondes seront animées par des spécialistes des questions à traiter, français ou étrangers. Le français sera la langue officielle et les interventions qui pourront être faites en anglais bénéficieront de la traduction simultanée.

Une exposition avec des démonstrations se tiendra en même temps.

Pour tous renseignements sur le contenu scientifique : M. Ch. Dutheil, CNIC, tél. : (1) 551.37.40 et sur l'organisation matérielle : secrétariat de la Société de Chimie Industrielle, tél. (1) 555.69.46.

17. RICH 84

Le 8^e RICH, Exposition internationale de chimie, se tiendra, du 29 novembre au 4 décembre 1984, dans le cadre de la Foire de Milan (Italie).

Pour tous renseignements : Segreteria della Mostra Viale Premuda, 2-20129 Milan, (Italie).

18. ACHEMA 85

La Brochure ACHEMA 85 (Francfort-sur-le-Main, 9-15 juin 1985, Rassemblement International des Arts Chimiques, 21^e Congrès-Exposition) vient de paraître en allemand, anglais et français (tirage de 520 000 exemplaires) et peut être obtenue à la DECHEMA. Elle donne une vue d'ensemble sur l'Exposition (importance, groupes visés, améliorations du terrain d'exposition, répartition selon groupes d'exposition, Annuaire ACHEMA 1985, adresses de 34 pays pour les voyages de groupes et d'étude) et sur le programme des

conférences du Congrès. Pour les 21 groupes de thèmes principaux, la date limite pour l'inscription de conférences est le 15 juin 1984.

Demande d'envoi : DECHEMA, Organisation ACHEMA, Boite Postale 97 01 46, D-6000 Francfort-sur-le-Main 97, (RFA).

19. Annuaire des Docteurs ès-sciences (1983-1984)

L'Association nationale des Docteurs ès sciences (ANDES) vient de faire paraître la cinquième édition de l'Annuaire des Docteurs ès sciences (340 pages). Les adhérents de l'ANDES à jour de leur cotisation le recevront gratuitement.

Pour toute commande, écrire à ANDES, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05. Prix : 120 F + port (plus de 500 gr). Règlement à la commande par CCP Paris 76 9277 B ou chèque bancaire à l'ordre de l'ANDES. Une facture peut être adressée sur demande.

20. Colloque Hélène Metzger (1889-1944)

Voici près de quarante ans disparaissait, en déportation, Hélène Metzger; le Centre International de Synthèse se propose d'organiser (fin mai 1985) un Colloque en sa mémoire.

Après avoir publié, dès 1918, *La genèse de la science des cristaux*, elle consacra avec passion toute son activité intellectuelle, tant de recherche que de réflexion et d'animation, à l'histoire des sciences. La parution régulière, pendant l'entre-deux-guerres, d'importants ouvrages fit d'elle une des figures les plus en vue dans ce domaine : *Les doctrines chimiques en France, du début du XVII^e à la fin du XVIII^e s.* (1923), *Newton, Stahl, Boerhave et la doctrine chimique* (1930), *Attraction universelle et religion naturelle chez quelques commentateurs anglais de Newton* (1938).

Elle publie également de nombreux articles dans *Isis*, *Archeion*, *Scientia*, la *Revue de Synthèse*, dont certains de méthodologie historique, ou d'épistémologie.

Tout en voulant se garder elle-même d'inférences illégitimes dépassant les faits historiques, elle gardait en mémoire des questions essentielles : « Sur les rapports de la théologie et de la science, sur la structure de l'intelligence humaine et la détermination de ses réactions quand elle se trouve aux prises avec les problèmes scientifiques les plus fondamentaux, enfin sur l'invention théorique dans ses rapports avec les progrès et les perfectionnements de la méthode expérimentale ». Son appartenance à plusieurs institutions (Centre Interna-

tional de Synthèse, Académie International d'Histoire des Sciences), les fonctions d'administration et d'organisation qu'elle y tint, ses participations à des groupes de travail et à des Colloques rendirent multiforme une influence qu'aujourd'hui viennent prolonger des nouveaux tirages récents de certaines de ses œuvres.

Pour ce Colloque, seront sollicitées des contributions portant sur tous les aspects de l'œuvre et la pensée d'Hélène Metzger; voici à titre indicatif quelques thèmes :

- ses contributions à l'histoire de la chimie, de la cristallographie, du newtonianisme;
- ses positions sur l'épistémologie des sciences empiriques;

- ses vues sur les rapports entre la pensée scientifique, la pensée religieuse et métaphysique; entre la science et la mentalité primitive;

- les rapports entre épistémologie et historiographie des sciences;

- le milieu intellectuel, le contexte culturel;

- l'influence de l'œuvre d'Hélène Metzger.

21. Appel d'offres du MIR

Voies d'accès innovatrices en chimie fine

Le Ministère de l'Industrie et de la Recherche lance, sur ce thème, une Action Concertée en 1984.

Le MIR entend susciter par cet Appel d'Offres des propositions de recherche sur des voies d'accès innovatrices en Chimie fine.

Ces propositions pourront concerner :

- l'étude de nouvelles réactions de synthèse pour la fabrication économique de produits dont le besoin est confirmé sur le marché.

- la conception du procédé : nouvelles matières premières, augmentation de la sélectivité et/ou du taux de transformation, mise en œuvre de nouvelles techniques.

Le but de l'Action est de contribuer à l'amélioration de la compétitivité des entreprises chimiques françaises face à la concurrence.

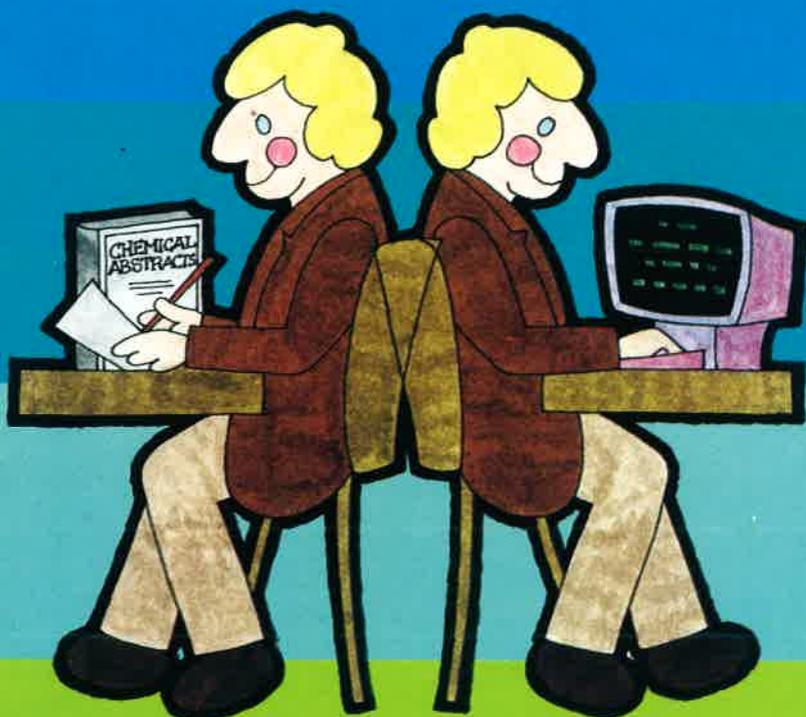
L'Action englobera les produits et les intermédiaires à haute valeur ajoutée qu'ils relèvent de la chimie organique, de la chimie inorganique, de la chimie macromoléculaire ou de la biochimie.

Les demandes d'aide doivent être rédigées sous forme de déclaration d'intention et adressées avant le 2 avril 1984 au Ministère de l'Industrie et de la Recherche, « Voies d'accès innovatrices en Chimie fine », Secrétariat des Comités, M. Le Bosquain, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05

Des renseignements complémentaires et des formulaires pourront être demandés au Secrétariat Département Chimie, Tél. 634.33.65.

CAS ONLINE[®]

The Chemical Search System
From Chemical Abstracts Service



permet d'obtenir sur un terminal en interrogeant par les structures et par les mots-clés :

- les références
 - les résumés
- contenus dans les publications de Chemical Abstracts Service *

le **CNIC**

- organise des sessions de formation pour apprendre à interroger **CAS ONLINE**
- assure l'assistance technique auprès des utilisateurs de **CAS ONLINE**
- peut interroger pour vous **CAS ONLINE**

* l'ensemble des publications de Chemical Abstracts Service est diffusé par le CNIC

Le CNIC vous permet de maîtriser votre information. Vous pouvez accéder directement à toutes les bases de données et obtenir les publications françaises et étrangères qui vous sont indispensables.

Deux possibilités s'offrent à vous :

- Confier à nos ingénieurs vos questions et/ou la veille technologique et scientifique dans votre domaine,
- Interroger vous-même après avoir suivi un stage de formation.

CARTE REPONSE

Je souhaiterais :

- recevoir une documentation sur CAS ONLINE
- assister à une démonstration
- recevoir un ingénieur du CNIC



CENTRE NATIONAL DE L'INFORMATION CHIMIQUE

28 ter, rue Saint-Dominique
75007 Paris - Tél. : (1) 551.37.40



**pour permettre
aux chimistes
un libre accès à toutes
les sources d'information
dont ils peuvent avoir besoin
le CNIC
leur propose
un nouveau service :**

CAS ONLINE®

The Chemical Search System
From Chemical Abstracts Service



LE CENTRE NATIONAL DE L'INFORMATION CHIMIQUE

28 ter, RUE SAINT-DOMINIQUE - 75007 PARIS - TEL. : (1) 551.37.40 + - TELEX : 202 634

nom

société ou
centre de recherches
.....
.....
.....

fonction
.....

adresse.....
.....
.....
.....

tél.



CNIC

CENTRE NATIONAL
DE L'INFORMATION
CHIMIQUE

28 TER, RUE
SAINT-DOMINIQUE

75007 PARIS

pour avoir
des
renseignements
sur
CAS ONLINE
appelez le
CNIC
au
(1) 551.37.40
ou
retournez la
carte ci-jointe

Applications de l'EXAFS en chimie de coordination

J. Goulon¹

Conférence présentée aux Journées de chimie-physique 1983

La récupération, puis l'exploitation du Rayonnement Synchrotron émis par les électrons ou positrons relativistes des anneaux de collision construits pour la physique des hautes énergies constituent une démarche scientifique intéressante de cette dernière décennie. Cette émission présente, en effet, un certain nombre de propriétés remarquables, dont la moindre n'est pas d'offrir une source intense de rayonnement blanc dans le domaine traditionnel des rayons X. Cette propriété, précisément, a permis l'émergence d'une nouvelle méthodologie d'analyse structurale, l'EXAFS (Extended X-ray Absorption Fine Structure) qui, très rapidement, partant du stade de la curiosité de laboratoire s'est imposée comme un outil physico-chimique précieux en chimie de coordination, catalyse, chimie du solide amorphe, électrochimie et métallurgie chimique (1).

Le spectre d'absorption X d'une métalloporphyrine, présenté sur la figure 1, reproduit de manière typique l'allure générale des spectres d'absorption X: une brutale discontinuité du coefficient d'absorption apparaît lorsque les photons X incidents ont une énergie suffisante pour ioniser les couches électroniques les plus profondes (K ou L) du métal. Au-delà de ce seuil de photo-ionisation, se dessinent des oscillations, découvertes il y a plus de 50 ans par Kronig (2), et désignées aujourd'hui sous le sigle d'EXAFS. L'origine phénoménologique de ces oscillations est maintenant très claire: elles traduisent l'existence d'un système d'ondes stationnaires entre l'onde associée au photoélectron éjecté sous excitation X et ses composants rétrodiffusés par les autres diffuseurs constituant le proche environnement de l'élément métallique absorbateur. Si l'on introduit ainsi le moment transféré au photoélectron: $k = [2m_e(E_{RX} - E_0)\hbar^{-2}]^{1/2}$, exprimé en fonction de l'énergie E_{RX} , des photons X incidents et du seuil E_0 de photo-ionisation, on montre que l'analyse harmonique de ces oscillations d'EXAFS $\chi(k)$ permet de remonter, par une simple transformation de Fourier, à une pseudo distribution radiale $\tilde{\chi}(R)$ des atomes constituant le proche environnement de l'atome absorbateur ($R < 6 \text{ \AA}$). La prise en compte de développements théoriques récents, se rapportant au calcul « ab-initio » et à la transférabilité des déphasages et amplitudes de rétrodiffusion d'un photoélectron en interaction avec un système multiélectronique donné (1), permet aussi d'accéder à la distribution radiale vraie recherchée. Pour chaque couche j d'atomes diffuseurs située à la distance R_j du centre absorbateur, on peut donc atteindre une estimation précise des distances moyennes $\bar{R}_j (\pm 0,01 \text{ \AA})$, l'ordre de grandeur du second moment σ_j^2 (Debye-Waller) = $\langle (R - \bar{R}_j)^2 \rangle$, et le nombre de centres diffuseurs. On peut aussi le cas échéant identifier certains diffuseurs en jouant sur les différences d'amplitude de rétrodiffusion et de déphasage existant entre diffuseurs légers (C,N,O) ou lourds (Z>20).

L'originalité et l'intérêt de la méthode résident dans le fait que ces informations structurales peuvent être obtenues dans des systèmes dépourvus d'ordre à longue distance: il n'est pas nécessaire de disposer de cristaux, et l'on peut opérer tout aussi bien sur des

poudres, des solutions, des verres et chercher à caractériser directement « in situ » des milieux réactifs ou instables chimiquement (catalyseurs, intermédiaires modèles de métalloprotéines). Le potentiel d'applications de la méthode s'est trouvé singulièrement accru lorsque diverses équipes ont pris conscience de la possibilité de détecter les spectres EXAFS à partir des émissions secondaires radiatives ou non, associées à la relaxation de la lacune créée en couche profonde par photo-ionisation X. En particulier, l'utilisation de l'émission de fluorescence X (3) permet l'étude EXAFS de systèmes très dilués: les métalloprotéines difficilement isolables et purifiables et correspondant à des masses moléculaires énormes ont constitué un champ d'application tout désigné pour cette méthode. En collaboration avec divers laboratoires universitaires et le Centre de recherche ELF-Solaize, nous avons spécialement développé cette méthode pour l'étude de la sphère de coordination du vanadium et du nickel présent à l'état de traces dans les fractions lourdes pétrolières. Ce travail, dont la publication est sous presse (4), souligne la prééminence des fractions porphyriniques et constitue une excellente illustration de la potentialité de la méthode, puisque aucune autre méthode spectroscopique n'avait permis d'aboutir à une conclusion aussi nette sur les échantillons étudiés. Certains produits présentent sous excitation X une luminescence UV-visible capable aussi de reproduire les oscillations d'EXAFS. Nous avons vérifié ainsi que, dans le cas d'un mélange de deux espèces dont une seule possède

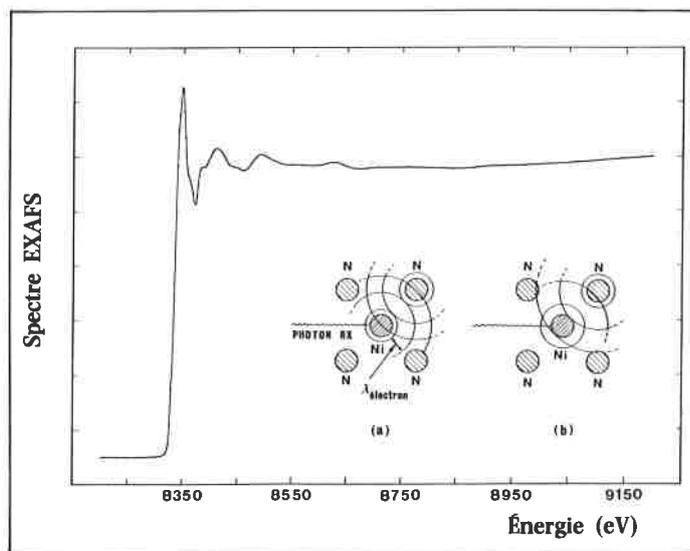


Figure 1. Spectre d'absorption X d'une métalloporphyrine au seuil K de photo-ionisation du métal: cas de l'octaéthylporphyrine de nickel (OEP: Ni).

¹ Maître de Recherche au CNRS, Laboratoire de chimie théorique et des interactions moléculaires, E.R.A. n° 22 au CNRS, Université de Nancy I, B.P. 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy, et LURE Laboratoire propre du CNRS associé à l'Université de Paris-Sud, Bât. 209c, 91405 Orsay

une telle émission UV-visible, il devenait alors possible d'atteindre de manière sélective le spectre EXAFS de la seule luminescente (5). S'il apparaît maintenant indiscutable que la méthode EXAFS peut être un outil puissant d'investigation structurale en chimie de coordination, en revanche il serait dangereux de mésestimer les difficultés de l'analyse des spectres, surtout lorsque l'environnement de l'atome absorbeur présente un degré de symétrie réduit ou un désordre structural important, ou encore lorsque cet environnement comporte à des distances voisines des atomes de nature fort différente. La chimie des porphyrines, outre ses importantes implications biologiques ou même industrielles si l'on se réfère au problème des traces de vanadium/nickel dans les fractions lourdes pétrolières, offre un banc d'essai attrayant pour une bonne évaluation de ces difficultés d'analyse (6). Ainsi la figure 2, reproduit une comparaison de la partie imaginaire de la transformée de Fourier complexe $\text{Im}[\tilde{\chi}(R)]$ des spectres EXAFS $\chi(k)$ de deux porphyrines de vanadyle (OEP: V = O) et thiovanadyle (OEP: V = S). S'il est aisé pour la porphyrine de vanadyle d'identifier les pics associés aux couches successives de diffuseurs: $R_1(V = O)$, $R_2(V \dots N)$, $R_3(V \dots C_a)$, $R_4(V \dots C_{meso})$, $R_5(V \dots C_b) \dots$ et de vérifier que les distances correspondantes sont en parfait accord avec la radiocristallographie (4), en revanche les signaux $R_1(V = S)$ et $R_2(V \dots N)$ du composé OEP: V = S sont impossibles à assigner. Nous avons montré que la cause profonde de cette difficulté était liée à une interférence destructive des signaux $\chi_{V=S}(k)$ et $\chi_{V=N}(k)$ provoquée par le fait, parfaitement établi au plan théorique, que les déphasages respectifs des deux diffuseurs (S, N) diffèrent sensiblement de π . L'information structurale perdue peut cependant être recouvrée en étudiant le spectre de différence: (OEP: V = S) - (OEP: V = O) reproduit également sur la figure 3. L'analyse du signal résiduel $\tilde{\chi}(V = S) - \tilde{\chi}(V = O)$ permet alors de remonter à la distance $R(V = S)$ avec une excellente précision (7). Une approche de ce genre, basée sur une différence de spectres d'excellente qualité, a pu être transposée avec succès à d'autres problèmes, où la limitation était plutôt liée à une résolution insuffisante des signaux (8). Nous avons aussi apporté à la méthode d'autres raffinements comme la prise en compte dans certaines comparaisons, du déplacement axial du métal hors du plan porphyrinique. Ainsi au registre des succès de ce type d'analyse, nous indiquerons par exemple d'élucidation des spectres EXAFS de

dérivés peroxy ($M \begin{smallmatrix} O \\ | \\ | \\ O \end{smallmatrix}$) de métalloporphyrines (7), ou la mise en évidence de la structure polymérique d'un dérivé fluoré de porphyrine de gallium (9).

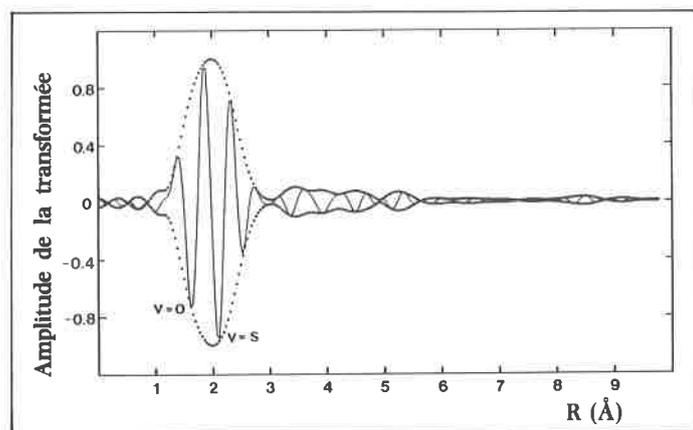


Figure 2. Comparaison des parties imaginaires des transformées de Fourier corrigées $\text{Im}[\tilde{\chi}_N(R)]$ relatives: a) à (OEP: V = O) (trait pointillé); b) à (OEP: V = S) (trait continu)

Pour (OEP: V = O), les pics successifs observés sont attribués aux signaux $V \dots O$, $V \dots N$, $V \dots C_a$, $V \dots C_{meso}$, $V \dots C_b$. Les lobes négatifs s'expliquent par l'inévitable convolution des spectres par la transformée de Fourier de la fenêtre spectrale utilisée dans l'espace des moments k . On notera surtout pour (OEP: V = S), l'absence de signal intense pour les couches $V \dots S$ et $V \dots N$: ce résultat s'explique par l'effet d'interférences discuté dans le texte.

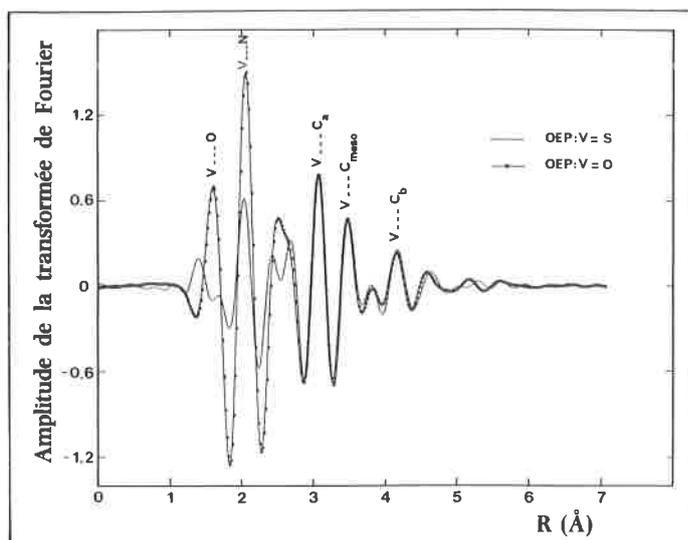


Figure 3. Spectres de différence (OEP: V = S) - (OEP: V = O): $|\tilde{\chi}_N(R)|$ (pointillés) et $\text{Im}[\tilde{\chi}_N(R)]$ (trait continu).

Les signaux EXAFS du cycle porphyrinique ont disparu et seuls subsistent les signaux des ligands axiaux: $\tilde{\chi}(V = S)$ (phase négative) et $-\tilde{\chi}(V = O)$.

En conclusion, nous retiendrons que l'EXAFS permet d'atteindre des informations structurales précises sur l'environnement immédiat d'un atome sonde, métallique ou non. Les perspectives de développements de cette méthode sont encore très ouvertes, en raison des gains spectaculaires de flux photons X délivrés par les nouvelles machines spécialement optimisées pour l'émission de Rayonnement Synchrotron: les études sur les systèmes très dilués, les études cinétiques à l'échelle de quelques dizaines de microsecondes ou les études des phénomènes de surface (SEXAFS, REFLEXAFS,...) en seront bénéficiaires; Dès à présent cependant, des résultats inaccessibles par aucune autre méthode physico-chimique de caractérisation structurale ont pu être atteints par EXAFS: de très nombreux travaux concernent les études « in situ » de catalyseurs industriels ou de clusters métalliques supportés (1), les études de métalloprotéines et de composés biomimétiques. Moins nombreuses, mais tout aussi prometteuses sont les études conduites en solution (10-12).

Bibliographie

- (1) B. K. Teo et D. C. Joy, « EXAFS Spectroscopy: Techniques and Applications », Plenum Press, New York (1981).
- (2) R. de L. Kronig, *Z. Physik*, (1931), 70, 317.
- (3) J. Jaklevic, J. Kirby, M. P. Klein, A. Robertson, G. S. Brown et P. Eisenberger, *Solid State Commun.*, (1977), 23, 679.
- (4) J. Goulon, A. Retournard, P. Friant, C. Goulon-Ginet, C. Berthe, J. F. Muller, J. L. Poncet, R. Guillard, J. C. Escalier et B. Neff, *J. Chem. Soc. Dalton Trans.*, sous presse, (1984).
- (5) J. Goulon, P. Tola, M. Lemonnier et J. Dexpert-Ghys, *Chem. Phys.*, (1983), 78, 347.
- (6) J. Goulon, C. Goulon-Ginet, F. Niedercorn, C. Selve et B. Castro, *Tetrahedron*, (1981), 37, 3712.
- (7) J. L. Poncet, R. Guillard, P. Friant et J. Goulon, *Polyhedron*, (1983), 2, 417.
- (8) J. Fischer, P. Friant, J. Goulon, M. Momentau, L. Ricard, M. Schappacher et R. Weiss, *J. Chem. Soc. Dalton Trans.* (soumis).
- (9) J. Goulon, P. Friant, C. Goulon-Ginet, A. Coutsolelos et R. Guillard, *Chem. Phys.*, sous presse, (1984).
- (10) J. Goulon et C. Goulon-Ginet, *Pure Appl. Chem.*, (1982), 54, 2307.
- (11) C. Goulon-Ginet et J. Goulon, *Studies in Physical and Theoretical Chemistry*, (1983), 24, 169.
- (12) J. Goulon, E. Georges, C. Goulon-Ginet, Y. Chauvin, D. Commereuc et E. Freund, *Chem. Phys.*, sous presse, (1984).

La chimie française en 1983 : mieux que prévu

Les prévisions pessimistes annoncées en février 1982 par M. J-C Achille, Président de l'Union des Industries Chimiques, pour l'avenir, de la chimie française, ne se sont pas confirmées. 1983 montre une reprise de l'activité de la chimie de + 3,8 % en volume, au lieu de 1 % initialement prévu. Un taux très supérieur à la hausse de l'indice de production industrielle.

Ce résultat est dû, pour l'essentiel, à une forte progression des exportations, qui a dépassé 8 % en volume. Globalement, la chimie de base organique et minérale s'est sensiblement améliorée. La chimie organique a progressé de 6,8 % grâce à l'accroissement de la demande en matières plastiques (+ 8 %) et en caoutchoucs synthétiques ainsi que par le développement des matières actives et des spécialités pharmaceutiques.

De son côté, la chimie minérale a enregistré une amélioration moindre (+ 1,6 %), mais supérieure à sa prestation de 1982 (- 4,6 %). Après une chute de 8,9 % l'année précédente, les engrais ont opéré un spectaculaire redressement (+ 2 %). En revanche, l'ensemble de la parachimie montre une quasi-stagnation (+ 0,3 %). Les chiffres varient cependant d'un secteur à l'autre et vont de + 2,5 % pour les parfums et les cosmétiques à - 3,5 % pour les peintures. Enfin, les produits pharmaceutiques ont progressé de 6 % contre 3,5 % en 1982.

valeur, les exportations ont progressé de 19,3 % alors que les importations augmentaient de 14,4 %. Une situation inversée par rapport à l'année précédente.

« L'excédent commercial sera proche de 20 milliards de francs pour 1983 contre 13,8 en 1982, a souligné M. J-C Achille, et peut être tenu pour responsable d'un gain de plus de deux points pour l'activité de la chimie, une

situation classique proche de celle des années antérieures. Cette amélioration s'est manifestée principalement dans la pharmacie, les huiles essentielles, les parfums et cosmétiques, les matières plastiques et les produits phytosanitaires ».

Ce résultat place la chimie dans le peloton de tête des postes excédentaires, aux côtés de l'agriculture, de l'automobile et de la mécanique.

Évolution du commerce extérieur de la chimie (en milliards de francs).

	Année 1983	Année 1982	1983/1982
Exportations (FOB)	88,2	73,6	+ 19,8 %
Importations (CAF)	68,4	59,8	+ 14,4 %
Solde	+ 19,8	+ 13,8	
Taux de couverture	1,29	1,23	

Résultat provisoire 1.1984.

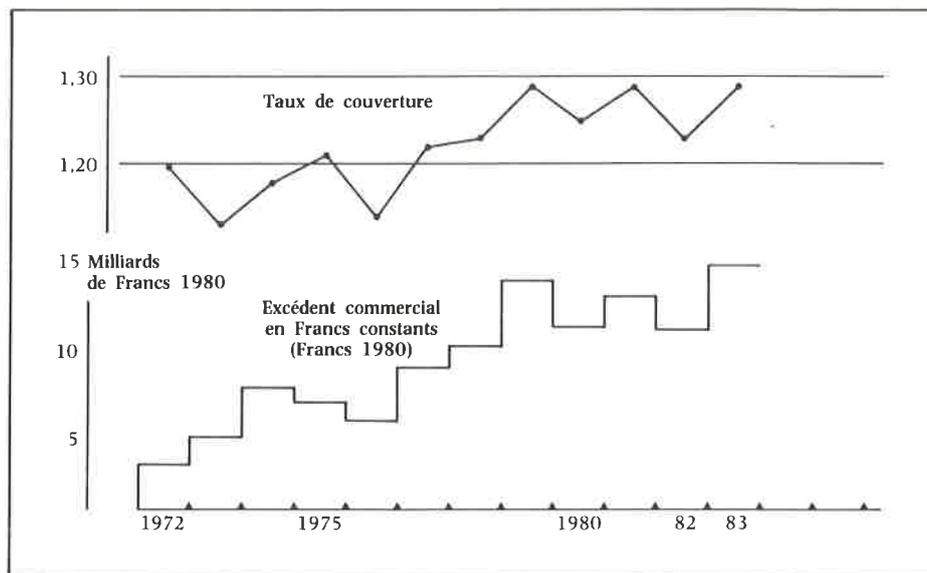
Si la reprise économique montre le bout de son nez en France, elle est, en revanche, nettement plus marquée dans la plupart des pays européens et aux États-Unis.

Outre-Atlantique, l'industrie chimique a vu son activité croître de 9,5 % (après un recul de 8,5 % en 1982), grâce à une forte augmentation de la consommation intérieure.

En Europe, la plupart des pays ont bénéficié des conséquences du redémarrage de l'économie américaine par des possibilités d'exportation plus importantes, tant sur le marché intérieur des États-Unis que sur le marché international.

La progression de l'activité chimique a été forte aux Pays-Bas (+ 7 %), en Grande-Bretagne (+ 6 %), en R.F.A. (+ 6 % contre - 5 % en 1982), moindre en Belgique (+ 3 %), tandis que l'Italie connaissait une récession de - 4 % contre 2,5 % en 1982. Globalement, le chiffre d'affaires de la profession devrait dépasser les 230 milliards de francs pour 1983, dont 38 % à l'exportation.

Le commerce extérieur de la chimie a effacé la mauvaise performance de 1982. En



Évolution du commerce extérieur de la chimie (1972-1983).

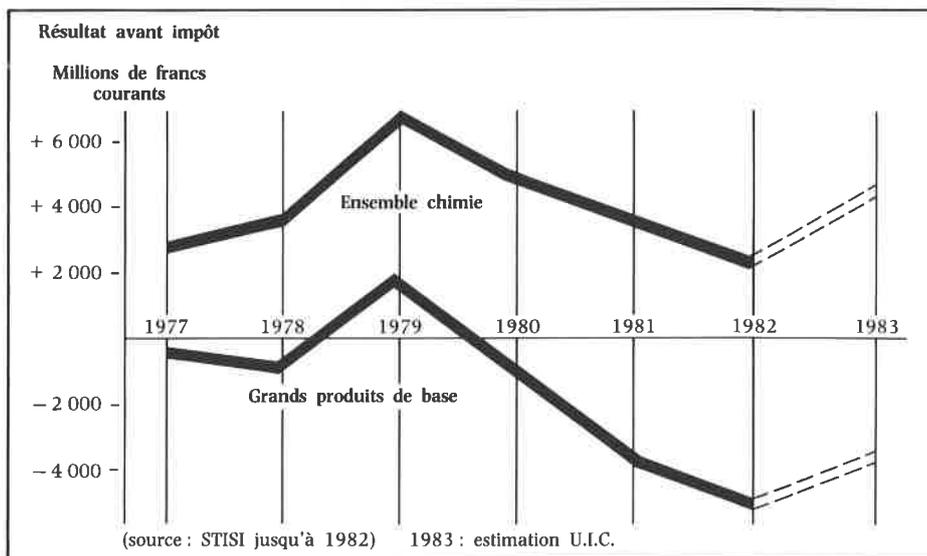
L'arbre, naturellement, ne saurait cacher la forêt.

Le taux de couverture du commerce extérieur (1,29) retrouve en fait le niveau qu'il avait déjà connu en 1979 et en 1981. De surcroît, l'amélioration des résultats est due, pour moitié seulement, à la progression du volume des exportations et, pour autre moitié, au redressement des prix à l'exportation. Enfin, une inquiétude demeure, traduite en ces termes par le Président de l'U.I.C. « L'évolution des parts que l'industrie chimique française occupe dans les importations de produits chimiques de ses principaux partenaires reste préoccupante. Si les parts dans les importations de la Suisse, de la Belgique et des Pays-Bas se sont stabilisées, en revanche l'érosion de celles-ci sur les deux marchés importants de la R.F.A. et de la Grande-Bretagne se poursuit ».

Autre sujet d'inquiétude et non des moindres : la rentabilité de la chimie, bien que meilleure, est toujours insuffisante. L'endettement des entreprises a continué à leur imposer, en 1983, des frais financiers importants, proches de 10 milliards de francs, soit 4 % du chiffre d'affaires. Malgré une amélioration de leurs résultats d'exploitation (4 milliards de francs contre 2 milliards en 1982), les sociétés n'ont pas réussi en 1983 à restaurer leur situation financière.

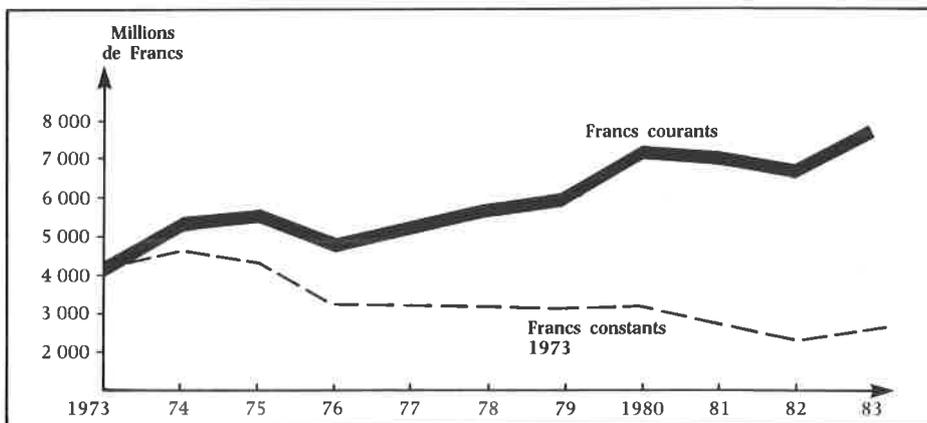
Les pertes sévères essuyées par la chimie lourde (3,5 milliards de francs dont 1,5 milliard pour la pétrochimie et 2 milliards pour les engrais) font que le résultat net de l'industrie chimique devrait être voisin de 1 % seulement du chiffre d'affaires.

Cependant, M. J-C Achille voit l'avenir avec confiance « La chimie continue, après cinq années de crise sévère, à se manifester comme une industrie de croissance en augmentant et en renouvelant ses potentialités de développement technologique. Son taux de croissance demeure supérieur à



Évolution des résultats d'exploitation de la chimie de 1977 à 1983 (résultat avant impôt).

(source : STISI jusqu'à 1982) 1983 : estimation U.I.C.



Évolution des investissements de la chimie (de 1973 à 1983).

celui de la moyenne de l'industrie au sein de la C.E.E. (+ 3,9 % contre + 1,8 % pour l'industrie en 1983; + 3,3 % contre

+ 2,5 % pour l'industrie, prévisions 1984) ».

M. Damiens

Transfert de chercheurs du CNRS vers l'industrie

Le CNRS désire améliorer le transfert des connaissances et de la culture scientifique vers l'industrie. Or, c'est par les hommes que les compétences se transmettent le plus efficacement : aussi existe-t-il au sein de la Direction de la valorisation et des applications de la recherche un Bureau des échanges, chargé de faciliter la mise à disposition de chercheurs du CNRS dans l'entreprise, à des postes de recherche et de responsabilité, selon une procédure très simple.

Le CNRS peut mettre des chercheurs à la disposition d'une entreprise pour une durée de un, deux ou trois ans et pour faciliter cette opération peut continuer d'assurer leur rémunération pendant une période de un an (maximum).

La procédure de mise à disposition permet de promouvoir la mobilité des chercheurs qui conservent le bénéfice de leur statut et donc la possibilité éventuelle de réintégrer le CNRS à l'issue de leur stage qui peut par ailleurs déboucher sur un recrutement définitif par l'industrie.

L'industriel communique au Bureau des échanges le profil du spécialiste dont il a besoin; un entretien, parfois simplement téléphonique, permet de préciser la nature de ce profil par rapport aux spécificités des chercheurs du CNRS et de tenir compte du

degré de confidentialité que l'industriel veut conserver à sa demande.

Une prospection est entreprise par le Bureau des échanges : auprès des directions scientifiques compétentes du CNRS ou à l'aide des dossiers des chercheurs qui se sont antérieurement portés candidats, mais surtout par une Lettre d'information, plus générale, envoyée mensuellement au domicile de chaque agent du CNRS. Les chercheurs candidats sont reçus par le Bureau des échanges et informés plus amplement par celui-ci qui transmet les candidatures à l'industriel et organise les premiers contacts.

Pour initier le processus, contacter Mlle M. C. Gabillaud, Chef du Bureau des échanges, tél. : (1) 555.92.25, poste 2169.

De nouvelles règles de comptabilisation et d'équivalences entre énergies primaires

L'INSEE et l'Observatoire de l'Énergie ont mis au point une nomenclature unique pour l'étude des livraisons et consommations d'énergie (en abrégé N.C.E.) après large consultation des acteurs concernés. Passer des kilowattheures (kWh) aux tonnes-équivalent-pétrole (tep), puis aux tonnes-équivalent-charbon (tec), sans parler des unités anglosaxonnes (B.T.U. ou

baril) relève souvent de l'acrobatie arithmétique et complique singulièrement la compréhension des phénomènes énergétiques pour le profane comme pour le spécialiste, parfois.

L'Observatoire de l'Énergie, reconnaissant le caractère conventionnel de tout système d'équivalence, a proposé l'adoption d'un dispositif plus cohérent et plus rationnel :

- les combustibles (charbons, produits pétroliers, gaz naturel) sont comptabilisés d'après leur pouvoir calorifique inférieur (appelé communément PCI, correspondant à la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète du produit, la vapeur d'eau produite restant à l'état de vapeur

non condensée); on a distingué un certain nombre de grandes catégories représentatives des différentes qualités de produits (par exemple, houille, coke, lignite, pour les charbons);

- l'électricité reste comptabilisée suivant une équivalence à la production, c'est-à-dire d'après la quantité de combustibles qu'il faut consommer dans une centrale thermique pour produire une quantité donnée d'électricité (soit 0,222 tep pour produire 1 kWh électrique).

Pour mettre en conformité le système français avec les unités du système international de mesure, les équivalences

Bilan de l'énergie : les principaux changements.

Ceux-ci sont recensés en prenant comme référence les bilans annuels établis par le Commissariat Général du Plan et publiés sous le titre « Synthèse des bilans énergétiques français ».

Rubrique	Avant	Après
Bilan d'approvisionnement en énergie	non	oui
Charbon		
• catégories de produits distinguées	1	2
• usages non énergétiques	compris dans les consommations de « l'industrie »	isolés
Produits pétroliers		
• catégories de produits distinguées	1	2
• usages non énergétiques	non compris dans les consommations	isolés
• recyclage	non	oui
• consommation pour des usages militaires	comptée dans le poste « pertes et ajustement »	comptée dans la consommation du secteur « tertiaire »
Gaz		
• usages non énergétiques	compris dans les consommations de « l'industrie »	isolés
Électricité		
• production d'électricité primaire (nucléaire + hydraulique)	« nette » (après déduction des consommations auxiliaires et des transformateurs primaires)	« brute » (aux bornes des générateurs)
• production hydraulique	« nette » et pompages déduits	« brute » et pompages non déduits
• consommation interne des centrales électriques (dans les auxiliaires de production, de pompage et les transformateurs primaires)	non	oui
Énergies nouvelles	non comptabilisées	comptabilisées
Production d'électricité thermique		
• des centrales industrielles	comptée dans le secteur de « l'industrie »	comptée dans la « production thermique »
• des centrales sidérurgiques	comptée dans la « sidérurgie »	comptée dans la « production thermique »
Usages internes de la branche		
• producteurs d'énergie, cokeries, gazéification	trois rubriques différentes	regroupées dans le poste : « usages internes de la branche »
Pertes et ajustements	comprend certaines consommations	comprend uniquement les pertes de réseaux (électricité, gaz) et l'ajustement entre le total des « disponibilités » et des « emplois » par énergie
Consommation finale non énergétique	non isolée	isolée
Corrections climatiques	non isolées	isolées

Coefficients d'équivalence

Avant			Après			
Énergie	Unité physique	tep	Énergie	Unité physique	GJ (PCI)	tep (PCI)
Charbon tous produits	1 t	0,667	Charbon			
			Houille	1 t	26	0,619
			Coke de houille	1 t	28	0,667
			Agglomérés et briquettes de lignite	1 t	32	0,762
			Lignites et produits cendreux de récupération	1 t	17	0,405
Produits pétroliers tous produits	1 t	1	Produits pétroliers			
			Pétrole brut	1 t	42	1
			Gazole/fuel domestique	1 t	46	1,095
			Produits à usage non énergétiques	1 t	44	1,048
			G.P.L.	1 t	40	0,952
			Essences moteur et carburéacteur	1 t	32	0,762
			Fuels lourds	1 t		
Coke de pétrole	1 t					
Électricité	1 MWh	0,222	Électricité	1 MWh	9,33	0,222
Gaz naturel	1 MWh (PCS)	0,086	Gaz naturel	1 MWh (PCS)	3,24	0,077

Prévisions énergétiques à long terme

On trouvera, ci-joint, la transcription des prévisions du Groupe Long Terme sur l'Énergie selon les nouvelles conventions (prévisions du groupe Josephé ; scénario C).

	Anciennes conventions		Nouvelles conventions		
	1990	2000		1990	2000
Charbon	20-23	25-35	Charbon	18-21	22,5-31,5
Pétrole	60-70	55-65	Pétrole	60-70	55-65
Gaz naturel (y compris non énergétique)	28-30	20-30	Gaz	23-25	16-25
Hydraulique (net)	15	16	Hydraulique (brut)	15,5	16,5
Nucléaire (net)	57-65	70-85	Nucléaire (brut)	60-68,5	74-90
Énergie nouvelles	8-9	10-16	Énergies nouvelles	8-9	10-16
Échanges d'électricité	— (4-6)	— (3-5)	Échanges d'électricité	— (4-6)	— (3-5)
Total « énergie » primaire	190-200	220-235	Total « énergie » primaire	187-198	216-232
Pétrole non énergétique	8-10	5-10	Pétrole } Charbon } non énergétique Gaz }	8-10	5-10
Charbon non énergétique	—	0-4		—	2-4
				2-3	2-3

En l'absence d'hypothèses explicites du Rapport sur la consommation de gaz naturel à usage non énergétique, on a supposé que la valeur actuelle serait maintenue.

NDLR : les usages non énergétiques pétrole-gaz sont clairement isolés. Pour des raisons évidentes, la séparation des consommations non énergétiques de l'électricité (électrolyse) continuera à ne pas être individualisée.

sont établies en joules, la conversion traditionnelle en tep étant maintenue pour faciliter la transition.

La convention « charnière » est l'équivalence :

1 tonne-équivalent-pétrole ↔ 42 gigajoules
(1 GJ = 10⁹ joules)

Comme pour le cadre du bilan de l'énergie, les conventions adoptées se rapprochent des conventions les plus communément admises au plan international, ce qui simplifiera les analyses comparatives.

La consommation d'énergie primaire en 1983

L'Observatoire de l'Énergie a établi le bilan provisoire des consommations d'énergie de l'année 1983.

Pour la 4^e année consécutive, une consommation en baisse et une production nationale en hausse dans un contexte

d'activité économique en croissance ralentie. En 4 ans, la consommation totale a baissé de 7 % alors que le produit intérieur brut progressait de 4 %, cependant que la production nucléaire a été multipliée par 3,6.

Pour la 4^e année consécutive, la consommation d'énergie primaire, corrigée des aléas climatiques, s'est réduite. Les estimations provisoires font apparaître une baisse de l'ordre de 1 % par rapport à 1982. En quatre ans, la consommation d'énergie

primaire sera passée de 200 Mtep environ à moins de 187 Mtep, soit une baisse de 7 %, tandis que le produit intérieur brut marchand croissait de près de 4 %. Ce résultat traduit tout à la fois les effets d'une politique rigoureuse de maîtrise de l'énergie

et d'une déformation de la structure des consommations. Il confirme que la consommation totale d'énergie décroît tant que la croissance économique reste inférieure à 2 % en rythme annuel. La consommation d'énergie en 1983 serait

	1973	1983 réalisation	1990 objectifs
Économies d'énergies (Mtep)	0	33 à 35	60 à 65
Production d'électricité nucléaire (Mtep)	3	32,1	55 à 65
Énergies renouvelables (Mtep)	2	3,7	7 à 14
Part du pétrole dans la consommation (%)	69,2	47,9	30 à 32
Taux d'indépendance énergétique (%)	22,5	38,7	50

Évolution de la consommation d'énergie primaire (corrigée des aléas climatiques).

Énergies primaires	Années		1973		1982		1983 provisoire	
	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%
Charbon	27,8	15,2	29,2	15,5	26,1	14,0		
Pétrole	126,6	69,2	94,2	50,2	89,4	47,9		
Gaz naturel	13,4	7,3	21,5	11,4	22,2	12,0		
Hydraulique (Prod. brute)	10,7	5,8	16,0	8,5	15,9	8,5		
Nucléaire (Prod. brute)	3,3	1,8	24,2	12,9	32,1	17,2		
Échanges d'électricité	-0,7	-0,4	-0,9	-0,4	-3,0	-1,6		
Énergies renouvelables	2,0	1,1	3,6	1,9	3,7	2,0		
Total énergie primaire	183,1	100,0	187,8	100,0	186,4	100,0		
dont usages non énergétiques	11,3		10,9		11,6			
Taux de croissance du PIB	5,8 %		2 %		0,3 %			

Production nationale d'énergie (en Mtep).

Énergies	Années	1973	1983 provisoire
Charbon		17,3	12,1
Pétrole		2,2	2,3
Gaz naturel		6,2	5,5
Hydraulique (production brute)		10,7	15,9
Nucléaire (production brute)		3,3	32,1
Énergies renouvelables		2,0	3,7
Total		41,7	71,6
Consommation réelle d'énergie primaire		185,5	184,8
Taux d'indépendance (en %)		22,5 %	38,7 %

inférieure d'environ 33 à 35 Mtep au chiffre résultant des tendances observées antérieurement à 1973.

Pétrole : la baisse de la consommation de plus de 5 % en un an permet de ramener la part du pétrole (y compris dans ses usages comme matière première) à moins de 50 % du total de la consommation (47,9).

Gaz naturel : avec une progression voisine de 3 % par rapport à 1982, la part du gaz dans le bilan de l'énergie progresse de près d'un point pour atteindre 12 %.

Charbon : la forte baisse de consommation cette année (10 à 11 %) provient, pour l'essentiel, d'un moindre appel des centrales thermiques, ainsi que d'une réduction sensible de la demande de la sidérurgie.

Électricité primaire : avec 137 TWh (nets) produits, la production nucléaire dépasse pour la première fois la consommation totale de charbon. Par ailleurs, la contribution de l'hydraulique reste stable. Cette progression de la production s'accompagne d'une multiplication par 3,5 du solde exportateur qui atteint 13,4 TWh en 1983 contre 3,8 TWh en 1982.

L'indépendance énergétique nationale s'améliore : avec une hausse de près de quatre points on assiste, en 1983, à la meilleure progression du taux d'indépendance au cours d'une année depuis 1973. Rappelons que le taux d'indépendance est calculé en rapportant la production nationale d'énergie (charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire, hydraulique, énergies nouvelles) à la consommation réelle d'énergie primaire (avant corrections climatiques).

Le tableau ci-contre montre qu'une partie du chemin vers les objectifs 1990 a déjà été accomplie, mais qu'il reste néanmoins un effort important à réaliser pour parvenir aux buts assignés :

Le plan d'information scientifique et technique en chimie

En 1978, le rapport Aigrain-Dejou identifiait l'information dans le domaine de la chimie comme un domaine prioritaire. En avril 1982, le Ministère de la Recherche et de la Technologie (M.R.T.) demandait à la MIDIST un rapport sur le système d'information en chimie. Ce rapport énonçait six principes :

- impliquer le M.R.T. dans la conduite du système d'information en chimie;
- associer les grandes entreprises nationalisées de la chimie à la conception et au financement des outils d'information;
- constituer un pôle industriel et commercial pour l'information chimique autour de Télésystèmes;
- constituer un pôle d'équilibre autour du Centre National d'Information Chimique (CNIC);
- réduire la dépendance vis-à-vis du Chemical Abstracts Services (CAS);
- répartir l'effort de recherche et de

création de banques de données numériques.

Ce rapport préconisait la mise en place d'un groupe de travail qui a été réuni par la MIDIST (Mission Interministérielle de l'Information Scientifique et Technique). Un plan sur l'information scientifique et technique en chimie a été élaboré; il se décompose en deux phases :

- des actions à court terme (1983-1985) : accélérer le développement et la diffusion du système DARC, conforter Télé-systèmes/DARC comme pôle industriel et commercial en information chimique, renforcer le potentiel de production d'information chimique en France, en s'appuyant sur le logiciel DARC en valorisant les fonds d'information existants et accompagner cet effort en suscitant la création d'outils d'information répondant aux besoins des utilisateurs.

- des actions à long terme pour développer un potentiel national de production de bases et banques de données ainsi que de systèmes d'information à haute valeur ajoutée basés sur les activités assistées par ordinateur.

Actuellement, qu'en est-il du plan d'information scientifique en chimie ?

Cinq projets sont en cours de réalisation :

1. Le développement du logiciel DARC de gestion de grandes bases de données structurales : chargement de la base Index Chemicus Registration System (I.C.R.S.) d'ISI et interrogation des bases de données structurales (EURECAS et I.C.R.S.) par formule générique.

2. Le logiciel de gestion d'une base de données structurales de brevets : interrogation de la base de données EURECAS par formule générique (opérationnel), interrogation d'une base de formules génériques par structure et sous-structure simple (1984) et par formule générique (1985).

3. La constitution d'un fichier structural PASCAL-chimie fine : mise en place d'une base de données structurales en chimie fine sur le fonds documentaire C.N.R.S.-C.D.S.T.

4. Le développement du système Pharm-search : adaptation du fichier à l'interrogation sous DARC (1984), extension du fichier aux fichiers européens (1984), chargement sur le serveur Questel.

5. L'extension de la couverture de Thermo-data et la valorisation des données existantes : il s'agit d'aboutir à la diffusion par Questel de Thermo-data étendu aux solutions métalliques.

Un projet est en cours d'étude : le logiciel de gestion d'une base de données de réactions chimiques : c'est-à-dire compléter le développement du logiciel DARC-R.M.S. pour permettre la réalisation, sur ordinateur Questel, d'une maquette portant sur un ensemble significatif de réactions extraites du fichier manuel d'une entreprise.

Accord Derwent, INPI et Télé-systèmes

Derwent Publications Limited, Télé-systèmes, et l'Institut National de la Propriété Industrielle (INPI) viennent de conclure un accord leur permettant de mettre en commun leurs compétences complémentaires dans le domaine des bases de données de brevets.

Derwent envisage, lors de l'expiration de son accord d'exclusivité avec son distributeur actuel en octobre 1984, d'installer ses fichiers sur plusieurs serveurs. Le premier accord avec Télé-systèmes concerne l'installation sur le serveur Télé-systèmes Questel de la base de données WPI (World Patent Index) qui recense les brevets de plus de 50 pays. Les fichiers WPI devraient être disponibles au début de l'année 1985 et utiliser les performances les plus récentes du logiciel Questel Plus.

Il est, d'autre part, envisagé d'installer sur le centre serveur Questel de Télé-systèmes d'autres fichiers, tant de Derwent que de l'INPI pour faciliter la recherche interbases entre WPI, les bases actuelles de l'INPI et certaines des autres bases disponibles sur Questel.

Pour Derwent, ces fichiers devraient notamment comporter d'autres données sur les brevets américains, des données qui enrichiraient le fichier européen de l'INPI, des données relatives aux nouveaux composés chimiques et aux réactions ainsi que les documents cités dans les brevets (état de la technique).

L'INPI, pour sa part, mettra à disposition l'inventaire mondial de plus de 11 millions de brevets reclassés par l'Office Européen des Brevets en complément de ses fichiers sur les brevets français, les brevets européens (OEB), les feuilles de brevets, la classification internationale des brevets. Enfin, les parties ont décidé de coopérer à la création et au développement de bases de données spécifiques aux brevets dans le domaine de la chimie, en prenant en compte les structures chimiques très particulières qui y sont décrites (formules de Markush). En parallèle, les possibilités du système DARC seront étendues pour permettre la prise en compte des formules de Markush.

Rappelons que la nouvelle version de DARC disponible sur Questel permet d'effectuer la comparaison d'une formulation générique aux millions de composés présents dans le fichier structural Eurecas. Généralisant l'interrogation par sous-structure, cette nouvelle version de DARC facilite la formulation d'une question large mais précise, comme c'est le cas dans la recherche de la couverture d'un brevet.

Le brevet, clignotant de la technologie

L'Institut National de la Propriété Indus-

trielle a mis en place un programme informatisé de surveillance systématique des brevets français (INPI 1) et européens (INPI 2), selon une méthode permettant de détecter les nouvelles technologies dès leur apparition ainsi que les technologies en forte expansion. Ces données sont présentées en 3 parties (mécanique, chimie et physique, électricité) dans une publication semestrielle; elles sont disponibles sur demande au Service de documentation de l'INPI.

La réforme du système français de normalisation se met en place

Les décrets de réforme du système français de normalisation viennent de paraître au *Journal Officiel* et prévoient 4 nouvelles dispositions :

- La création du Conseil Supérieur de la Normalisation : composé de 52 membres, il « propose au Ministre les orientations générales des travaux de normalisation compte tenu des exigences économiques nationales et internationales, des grands programmes nationaux et des besoins des partenaires économiques et sociaux exprimés notamment dans le plan ».

- De nouvelles compétences pour l'AFNOR : trois fonctions qui relevaient auparavant du Commissaire à la Normalisation tombent sous la responsabilité de l'AFNOR.

1. Élaboration du programme de normalisation. « Une mission générale de recensements des besoins, de coordination des travaux, de centralisation et d'examen des projets de normes, de formation à la normalisation et de représentations des intérêts français dans les instances internationales non gouvernementales de normalisation » est confiée à l'AFNOR.

2. Homologation des normes. « L'homologation des normes est prononcée... par le Conseil d'administration de l'AFNOR, qui peut déléguer cette attribution au Directeur général.

3. Arbitrage des conflits. « A défaut d'accord, les conflits sont tranchés par le Conseil d'administration de l'AFNOR ou par l'instance désignée par le Conseil à cet effet ».

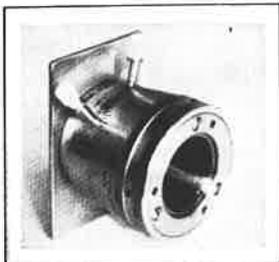
- Un élargissement des commissions et bureaux de normalisation. Les bureaux de normalisation sont des organismes habilités à ouvrir des travaux de normalisation. Ils étaient, en général, rattachés à un syndicat professionnel. Désormais, « tout organisme doté ou non de la personnalité juridique, justifiant de sa capacité technique à animer les travaux de commissions de normalisation dans un secteur donné peut être agréé comme bureau de normalisation par décision conjointe du ministre chargé de l'industrie et des autres ministres intéressés, prise après avis du conseil d'administration

SPECTROPHOTOMÉTRIE ET ANALYSE PHYSICO-CHEMIQUE

ACCESSOIRES DE SPECTROPHOTOMÉTRIE



Spectrophotométrie IR :
poudre de KBr en bâtonnets,
permet facilement
et rapidement l'obtention
des pastilles-échantillons
à dépeuiller.



Cuves UV et IR
Cuves semi-permanentes
et démontables
Cuves à épaisseur variable
Cuves à gaz.



Réflexion totale atténuée
Ensemble à 25 réflexions,
cristaux en KRS - 5,
AgCl, Ge.

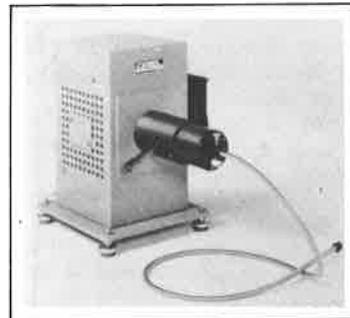


Polariseur IR :
1 à 20 μ , 95 %, 70 % T.
20 à 1000 μ , 93 %, 80 % T.
50 à 1000 μ , 93 %, 80 % T.



Fenêtres UV et IR en NaCl,
AgBr, BaF₂, LiF, silice, verre,
CsBr, Csl, KRS - 5, CaF₂.
Coffret de polissage pour
fenêtres en NaCl, KCl, KBr.

SOURCES LUMINEUSES



- Sources Xe et Hg de
75 W à 2500 W
- Sources pulsées ou
continues
- Sources D₂, halo-
gène et IR.

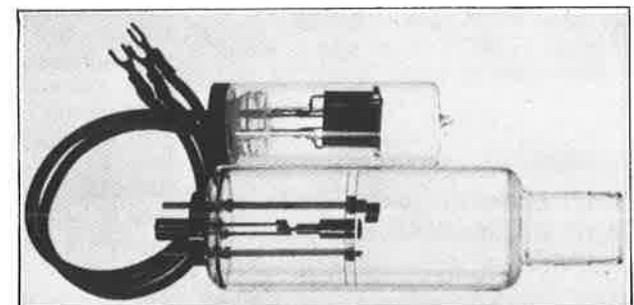


Alimentation d'une source 150 W Xe

AUTRES FABRICATIONS



*Photomètres
à lecture digitale*



Lampes à cathode creuse, lampes D2

Composants optiques pour
l'UV, le visible et l'IR.

Filters interférentiels.

Catalogue sur demande

ORIEL

7 RUE TITON, 75011 PARIS
TÉL. 371 00 60 +
TÉLEX 211 558 FORIEL

de l'Association Française de Normalisation ».

• Davantage de référence aux normes dans les marchés publics. Une lettre circulaire du Premier Ministre, Pierre Mauroy, adressée aux différents ministères et secrétariats d'Etat accompagne les décrets. Elle précise le rôle que doivent jouer les normes dans les marchés passés par l'Etat avec les entreprises. Une double préoccupation imprègne l'esprit des décrets de réforme du système français de normalisation. Rapprocher l'élaboration des normes des secteurs qui fabriquent et utilisent les produits. Renforcer ainsi leur utilisation et leur impact économique. Compte tenu de ces orientations, l'ensemble des décrets conduit à un certain désengagement organique de l'Etat vis-à-vis du système français de normalisation. Parallèlement, il prévoit une participation plus large des partenaires socio-économique à la conduite des travaux de normalisation, avec, pour corollaire, un renforcement du rôle d'orientation et de planification de l'AFNOR pour les travaux de normalisation. Notons que les normes ne sont pas d'application obligatoire mais volontaire. Sur 14 000 documents normatifs à peine 300 sont réglementaires.

Les Américains s'élèvent contre les restrictions européennes à leurs exportations

La CEE a décidé un certain nombre de mesures, applicables dans un délai d'un mois après dépôt auprès du GATT. Les droits de douane passent de 13,5 % à 19,9 % pour le méthanol et de 13,2 % à 19,6 % pour l'acétate de vinyle. Des quotas d'importations ont été fixés pour le styrène et le polyéthylène (limites fixées respectivement à 25,6 et 13,6 millions d'écu).

Les mesures portent sur une durée de 4 ans à partir du 1^{er} mars. Les Américains estiment que les décisions de Bruxelles équivalent « virtuellement à un arrêt des exportations américaines en Europe » de ces produits et ils ont demandé que le dossier soit discuté par le conseil du GATT.

U.S.A. : optimiste pour 1984 malgré la concurrence des nouveaux pays pétrochimistes

Les ventes des sociétés chimiques américaines, qui ont atteint 189 milliards de dollars en 1983, devraient augmenter d'environ 13 % en 1984. Dans le même temps, le bénéfice net ferait un bond en avant de 24 %. Cette amélioration serait due essentiellement à la fermeture des capacités excédentaires, les producteurs ayant tendance à abandonner la fabrication des

produits de base (ammoniac, méthanol) pour s'orienter vers les spécialités. Les investissements, estimés pour l'ensemble de l'année 1983 à 13,76 milliards de dollars, augmenteraient de 10 % en 1984 (les unités nouvelles ne représentant que 26 % du total).

Le chiffre d'affaires en hausse pour la chimie allemande

Le chiffre d'affaires s'est accru de 8 % en 1983 et a atteint 127 milliards de deutsche marks. La demande étrangère, qui s'est développée à partir de mai, s'est traduite en fin d'année par un accroissement de presque 10 % des ventes à l'étranger par rapport à la fin 1982. Vive croissance surtout des ventes vers les États-Unis, le Canada, le Japon et l'Asie du Sud-Est. Près de la moitié des échanges internationaux de la chimie allemande se fait en dehors de la CEE. En ce qui concerne l'utilisation des capacités industrielles, elle a atteint en moyenne 80 % en 1983 contre 70 % en 1982. Les bénéfices se sont établis à un niveau voisin de 2 % du chiffre d'affaires.

Texaco rachète Getty Oil pour 10 milliards de dollars

Texaco a lancé la plus importante acquisition de société jamais réalisée. Si les autorités fédérales donnent leur aval, Texaco talonnera Mobil à la 2^e place des groupes pétroliers. Cette acquisition dépasse largement le précédent record des achats de sociétés, détenu jusqu'à présent par Du Pont lors de la prise de contrôle de Conoco pour 8 milliards de dollars.

BP renonce à contrôler Sohio

Contrairement à Royal Dutch/Shell, qui a lancé une OPA sur sa filiale Shell Oil, BP n'est pas intéressée par le rachat de la participation qu'elle ne détient pas (47 %) dans sa filiale américaine Standard Oil of Ohio. BP n'a pas les capacités financières de Royal Dutch/Shell et une prise de contrôle total de sa filiale ne cadrerait pas avec sa stratégie traditionnelle.

Onze projets chimiques dans le plan quinquennal chinois 1982-1985

Parmi ceux-ci figure le combinat pétrochimique de Daqing, qui pourra fournir 300 000 t/an d'éthylène, ce qui permettra

de doubler la capacité de production actuelle du pays. Trois projets dans les engrais : une unité de 1 000 t/j d'urée à Urumqi, une usine de 300 000 t/an d'ammoniac et 520 000 t/an d'urée à Zhenhai et une usine d'engrais à Lucheng. Un projet prioritaire est en cours de réalisation à Beijing pour produire des éthers et des acides acryliques.

Le rôle des pays du Golfe dans la pétrochimie mondiale en 1987

Selon une étude de Gulf Organization for Industrial Consulting, la part des pays du Golfe dans la couverture de la demande pétrochimique mondiale sera la suivante en 1987 : 3,2 % pour l'éthylène, 4,4 % pour le PEbd, 2,2 % pour le PEhd, 2,6 % pour le DCE/CVM, 13,3 % pour l'éthylène-glycol, 5,1 % pour l'ammoniac, 15,8 % pour l'urée, 9,5 % pour le méthanol, 10 % pour l'éthanol industriel et 2 % pour le styrène. Aucune production n'est en revanche envisagée dans un proche avenir pour le toluène, le butadiène, l'o-xylène, le p-xylène et le noir de carbone.

Orsan va augmenter sa capacité en lysine

Une expansion en 2 étapes portera la capacité d'Orsan en lysine de 23 000 t/an actuellement à 40 000 t/an en 1984. Rappelons qu'Orsan est le 1^{er} producteur européen de lysine et d'acide glutamique et le 1^{er} producteur mondial d'acide aspartique.

Esso Chimie a augmenté la capacité de son unité de résines claires hydrogénées

Comme prévu, Esso Chimie a pratiquement doublé, à la fin de l'année 1983, dans son usine de Notre-Dame-de-Gravenchon, (Seine-Maritime), la capacité de son unité de résines claires hydrogénées Escorex 5000, pour la porter à 12 500 t/an. Celle-ci pourra atteindre 18 000 t/an lorsque les besoins du marché, en progression régulière, le demanderont. Il s'agit d'un investissement de 45 millions de francs. Cette résine aromatique est utilisée notamment dans les adhésifs thermofusibles, les adhésifs sensibles à la pression, les mastics transparents, les films à base de polyoléfines. Parfaitement incolore, très stable à la température, elle est très résistante aux ultra-violets. Avec plus de vingt ans d'expérience dans la recherche et la fabrication des résines de

pétrole, Esso Chimie en est le premier producteur européen. La société exporte près de 80 % de la production de Notre-Dame-de-Gravenchon.

Rhône-Poulenc va concentrer son activité phénol

Les ateliers de phénol exploités à Pont-de-Claix seront arrêtés d'ici à 1986 et les moyens de production seront concentrés à Roussillon qui bénéficiera de plus de 200 millions de francs d'investissements. Cette restructuration n'entraînera pas d'augmentation globale de la production de Rhône-Poulenc (100 000 t/an actuellement), mais elle permettra à la firme française d'être mieux placée sur un marché européen en décroissance.

Les restructurations lourdes d'Atochem sont faites

Le retour à la liberté des prix des grandes matières plastiques devrait apporter une bouffée d'oxygène à Atochem, qui a terminé l'année 1983 avec un déficit d'exploitation de 1,3 milliard de francs sur un chiffre d'affaires de 16 milliards. La filiale d'Elf-Aquitaine estime avoir déjà accompli un large effort de restructuration avec la fermeture du vapocraqueur n° 1 de Feyzin et d'une unité de CVM à Jarrie.

Atochem responsable de la thiochimie d'Elf-Aquitaine

La gestion de l'activité thiochimie du groupe Elf-Aquitaine passe de SNEA Production à Atochem. Elf-Aquitaine a développé son activité thiochimie depuis plus de 25 ans pour devenir un leader mondial dans cette branche où le groupe réalise un chiffre d'affaires annuel de 400 millions de francs (dont 85 % à l'exportation). Atochem bénéficiera du réseau de ventes actuellement en place, notamment de celui de la firme américaine M and T.

La concentration des producteurs de polyoléfines se poursuit

National Distillers and Chemical a racheté l'unité Arco de 240 000 t/an de polyéthylène située à Port-Arthur. Dans le même temps NDCC négocie la prise de contrôle totale de National Petrochemical, une filiale commune 50/50 avec Owen-Illinois qui

produit 250 000 t/an de PEhd. Ces transactions représentent une valeur totale de 80 millions de dollars. La division Industrial Chemicals de NDCC deviendrait ainsi un des leaders mondiaux du polyéthylène avec une capacité de production de l'ordre de 770 000 t/an. De son côté, Amoco s'appête à racheter les activités polypropylène de Gulf Oil. Une lettre d'intention vient d'être signée, qui prévoit le rachat par Amoco Chemical de l'usine de 180 000 t/an de polypropylène située à Baytown.

Union Carbide va redémarrer son unité d'oxyde d'éthylène de Taft

Union Carbide, le plus important producteur américain d'oxyde d'éthylène, va remettre en route une unité de 300 000 t/an arrêtée depuis plusieurs mois. Conséquence de l'accroissement de la demande en éthylène-glycol, dû aux intempéries exceptionnelles et au raffermissement des marchés des fibres polyester et des résines polyester pour bouteilles. La pénurie actuelle en éthylène-glycol devrait cependant disparaître cette année, lors du démarrage de l'unité Union Carbide de 250 000 t/an située au Canada et de l'unité PD Glycol (50 % Du Pont, 50 % PPG) de 280 000 t/an située au Texas.

Cros diminuerait sa capacité de production de NH₃

La firme espagnole envisage de fermer son unité d'ammoniac de la Coruna, ce qui ramènerait sa capacité de production de 200 000 à 100 000 t/an. Cros est actuellement le 3^e producteur espagnol d'ammoniac derrière Enfersa (516 000 t/an de capacité) et Ert (441 000 t/an de capacité). Selon le plan de restructuration industrielle du secteur, la demande espagnole d'ammoniac doit être assurée pour 60 % par la production nationale et pour 40 % par les importations (en provenance du Mexique et de l'URSS essentiellement).

Arco veut développer ses ventes d'essence au méthanol

Arco est actuellement la seule société pétrolière américaine commercialisant de l'essence additionnée de méthanol. L'essence qui contient 4,5 % de méthanol, est vendue dans 2 états et Arco a l'intention de couvrir l'ensemble des États-Unis d'ici 7 ans. De nombreux critiques américains accusent cependant le produit de favoriser la corrosion des moteurs et 2 constructeurs

Waters s.a.

"La chromatographie liquide"

et

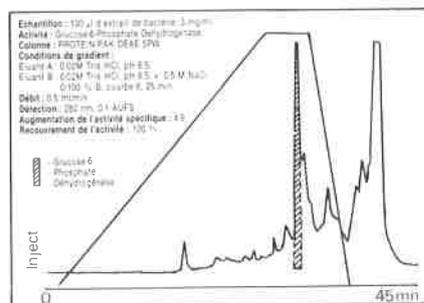
L'analyse et la purification des protéines

De nouveaux systèmes chromatographiques :

- par échange d'ions
- par exclusion sur gel
- par interaction hydrophobe

Recouvrement total de l'activité enzymatique.

Séparation par échange d'ions d'un extrait brut de bactérie.



Waters s.a.
"La chromatographie liquide"

18-26, rue Goubet,
75019 Paris.

200.10.76

automobiles (Chrysler et AMC) ont averti que les garanties ne couvriraient pas les dommages causés par l'essence au méthanol.

La 1^{re} expérience de production industrielle d'ABE à partir de biomasse cellulosique

L'acétone-butanol (ABE), dont la production à partir de substrats végétaux va être testée à Soustons (*L'actualité chimique*, février 1984, p. 65) entrera comme compatibilisant ou tiers-solvant dans les mélanges supercarburant/carburant de substitution (méthanol ou éthanol). Ces derniers sont autorisés dans la proportion respective de 3 % pour le méthanol (plus 2 % de tiers-solvant) et 5 % pour l'éthanol (plus 2 % de tiers-solvant).

L'unité de Soustons, qui fonctionnera en discontinu, produira une tonne d'ABE par charge de substrats. Les matériaux utilisés seront essentiellement des tiges de maïs, des pailles de céréales (blé) et du bois.

Plusieurs procédés, dont certains inédits, seront utilisés aux différentes étapes de la transformation des matières premières : prétraitement (procédé Technip/Stake), production d'enzymes (IFP), hydrolyse enzymatique (IFP), fermentation des sucres en ABE (IFP). Le procédé Technip/Stake permet un prétraitement continu des matériaux ligno-cellulosiques sans utilisation de produits chimiques. Le choix de l'hydrolyse enzymatique a été rendu possible par les progrès réalisés par l'IFP et ses associés sur l'amélioration génétique des souches productrices d'enzymes et sur la technologie de la fermentation.

En plus de son but principal de production d'ABE, la conception de cette unité est un premier pas vers la mise au point d'une chimie des matériaux non-fossiles. Les expériences qui seront réalisées à Soustons permettront d'estimer l'opportunité d'une application à échelle industrielle de la production d'ABE ainsi qu'éventuellement d'autres applications touchant à l'exploitation de la biomasse.

La réalisation prendra deux ans à deux ans et demi. Il est prévu par ailleurs de réaliser une seconde unité expérimentale de production d'ABE, qui serait construite à Attin (Pas-de-Calais); cette dernière fonctionnera à partir de substrats différents : betterave semi-sucrière et (ou) topinambour.

Technip va racheter Creusot-Loire-Entreprises

Le nouvel ensemble, qui pèsera près de 5 milliards de francs, sera l'un des tout premiers groupes d'ingénierie en Europe. Technip a une forte implantation raffinage-

chimie-gaz (53 % de son activité) et s'est diversifié dans le nucléaire et les industries diverses. Quant à CLE, il s'intéresse essentiellement à la pétrochimie et au gaz, mais également à la cimenterie, au papier et aux engrais.

Dow rachète des brevets à Allied

Dow vient de racheter une douzaine de brevets et les techniques correspondantes à Allied. Il s'agit essentiellement de l'utilisation de membranes échangeuses d'ions dans des cellules électrolytiques pour la production de chlore-soude. La technologie mise au point par Allied était à vendre depuis que le groupe s'était dégagé de son secteur chlore en 1979.

Les boues rouges enfin utiles ?

D'importantes quantités de boues rouges proviennent de la transformation de la bauxite en alumine et posent le problème de leur élimination.

Alcoa of Australia Limited, l'un des plus importants producteurs mondiaux d'aluminium, en association avec les autorités officielles chargées des problèmes de l'eau, semblent avoir trouvé une solution : les boues rouges additionnées de gypse se transformeraient en une terre propre à la culture, capable d'absorber et de retenir les engrais, à la différence des sols sablonneux. L'usage de cette terre végétale réduirait également la pollution des eaux souterraines.

Rhône-Poulenc accroît sa capacité de production de gomme xanthane

Rhône-Poulenc Spécialités Chimiques (filiale à 100 % de Rhône-Poulenc) décide d'accélérer le programme d'investissement en cours et de porter la capacité de production de gomme xanthane de l'usine de Melle (Deux-Sèvres) à plus de 3 000 tonnes/an dès 1984.

Cette nouvelle étape va renforcer la position mondiale de Rhône-Poulenc dans le domaine des applications alimentaires de la gomme xanthane (Rhodigel 23). En effet, outre le gain de capacité, ce nouvel investissement lui permettra d'élargir sa gamme et de proposer des qualités encore plus spécifiques des applications alimentaires envisagées.

Parallèlement, Rhône-Poulenc poursuit le développement mondial de deux autres domaines d'utilisation de la gomme xanthane : applications industrielles (Rhodopol 23) et forage pétrolier (Rhodopol 23P).

Rappelons que la gomme xanthane est un polysaccharide de haut poids moléculaire, obtenu par fermentation, utilisé en particulier pour ses propriétés viscosifiantes et stabilisatrices.

Rhône-Poulenc s'introduit dans le secteur des semences aux États-Unis

Rhône-Poulenc Agrochimie va créer une filiale commune 50/50 avec Seedtech International, une société de recherche américaine spécialisée dans le tournesol. En s'intéressant au secteur des semences végétales, la firme française franchit un pas qu'ont déjà fait d'autres entreprises pétrochimiques et pharmaceutiques américaines, suisses ou britanniques. A plus longue échéance, c'est la pénétration dans le domaine du génie génétique et des biotechnologies qui est visée.

Le Roundup fait des envieux

La Haute Cour de Justice londonienne vient de rendre un jugement obligeant Stauffer Chemical à respecter le brevet britannique de Monsanto n° 1.366.379 couvrant les herbicides à base de glyphosate. Aux termes de cette décision, Stauffer doit arrêter toute commercialisation au Royaume-Uni du SC 0224, produit à base de glyphosate récemment introduit sur le marché.

A l'origine de cette action se trouve un brevet déposé en 1971 et venant à expiration en 1991 protégeant l'herbicide Roundup au Royaume-Uni. Monsanto avait entamé une procédure réclamant un arrêt interlocutoire portant injonction peu de temps après le début de la commercialisation par Stauffer de son produit en août 1983.

AKZO renforce son intégration amont dans les peintures et les encres

AKZO rachète la firme américaine LAN-CHEM, spécialisée dans les résines pour encres d'imprimerie et les résines pour revêtements spéciaux. AKZO était déjà producteur de ce type de produits au travers de sa filiale néerlandaise SYNTHSE.

L'édulcorant de Searle sur la sellette

Une étude sur les effets néfastes éventuels de l'édulcorant de Searle est en cours. Il

semble en effet que, si les boissons contenant de l'aspartame sont stockées pendant 6-7 semaines à 30 °C, il se produise assez de méthanol pour dépasser les 3,9 p.p.m. autorisées.

Un nouvel additif alimentaire : le carboxyméthylcellulose

Le *Journal officiel* du 14 janvier a publié l'arrêté autorisant l'addition, à des doses définies, de carboxyméthylcellulose (E 446) à titre de stabilisant ou épaississant. L'introduction de ce nouvel additif dans l'alimentation a été approuvée par le Conseil supérieur d'hygiène publique de France et l'Académie de médecine. Son emploi est déjà largement répandu à l'étranger, indique-t-on au service de la Répression des fraudes. Par ailleurs, le carboxyméthylcellulose était déjà utilisé en France dans des produits destinés à des régimes hypocaloriques comme substance de lest, c'est-à-dire comme support ne présentant aucun apport calorique.

Développement d'une fibre de polyéthylène supertenace

Selon une communication présentée devant l'Association Chimique Royale des Pays-Bas, des chercheurs de DSM auraient réussi à obtenir des fibres supertenaces en polyéthylène de très haut poids moléculaire par une technique de filage à partir d'un gel. Au stade actuel des recherches, on estime chez DSM qu'il faudra 2 ans pour mettre au point les techniques de fabrication, développer les applications et étudier les marchés potentiels.

Des impuretés pour réduire le nombre des dislocations dans les lingots d'arséniure de gallium

La *Lettre des Sciences et des Techniques* de janvier signale que des lingots d'arséniure de gallium de 50 mm de diamètre exempts de dislocations ont été obtenus aux Laboratoires d'Électronique et de Physique appliquée (LEP) de Limeil Brevannes. La méthode de tirage sous encapsulation liquide (méthode LEC) a été utilisée mais après dopage par atomes d'indium. Les recherches ont prouvé que l'incorporation d'impuretés iso-électroniques (ici 10^9 atomes d'indium par cm^2) conduit par tirage à une réduction très importante des dislocations : le nombre tend vers zéro au centre et reste inférieur à $1\,000/\text{cm}^2$ sur le reste de

la plaque. Il n'existe apparemment pas de limites théoriques à l'augmentation des dimensions et à la permanence des propriétés électriques. Les substrats de GaAs obtenus par méthode LEC classique, ronds et d'environ 50 mm de diamètre, contiennent de 10^4 à 10^5 dislocations par cm^2 . Une autre méthode, celle de Bridgman, réduit le nombre de dislocations à $1\,000/\text{cm}^2$ mais fournit des plaques plus petites et de forme ovale peu pratiques. Ce matériau devrait accroître les performances et la fiabilité des dispositifs électroniques comme les diodes lasers qui se dégradent rapidement si leur région active contient des dislocations. Il ne s'agit cependant encore que d'un produit de laboratoire.

Un matériau magnétique pour l'électronique et la micromécanique

Des chercheurs du Laboratoire de métallurgie physique (Poitiers), laboratoire associé au CNRS, ont montré l'existence d'un champ hyperfin superficiel après implantation d'ions Al^{2+} dans un alliage initialement paramagnétique à base de métaux courants.

Ces chercheurs pensent que la possibilité de créer un réseau magnétique au sein d'une matrice paramagnétique devrait trouver des applications dans le domaine de la micromécanique en s'inspirant de la technologie silicium. D'autres applications sont également envisageables en électronique et, plus particulièrement, en ce qui concerne les mémoires à disques magnétiques à haute densité de stockage.

Le Laboratoire de métallurgie physique souhaite une collaboration industrielle pour explorer ces voies et aboutir à la définition et à la mise au point de produits nouveaux. (Dossier technique disponible à l'ANVAR, auprès de M. Montuelle. Tél. : (1) 266.93.10.).

Améliorer les batteries au plomb

Les matériaux composites à base de plomb renforcé de fibres minérales peuvent, entre autres applications, contribuer à l'amélioration des batteries au plomb destinées à la traction électrique.

Le Laboratoire de physico-chimie minérale (Villeurbanne), laboratoire associé au CNRS, a mis au point, en collaboration avec la Compagnie Européenne d'Accumulateurs (groupe CGE) et la Société J. Brochier, une technique permettant d'imprégner « à cœur » par du plomb les milliers de brins que renferment les mèches de fibres. L'imprégnation est réalisée par dépôt électrolytique de plomb après un éventuel placage chimique des fibres par le cuivre

quand celles-ci ne sont pas suffisamment conductrices.

Ce procédé breveté, compatible avec une production en continu, se déroule à l'air à la température ambiante. Il s'applique à divers types de fibres; par exemple, il permet d'imprégner un tissu mixte de fibres de carbone et de fibres de verre et de réaliser des grilles négatives qui ont le comportement électrochimique du plomb pur et dont le poids est quatre fois plus faible que celui des grilles classiques réalisées en alliage de plomb.

Les recherches en cours visent à accroître la rigidité de ces grilles composites et à réaliser des grilles positives.

Nouveautés dans l'interférométrie ultrasonore et les torches à plasma

La *Lettre des Sciences et Techniques* des ISF de janvier signale :

Interférométrie ultrasonore : mesure des revêtements inférieure à 100 microns

La plupart des appareils de mesure ultrasonore pour le contrôle non destructif sont inopérants lorsque l'épaisseur est inférieure à 100 microns. Corona teste cependant un prototype d'interféromètre ultrasonore (mis au point au Laboratoire d'opto-acousto-électronique de l'Université de Valenciennes) qui évalue des épaisseurs de peinture de 5 à 20 microns avec une précision de 0,3 microns. Une technique étudiée aussi pour la mesure de films liquides de 30 microns situés entre deux pièces en mouvement (Jeumont-Schneider). Un système électronique avec affichage direct de l'épaisseur pourrait être couplé au mesureur.

Par ailleurs, un dispositif d'imagerie ultrasonore pour milieu hétérogène, exploité chez Vallourec, détecte et localise des défauts avec une précision supérieure à 2 mm. En milieu hétérogène, le faisceau réémis est tellement perturbé par les obstacles rencontrés, qu'il s'avère très difficile de retrouver l'information initiale. Les chercheurs de Valenciennes ont montré que dans le cas d'une répartition des obstacles non totalement aléatoire, une correction du signal permet de retrouver l'information. Parmi les applications possibles : caractérisation de milieux biologiques tels que le sang pour la numération globulaire, surveillance d'organes irrigués, matériaux composites... (Jacques Frohly, Mlle Houze, Université de Valenciennes, Mont-Houy, 59326 Valenciennes. Tél. : (27) 42.41.00.).

Une torche à plasma opérationnelle pour les industriels

Une torche à plasma de 2 MW a été mise à feu au Centre des Renardières d'EdF,

véritable plateforme d'essais pour les chercheurs et les industriels. La SNIAS et Jeumont-Schneider, associés dans cette réalisation, garantissent plus de 400 heures de durée de vie en continu (dans l'air) pour les électrodes et la torche utilise des courants inférieurs à 1000 A : deux atouts face à la concurrence de SKF ou Westinghouse. La SNIAS semble, d'autre part, être la seule à posséder la maîtrise industrielle du couplage de plusieurs torches. On apprend par ailleurs qu'elle a décroché une première commande industrielle : l'implantation, début juillet, d'une torche à plasma dans un haut fourneau. Aux États-Unis, Pyrolis System a reçu 760 000 dollars du New York State Department of Environmental Conservation pour développer une unité pilote de destruction des déchets dangereux par flux haute température de gaz ionisé produit par arc électrique. Longue de 13,5 m, l'unité traitera 4 kg de déchets par minute grâce à un plasma à 5 500 °C. Les premiers essais porteront essentiellement sur les résidus contenant des hydrocarbures polychlorés. La torche à plasma sera fournie par Westinghouse qui vient d'ouvrir un centre d'étude des plasmas destinés aux industries des très hautes températures : traitement de déchets chimiques toxiques, production de pigments pour peintures ou d'acétylène, recyclage de machines... Une usine de retraitement par torches à plasma des déchets métallurgiques est aussi en cours de construction en Suède à Landslerna par SKF.

PROGEC : Promotion du Génie Chimique

L'Association pour la Promotion du Génie Chimique, PROGEC, vient d'être créée à l'initiative de l'Institut du Génie Chimique et de l'Association des Ingénieurs du Génie Chimique.

Elle a pour but le développement et la promotion des relations entre le monde socio-économique et le génie chimique.

Elle se fixe pour objectifs :

- la diffusion d'informations scientifiques et techniques d'origines diverses, au moyen de publicités, de conférences, de séminaires...
- la réalisation d'études particulières à la demande d'industriels.

Liée par convention à l'Institut du Génie Chimique, l'Association PROGEC s'appuie sur une équipe de 40 enseignants-chercheurs et 80 techniciens, et sur des moyens matériels importants, tels que :

- des installations à l'échelle semi-industrielle;
- un centre de calcul;
- une bibliothèque reliée par ordinateur aux bases de données de Lockheed et de European Spatial Agency;
- deux bâtiments d'essais réunissant une vingtaine d'unités pilotes.

Son Conseil d'administration est composé de membres aussi bien originaires de l'Université (Institut National Polytechnique de Toulouse), que de la recherche (CNRS) ou de sociétés industrielles (Atochem, Distugil, Elf, Rhône-Poulenc, S.N.P.E.).

Le siège social de l'Association PROGEC est fixé à l'Institut du Génie Chimique (chemin de la Loge, 31078 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 52.92.41.) où toute information pourra être obtenue en contactant J. Bertrand ou H. Delmas.

Mise en place d'un groupement national interprofessionnel des bioindustries

Les bioindustriels, membres de l'ANIA (Association Nationale des Industries Agro-alimentaire), du SNIP (Syndicat National de l'Industrie Pharmaceutique) et de l'U.I.C. (Union des Industries Chimiques) ont estimé nécessaire de créer un lieu de concertation où se retrouveraient des porte-parole de tous les syndicats professionnels représentant les industries concernées par les biotechnologies.

De son côté, l'Association pour le Développement de la Bioindustrie (ADEBIO)

a sélectionné, parmi plusieurs actions prioritaires, l'amélioration des communications entre les acteurs des biotechnologies et le soutien de toute opération visant leur regroupement lorsqu'il est souhaitable et possible.

Des représentants des trois syndicats professionnels ci-dessus ont décidé, lors d'une réunion le 6 février 1984 avec le président de l'ADEBIO, de confier à cet organisme la tâche d'animer les relations entre les secteurs industriels concernés par les biotechnologies dans le cadre d'une association intitulée : ORGANIBIO (Organisation Nationale Interprofessionnelle des Bioindustries).

Cette association a pour objectif d'assurer la concertation entre les sections biotechnologies créées à l'intérieur de chaque syndicat professionnel et d'être leur porte-parole. Elle pourra s'ouvrir à d'autres organisations professionnelles représentant des secteurs économiques se consacrant à la bioindustrie.

ADEBIO, 10, rue Falguière, 75015 Paris.
Tél. : (1) 327.25.24.

Hommage à l'inventeur du nylon

Wallace H. Carothers, le chercheur de Du Pont de Nemours qui inventa le nylon en 1935, a été mis à l'honneur par la fondation « Inventors Hall of Fame » aux États-Unis. Il rejoint 51 autres grands noms dont Thomas Edison, Henry Ford et Louis Pasteur.

M. Carothers, qui commença à travailler pour le groupe Du Pont en 1928, a dirigé le programme de recherche en chimie organique jusqu'à sa mort en 1937. Pendant ces neuf années, il a été à l'origine de plusieurs avancées scientifiques. Il a réalisé la synthèse de nombreux polymères nouveaux qui menèrent à la découverte du nylon. Ses recherches sur la polymérisation contribuèrent aussi au développement du néoprène, premier caoutchouc synthétique à connaître le succès commercial, et à la découverte d'autres fibres synthétiques.

Appel d'offres de la Commission des Communautés européennes

« Stimulation du potentiel scientifique et technique (2^e phase) »

But : stimuler l'activité scientifique en favorisant les coopérations dans l'espace européen (texte ci-dessous).

Domaines :

- Pharmacobiologie,
- Physique des solides,
- Optique,
- Combustion,
- Photométrie-Photoacoustique,

- Phénomènes d'interface,
- Climatologie.

Modalités d'intervention : Allocations de recherche, subvention, jumelage de laboratoires; date limite : 1^{er} avril 1984.

Ce programme d'un montant de 49 MF pour deux ans dans sa deuxième phase

devrait permettre d'ici 1988 la mobilité de 4 000 personnes.

Le Département Chimie du CNRS souhaite recevoir un double de toutes les demandes déposées afin d'assurer le suivi scientifique des dossiers. Ces doubles devront être adressés à Mme Christina Miquel, Direction Chimie du CNRS, pièce 281, 15, quai Anatole France, 75700 Paris.

Action expérimentale 1984 de stimulation de l'efficacité du potentiel scientifique et technique européen (84/C29/03)

1. Objet

La Commission des Communautés européennes a engagé une action expérimentale de stimulation visant à améliorer l'efficacité de la recherche-développement européenne. Cette action expérimentale est destinée à tester les différentes modalités d'intervention appropriées au niveau communautaire, modalités originaires par rapport à la gamme des voies et moyens disponibles et utilisés par la Commission depuis des années pour la réalisation de ses programmes scientifiques et techniques.

2. Activités soutenues et domaines d'intervention

Pourront être soutenus :

- des projets présentés conjointement par des équipes de chercheurs et/ou d'ingénieurs de différents pays de la Communauté économique européenne et impliquant une collaboration (unie ou pluridisciplinaire) de ces diverses équipes (publiques ou privées) pour pouvoir être menés à bien,
- des projets de détachement pendant une période de temps relativement longue (supérieure à six mois) d'un chercheur d'un laboratoire d'un pays déterminé de la Communauté, dans un centre de recherche d'un autre pays de la Communauté économique européenne,

- des activités permettant de renforcer la communication et la dissémination de l'information (notamment transdisciplinaire) au sein du système scientifique et technique de la Communauté économique européenne.

Sept domaines ont été principalement retenus pour la phase expérimentale :

- pharmacobiologie : approche multidisciplinaire aux nombreux problèmes scientifiques que posent les applications de la biologie moderne dans ce domaine, et notamment la communication inter- et intracellulaire,
- physique des solides : par exemple phénomènes de structuration et processus d'élaboration de matériaux composites,
- optique : particulièrement l'opto-électronique, et tout développement théorique ou appliqué de la mathématique intéressant ce domaine,
- combustion : approche théorique, par recours aux nouvelles connaissances fondamentales des systèmes hors équilibre, des phénomènes d'ignition (évolution des corps en combustion),
- photométrie photo-acoustique : particulièrement l'application à l'analyse non destructive,
- phénomènes d'interface : notamment la catalyse et l'émulsification,
- climatologie : étude des phénomènes de transition.

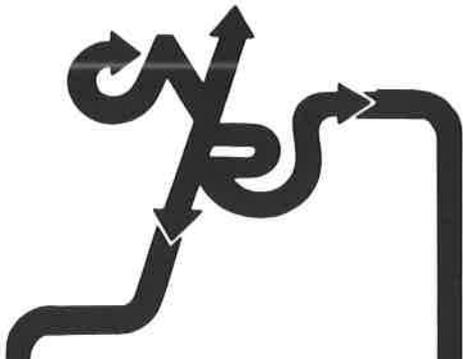
Cette liste n'est ni limitative ni exhaustive; tout domaine où des développements originaux prometteurs seraient possibles et où des tests des méthodes d'intervention de stimulation sont réalisables peuvent être considérés.

3. Méthodes d'intervention à expérimenter en 1984

Allocations de recherche : paiement d'une allocation couvrant frais de voyage, de séjour et de recherche, pour le détachement de scientifiques dans un laboratoire dans un autre pays que celui où ils ont leur poste de recherche (au sein de la Communauté économique européenne).

Aide pour accroître la mobilité des chercheurs : contribuer à la dissémination des meilleures connaissances disponibles et au développement de contacts entre chercheurs (subventions).

Jumelage de laboratoires de pays différents : permettre aux chercheurs qui, dans plusieurs pays de la Communauté, travaillent en parallèle dans un domaine de pointe, d'atteindre la taille critique en travaillant en commun; pour ce faire: octroi d'une dotation permettant aux chercheurs de se rencontrer, de réaliser des expériences communes, d'échanger des résultats.



Colloque international
CNRS/NASA
**THIORÉDOXINES :
STRUCTURE ET FONCTIONS
THIOREDOXINS :
STRUCTURE AND FUNCTIONS**
Berkeley, juin 1981
Directeur : Pierre Gadal

- mise au point des connaissances sur les thiorédoxines, protéines de faible masse molaire dont l'importance physiologique est de plus en plus reconnue dans l'ensemble du monde vivant
- propriétés des thiorédoxines et leurs interventions dans le fonctionnement cellulaire.
- propriétés des thiorédoxines
- leurs rôles dans la synthèse de l'ADN et la réplication, l'assimilation de l'azote et du soufre, la photosynthèse

(30 communications dont 24 en anglais) résumés anglais français

16 × 24; 288 p.; broché
87 fig.; 55 tabl.; 8 phot.
ISBN 2-222-03182-6; 230 F

**CAHIERS DE L'OBSERVATION
DU CHANGEMENT SOCIAL**
Volume XVII (équipe du Nord)
Responsable : F. Stankiewicz

- économie informelle (travail noir, activités domestiques et ensemble des autres activités communautaires): hétérogénéité, fonctionnement et pertinence de cette notion
- approche économique : cas des chômeurs
- approche juridique : travail noir
- approche sociologique : évolution du système des échanges pour une collectivité villageoise (Ervelinghem-Lille)

16 × 24; 276 p.; broché; 26 tabl.
ISBN 2-222-03224-5; 50 F

Documentation gratuite sur demande

Editions du CNRS
15 quai Anatole France 75700 Paris

4. Attribution du soutien financier communautaire

La Commission attend des offres répondant aux spécifications énoncées aux paragraphes 2 et 3; ces offres doivent faire apparaître le montant du soutien demandé. Les offres seront évaluées par un système de référés constitué autour du Comité du développement européen de la science et de la technologie (Codest), qui est chargé d'émettre des avis à l'attention de la Commission.

Le niveau du soutien accordé par la Commission variera selon les modalités d'intervention.

5. Procédure

Toute personne (physique ou morale, publique ou privée) souhaitant des informations complémentaires sur l'action expérimentale de stimulation ou désirant soumettre une offre peut s'adresser (dès que possible) à l'adresse suivante :

Direction générale « Science, recherche et développement », Division XII-A-2, Action de stimulation, Commission des Communautés européennes, rue de la Loi 200, B-1049 Bruxelles, Belgique.

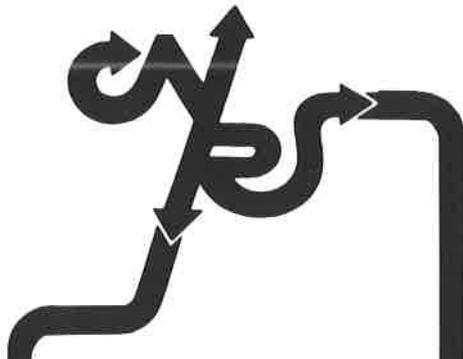
Les informations détaillées relatives à ce deuxième appel aux propositions et les formulaires de soumission d'offres seront fournis en réponse. Toute proposition formelle parvenant à la Commission avant le 1^{er} avril 1984 pourra donner lieu, si elle est retenue, à un contrat de soutien cette même année.

Congrès, Colloques Écoles d'été

Les demandes de subventions pour les congrès, les colloques et les écoles d'été doivent maintenant être adressées directement au Département Chimie du CNRS, 15, quai Anatole France, 75700 Paris.

Comité National (Printemps 1984)

13 au 16 mars, S. 14 : Chimie et physico-chimie des matériaux inorganiques.
27 au 30 mars, S. 17 : Physico-chimie moléculaire et macromoléculaire.
3 au 6 avril, S. 12 : Chimie de coordination et catalyse.
16 au 19 avril, S. 13 : Électrochimie, cinétique et photochimie.
9 au 12 mai, S. 15 : Chimie et physico-chimie moléculaire organique.
22 au 24 mai, S. 16 : Chimie et physico-chimie d'intérêt biologique et thérapeutique.



Cahiers
de micropaléontologie
I/1983
**ÉVIDENCE OU RÉALITÉ
CHEZ LE GENRE
MICRHYSTRIDIUM**
Un exemple par l'étude
de quelques formes jurassiques
du Jura français
Bernard Courtinat

- deux aspects développés : une analyse bibliographique (les formes de *Michrystridium* constituant soit deux ensembles différents soit un ensemble homogène); une analyse au microscope électronique à balayage permettant pour la première fois les descriptions de la sculpture et d'éléments particuliers

21 × 27; 44 p.; dos collé
7 fig.; 4 tabl.; 4 pl. phot. h.t.
ISBN 2-222-03349-7; 45 F

Colloques internationaux
du CNRS/N° 330
**MODALITÉS, RYTHMES,
MÉCANISMES
DE L'ÉVOLUTION BIOLOGIQUE**
Gradualisme phylétique
ou équilibres ponctués ?
Direction Jean Chaline
Dijon, Mai 1982

- mise au point sur les problèmes évolutifs, rassemblant biologistes et paléontologistes
- mise en évidence des implications des concepts actuels, des questions fondamentales posées par les rapports entre notions d'espèces biologiques et géobiologiques et par la formation des espèces dans l'espace et le temps

21 × 29,7; 340 p., broché
99 fig.; 13 tabl.
ISBN 2-222-03259-8; 380 F

Documentation gratuite sur demande

Editions du CNRS
15 quai Anatole France 75700 Paris

- **Société Chimique de France**
- **Société de Chimie Industrielle**

Société Chimique de France

Division Chimie de coordination

Atelier « Métal-Métal »

Un nouvel atelier « Métal-Métal » se tiendra à **Strasbourg, les 14 et 15 mai 1984**. Il fait suite à la série de rencontres sur ce même thème, organisées périodiquement depuis la création de la Division en 1978, et a pour but de faire le point sur les domaines de la chimie de coordination où les interactions métal-métal jouent un rôle primordial.

Les thèmes suivants seront concernés :

- *Complexes à propriétés chimiques ou physiques particulières*
- *Chimie théorique*
- *Chimie organométallique et de coordination*
- *Catalyse homogène et hétérogène*
- *Chimie bioinorganique*
- *Électrochimie, etc.*

Les contributions répondant à ces critères seront donc prises en considération. Elles seront acceptées dans l'ordre où elles parviendront à l'organisateur, ceci afin de permettre l'élaboration du programme scientifique et sa diffusion. Il est prévu que les

communications durent environ 30 minutes pour consacrer ainsi un temps non négligeable à la discussion et à l'animation scientifique de ces deux journées avec la participation de chacun. Les conférenciers suivants ont déjà donné leur accord pour présenter des exposés : Professeurs W. A. Herrmann (Frankfurt, R.F.A.), L. M. Venanzi (Zurich), Dr R. Whyman (I.C.I. Grande-Bretagne) et Dr B. Lippert (Munich, R.F.A.).

De nombreux industriels français ont manifesté leur intérêt pour cet Atelier et ils seront représentés.

L'Atelier se déroulera au Centre culturel de Saint-Thomas de Strasbourg-Robertsau où auront lieu l'hébergement, les repas et les réunions de travail.

Afin de garder à l'Atelier son caractère, le nombre de participants sera limité. Il est conseillé donc de s'inscrire rapidement. Cela permettra en même temps de bénéficier, contre caution, d'une chambre au Centre culturel (leur nombre est très limité !).

Pour obtenir le bulletin d'inscription, écrire ou téléphoner à M. P. Braunstein, Laboratoire de chimie de coordination, ULP, 4, rue Blaise Pascal, 67070 Strasbourg Cedex. Tél. : (16) 88.61.48.30, poste 405.

Atelier « Photochimie et photophysique des composés organométalliques et de coordination en phase homogène ou organisée »

La 5^e Réunion de l'Atelier s'effectuera sous l'égide de la Société Française de Chimie en liaison avec le Groupe Français de Photochimie, le Club E.D.F. et le Commissariat de l'Énergie Atomique.

Le but de cet Atelier est de réunir à nouveau les chercheurs intéressés par ce sujet, afin d'échanger leurs idées et de discuter des derniers avancements de cette discipline d'une manière souple et informelle.

Le thème de l'Atelier sera, comme l'indique le titre, la photochimie et la photophysique des composés organométalliques et de coordination. Ces composés peuvent être en solution, dans des milieux organisés, sur des surfaces ou à des interfaces. On traitera aussi de leurs applications à la catalyse et au stockage de l'énergie lumineuse.

Le programme comportera des conférences générales et des communications orales. Les Professeurs T. Meyer de l'Université de

Caroline du Nord à Chapel-Hill, (U.S.A.) et N. Serpone (Concordia University, Montréal, Canada) ont accepté de venir faire des exposés sur leurs recherches récentes.

Cette réunion aura lieu, **les 21 et 22 juin 1984**, à l'Institut de Chimie-Physique, 11, rue Pierre et Marie Curie, Paris (5^e).

Pour tous renseignements, s'adresser à M. C. Giannotti, Institut de Chimie des Substances Naturelles, 91190 Gif-sur-Yvette.

[Tél. : 907.78.28, poste 431]

ou M. J. P. Sauvage, Institut de Chimie, 1, rue Blaise Pascal, 67008 Strasbourg. [Tél. : (88) 61.48.02].

En raison de cette manifestation et d'autres réunions sur la photochimie qui auront lieu en 1984, la réunion que le Groupe de photochimie a l'habitude de tenir en mai-juin n'aura pas lieu.

Division Chimie du solide

Colloque SCF-LURE

Sur le thème : « *Le rayonnement synchrotron en science des matériaux* », deux Journées seront organisées par P. Caro, H. Dexpert et D. Raoux, les 3 et 4 mai 1984, aux Laboratoires de Bellevue du CNRS, 1, place Aristide-Briand, 92195 Meudon Cedex.

Jeudi 3 mai

Présentation générale

Le rayonnement synchrotron et ses possibilités d'utilisation, par D. Raoux (LURE et Physique des solides, Orsay)

Absorption X : EXAFS

- *Applications of EXAFS using synchrotron radiation*, par D. E. Sayers (LURE et North Carolina University)
- *EXAFS des solides divisés : clusters et catalyseurs*, par H. Dexpert, P. Lagarde (LURE et E.R. 210 Bellevue, Physique des solides Orsay)
- *L'EXAFS en chimie inorganique : quelques exemples*, par A. Michalowicz (LURE et Physico-chimie structurale, Créteil)
- *Ordre local dans les systèmes métastables*, par A. Fontaine, E. Dartyge (LURE et Physique des solides, Orsay)

Division Chimie organique

Journées de chimie organique de Palaiseau

Les Journées de chimie organique se dérouleront dans les locaux de l'École Polytechnique, à Palaiseau (près d'Orsay), les 12, 13 et 14 septembre 1984.

Conférences

Les conférenciers suivants ont accepté de participer à ces Journées : D. Arigoni (Zurich), Y. Ban (Sapporo), R. Carrié (Rennes), E. Corey (Harvard), F. Mathey (Thiais), R. U. Lemieux (Alberta), J. P. Pete (Reims), J. Salaun (Orsay), G. Stork (New York).

Communications orales

8 Communications orales d'une demi-heure (discussions de 10 mn comprise) auront lieu dans l'amphithéâtre.

Toute demande de communication orale doit être accompagnée d'un résumé de 2 pages et parvenir au Professeur J. Normant, tour 44, 2^e étage, Université Pierre et Marie Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05 avant le 20 avril délai de rigueur.

Communications par affiches

Des communications par affiches seront présentées en 3 séances dans le hall.
Un panneau de contreplaqué (fourni par les organisateurs) de

Diffraction et diffusion des X

- *Cristallographie macromoléculaire : quelques développements méthodologiques récents* par G. Bricogne (LURE, Orsay)
- *Application de la diffraction du rayonnement synchrotron aux milieux désordonnés et utilisation de la diffusion anormale*, par X (Hambourg)
- *Étude des phases dispersées par diffusion centrale aux petits angles*, C. Petipas, X. Auvray, R. Anthore (ERA 258, Rouen)

Vendredi 4 mai 1984

Étude des surfaces

- *Exemples d'application des techniques de diffraction X à la caractérisation de couches minces épitaxiées*, par M. Sauvage-Simkin (LURE et Minéralogie-cristallographie, Paris)
- *Spectroscopie des niveaux de cœur d'atomes de surface appliquée à l'étude des surfaces propres et de la chimisorption*, par C. Guillot, J. Lecante (LURE et Physique des atomes et des surfaces, C.E.N. Saclay)

Caractérisation chimique. Réactivité

- *Caractérisation des éléments à l'état de trace*, par P. Chevallier (Institut du Radium, Paris)
- *Informations cristallochimiques apportées par les seuils d'absorption X*, par J. Petiau, G. Calas (Minéralogie-cristallographie, Paris)
- *Collisions réactives*, par T. Govers (LURE et Photophysique moléculaire, Orsay)
- *Spectroscopies IR et UV*, par X.

1,20 m × 1,20 m sera mis à la disposition de toute personne, ou groupe de personnes, présentant une communication.
Les demandes de communication par affiche, accompagnées d'un résumé de 1 à 2 pages, doivent parvenir au Professeur J. Normant avant le 20 avril délai de rigueur.
La présentation de toute communication est réservée aux membres de la Société Française de Chimie.

Renseignements importants

- Hébergement : une convention de location d'un nombre déterminé de chambres dans une résidence du Club Unesco a été engagée.
- Transport : la S.N.C.F. accorde aux participants une réduction de 20 % sur les billets aller-retour ; un ticket de réduction sera envoyé, par les organisateurs, sur demande.
Les participants intéressés par les rubriques hébergement et transport doivent l'indiquer en retournant la fiche d'inscription insérée dans ce numéro.
- Repas : les repas pourront être pris au restaurant self-service de l'École.
- Informations à paraître : dans *L'actualité chimique* de juin, on trouvera, outre les titres des conférences et communications, tous les détails concernant l'accès à l'École Polytechnique et l'accueil des participants.
- Fiche d'inscription à la fin de cette rubrique.

Plis cachetés

La S.C.F. a enregistré les plis cachetés suivants :

- Le 16 décembre 1983, de Rhône-Poulenc Chimie de base, sous le n° 1968.
- Le 23 décembre 1983, de M. Gilles Tersac, sous le n° 1969.
- Le 5 janvier 1984, de M. I. Garic, sous le n° 1970.
- Le 13 janvier 1984, de M. Ph. Pichat, sous le n° 1971.

- Le 31 janvier 1984, de Rhône-Poulenc Films (Mme H. Miquel), sous le n° 1972.
- Le 20 février 1984, de Rhône-Poulenc Chimie de base, sous le n° 1973.
- Le 27 février 1984, de Vulnax International Limited, sous le n° 1974.

Journées de chimie organique

Palaiseau 12, 13 et 14 septembre 1984

Fiche d'inscription *

NOM (en capitales) Prénom.

Adresse (avec code postal)

..... Tél. :

Fonction

● Date limite d'inscription : **30 mai 1984**. Envoyer cette fiche (une fiche par participant) à : Société Française de Chimie, Réunion annuelle, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

● Droit fixe : Participants non membres de la S.F.C. : 300 F* F

● Désire loger à la Maison des Clubs UNESCO, 43, rue de la Glacière, Paris (13^e) : 58 F par nuit (petit déjeuner compris) en chambre à 2, 3 ou 4 lits;

En chambre à plusieurs lits

	Oui **	Non **
Nuit du 11 au 12-9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nuit du 12 au 13-9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nuit du 13 au 14-9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nuit du 14 au 15-9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

..... 58 × F

Le nombre des places étant limité, les attributions seront faites suivant l'ordre d'arrivée.

● Désire bénéficier de la remise de 20 % sur le transport SNCF

Oui ** Non **

● Total * F

Signature :

* La somme totale doit être réglée par chèque à l'ordre de la Société Française de Chimie.

** Cocher la case correspondante.

Forum international de la chimie : Europe/États-Unis

19-20 septembre 1984, Paris

Organisé et patronné par la Société de Chimie industrielle et *Informations Chimie*, ce Forum bénéficie de la participation active de la Section américaine de la Société de Chimie Industrielle et du concours de l'Institut de l'Entreprise et de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris.

Il s'adresse à tous les responsables qui s'interrogent sur le rôle de la chimie dans un monde industriel en pleine mutation. « Où en est la chimie, où va-t-elle, quels nouveaux domaines s'apprête-t-elle à conquérir ? »

Cette rencontre internationale Europe/États-Unis se tiendra, les 19 et 20 septembre 1984, à la Maison de la Chimie à Paris. La

traduction simultanée des interventions sera assurée le jeudi 20 septembre.

Mercredi 19 septembre : *Pour les chimistes et les chefs d'entreprise, quelles nouvelles aventures industrielles ?*

Jeudi 20 septembre : *La chimie et son proche avenir.*

Renseignements : Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : (1) 555.69.46.

L'actualité chimique publiera dans un prochain numéro le programme complet de ce Forum.

Groupe d'Ingénierie analytique

Journée échantillonnage

29 mai 1984, Paris

Le groupe d'Ingénierie analytique de la Société de Chimie Industrielle organise, le mardi 29 mai 1984, une Journée consacrée aux problèmes relatifs à l'échantillonnage en vue de déterminations analytiques.

Cette Journée se tiendra dans les locaux de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (ENSCP), 11, rue Pierre et Marie Curie, 75005 Paris.

Les deux thèmes retenus seront introduits par des conférences de MM. P. Gy et R. Quagliaro qui animeront conjointement, en fin de journée, la discussion générale, avec le concours des différents intervenants : que ce soit pour des analyses différées en laboratoire ou pour des analyses continues en ligne les difficultés d'échantillonnage sont nombreuses.

Cette Journée est destinée à aborder ces différents problèmes et leurs solutions, en prenant pour exemple des cas concrets.

Programme

Échantillonnage pour analyses discontinues en laboratoire

8 h 30, accueil des participants.

9 h 00, bienvenue par D. Coutagne, Président du Groupe Ingénierie analytique.

9 h 15, *Critères suivant lesquels on doit juger un échantillonneur*, par P. Gy (l'échantillonnage, Cannes).

10 h 00, *Un exemple d'échantillonnage complexe : scorie de four d'affinerie plomb*,

par J. M. Pujade Renaud (Minemet-Recherches, Trappes).

10 h 45, pause.

11 h 15, *Prélèvement de particules dans des effluents gazeux des installations de combustion et de craquage catalytique d'une raffinerie de pétrole*,

par D. Tourres et D. Leborgne (C.F.R., Harfleur).

11 h 35, *La robotique : la solution aux problèmes de préparation d'échantillons*,

par G. Seroussi (Zymark, Pantin).

Échantillonnage continu en vue d'analyses en ligne

14 h 00, *Les difficultés de l'échantillonnage en ligne des liquides et des gaz industriels*,

par R. Quagliaro (Rhône-Poulenc).

14 h 45, *Les analyseurs industriels : préparation de l'échantillon et traitement du signal*,

par J. M. Lapeyre (Fluidystème, Courbevoie).

15 h 05, *Quelques notions fondamentales à respecter lors de la prise d'échantillon pour analyse*,

par M. Dourche (COMSIP, Rueil-Malmaison).

15 h 25, pause.

15 h 40, *Préparation des échantillons en vue de l'analyse automatique continue des eaux*,

par G. Randon (Compagnie Générale des Eaux, Paris).

16 h 00, *Les tendances actuelles de l'échantillonnage d'un gaz de combustion et ses applications*,

par A. Chapus (Recomat, La Garenne-Colombes).

16 h 20, *Difficultés mais nécessité de la formation en système d'échantillonnage. Expérience de l'IRA*,

par J. C. Groussin (Institut de Régulation et d'Automation Guy Berthier, Arles).

16 h 40, conclusion de la Journée : discussion générale animée par P. Gy et R. Quagliaro.

17 h 30, fin de la Journée.

Renseignements

Pour tous renseignements et inscriptions s'adresser à la Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : (1) 555.69.46.

Participation aux frais de la Journée (elle ne comprend pas le repas de midi, de nombreux restaurants existent dans le quartier) :

- avant le 1^{er} mai : 295 F ttc,
- après le 1^{er} mai : 355 F ttc.

Section Centre-Est

La qualité dans les entreprises de la chimie

6 juin 1984, Lyon

La Section Centre-Est de la Société de Chimie Industrielle organise, à Lyon, un Colloque d'une journée sur le thème **La qualité dans les Entreprises de la chimie**, auquel la S.C.I. a associé la Maison de la Chimie Rhône-Alpes et l'ESCIL (École Supérieure de Chimie Industrielle de Lyon). Elle s'est assurée le concours de :

- l'AFCEQ (Association Française des Cercles d'Étude et de Recherche de la Qualité,
- le R.N.E. (Réseau National d'Essais).

Cette manifestation a pour objectif de montrer que la qualité, facteur de compétitivité et de développement, est l'affaire de tous, dans les divers secteurs de l'entreprise : production, maintenance, administration, contrôle, commercial, etc.

Le management par la qualité doit permettre, par la responsabilité de chacun à quelque niveau que ce soit de la hiérarchie, d'améliorer les performances économiques de nos entreprises de la

chimie afin de renforcer leur position dans la compétition internationale.

C'est ce que s'efforceront de montrer les différents intervenants au travers de leur expérience personnelle dans des conférences-débats qui s'adresseront au très large public que constituent les professionnels de la chimie : chefs d'entreprises, cadres, agents de maîtrise et, bien évidemment, étudiants de fin d'étude des Écoles d'ingénieurs ou techniciens supérieurs d'Université, afin de sensibiliser ces futurs cadres de l'industrie chimique aux problèmes de qualité.

Ce colloque aura lieu le 6 juin 1984 (amphithéâtre Grignard, Université de Lyon I, 43, bd du 11 novembre 1918, Villeurbanne). Le programme détaillé de cette journée paraîtra dans un prochain numéro.

Branche belge de la Société de Chimie Industrielle

IV^e Cycle de perfectionnement de la lutte contre la corrosion

29-30 mars 1984, Bruxelles

Le IV^e Cycle de perfectionnement de la lutte contre la corrosion organisé par la Branche belge de la Société de Chimie Industrielle, les 29 et 30 mars 1984, aura lieu à la Maison des Industries Chimiques de Belgique (49, square Marie-Louise, 1040 Bruxelles).

Programme

Jeudi 29 mars

9 h, accueil, présentation du Cycle par MM. Clerbois et Scimar.
9 h 30, M. Scimar (Université de Liège) : *Introduction à la journée consacrée à la corrosion métallique.*

10 h, M. A. Pourbaix (Cebelcor, Bruxelles) : *Les travaux du Cebelcor dans le cadre de la lutte contre la corrosion atmosphérique.*

11 h, pause-café.

11 h 15, M. Piens (CORI, Coating Research Institute, Bruxelles) : *Protection contre la corrosion par les peintures. Derniers développements.*

12 h 15, déjeuner.

14 h, M. van Overmeere (Laborelec, Bruxelles, Laboratoire des sociétés d'électricité) : *Les systèmes Duplex, galvanisation + peintures.*

15 h, M. Bouché (Bayer-Belgium, Bruxelles) : *Protection en polyuréthanes en couches épaisses.*

de 16 h à 16 h 30 : discussion générale.

N.B. M. Clerbois présentera, entre deux conférences, un film réalisé par la Fédération Européenne de la Corrosion. Durée de cette projection : 15 minutes.

Vendredi 30 mars

Journée consacrée à la corrosion du béton et autres matériaux.
9 h, M. Halleux (Université de Liège) : *La corrosion des armatures en acier dans le béton.*

10 h, pause-café.

10 h 15, M. Vénuat (Centre d'Étude et de Recherches de l'Industrie des Liants Hydrauliques, Châtillon-sous-Bagneux) : *Les différentes causes de dégradation des bétons et les moyens d'éviter celles-ci. Un développement sera consacré à la carbonatation.*

12 h, déjeuner.

14 h, M. Ruelle (Solvay et Cie, Bruxelles) : *La stabilité à la chaleur et à la lumière des polyoléfines. Résultats.*

15 h : M. Lamberty (Solvay et Cie, Bruxelles) : *Processus de vieillissement naturel du PVC.*

16 h, discussion générale et conclusions sous la direction de M. Clerbois (Solvay et Cie).

Renseignements et inscriptions

Pour tous renseignements et inscriptions, s'adresser à la Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : (1) 555.69.46.

Droits d'inscription (Cycle complet, deux déjeuners) :

- pour les membres de la Société de Chimie Industrielle : 1 060 FF,
- pour les non-membres : 1 260 F.

Sommaire de la revue *Analisis*

Vol. 12, n° 1, janvier 1984

Recherche des grandes efficacités de séparation en chromatographie en phase liquide : micro-colonnes ou colonnes capillaires ? par F. Berthou. Trois approches différentes de ce problème sont discutées à la lumière de considérations théoriques et technologiques : couplage de colonnes remplies conventionnelles, colonnes remplies de faible diamètre et colonne capillaires de grande longueur.

Les différents dosages indirects en absorption atomique dans le contrôle analytique de l'environnement, par A. Montiel, B. Welte. Cette étude est un travail de recherche bibliographique.

Analyse des équilibres acide-base et de tautomérisation des N (α -phényl fluoro-5 méthoxy-2 et hydroxy-2 benzylidène) aminoacétamide, par P. Lemétais, B. Maupas, M. B. Fleury, B. Mompon. Les équilibres acide-base ont été étudiés par spectrophotométrie UV.

Exprimer le résultat d'une analyse : une approche statistique et informatique, par M. Feinberg, C. Ducauze.

Cette étude est conduite sur deux exemples : un dosage du plomb par spectrométrie d'absorption atomique sur un échantillon de foie de bœuf et les dénombrements bactériens effectués sur de la viande hachée.

Étude de la structure de polystyrènes par GPC couplé à un viscosimètre automatique, par V. Pohlig, J. N. Colonna Cecaldi, S. Raynal. Ces polystyrènes sont comparés avec des polystyrènes étalons linéaires.

Utilisation des données fournies par une chaîne de pH-stat pour le dosage d'acides faibles. Modélisation des courbes, par J. F. Le Meur, H. Le Nours.

Ce modèle est appliqué au dosage des ions citrate par le cuivre et à celui des ions chlorure et phosphate par l'argent.

Detection and absorptiometric determination of microgram quantities of EDTA with 4-aminoantipyrene, par S. Z. Qureshi, R. Bansal.

La détection et le dosage sont réalisés par l'intermédiaire d'un complexe coloré entre l'EDTA et l'amino-4 antipyrène en présence du chromate de potassium.

- Recueils des communications (versions abrégées) :

27^e Symposium international sur les macromolécules, Macro 1981, 6-9 juillet 1981, Strasbourg.
Prix des recueils (deux vol. de 1 397 pages) : 250 F + T.V.A.

- Recueil des communications : **6^e Conférence européenne des plastiques**, 7-9 juin 1982, Paris.
Prix du recueil : 300 F, t.t.c.

- Recueil des communications : **Journées d'étude Énergie électrique et génie chimique**, 23-24 septembre 1982, Toulouse.
Prix du recueil : 350 F, t.t.c.

- Recueil des communications (en anglais) orales et par affiches :

3^e Congrès international Informatique et génie chimique, 19-21 avril 1983, Paris.
Prix des recueils (deux vol.) : 600 F, t.t.c.

- Recueils des communications : **13^e Conférence internationale des Arts Chimiques**
Colloque 1 : Les aciers spéciaux dans le transport et le stockage des produits chimiques et pétroliers,
Colloque 2 : Nouvelles techniques de fractionnement des mélanges. Le développement des procédés en 1983,
Colloque 3 : Problèmes actuels dans les techniques de fermentation,
Prix des recueils (1, 2 et 3) : 200 F t.t.c. chacun.

S'adresser à la Société de Chimie Industrielle,
28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris - Tél. : (1) 555.69.46

+ frais de port (par avion pour les pays non européens)

● **A vendre** : cause cessation d'activité divers matériel laboratoire très bon état (liste sur demande) et Collection *Chemical Abstracts* 1963 à 1978, prix à débattre. Écrire ou téléphoner au Labos Goujard, 27, rue Cardinet, 75017 Paris. Tél. : 227-49-50.

● J. F., Deug B (Biologie-Chimie) DUT de chimie obtenu en septembre 1983 (IUT d'Orsay). Langues : allemand parlé, anglais technique, cherche emploi. F. Landier, 22,

avenue de France, 41000 Blois. Tél. : 16 (54) 43-56-56.

● **A vendre** : spectrophotomètre UV-vis. Beckman Acta III, parfait état de marche, avec accessoires d'échantillonnage (en particulier porte-cellules thermorégulé) et consommables. Tél. : C. Laurence ou P. Nicolet. Tél. : (40) 74-50-70.

● Cadre, 37 ans, 13 ans d'expérience fabrication peintures et relations clientèles, ac-

cepterait poste fabrication ou commercial Oise ou région parisienne. Écrire à M. G. Leduc, 3, rue Bontemps, 60940 Angicourt. Tél. : (4) 472-83-12.

● **A vendre** : un spectrofluorimètre Jobin-Yvon JY 3 D, affichage digital, moteur pas à pas.

Un enregistreur Itelec 3800 xy et $xf(t)$. Prix intéressants. Écrire J.-C. Raulin, 15, rue de Rome, 75008 Paris. Tél. : (1) 387-33-76 (poste 7).

Table des annonceurs

J.C.R.	Couv. II	C.N.I.C.	75
VARIAN	8	ORIEL	85
S.C.F.	22-70	WATERS	87
I.U.T. ORSAY	28	C.N.R.S.	92
C.E.A.	50	GUIDE DE LA CHIMIE.	Couv. IV

Directeur de la publication : Jacques Metzger, Président de la S.C.F.
 Imprimerie Durand, 28600 Luisant, France (1984). Tél. : (37) 34-14-87.
 Commission paritaire : 53953.
 Dépôt légal : mars 1984.

GUIDE de la CHIMIE 1983

1 - documentation générale

chapitre mis à jour au 1^{er} septembre 1982
comportant les renseignements administratifs sur
le ministère de l'Industrie,
direction des Industries chimiques,
textiles et diverses,
la Fédération Française de Chimie,
l'Union des Industries chimiques et tous les
organismes professionnels nationaux et régionaux

2 - produits chimiques purs

nomenclature générale alphabétique.
10.000 formules
synonymes
dénominations anglaises, allemandes.
caractéristiques physiques et chimiques
utilisations
fabricants et agents de vente.

3 - classe de produits commerciaux

fabricants
agents de vente
transformateurs
exportateurs
importateurs

4 - fournisseurs, équipements, matériel, loueurs de matériel spécialisé

fabricants
agents de vente
importateurs
spécialistes.
matériel proposé par les entreprises adhérentes
de la chambre syndicale nationale des loueurs
de véhicules industriels.

5 - répertoire général alphabétique

raison sociale
adresse
téléphone
renseignements utiles sur chaque fabricant
agent de vente, importateur, grossiste, négociant
cités dans les parties 2, 3 et 4.
sections étrangères.

**plus de 1200 pages sous une luxueuse
couverture toilée, imprimée aux fers à dorer.**

Tout au long de l'année, nos services fabrication peuvent noter les modifications
éventuelles intervenues dans vos coordonnées où vos activités.

BON DE COMMANDE
PURCHASE ORDER

A RETOURNER A
TO BE RETURNED

SEP EDITION 194-196 RUE MARCADET - 75018 PARIS (FRANCE) Tél. : 255.00.33-37

Nous vous prions de noter une commande de _____ exemplaires
Will you please take note of an order for _____ copies

au prix de F **415** l'unité
at the price of F 415 each **TTC Franco**

Nous vous réglons : - Par chèque bancaire ci-joint
You will be paid by means of : - Enclosed cheque, drawn on a bank

- Par virement à V/C.C.P. N° 2242-37 Paris
- Transfer of required amount to your postal current account N° 2242-37 PARIS

NOM OU RAISON SOCIALE _____
FAMILY NAME or TRADE NAME

Cachet et signature
Firm's stamp and signature

ADRESSE _____
ADDRESS