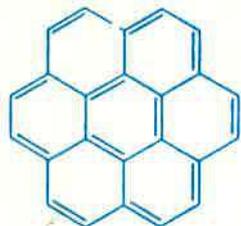


l'actualité chimique



Y a-t-il
du coronène
dans la masse manquante
de l'univers ?

La RMN du solide



La chimie française
en 1984



Une première à Bordeaux : approche de la réactivité chimique au niveau de collisions moléculaires.

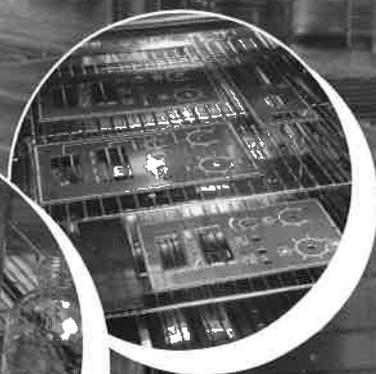
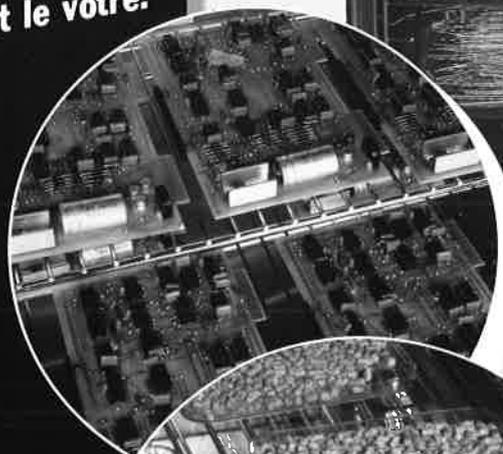
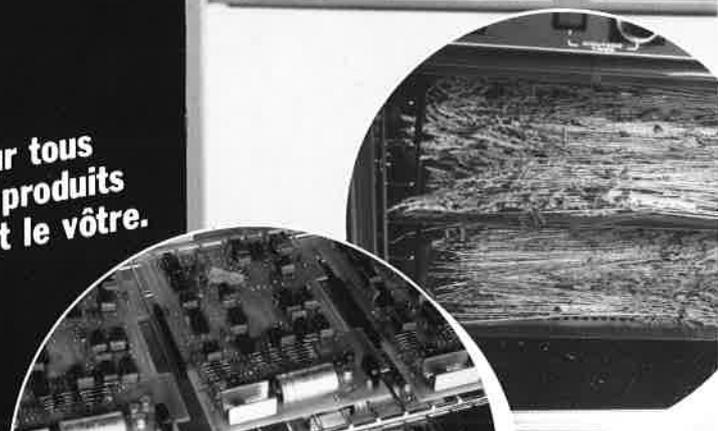


Un espoir économique déçu : la synthèse de l'antraquinone.

Photo : Nébuleuse d'Orion (Collection Palais de la Découverte).

Jouan : les étuves toutes catégories de 55 à 720 litres

Pour tous
les produits
dont le vôtre.



- Précision
- Sécurité
- Nombreuses options
 - Version numérique
 - Minuterie
 - Programmation
 - Eclairage
 - Ventilation forcée
 - Extraction d'air
 - Intérieur inox



Jouan

SIÈGE : C.P. 3203 - 44805 SAINT HERBLAIN CEDEX Tél. : (40) 949010 - Télex : 711 062
PARIS : 60 rue de Wattignies 75012 - Tél. : (1) 342.40.50

Nom _____

Société _____

Adresse _____

Tél. _____

Désire recevoir un documentation sur :

Etuves universelles Incubateurs

La visite d'un technico-commercial

Nouvelles de la Société Française de Chimie	5
Nouvelles de la Société de Chimie Industrielle	13
Informations techniques et économiques générales	19
Articles généraux	
• Résonance magnétique nucléaire pour solide. Vous avez dit « pour solide ? », A. P. Legrand	27
• La chimie dans le milieu interstellaire, M.-C. Lasne, J.-L. Ripoll et J.-M. Denis	39
• Les agents de la sensibilité des plantes à la lumière, H. Smith	47
• Les matériaux pour les mémoires optiques, N. Wiedenhof et J.-M. Waalwijk	51
• La chimie en France en 1984,	55
• La chimie au CNRS	58
Sécurité	
• Une mise à jour de l'ECETOC sur la toxicité du benzène,	63
Enseignement	
• A propos de l'ionisation aqueuse des acides carboxyliques : une révision nécessaire dans les manuels de chimie organique, S. David et C. Mesnil	65

(suite p. 4)

Comité de rédaction

Président : Marcel Bohy
assisté de **Thérèse Chaudron**

Paul Arnaud
Université Grenoble I

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

Jean-Pierre Billon
Rhône-Poulenc (Paris La Défense)

Marc Chérest
Délégué aux publications (S.F.C.)

Alain Derôme
Union des Industries Chimiques

Pierre Fillat
Secrétaire général de la S.F.C.

Roland Gauguin

Michel Golfier
Université Paris-Sud

Jean-Paul Guetté
C.N.A.M. (Paris)

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

Pierre Leprince
I.F.P. (Ruell-Malmaison)

Georges Maire

Robert Mas
Administrateur S.C.I.

Jacques Metzger
I.P.S.O.I. et Université Marseille

André Picot
I.C.S.N. (Gil-sur-Yvette)

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

Roger Viovy
E.N.S. (Saint-Cloud)

Fabrication

Marie-Noëlle de Stœcklin
Jacqueline Zundel

Relations extérieures et Promotion

Gérard Perreau

Publicité

Agnès Chodkiewicz



Publication analysée par
Chemical Abstracts Service

Abonnements 1985

(10 numéros)
Membres de la S.F.C. et de la S.C.I.
Les membres des deux sociétés bénéficient
d'un prix d'abonnement préférentiel de 350 F
(T.T.C.) à cette revue.

Non-membres
France 670 F (T.T.C.)
Europe, Afrique du Nord }
Autres pays }
(envoi par avion + 200 F) 700 F
Chèques au nom de la S.F.C. C.C.P.
7078-60 U Paris

Prix du numéro 70 F

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

Directeur de la publication
Jacques Metzger

Suite du sommaire

- Enquête sur la maîtrise de la notion de mole et son évolution entre 16 et 20 ans, M. Chastrette et D. Cros 69
- L'enseignement de la synthèse organique assisté par micro-ordinateur, une expérience originale à l'ENSCP, P. Cadiot, J.-M. Cense et D. Villemin 76

Appareils et produits	79
Les livres	82
Manifestations à venir	87
Nouvelles du CNRS	95
Fédération Française de Chimie	
GAMS	97
Table des annonceurs	Couv. 3
Petites annonces	Couv. 3

énergétique thermodynamique génie des procédés techniques nouvelles

ENTROPIE : revue Internationale de langue Française.

DEMANDE de spécimen Abonnement

Spécialité :

Nom :

Adresse :

Code postal :

Ville :

Pays :

1 an : 6 numéros
706,40 f.TTC

(1) 899 10 58. BP n°63. 94002 Créteil cedex. _____

Nouvelles de la Société Française de Chimie

Réunions

Rencontres prévues par les Divisions et Groupes

Avril 1985

22-26 avril 1985 (CNRS, Thiais): **Spectroscopie résolue dans le temps.**

Organisateur: Groupe des spectroscopies de vibration.

Renseignements: M. Bridoux ou F. Fillaux, CNRS, 2, rue Henry Dunant, 94320 Thiais. Tél.: (1) 687.33.55.

22-26 avril 1985 (IFP, Rueil-Malmaison): **Colloque franco-vénézuélien de catalyse.**

Organisateur: Division Catalyse.

Renseignements: M. Guisnet, UER Sciences, 40, av. du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex, tél.: (49) 46.26.30, poste 674, ou G. Martino, IFP, 1-4, av. du Bois Préau, 92500 Rueil-Malmaison, tél.: (1) 749.02.14.

24-26 avril 1985 (Biviers, Isère): **2^e Journées de l'innovation et de la recherche dans l'éducation en chimie.**

Organisateur: Division Enseignement de la chimie.

Renseignements: P. Arnaud, UER de Chimie, B.P. 68, 38402 Saint-Martin d'Hères. Tél.: (76) 51.48.34.

25-26 avril 1985 (Limoges): **Journées d'étude sur la cinétique hétérogène.**

Organisateur: Laboratoire des Céramiques nouvelles du CNRS

Soutenu par la Division Chimie physique.

Renseignements: J. Desmaisons, UER Sciences/Céramiques nouvelles, 123, rue Albert Thomas, 87060 Limoges Cedex. Tél.: (55) 79.46.22.

25-26 avril 1985 (Montpellier): **Combustibles nucléaires, céramiques, matériaux pour le stockage des déchets nucléaires.**

Organisateur: Division Chimie du solide et de métallurgie.

Renseignements: P. Caro, Laboratoire du CNRS, 1, place Aristide Briand, 92190 Meudon. Tél.: (1) 534.75.50, ou M. Maurin, Chimie minérale C, Place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex. Tél.: (67) 63.45.52.

Mai 1985

2-3 mai 1985 (Pléneuf Val André, 22370 Côtes du Nord): **Atelier « Electrochimie ».**



Seringues type B Seringues sans volume mort!

SGE résoud vos problèmes d'injection pour les volumes allant de 5µl à moins de 0,1 µl (avec précision et reproductibilité).

LE PISTON EST DANS L'AIGUILLE.

Pistons et aiguilles sont interchangeables.

C'est une des nombreuses solutions qu'apporte SGE à vos problèmes de Chromatographie (GC - HPLC).

Livraisons rapides sur stock. Documentations détaillées sur demande.

SCIENTIFIC
GLASS
ENGINEERING 10, rue Henri-Janin
94190 VILLENEUVE-SAINT-GEORGES

Tél.: (1) 382.29.43
Télex: 201901 F.



Organisateur: Division Chimie de coordination.
Renseignements: A. Darchen, Electrochimie, Univ. de Rennes, 35042 Rennes Cedex. Tél.: (99) 36.48.15, poste 22.55.

21-23 mai 1985 (Clisson, Loire-Atlantique): GECAT 85.
Organisateur: Groupe d'Etudes de Catalyseurs.
Renseignements: Mme D. Delafosse, Chimie du solide CNRS, Tour 54.55, 4 place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05. Tél.: (1) 336.25.25, poste 55.15

20-22 mai 1985 (ENSCP, Paris): Journées de chimie physique de 1985; Approches récentes de la structure moléculaire: Influence de l'environnement.
Organisateurs: Divisions Chimie physique et Chimie organique.
Renseignements: J. Bourdon, Secrétaire général de la Division Chimie physique, Centre de recherches Kodak-Pathé, B.P. 60, 94302 Vincennes Cedex, tél.: (1) 347.75.47, ou J. J. Delpuech, Président du Comité d'organisation, Univ. Nancy I/Chimie organique physique, B.P. 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy. Tél.: (8) 328.93.93.

23-24 mai 1985 (ESPCI, Paris): Journées de printemps du GPF.
Organisateur: Groupe Français de Photochimie
Renseignements: P. Courtot, Université de Bretagne occidentale, 6, av. Le Gorgeu, 29283 Brest Cedex. Tél.: (98) 03.16.94

28-29 mai 1985 (Collège de France, Paris): Mouillage et interface solide-liquide.
Organisateurs: Division Chimie physique et RCP « Colloïdes et interfaces » du CNRS.
Renseignements: Mme C. Taupin, Collège de France, Physique de la matière condensée, Place Marcelin Berthelot, 75231 Paris Cedex 05. Tél.: (1) 329.12.11, ou J. F. Joanny (même adresse).

Juin 1985

10-11 juin 1985 (Chantilly): Réunion du Groupe des zéolithes.
Organisateur: Mlle D. Barthomeuf, Réactivité de surface et structure, Tour 54-55, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05. Tél.: (1) 329 12.21, poste 55.15 ou 30.50.

21 juin 1985 (Orléans): La RMN à angle magique (RMN à haute résolution dans les solides).
Organisateur: Division Chimie du solide.
Renseignements: P. Caro, Laboratoires du CNRS, 1, place Aristide Briand, 92190 Meudon. Tél.: (1) 534.75.50.

Juillet 1985

8-12 juillet 1985 (Fontevraud l'Abbaye): Spectroscopie des espèces isolées en matrices - 5^e Colloque international associé au CNRS.
Organisateur: Mme L. Abouaf-Marguin, Photophysique moléculaire/CNRS. La manifestation est soutenue par la Division Chimie physique.
Renseignements: Mme L. Abouaf-Marguin, Photophysique moléculaire, Bât. 213, Centre Universitaire, 91405 Orsay. Tél.: (6) 941.75.39.

Septembre 1985

2-6 septembre 1985 (Aix-en-Provence): ESOC IV - 4^e Symposium européen de chimie organique.
Organisateur: Division Chimie organique, avec le soutien de la FECS.
Renseignements: J. Metzger, Président du Comité d'organisation, Université de Marseille St-Jérôme, rue Henri Poincaré, 13397 Marseille Cedex 13. Tél.: (91) 98.90.10 ou (91) 98.33.89, ou Mme A. Marquet, Chimie organique biologique, Tour 44-45, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05. Tél.: (1) 336.25.25, poste 55.35.

10-13 septembre 1985 (Caen): Colloque franco-polonais sur la catalyse.

Organisateurs: D. Cornet, J. C. Duchet. La manifestation est soutenue par la Division Catalyse.
Renseignements: D. Cornet, J. C. Duchet, ISMRA, Esplanade de la Paix, 14032 Caen Cedex. Tél.: (31) 94.81.40.

11-13 septembre 1985 (Col de la Schlucht, Vosges): 2^e Réunion des Chimistes Théoriciens Français: Les interactions moléculaires, aspects structuraux et dynamiques.
Organisateur: Groupe français de chimie théorique.
Renseignements: J. L. Rivail, Chimie théorique, Université de Nancy I, B.P. 239, 54506 Vandœuvre Cedex. Tél.: (8) 328.93.93.

16-20 septembre 1985 (Strasbourg): 40^e Réunion internationale de chimie physique: Chimie quantique: le défi des métaux de transition et de la chimie de coordination.
Organisateur: Division Chimie physique avec le soutien de l'OTAN (Atelier de recherches avancées).
Renseignements: A. Veillard, Chimie théorique, Institut Le Bel, 4, rue Blaise Pascal, 67000 Strasbourg. Tél.: (88) 61.48.30.

16-20 septembre 1985: Séminaire annuel du GFEC.
Organisateur: Groupe Français d'Etude des Carbones.
Renseignements: M. Dumas, SERS Carbone, Usine de Chedde, 74190 Le Fayet.

23-27 septembre 1985 (Lille): École de catalyse de coordination.
Organisateur: Division Chimie de coordination.
Renseignements: M. Petit et A. Mortreux, ENSC Lille, Chimie organique appliquée, B.P. 108, 59652 Villeneuve d'Ascq. Tél.: (20) 91.92.22, poste 24.29.

Octobre 1985

1-4 octobre 1985 (Le Touquet): 2^e Colloque français sur les cristaux liquides.
Organisateurs: J.-C. Parneix et M. Warengem, Laboratoire de dynamique des cristaux moléculaires, Lille. La manifestation est soutenue par la Division Chimie physique.
Renseignements: Marc Warengem, Dynamique des cristaux moléculaires, UST Lille, Bât. P 5, 59655 Villeneuve d'Ascq. Tél.: (20) 91.22.22 poste 22.12.

Novembre 1985

22-23 novembre 1985 (ESPCI, Paris): Journées d'automne du GPF.
Organisateur: Groupe de Photochimie Français.
Renseignements: P. Courtot, Université de Bretagne occidentale, 6, av. Le Gorgeu, 29283 Brest Cedex. Tél.: (98) 03.16.94.

Réunions 1986-1987

15-17 janvier 1986 (Paris): 1^{er} Symposium international de chromatographie préparative en phase liquide et de chromatographie de production.
Organisateur: Division Chimie analytique.
Renseignements, ultérieurement auprès de la Division Chimie analytique.

mai 1986 (Nice): Atelier « Métal-métal ».
Organisateur: Division Chimie de coordination.
Renseignements: Mme Hubert-Pfalzgraf, Chimie minérale moléculaire, Université de Nice, Parc Valrose, 06034 Nice. Tél.: (93) 51.91.00, poste 339.

30 juin-4 juillet 1986 (Grenoble): 41^e Réunion internationale de chimie physique: Dynamique des cristaux moléculaires.
Organisée conjointement par les Divisions Chimie physique, Associazione Italiana di Chimica Fisica, Deutsche Bunsen Gesellschaft, Faraday Division of the Royal Society of Chemistry.
Renseignements: C. Troyanowsky, ESPCI, 10, rue Vauquelin, 75005 Paris. Tél.: (1) 707.54.48, ou J. Lascombe, Président du Comité d'organisation, Université de Bordeaux I, Spectroscopie IR

et Raman, 351 cours de la Libération, 33405 Talence. Tél. : (56) 80.70.05.

8-12 septembre 1986 (Paris) : SFC 86, 2^e Congrès national de la Société Française de Chimie.

Renseignements, ultérieurement auprès de la Société Française de Chimie, 250, rue St-Jacques, 75005 Paris. Tél. : (1) 325.20.78.

septembre 1987 (Paris) : Euroanalysis VI, 6^e Congrès européen de Chimie analytique de la FECS (Fédération Européenne des Sociétés Chimiques).

Organisateurs : Société Française de Chimie, Société de Chimie Industrielle et GAMS.

Renseignements : E. Roth, Président du Comité d'organisation, CEN Saclay, DESICP, 91191 Gif-sur-Yvette, Tél. : (6) 908.34.05, ou GAMS, 88, bd. Malesherbes, 75008 Paris, Tél. : (1) 563.93.04.

Réunions déjà prévues par les Sections régionales

Selon les cas, les Sections régionales organisent des rencontres régulières (conférences ou séances de communications) ou bien prennent l'initiative, de manière ponctuelle, de colloques sur des thèmes définis.

Section Alsace-Mulhouse

Deux séances de communications prévues en juin et décembre 1985.

Une journée sur le thème « Biotechnologies » prévue en octobre. Renseignements : J.-C. Rougenel, ENSCMu, 68093 Mulhouse Cedex. Tél. : (89) 42.70.20, poste 384.

Section Alsace-Strasbourg

XXII^e Semaine d'études de chimie organique, 19-25 mai 1985, Strasbourg.

Renseignements : Mme A. Magnien, Chimie organique biologique, Institut de Chimie, 1, rue Blaise Pascal, 67008 Strasbourg. Tél. : (88) 61.48.02, poste 317.

Section Auvergne

Cycles de conférences organisées conjointement par la Section régionale et le Centre interuniversitaire de formation continue. Ont lieu deux fois par mois, les jeudis soirs, pendant la durée de l'année universitaire.

Renseignements : J.-P. Grolhier, Président de la Section, UER Sciences, B.P. 45, 63170 Aubière. Tél. : (73) 26.41.10, poste 39.35.

Section Bourgogne-Franche-Comté

Deux séances de communications : mai 1985 (Dijon) et octobre 1985 (Besançon).

Renseignements : J.-F. Robert, Président de la Section, Faculté de pharmacie, Chimie pharmaceutique, Place St-Jacques, 25030 Besançon. Tél. : (81) 81.11.45, postes 623 ou 686.

Section Bretagne-Pays de Loire

Réunion annuelle au Val André, chaque Printemps. Réunion biennale régionale Université-industrie à Angers, sous l'égide du PRIA (Pôle de Recherche et Innovation à Angers).

Renseignements : G. Sturtz, Président de la Section, Chimie hétéro-organique, 6, avenue Le Gorgeu, 29283 Brest Cedex. Tél. : (98) 03.16.94.

Section Centre

Conférences mensuelles durant l'année universitaire. Actuellement prévues : mars 1985, Mme Kowalska ; avril 1985, P. Tarte (Liège) : Spectrométrie de vibration dans les solides inorganiques ; mai 1985, J. Bardolle (Orléans) ; juin 1985, J. Combourieu (CRCCHT/CNRS, Orléans) ; octobre 1985, J. Barassin (Orléans).

Renseignements : P. Sinay, Président de la Section, UER Sciences, Biochimie structurale, 45046 Orléans Cedex. Tél. : (38) 63.22.16, poste 880.



Publicité J. DELAGE



Problèmes de Septa ? ...

SGE résoud tous vos problèmes d'injection...

Grand éventail de SEPTA (pastilles d'injection) et de seringues.

- SEPTA en simple caoutchouc silicone.
- SEPTA avec une face revêtue de PTFE.
- SEPTA en trois couches + revêtement PTFE.

Une gamme complète qui vous permet soit de changer votre SEPTUM chaque jour, soit d'augmenter sa durée de vie sans le phénomène de "Pics fantômes" en utilisant des SEPTA performants, d'où fiabilité et économie.

C'est une des nombreuses solutions apportées par SGE à vos problèmes de Chromatographie (GC - HPLC).

Livraisons rapides sur stock. Documentations détaillées sur demande.

SCIENTIFIC
GLASS
ENGINEERING

10, rue Henri-Janin
94190 VILLENEUVE-SAINT-GEORGES

Tél.: (1) 382.29.43
Télex: 201901 F.



Section Champagne-Ardennes

Conférences et séances de communications (deux rencontres par mois) pendant la durée de l'année universitaire.

6 mars 1985, Conférence sur le Beilstein, 11 mars 1985, P. Laszlo (Liège).

18 avril 1985, R. Hamelin (INSA Villeurbanne).

Renseignements : J. Chucho, Président de la Section, Faculté des sciences, Moulin de la Housse, 51062 Reims Cedex. Tél. : (26) 85.23.24, poste 244.

Section Languedoc-Roussillon

En général, deux réunions par an sur des sujets correspondant à des domaines en évolution marquée, ou à des thèmes mobilisateurs.

Renseignements : G. Durand, Président sortant de la Section, USTL, place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex. Tél. : (67) 63.55.08.

Section Midi-Pyrénées

Séances de communications ou conférences, les 3^e mardis du mois, de 17 à 19 h, durant l'année universitaire, à l'ENSCT, amphithéâtre 3, 118, route de Narbonne, Toulouse.

En mars, journée des jeunes, orientée en priorité vers ceux qui postulent des postes au CNRS.

Renseignements : Mme N. Paillous, Présidente de la Section, Laboratoire des interactions moléculaires, bât. II, R1 B2, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 53.11.20.

Section de Haute-Normandie

Conférence, de rythme à peu près mensuel durant l'année universitaire.

Renseignements : R. Bouaziz, vice-Président de la Section, Chimie minérale structurale, B.P. 67, 76130 Mont-St-Aignan. Tél. : (35) 98.28.50, poste 678.

Section Basse-Normandie-Sarthe

En général, réunion de communications et conférences au printemps, le plus souvent mai.

Renseignements : J. L. Ripoll, Président de la Section, ISMRA, Composés thio-organiques, 14032 Caen Cedex. Tél. : (31) 94.81.40.

Section Nord-Pas-de-Calais

Conférence, de rythme à peu près mensuel durant l'année universitaire. Renseignements : H. Scartazzini, Président de la Section, CdF, Centre de recherches du Nord, 49, rue de l'Oise, 62160 Bully les Mines. Tél. : (16) 21.72.92.33.

Section Rhône

Actuellement étude d'un Colloque de chimie organique d'intérêt national prévu pour le début de 1986.

Renseignements : J. Chambion, Président de la Section, 3, av. de Grande-Bretagne, 69006 Lyon, ou A. Laurent, Trésorier, Laboratoire de chimie organique, 43, bd. du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex. Tél. : (7) 889.81.24.

Aux prochains sommaires

de l'Actualité chimique...

- Complexes polymétalliques des métaux de transition
- Les jeunes face à la recherche, au CEA
- La recherche et l'analyse des sous-structures par le système DARC
- La chimie sous très hautes pressions
- Les micro-émulsions en récupération assistée du pétrole
- L'extraction par les gaz hypercritiques

Division Chimie analytique

1^{er} Symposium international de chromatographie en phase liquide préparative et de chromatographie de production

Ce Symposium est organisé par la Division Chimie analytique de la Société Française de Chimie; il aura lieu à Paris, du 15 au 17 janvier 1986. Il entend couvrir tous les domaines de l'extrapolation, à l'échelle véritablement préparative, des techniques de la chromatographie en phase liquide en colonnes.

Trois sessions sont prévues :

- Technologie des colonnes
- Phases stationnaires et phases mobiles
- Extrapolation des procédés à l'échelle préparative; conduite des séparations.

Chaque session comprendra des conférences plénières, des

communications orales et par affichage.

Des **Tables-rondes** seront organisées sur des sujets spécifiques tels que le fractionnement des protéines, la purification des enzymes, des antibiotiques, l'isolement des arômes et des parfums, des colorants, l'utilisation des fluides à l'état supercritique, etc. Ce symposium est patronné par Amicon, une filiale de Grace Company. La date limite pour l'envoi des résumés des communications a été fixée au 15 juin 1985.

Renseignements et inscriptions: Mme D. Bauer, Division Chimie analytique de la Société Française de Chimie, ESPCI, 10, rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05.

Plis cachetés

Les plis cachetés, reçus le 4 février 1985, de Rhône-Poulenc ont été enregistrés comme suit :

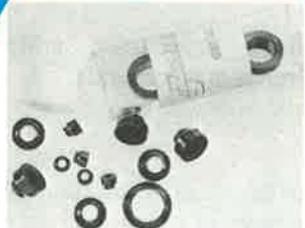
- numéro 2013 : Rhône-Poulenc Spécialités chimiques (réf. : LO582).
- numéro 2014 : Rhône-Poulenc Chimie de base (réf. : LO582 bis).

Assemblée générale

Du mardi 18 septembre 1984, à Nancy

Extrait

...« Les comptes de résultats de l'exercice 1983 et le rapport sur ces comptes ayant été adressés aux Membres de la Société et publiés dans le numéro de juin/juillet de *L'Actualité Chimique*, l'Assemblée générale, réunie le mardi 18 septembre 1984, à Nancy, approuve ces comptes et donne quitus définitif et sans réserve au Conseil pour sa gestion ».



Publié J. DELAGE



**SCIENTIFIC
GLASS
ENGINEERING**

10, rue Henri-Janin
94190 VILLENEUVE-SAINT-GEORGES

"Ferrules" Hautes températures.

Une gamme complète en **TOUTES DIMENSIONS**

- en GRAPHITE GRAPHLOK 450°
- en VESPEL GRAPHITISE 350°
- en VESPEL nature 350° et Rondelles PTFE (250°).

C'est une des nombreuses solutions qu'apporte **SGE** à vos problèmes de Chromatographie (GC - HPLC).

Livraisons rapides sur stock. Documentations détaillées sur demande.

Tél.: (1) 382.29.43
Télex: 201901 F.



FIRST CIRCULAR

THE 1st INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PREPARATIVE AND UP SCALE LIQUID CHROMATOGRAPHY

Will take place in Paris (France), January 15-17, 1986.

ORGANIZATION: Société Française de Chimie (SFC)
250, rue Saint-Jacques
75005 PARIS (France)

SCIENTIFIC COMMITTEE

D. BAUER, University of Paris, France
M. CAUDE, CNRS, Paris, France
C. CHAMBU, Elf-Aquitaine, France
L. CHARLES, Grace Ind. Chem. Inc., Switzerland
D. COUTAGNE, Rhône-Poulenc, France
Ph. DEVAUX, Roussel Uclaf, France
J.F.K. HUBER, University of Vienna, Austria
J.H. KNOX, University of Edimburg, U.K.

R.W.A. OLIVER, University of Salford, U.K.
M. PERRUT, ENSIC, Nancy, France
J. PORATH, University of Uppsala, Sweden
J.L. ROCCA, University of Lyon, France
R. ROSSET, ESPCI, Paris, France
G. SCHILL, University of Uppsala, Sweden
K. UNGER, University of Mainz, FRG
M. VERZELE, University of Gand, Belgium

SCIENTIFIC ORGANIZATION: Analytical Chemistry Division of S.F.C.
10, rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05 (France) ☎ (1) 707.08.71
D. BAUER (Chairman) - M. CAUDE - G. COTE

SPONSOR: AMICON, a Grace Company.

Program outline: the three days meeting will consist of three sessions with a main topic: "How to handle preparative and up scale liquid chromatography".

Preliminary program: - Session 1: COLUMN TECHNOLOGY
 - Session 2: STATIONARY AND MOBILE PHASES
 - Session 3: SCALE UP AND PROCESS LEVEL

- Each session will consist of plenary lectures, oral and poster communications.
- Panels will be organized on specific topics such as fractionation of proteins, enzymes or antibiotics purification, fragrances and perfumes isolation, dyes separation, use of supercritical fluids, etc...

SUBMISSION OF ABSTRACTS:

One page definitive abstract (300 words in French or English) should be sent no later than 15th June 1985 to the scientific secretary (address above). Decisions as to the acceptance and manner of presentations will be notified to authors by the end of September 1985.

REGISTRATIONS:

Registration forms are available from: **Société Française de Chimie,
250, rue Saint-Jacques, 75005 PARIS (France).**

La Société Française de Chimie

Qui consulter ?

Membres du Bureau, organe directeur de la Société :

Président : Claude Fréjacques. Tél. : (1) 555.92.25.
Vice-Président : Jacques Metzger. Tél. : (91) 77.01.74.
Secrétaire général : Pierre Fillet. Tél. : (1) 325.20.78.
Trésorier : Louis Cahuzac. Tél. : (1) 325.20.78.
Secrétaire administratif exécutif : Gérard Perreau.
Tél. : (1) 325.20.78.
Délégué à l'animation scientifique : Clément Troyanowsky.
Tél. : (1) 707.54.48.
Délégué aux publications : Marc Chérest. Tél. : (6) 907.78.28.

Responsables de l'activité scientifique :

Divisions

Catalyse : P.C. Gravelle, Président, Institut de Recherche sur la Catalyse, 2, avenue A.-Einstein, 69626 Villeurbanne Cedex. Tél. : (7) 893.34.71 ou Mme D. Delafosse, Chimie du solide, 4, place Jussieu, Tour 54-55, 75230 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 336.25.25, poste 55.15.

Chimie analytique et chimie des solutions : Mme D. Bauer, Président, Chimie analytique des solutions, ESPCI, 10, rue Vauquelin, 75005 Paris. Tél. : (1) 337.77.00.

Chimie de coordination : Y. Jeannin, Président, Chimie des métaux de transition, Université P. et M. Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 336.25.25, poste 30-34.

Chimie organique : Mme A. Marquet, Président, Chimie organique biologique, Tour 44, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 336.25.25, poste 55-35.

Chimie physique : J.-L. Rivail, Président, Université de Nancy, Chimie théorique, Boîte Postale 239, 54506 Vandœuvre-les-Nancy. Tél. : (8) 328.93.93 ou J. Bourdon, Centre de recherches Kodak-Pathé, CIDST, Boîte Postale 60, 94302 Vincennes Cedex. Tél. : (1) 347.75.47.

Chimie du solide : P. Caro, Président, Laboratoire des éléments de transition, 1, place Aristide-Briand, 92190 Meudon-Bellevue. Tél. : (1) 534.75.50.

Enseignement : P. Arnaud, Président, Université Grenoble I, Bâtiment Chimie 53 X, 38041 Grenoble Cedex. Tél. : (76) 44.82.72 ou J.P. Guetté, CNAM, 292, rue Saint-Martin, 75141 Paris Cedex 03. Tél. : (1) 271.24.14, poste 402.

Groupes thématiques associés

GECAT (Groupe d'Études de Catalyse) : Mme D. Delafosse, Chimie du solide, 4, place Jussieu, Tour 54-55, 75230 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 336.25.25, poste 55-15.

GFEC (Groupe Français d'Études des Carbones) : A. Marchand, Centre de Recherches Paul-Pascal, Domaine universitaire, 33405 Talence Cedex. Tél. : (56) 80.65.60.

Groupe Français de Photochimie : P. Courtot, Université de Bretagne occidentale, 6, avenue Le-Gorgeu, 29283 Brest Cedex. Tél. : (98) 03.16.94.

Groupe de spectroscopie de vibrations : Pham Van Huong, Adresse à Section régionale Aquitaine : Spectroscopie infrarouge, 357, cours de la Libération, 33405 Talence. Tél. : (56) 80.84.50, poste 250.

Groupe Français de Thermodynamique et de Diagrammes de Phase : B. Legendre, Université Paris-Sud, Chimie minérale, rue J.-B. Clément, 92290 Châtenay-Malabry. Tél. : (1) 660.45.18, poste 457 ou 382.

Responsables des périodiques :

L'Actualité Chimique : M. Bohy, Président du Comité de rédaction. Tél. : (1) 325.20.78.

Analisis : R. Rosset, Rédacteur en chef. Tél. : (1) 535.00.04.

BSCF : R. Schaal, Directeur scientifique. Tél. : (1) 325.57.48 ou Mme J. Seyden-Penne, Directeur scientifique. Tél. : (1) 941.76.30.

JCP : Mme D. Delafosse, Directeur scientifique. Tél. : (1) 336.25.25, poste 55-15.

JCR : Mme A. Lavergne, Secrétaire administrative. Tél. : (1) 325.20.78.

Nos représentants régionaux :

Alpes : M. Renaud, École Française de Papeterie, Boîte Postale 65, 38402 Saint-Martin-d'Hères. Tél. : (76) 42.01.27.

Alsace-Mulhouse : B. Gerard, Société Thann et Mulhouse, Boîte Postale 18, 68800 Thann.

Alsace-Strasbourg : M. Franck-Neumann, 4, rue Andrieux, 67000 Strasbourg. Tél. : (88) 36.19.04.

Aquitaine : Pham Van Huong, Spectroscopie infrarouge et Raman, 351, cours de la Libération, 33405 Talence. Tél. : (56) 80.84.50, poste 254.

Auvergne : J.-P. Grolier, Laboratoire de thermodynamique et cinétique chimique, 110, boulevard Lavoisier, Complexe universitaire des Cèzeaux, B.P. 45, 63170 Aubière. Tél. : (73) 26.41.10.

Bourgogne-Franche-Comté : J.F. Robert, Faculté de Pharmacie, place Saint-Jacques, 25003 Besançon Cedex. Tél. : (81) 81.11.45.

Bretagne-Pays-de-Loire : G. Sturtz, Chimie organique du phosphore, 6, avenue Le-Gorgeu, 29283 Brest Cedex. Tél. : (98) 03.16.94.

Centre : P. Sinay, Biochimie structurale, Université d'Orléans, 45046 Orléans Cedex. Tél. : (38) 63.22.16, poste 880.

Champagne-Ardenne : J. Chucho, Faculté des Sciences, Moulin de la Housse, 51062 Reims Cedex. Tél. : (26) 85.23.24, poste 244.

Languedoc-Roussillon : J. Rozière, Laboratoire des acides minéraux, USTL, place Eugène-Bataillon, 34060 Montpellier Cedex. Tél. : (67) 41.21.69.

Lorraine : A. Pentenero, Chimie physique des surfaces et interfaces, Boîte Postale 239, 54506 Vandœuvre-les-Nancy. Tél. : (83) 28.93.93.

Midi-Pyrénées : Mme N. Paillous, Université Paul-Sabatier, Laboratoire des IMRCP, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 55.66.11, poste 7320.

Méditerranée (Section internationale) : A. Potier, Laboratoires des acides minéraux, USTL, place Eugène-Bataillon, 34060 Montpellier Cedex. Tél. : (67) 63.91.44, poste 304.

Nord-Pas-de-Calais : H. Scartazzini, Centre de recherches du Nord, Charbonnages de France, 49, rue de l'Oise, 62160 Bully-les-Mines. Tél. : (21) 72.92.33.

Basse-Normandie-Sarthe : J.L. Ripoll, Université de Caen, ISMRA-Laboratoire des composés thioorganiques, 14032 Caen Cedex. Tél. : (31) 94.81.40.

Haute-Normandie : G. Queguiner, Laboratoire de chimie hétérocyclique, INSCIR-IUT, Boîte Postale 47, 76130 Mont-Saint-Aignan. Tél. : (35) 70.72.94.

Poitou-Charente-Limousin-Touraine : A. Cointot, UER de Sciences, Bât. Chimie, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex. Tél. : (49) 46.26.30.

Provence-Alpes-Côte-d'Azur : H. Tachoire, Laboratoire de thermochimie, place Victor-Hugo, 13331 Marseille Cedex 3. Tél. : (91) 95.90.71.

Rhône : J. Chambion, 3, avenue de Grande-Bretagne, 69006 Lyon. Tél. : (78) 93.10.74.

Nouvelles de la Société de Chimie Industrielle

7^e Congrès européen de corrosion

19-21 novembre 1985, Nice

Ce 7^e Congrès de la Fédération Européenne de la Corrosion est organisé par le Centre Français de la Corrosion et la Société de Chimie Industrielle. Cette manifestation, après celle qui s'est tenue à Londres en 1977, a pour objet de faire le point en matière d'étude de la corrosion, de la protection contre la corrosion mais aussi, particulièrement, de mettre l'accent sur les informations les plus spécifiques et originales récemment acquises dans ces domaines, en évitant cependant toute duplication avec les congrès internationaux de corrosion.

Cette manifestation est la 134^e de la Fédération Européenne de la Corrosion. Elle se tiendra les 19, 20 et 21 novembre 1985, à Nice, dans le nouveau Palais des congrès.

Comité technique

Prof. Lacombe (Président), MM. Bénard, Béranger, Berge, Mme Brachet, MM. Cabrillac, Caillet, Charbonnier, Colombié, Coriou, Dabosi, Fiaud, Froment, Gourmelon, Mas, Oudar, Ozanne, Pourbaix A., Raharinaivo, Ruault, Talbot, Wintenberger.

Comité scientifique (Fédération Européenne de la Corrosion)

MM. Arup, Bijl, Clerbois, Grafen, Heitz, Lacombe, Landolt, Leach, Mattsson, Mazza, Mercer, Parkins, Rahmel, Scimar, Svendenius, Trabanelli, Weber.

Programme

Communications orales

21 novembre 1985 (salle B)

Thème I : Utilisation des méthodes non destructives des ouvrages en service. Les dégradations ou la corrosion est l'une des composantes (coordonnateurs : MM. Gourmelon, Ruault).

Conférence plénière par le Professeur E. Mundry (RFA).

Détection des corrosions par courants de Foucault, par P. Caneri (France).

Investigations to improve the flaw detection sensitivity and the evaluation of corrosion cracks by ultrasonic testing, par W. Oppermann, H.A. Crostack (RFA).

Monitoring corrosion of steel in concrete. An impedance approach, par B. Elsener, H. Böhni (Suisse).

Détection de la corrosion dans les câbles de ponts suspendus par méthode électromagnétique, par J.P. Gourmelon, J.L. Robert (France).

Mise en œuvre des END pour la détection de corrosions internes sur des installations en service. Exemples d'application, par B. Dubresson (France).

Applications des méthodes de contrôle non destructives classiques pour

la recherche des corrosions sur ouvrages en service, par J.N. Simier (France).

Système d'exploration pour la surveillance d'échangeurs et la corrosion externe « SESTERCE », par B. Bossuat (France).

Systèmes, de détection en ligne de la corrosion localisée : problèmes, réalisations, résultats, par J. Kissel, P. Carpentiers (Belgique).

Conférence de MM. Berge-Lhermitte.

20 novembre 1985 (salle A, après-midi)

Thème II : Connaissance et prévention des phénomènes de corrosion des matériaux au contact avec les sols et notamment des matériaux de renforcement des sols (coordonnateurs : MM. Charbonnier, Raharinaivo).

Conférence par M. A. Raharinaivo (France) : *Dégradation des matériaux utilisés pour renforcer les sols*.

La corrosion de l'acier galvanisé dans les sols, par J.M. Jailloux, J. Montuelle (France).

The durability of plastic soil reinforcement, par T. Ingold, M. Jones (Grande-Bretagne).

Corrosivité des matériaux de remblai d'origines industrielles vis-à-vis des armatures métalliques, par P. Brevet, G. Friant (France).

Effet de la température sur la tenue à la corrosion d'alliages base nickel en milieux géologiques, par K. Vu Quang, N. Jallerat, F.L. Pari, F. Bourelie (France).

Détermination de la corrosivité des sols par des méthodes électrochimiques, par G. Trabanelli, M. Arpaia, A. Frignani (Italie).

Durabilité des fibres de polymère dans les sols, par E. Leflaive, M. Sotton (France).

20 novembre 1985 (salle B)

Thème III : Corrosion, érosion et abrasion des matériaux au contact des fluides circulant à grande vitesse. Corrosion sous frottement (coordonnateur : M. Berge).

Conférence plénière par MM., M. Godet, Y. Berthier, L. Vincent (France) : *Corrosion de contact et usure par petits débaitements*.

Erosion-corrosion behaviour of economiser materials at 140°C, par C. Tyzack (Grande-Bretagne).

Erosion corrosion of iron materials in high velocity one-phase and two-phase flow (liquid-solid), par M. Schollmaier, U. Lotz, T. Kohley, E. Heitz (RFA).

Mass transfer and erosion corrosion in pipe bends, par P.J. Sprague, M.A. Patrick, A.A. Wragg, M.W.E. Coney (Grande-Bretagne).

Influence de la polarisation sur la destruction d'alliages sous charges cavitatives, par H. Haferkamp, H. Louis, P.T. Tai (RFA).

Résistance à l'érosion-corrosion de l'aluminium en milieux antigels inhibés, par M. Tzinmann, C. Fiaud (France).

Les phénomènes de corrosion dans la corrosion de contact, par Y. Berthier, M. Godet, C. Colombie, G. Lofficial, L. Vincent (France).
Erosion et corrosion d'alliages d'aluminium au contact d'eau chaude circulant en régime tourbillonnaire ou oscillatoire, par P. Mauret, P. Lacaze, P. Alphonse (France).

Corrosion sous frottement mécanique de rubans métalliques amorphes, par G. Chateau, B. Terrenoire, P. Guiraldenq (France).

Étude expérimentale de la corrosion érosion des aciers par l'eau et la vapeur humide, par M. Bouchacourt, B. Guerand (France).

Comportement en corrosion sous frottement d'alliages de dureté élevée pour robinetterie de réacteur à eau sous pression, par D. Boutard, G. Corvée, J. Galland (France).

21 novembre 1985 (salle A)

Thème IV : Corrosion par l'eau de mer dans les installations immergées coordonnateurs : MM. Lemoine, Ozanne).

Conférence plénière par M. H. Arup (Danemark) : *Electrochemical techniques in marine corrosion research*.

Computer assisted design of cathodic protection systems, par P.O. Gartland, R. Johnsen (Norvège).

Galvano-aluminium (GAl). The surface of the future, par S. Birkle (RFA).

Cathodic corrosion protection and corrosion protection coatings in sea water, par D. Kuron, F. Weider, H. Grafen (RFA).

The role of iron pick up in NiCu₃OFe clad material on the corrosion resistance in sea water, par B. Rockel, E. Altpeter (RFA).

Experimental determination of the electrochemistry in corrosion fatigue. Cracks relevant to offshore structures, par A.S. Dolphin, A. Turnbull (Grande-Bretagne).

Corrosion du béton armé en environnement marin : méthodologies d'inspection, par L. Lemoine, A. Raharinaivo, G. Tache (France).

De Frigg à Heimdal : évolution de la protection anti-corrosion des structures offshore en mer du Nord, par M. Roche, J.P. Samaran, N. Gil (France).

Formation d'un dépôt calcomagnésien sous polarisation cathodique en milieu de type marin ; rôle de la composition chimique et du pH : conséquences sur les processus de fissuration, par M. Prud'Homme, G. Menard, N.Q. Dao, M. Habashi, J. Galland (France).

Aciers inoxydables spéciaux pour utilisation au contact d'eau de mer, par J.P. Audouard, A. Desestret, J. Guezennec, L. Lemoine, Y. Morizur (France).

20 novembre 1985 (salle C)

Thème V : Évaluation critique des méthodes d'essai de la corrosion atmosphérique. Influence des polluants de l'atmosphère (coordonnateurs : MM. Fiaud et Talbot).

Conférence plénière par C. Fiaud (France) : *Méthodes d'étude et d'évaluation de la corrosion atmosphérique*.

Étude de quelques laitons utilisés en connectique et suivi de leur corrosion en atmosphère agressive contrôlée (H₂S, SO₂ et humidité), par D. Tribault, G. Messin, J. Pagetti (France).

Influence of SO₂ on protective properties of rust on weathering steels, par D. Knotkova (Tchécoslovaquie).

Pictorial designation of deterioration state for paint coating systems of steel building materials and elements, par T. Nireki, N. Hirama, T. Inoue, T. Yoshikawa (Japon).

Aluminisation de l'acier par immersion dans le métal fondu, par P. Molera, P. Tierra (Espagne).

A new investigation method for atmospherical corrosion, par C. Schradick, K.R. Eschke, H. Ewe (RFA).

Évaluation critique des méthodes d'essai de la corrosion atmosphérique. Influence des polluants de l'atmosphère, par J.P. Baron, J. Guinement, P. Rio (France).

Résultats d'essais accélérés de corrosion atmosphérique dans des atmosphères caractéristiques, par S. de Kegel, J. Kissel, A. Pourbaix, M. Pourbaix (Belgique).

Essais accélérés de corrosion de revêtements de zinc et aluminium en relation avec leur comportement en atmosphère polluée par SO₂, par M. Leclercq (Belgique).

Evaluation of effects of climatic parameters on corrosion of steel and zinc from exposure periods of different length, par J. Gullman, V. Kucera (Suède), P. Holler, D. Knotkova (Tchécoslovaquie).

Chemical and electrochemical stages of sulfur dioxide reactions with

metals in atmospheric corrosion, par J. Mikhailovsky, N. Sokolov (URSS).

19 novembre 1985 (salle B)

Thème VI : Corrosion à haute température en milieu à faible pression d'oxygène (coordonnateurs MM. Béranger, Colombié).

Conférence plénière par le Docteur B. Meadocroft (Grande-Bretagne) : *High temperature corrosion in gases with low oxygen potential*.

The carburisation resistance of Fecralloy (R) (FeCrAlY) steels, par E. Lang, M.J. Bennett (Grande-Bretagne).

The protection of high alloy, high temperature steels against sulfidation at moderate to high sulfur partial pressures by rare earth oxide coatings and by metal coatings, par T. Fransen, P.J. Gellings (Hollande).

Metal dusting, par T.S. Nielsen, K. Rerbo (Danemark).

Étude du comportement de matériaux métalliques en atmosphères à faible activité d'oxygène, par O. Cayla, A. Lefort, J. Sannier (France).

Contraintes résiduelles et mesure de l'émission acoustique lors de l'oxydation du nickel à haute température, par A. Aubry, C. Courty, G. Béranger, G. Maeder (France).

Permeation of carbon through oxide scales on high temperature and model alloys under oxidizing and carburizing conditions, par I. Wolf, H.J. Grabke (RFA).

Initial stages of simultaneous oxidation and sulfidation, par H.J. Grabke, R. Hussey, P. Papaiaovou (RFA).

Effects of alloying elements on the oxidation and sulfidation of FeNiCr alloys, par H.J. Grabke, P. Papaiaovou (RFA).

Comportement des métaux de transition des colonnes IV_A et V_A (Ti, Hf, V, Ta) dans les mélanges dioxyde de carbone-monooxyde de carbone, par J. Desmaison, K. Bouzouita, M. Desmaison-Brut, M. Billy (France).

19 novembre 1985 (salle C)

Thème VII : Corrosion dans les systèmes utilisant de nouveaux combustibles et de nouveaux vecteurs énergétiques : méthanol, hydrogène, biogaz... (coordonnateurs : MM. Degobert, Sugier).

Conférence plénière par le Docteur E. Heitz (RFA) : *Erosion corrosion of iron materials in high velocity one-phase and two-phase flow (liquid-solid)*.

Stress corrosion cracking of unalloyed steels exposed to CO-CO₂-H₂O systems, par Prof. Dr Grafen, Dr Schlecker, M. Kuron (RFA).

Corrosion and stress corrosion cracking of iron materials in methanol under practical conditions, par E. Wendler-Kalsch (RFA).

Corrosion des différents matériaux en atmosphère simulant la gazéification du charbon, par F. Casteels, S. Taghavi (Belgique).

Carburants oxygénés. Tests de laboratoire sur métaux et alliages en contact avec les « carburants », par P. Degobert, J.C. Guibet (France).

Comportement des matériaux organiques vis-à-vis des carburants oxygénés, par M. Puisais, M. Mollard, F. Dawans (France).

Étude de métaux en milieu méthanol. Cas du nickel, par M. Dubusc, J.P. Crousier, J. Crousier (France) et P.L. Bonora (Italie).

Inhibition of steel corrosion in H₂S-saturated methanol, par G. Schmitt, D. Engels, H. Schwevers (RFA).

Stress corrosion cracking of steels in liquid ammonia, par H. Grafen, H. Hennecken, H. Kamphusman (RFA).

Conférence par L. Uller (Brésil) : *Some aspects of the corrosion by alcohol fuel in Brazil*.

21 novembre 1985 (salle C)

Thème VIII : Apport des nouvelles méthodes de traitement de surfaces telles qu'implantation ionique, plasma froid, lasers (coordonnateur M. Caillet).

Conférence plénière par G.K. Wolf (RFA) : *The potential of ion beam techniques for corrosion studies and corrosion protection*.

Traitement de surface d'aciers inoxydables austénitiques par laser, par G. Coquerelle, P. Zeller (France).

Traitement laser de refusion superficielle de revêtements protecteurs contre la corrosion à haute température déposés par projection plasma sous pression réduite, par R. Streiff, M. Caillet, P. Mazars (France).

Nituration du nickel et du titane par plasma basse pression et caractérisation physico-chimique des couches de nitrures, par

J. Amouroux, A. Gicquel, N. Laidani, C. Fiaud, L. Vincent, S. Benhamed (France).

Influence d'une couche superficielle de graphite sur le traitement de surface par laser CO₂ de forte puissance (> 1kW) de deux alliages ferreux (Z20 et 12CDV410), par G. Moulin, C. Haut, F. Charpentier, A.M. Huntz (France).

Le traitement de surface des matériaux métalliques par implantation ionique en vue d'améliorer leur résistance à la corrosion sèche, par A. Galerie, M. Pons, M. Caillet (France).

Ion implantation on AISI 304L stainless steel prior to and after anodizing. Surface characterization using LEEIXS, AES and GDOS. Modification of corrosion properties, par F. Gaillard, A.M. De Beckdelievre, M. Romand, H. Hocquaux (France).

Détermination directe des propriétés de transport de couches d'alumine développées par oxydation par mesures de la différence de potentiel entre les deux interfaces, par G. Ben Abderrazik, G. Moulin, A.M. Huntz, F. Millot (France).

Oxydation à haute température de superalliages protégés par revêtements d'alliage MCrAlY, par Ben Abderrazik, A. Boumaza, G. Moulin, A.M. Huntz, R. Mevrel (France).

19 novembre 1985 (salle A) et 20 novembre 1985 (salle A, matin)

Thème IX : Applications de méthodes de laboratoires à l'étude et la prévention de la corrosion : méthodes électrochimiques et essais divers (coordonnateurs : MM. Charbonnier, Froment).

Effect of thermo-mechanical treatment on corrosion resistance of some high strength low alloy steels in 3,5 % NaCl, par A.A. Abdulazim, B. Zaghoul, Z. Abdelhadi, W. Metwally, A. Marei (Egypte).

Effect of minor alloying elements on pitting resistance of some high strength low alloy steels, par A.A. Abdulazim, B. Zaghoul, Z. Abdulhadi, W. Metwally, A. Marie (Egypte).

Application of surface enhanced Raman spectroscopy/SERS to in-situ characterization of metal/solution and semi-conductor/solution interfaces, par M. Janik-Czachor (Pologne).

Methods and installations for research of metals corrosion under heat transfert conditions, par V.S. Pakhomov (URSS).

Étude critique de méthodes d'essais en corrosion sous contrainte. Application au cas des aciers inoxydables en milieu chloruré, par D. Desjardins, M. Puiggali, L. Ajana, M.C. Petit (France).

Influence de la déformation sur la dissolution de l'acier de cuve en milieu primaire PWR. Application au calcul de vitesse de propagation de fissures, par P. Combrade, M. Foucault, G. Slama (France).

The chloride adsorbing properties and general morphology of one of the main products of the corrosion of steels, alpha-iron(III) oxyhydroxide, par K. Rogan, P.A. Sewell, J. Pearce, R.D. Shaw (Grande-Bretagne).

Utilisation combinée des techniques d'analyse de surface, des méthodes radiochimique et électrochimique pour l'étude des mécanismes fondamentaux de la corrosion, par P. Marcus, J. Oudar (France).

Intérêts et limites d'application de tests de corrosion sous contraintes à l'étude du comportement d'aciers inoxydables en milieu chloruré dilué, par R. Oltra, E. Mirabal, A. Desestret, J.C. Colson (France).

Adaptation de la méthode des impédances électrochimiques à l'étude de la corrosion dans les fissures, par S. Cheriet, F. Wenger, J. Galland (France).

Electrochemically controlled hydrogen permeation measurements under high pressure, par G. Schmitt, D. Steinmetz (RFA).

Analyse comparative de l'incorporation de phosphore dans TiO₂, par S. Ferjani, D. David, G. Beranger, J.P. Moreau, R. Berneron (France).

Corrosion et passivation de métaux en poudre, par P. Mauret, P. Alphonse, P. Lacaze (France).

Effect of carbon and titanium on anodic dissolution and passivation of iron in NaOH solutions, par J. Flis, M. Ziomek-Moroz (Pologne).

The application of the potentiokinetic reactivation method on testing corrosion characteristic of martensitic steel of the type Cr₁₇Ni₂, par J. Tupy, V. Cihal, P. Bouska, J. Kubelka (Tchécoslovaquie).

Critical review of laboratory methods testing the resistance of high alloyed stainless steels and Ni alloys against localized corrosion in chloride solutions, par M.B. Rockel, M. Renner (RFA).

Conférence plénière de M. Dabosi (France).

Conférences par affiches

Thème I : Le comportement à la corrosion de certains alliages ferreux dans les solutions aqueuses d'acides dicarboxyliques aliphatiques non saturés, par O. Georgescu, S. Ivascan (Roumanie).

Thème IV : Étude du développement d'aciers faiblement alliés au Cr-Al résistant à la corrosion marine, par Th. Jossic et coll. (France).

Thème V : Sensibilité à la corrosion d'alliages Fe 36 Ni placés dans des conditions d'atmosphères confinées (stockage). Influence du dioxyde de soufre. Effet d'inhibiteurs passivants, par J.P. Colin, F. Duffaut, C. Fiaud, A. Kadri, G. Maurin (France).

Systèmes de protection temporaire des installations exposés en atmosphère industrielle-marine, par G. Maniu, O. Ioachimescu (Roumanie).

Atmospheric corrosion testing in Galicia (Spain), par L. Espada Recarey, A. Sanchez, C. Dos Santos, A.M. Gonzalez (Espagne).

Récents développements en matière d'application des procédés d'élaboration des revêtements d'or par optimisation de la technique d'électrolyse en courants pulsés, par J.C. Catonne (France).

The atmospheric corrosion resistance of stainless steels, par R. Hooper (Grande-Bretagne).

Corrosion nodulaire des zircaloyes en vapeur d'eau à 500 °C, par D. Charquet (France).

Application d'un nouveau dispositif d'immersions-émersions alternées à l'étude de la corrosion atmosphérique de différents produits sidérurgiques, par Th. Jossic et coll. (France).

Influence de l'agressivité de l'atmosphère sur la peinture de l'acier galvanisé au trempé, par E. Almeida Padinha, M. Julia Justo, D. Pereira (Portugal).

Thème VI : Corrosion du nickel en présence de V₂O₅, par E. Chassagneux, G. Thomas, M. Soustelle (France).

Morphology and chemical composition of scale formed on Fe-Cr steel oxidized in water steam at 900-1 300 °C, par S. Leistikow, G. Schanz, E. Zurek (Pologne).

Apport des mesures de contraintes et de paramètres par diffraction des rayons X pour l'interprétation des mécanismes d'oxydation d'alliages NiCr et NiCrY, par J.G. Zhao, J.L. Lebrun, A.M. Huntz (France).

Thème VII : Comportement de matériaux métalliques dans des installations de production de biogaz, par F. Derrien, B. Chevalier (France).

Thème VIII : Relation entre la structure et les propriétés d'alliages de rechargement à base Ni, traités par Be et laser, par J. Ajao, S. Lebaili et S. Hamar-Thibault (France).

Formation d'alliages de surface par fusion sous faisceau laser. Leur résistance à l'oxydation, par M. Pons, A. Galerie, M. Caillet, P. Witomsky (France).

Étude, par analyse XPS de l'influence de la précipitation superficielle de carbures ou sulfures de chrome et de prédeformation sur l'oxydation d'un alliage Ni₇₇Cr₁₆Fe, par G. Moulin, J. Rousselet, A.M. Huntz (France).

Thème IX : Influence of stress and heat treatment on the kinetics of intergranular corrosion and stress corrosion cracking, par A. Rota, H. Bohni (Suisse).

Paramètres influant sur les mesures de potentiel d'électrode des aciers dans les bétons, par P. Brevet, G. Grimaldi, G. Pannier, A. Raharinaivo (France).

Analysis of current transients on stainless steel below the pitting potential, par L. Stockert, H. Bohni (Suisse).

Méthode électrochimique d'étude de la corrosion intergranulaire, par L. Beaunier, M. Froment, C. Vignaud, N. Yu (France).

Corrosion inhibition of 304 stainless steel in phosphoric acid-chloride solutions by the anions of Cr, Mo, N, W and B, par R.M. Saleh, M.M. Badran, A.A. El Hosary, H.A. El Dahan (Egypte).

Comportement en corrosion sous frottement d'alliages de dureté élevée pour robinetterie de réacteur à eau sous pression, par D. Boutard, G. Corvée, J. Galland (France).

Electrochemical factors associated with the growth of corrosion pits in stainless steel, par T. Hakkarainen (Finlande).

Détermination de l'efficacité de l'inhibiteur de corrosion du fer dans

l'acide sulfurique à 15 %, par E. Stupnisek-Lisac et I. Stern (Yougoslavie).

Corrosion résistance of acid resistant steel after it plastic strain, par M. Steliga (Pologne).

Ellipsometric and electrochemical investigations of passive film formation on iron-nickel alloys, par N.D. Totir (Roumanie).

Application des méthodes électrochimiques à l'étude de l'action inhibitrice des films d'huile sur la corrosion de l'acier. Évaluation d'additifs anticorrosifs, par J. Knopf, A. Gance (France).

Étude de la réactivité de surface des aciers et de la caractérisation des produits de corrosion par SEO à source plasma, par P. de Gelis (France).

Nouvelle méthode statistique d'étude de la corrosion par piqûres. Application à l'influence des traitements de surface des aciers inoxydables, par Th. Jossic (France).

Corrosion rate determination by linear response, par G. Rocchini (Italie).

Association d'un potentiostat à un micro-ordinateur. Application au trace de courbes potentiocinétiques, par F. Derrien, B. Chevalier (France).

Étude de la corrosion du nickel utilisé dans les électrolyseurs de production d'hydrogène, par J. Bressan, A. Garat (France).

Résistance à la corrosion localisée de l'acier inoxydable ferritique 29Cr-4Mo-Ti, par J.M. Boulet, J.C. Bavay, P. Bourgain (France).

Application des mesures de bruit électrochimique à l'étude des phénomènes de corrosion uniforme et localisée, par C. Gabrielli, F. Huet, M. Keddam (France).

Étude de l'influence du soudage sur la résistance des récipients sous pression à la fragilisation caustique par méthodes électrochimiques et essais de corrosion à taux de déformation constant, par B. Arsenault, E. Ghali (Canada).

Analyse spectrale de processus de piqûration non régulés sur l'aluminium, par C. Bataillon, C. Fiaud (France).

The importance of laboratory tests in obtaining information on paint coatings in service conditions, par E. Almeida Padinha, M.G.S. Ferreira, M.A. Maia (Portugal).

Mécanismes et méthodes de protection contre la corrosion localisée, par A. Pourbaix, J. Kissel (Belgique).

Méthode électrochimique d'évaluation de l'état de revêtements métalliques partiellement corrodés, par M. Leclercq (Belgique).

Essais de corrosion cavernueuse d'acier inoxydable: rôle de l'épaisseur de la cavité et du potentiel électrochimique, par G. Daufin (France).

Electrochemical determination of pitting susceptibility of stainless steels, par O. Varjonen, T. Hakkarainen (Finlande).

Corrosion des tôles d'acier peintes. Études par radiotraceurs et impédance électrochimique, par N. Celati (France).

Corrosion properties of a recently developed duplex stainless steel, par P. Norberg et coll. (Suède).

Electrochemical testing of dezincification in brass, par E. Muttillainen, P.J. Tunturi (Finlande).

Hydrogénation d'un acier inoxydable à 13 % de Cr en cours de piqûration, par B. Talhi, M. Jerome, J. Galland (France).

Incidence de méthodes expérimentales diverses sur les diagrammes d'impédance électrochimique d'un alliage fer 31 % nickel en cours de corrosion, par D. Boutard, F. Wenger, P. Ponthiaux, J. Galland (France).

Impedance approach to corrosion inhibition phenomena, par T. Szauer, K. Darowicki (Pologne).

Acier inoxydable 304: rôle de la microstructure et de l'arsenic sur la corrosion et la cinétique de dégagement de l'hydrogène, par J.C. Bavay, J.P. Bricout, M. Traisnel, J. Hennion (France).

Diagrammes de corrosion conditionnels, par J.Y. Gal (France).

Statistical measurement and probability laws of the pitting potentials of stainless steels, par B. Baroux, B. Sala (France).

L'utilisation de la méthode de simulation pour l'étude des propriétés de résistance à la corrosion de la zone soudée, aux aciers inoxydables austénitiques, par F. Benjan, O. Radovici (Roumanie), A. Desestret (France).

Évaluation de la qualité des traitements de chromatisation de la tôle d'acier galvanisé par des méthodes électrochimiques, par J. Hazan, B. Buscarlet, C. Coddet (France).

Electrochemical reactivation tests for evaluation the susceptibility to intergranular corrosion Fe-Cr-Ni alloys, par T. Kekkonen, P.A. Altonen, H. Hanninen (Finlande).

Influence des anions du milieu sur la cinétique de la corrosion des aciers au carbone, par L. Espada Recarey, Y.X.R. Novoa Rodriguez (Espagne).

The measurement of low amplitude dynamic signals resulting from the study of electrochemical phenomena, par N.D. Cogger (Grande-Bretagne).

Essais de corrosion et essais mécaniques en milieux contrôlés, par M. Bernard (France).

An electrochemical method for detecting susceptibility of electric resistance welded line pipe steel to grooving corrosion, par G. Herbsleb (RFA).

Renseignements

Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : (1) 555.69.46.

Section Centre-Est de la Société de Chimie Industrielle

Journée technologique de la chimie et parachimie

Le 23 avril 1985, la Section Centre-Est de la Société de Chimie Industrielle organise, dans les locaux d'Interfora (Institut Interprofessionnel Formation Rhône-Alpes, 6, rue Jean-Macé, 69190 Lyon-Saint-Fons), une Journée sur le thème : **Aspects récents des technologies de la chimie et de la parachimie.**

Programme

Chaque intervenant disposera de 30 min : 20 min d'exposé et 10 min de questions.

9 h, réception des participants.

9 h 30, *Besoins de la chimie fine en matière de technologies. Automatisation des ateliers polyvalents*, par M. Decaure (Rhône-Poulenc).

10 h, *Présentation de l'Institut des Technologies Chimiques*, par M. Chapurlat (Président d'Interfora).

10 h 15, pause, rafraîchissements.

10 h 30, *Opérations unitaires liées à des techniques spéciales :*

Un nouveau procédé de fractionnement : la chromatographie avec éluant supercritique, par M. Perrut (ENSIC Nancy).

Microfiltration tangentielle : applications possibles en chimie fine, par M. Ben Aïm (Institut de la Filtration et des Techniques de Séparation d'Agén).

Séparation par membranes : applications en chimie fine, par M. Charpin (CEA Saclay).

12 h, *Manipulation et traitement des solides :*

Apport de nouvelles méthodes d'investigations dans le domaine du traitement mécanique du solide, par MM. Guilhot et Turpin (ENS des Mines de Saint-Étienne).

Méthodologie pour le choix d'un équipement destiné à un problème industriel donné en séparation solide-liquide, séchage et manutention des poudres, par M. Deleuil (Rhône-Poulenc).

13 h, repas.

14 h 30, **Méthodologie du développement des procédés de chimie fine** :

Méthodologie du développement des procédés de chimie fine : utilisation des plans d'expériences, par M.S. Garnier (Finorga).

Optimisation de la conception et de la gestion d'un atelier polyvalent par la méthodologie du « System Engineering », par M.D. Bonvin, (École Polytechnique de Zurich, Lab. du Pr Rippine).

15 h 45, pause, rafraîchissements.

16 h, **Automatisation et robotisation des procédés de chimie fine** :

Synthèse peptidique : phase liquide ou solide?, par le Centre de

Recherches Clin Midy (Sanofi).

Différents aspects de l'automatisation en chimie fine, par M. Michel (Roussel Uclaf).

17 h, **Spécificité de l'enseignement en génie chimique appliqué à la chimie fine**, par MM. Lieto, Aune, Metzger, (IPSOI Marseille).

Synthèse et conclusions, par M. R.P. Martin (Président de la SCI, Centre-Est).

Renseignements : Institut Interprofessionnel Formation Rhône-Alpes, 6, rue Jean-Macé, 69190 Lyon Saint-Fons. Tél. :

(7) 870.99.85.

Branche belge de la Société de Chimie Industrielle

V^e Cycle de perfectionnement de la lutte contre la corrosion

Le V^e Cycle de perfectionnement de la lutte contre la corrosion, sur le thème : *Les problèmes de la corrosion sous tension et de la sécurité*, organisé par la Branche belge de la Société de Chimie Industrielle, les 16 et 17 avril 1985, aura lieu à la Maison des Industries Chimiques de Belgique (49, square Marie-Louise, 1040 Bruxelles).

Programme

Mardi 16 avril 1985.

9 h 15, accueil, distribution des documents.

9 h 45, *Rappel de quelques notions fondamentales de la corrosion sous-tension*, par M. Scimar (Université de Liège).

10 h 30, pause café.

10 h 45, *Un cas classique de corrosion sous tension*, par M. L. Clerbois (Solvay et Cie).

11 h 30, *Mécanisme de la rupture et corrosion sous tension*, par M. L. Clerbois (Solvay et Cie).

12 h 30, déjeuner en commun.

14 h 15, *Corrosion sous tension des aciers inoxydables (en anglais)*, par M. G. Herbsleb (Mannesmann Forschungsinstitut).

15 h, *Fragilisation par l'hydrogène des aciers faiblement alliés à haute résistance*, par M. B. de Halleux (Université catholique de Louvain).

15 h 45, *Quelques « trucs » pour éviter la corrosion sous tension*, par M. L. Clerbois (Solvay et Cie).

Mercredi 17 avril 1985.

9 h 30, *Quelques cas de corrosion sous tension du cuivre et d'alliages de cuivre*, par M. C. Triquet (Usines à Cuivre et à Zinc).

10 h 15, pause café.

10 h 30, *Les méthodes d'essai de la corrosion sous tension (en anglais)*, par M. Rockel (Metallgesellschaft AG).

11 h 15, *Exploitation des propriétés du PVDF dans la lutte contre la corrosion et le vieillissement*, par M. J. H. de Berraly (Solvay et Cie).

12 h 15, déjeuner en commun.

14 h 15, *Corrosion sous tension et sécurité*, par X (Solvay et Cie).

15 h, discussion générale sur l'ensemble des exposés.

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 : 1 070 FF.
- Pour les non-membres : 1 270 FF.

Fédération Européenne du Génie Chimique

4^e Congrès mondial de la filtration

Cette manifestation, la 329^e de la Fédération Européenne du Génie Chimique, est organisée par la Section Séparation mécanique et technologique des particules de la Société Royale des Ingénieurs Flamands d'Anvers (K.V.I.V) et la Section Flamande de la Filtration Society, Londres.

Pré-congrès : 19-21 avril 1986

Dans le contexte du 4^e Congrès mondial de filtration, un pré-congrès est organisé, consacré à l'éducation et à la formation continue. Il comprend essentiellement un cours de base et un cours avancé.

Congrès mondial de filtration : 22-25 avril 1986

Sont prévus :

- des conférences avec des sessions parallèles durant les 4 jours, et des communications sur des thèmes techniques,
- des sessions de séminaires sur des sujets spécifiques,
- des sessions de communications par affiches,
- une exposition (surface disponible 1 500 m²),
- le « coin » transfert de technologies.

Renseignements : World Filtration Congress, c/o Jan van Rijswijklaan, 58, B-2018 Anvers Belgique.

Création de la bourse Henry Sawistowski

L'Institution of Chemical Engineers et l'Imperial College of Science and Technology ont décidé, conjointement, de créer un fonds spécial pour l'attribution d'une bourse d'étude pour les étudiants du Royaume Uni suivant les cours du 1^{er} degré en génie chimique et désirant faire un séjour d'étude à l'étranger, ou pour les étudiants européens de niveau équivalent, venant d'une Université, de Polytechnique ou autre institution.

Cette bourse, attribuée tous les ans à un étudiant pour un séjour d'étude à plein temps, d'une durée minimale d'au moins trois mois, dans un pays européen autre que le sien, portera le nom de Henry Sawistowski.

Henry Sawistowski, décédé le 18 décembre dernier et qui venait de prendre sa retraite de l'Imperial College of Science and Technology, a porté un intérêt spécial à l'enseignement du génie chimique. Son apport dans ce domaine à l'Institution of Chemical Engineers et à la Fédération Européenne du Génie chimique a été remarquable.

Des donations pour le fonds de garde sont acceptées. La bourse devrait s'élever à 1 000 livres et serait décernée pour la première fois en 1985.

Renseignements: Mr D.B. Firth, The Institution of Chemical Engineers, 12, Gayfere Street, London SW1P 3HP, Angleterre.

Sommaire de la revue *Analisis*

Vol. 1, janvier 1985

Analyse et caractérisation de couches de fer et d'acier implantées en azote, par Th. Barnavon, H. Jaffrezic, G. Marest, N. Moncoffre, J. Tousset, S. Fayeulle, M. Robelet.

Méthodes utilisées: méthodes nucléaires utilisant la réaction ^{15}N (p. $\alpha\gamma$) pour le profil de la distribution d'azote, la spectroscopie Mössbauer à électrons de conversion pour l'étude des divers nitrures de fer et la microscopie électronique en transmission pour la taille et la nature des cristaux.

Étude du contenu des cendres de la centrale thermique de Gardanne: hydrocarbures et minéraux, par G. Mille, M. Mulyono, M. Guiliano, J. Kister, H. Dou.

Cette étude (organique et minérale) des cendres volantes de la centrale a été réalisée pour permettre une meilleure optimisation du rendement de la combustion.

Dosage automatisé de l'argent dans les bains photographiques usagés, par R. Kaufmann, M. Lamisse, F. Mohier.

La méthode choisie est celle de dosage à la dithizone.

Dosage de vingt-deux antidépresseurs par chromatographie en phase liquide, par J.P. Denat, J. Poëy, Ph. Puig, P. Bourbon.

Le but des auteurs est de proposer une technique unique pour le dosage et une technique de dosage simultané pour les associations citées dans la littérature.

Micro-électrode à enzyme immobilisée pour la détection de l'acétylcholine, par M.F. Suand-Chagny, J.F. Pujol.

Le but de ce travail a été de miniaturiser les électrodes enzymatiques utilisées en vue de dosage *in vivo* dans le tissu cérébral ou dans un micro volume d'extrait biologique.

Dosage de l'ozone et de l'acide nitrique en phase gazeuse: comparaison et amélioration des méthodes KIBRT et d'ozonolyse. Interférences dans le dosage de l'acide nitrique, par J.C. Dechaux.

Étude analytique des produits lourds du pétrole. I Action du couple eau oxygénée-acétone: oxydation et démétallation, par P.L. Desbène, D. Lambert, A. Le Berre, J.J. Basselier, R. Boulet, A.Y. Huc.

Cette étude est entreprise à des fins analytiques (nature et rôle des complexes organométalliques) et pratique (démétallation).

Photochemical analysis studies VI. A comparative investigation of the photochemical fluorimetric and spectrophotometric determination of purpurogallin, par J.J. Aaron, A. Diop.

La sensibilité de la méthode photochimique-fluorimétrique est supérieure à celle de la méthode spectrophotométrique.

Action de l'effet Zeeman sur certaines interférences en spectrométrie d'absorption atomique avec flamme, par N. Bois, J. Louvrier, I.V. Voïnovitch. Brève communication.

Permeation devices for low-boiling gases, par J. Namiesnik, L. Torres, J. Mathieu.

Note de laboratoire.

- 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).

Informations

techniques et économiques générales

Au cœur de la réactivité chimique

Dans des conditions ordinaires de réalisation d'une réaction chimique, il existe de nombreuses populations d'espèces chimiques dans des états d'énergie différents, dont on ne peut étudier qu'un état moyen. Pour une étude fine, par tranches d'énergie, il faut réduire le désordre moléculaire en séparant les protagonistes, portés dans des états vibrationnels et rotationnels bien définis, et en les précipitant les uns contre les autres dans une enceinte où règne un vide poussé (à la limite, c'est ce qui se passe dans l'espace interstellaire).

A l'Université de Bordeaux I, trois laboratoires associés au CNRS (Photophysique et photochimie moléculaire, Physico-chimie théorique, Centre de physique moléculaire optique et hertzienne) viennent de réaliser une telle expérience après trois ans d'efforts

pour construire l'appareillage et développer l'outil théorique.

L'expérience a consisté à étudier la réaction $C + NO \rightarrow CN + O$ dans un montage à quatre faisceaux pulsés parfaitement synchronisés. Cette réaction présente l'avantage d'être très exoénergétique (émission d'énergie lors du retour à l'état fondamental), et de donner un radical — radical cyanogène — CN dont tous les états énergétiques sont déjà bien connus.

Deux faisceaux pulsés de gaz rare (hélium) entraînent, l'un les atomes de carbone, l'autre les molécules d'oxyde nitrique (NO), et se croisent à angle droit dans une enceinte sous vide. Un faisceau laser pulsé est focalisé sur un barreau de graphite pour générer les atomes de carbone. Le quatrième faisceau, un autre laser pulsé,

permet de déterminer la distribution d'énergie rotationnelle et vibrationnelle de CN.

L'expérience décrite est la première expérience connue de collisions réactives en faisceaux moléculaires pulsés. Elle ouvre le champ à un vaste programme d'étude d'autres réactions du carbone atomique (avec N_2O , NO_2 , SO_2 , OCS , H_2S) importantes en combustion et susceptibles de rénover la conception des lasers chimiques émettant dans le visible ou l'ultraviolet.

Il faut rappeler qu'actuellement et dans ces gammes de longueurs d'onde, il n'existe pas de lasers chimiques, c'est-à-dire où l'espèce chimique excitée est produite par réaction chimique et non pas par transfert d'excitation électronique.

Un nouvel ordre dans la matière : les cristaux du nombre d'or

La matière cristallisée se caractérise par l'existence d'éléments de symétrie d'ordre 2, 3, 4 et 6 (respectivement, symétrie du segment de droite, du triangle, du carré et de l'hexagone), jamais d'ordre 5 (symétrie du pentagone) puisqu'il est mathématiquement impossible de paver « sans trous » un plan avec des pentagones réguliers.

Or, on vient de fabriquer un alliage d'aluminium et de manganèse (Al_6Mn) qui possède une symétrie d'ordre 5 tout en conservant les propriétés essentielles des cristaux, en particulier celle de réfléchir les rayonnements, de manière cohérente (interférences constructives) et non à la manière diffuse des matériaux amorphes. Cet alliage ne présente pas, bien entendu, de périodicité dans l'espace : il est construit sur un nouveau type d'arrangement ordonné à longue distance parfaitement déterminé au sens où la position d'un seul élément détermine la position relative de tous les autres.

Ce genre de constructions géométriques avait été analysé par les mathématiciens, il y a une vingtaine d'années, entre autres par Penrose, célèbre pour ses travaux sur des pavages présentant une symétrie

d'ordre 5 sans périodicité de translation. Les propriétés géométriques de ces assemblages avaient elles-mêmes été formalisées par des mathématiciens dès le début du siècle grâce à la notion de « quasi-périodicité » (périodicité qui serait, par exemple, celle d'un arrangement parfaitement périodique mais vu en perspective).

L'alliage métallique, qui vient d'être fabriqué, concrétise donc une construction purement intellectuelle. Ses caractéristiques sont étonnantes : le squelette sur lequel sont posés les atomes est invariant lorsqu'on l'agrandit par un facteur égal au nombre d'or $\tau = 1/2 (1 + \sqrt{5}) = 1.6180...$ Cet alliage (et d'autres composés analogues : aluminium + fer ou chrome) est donc une structure construite sur le nombre d'or par opposition aux cristaux ordinaires construits sur les nombres entiers.

Le travail qui a abouti à la découverte de ce nouveau type de phase (état de la matière) et à son élucidation structurale par diffraction électronique résulte d'une collaboration internationale entre :

— Dan Shechtman du Technion d'Haïfa,

— Ilian Blech du Technion d'Haïfa,

— John Cahn du National Bureau of Standards de Washington.

— Denis Gratias du Centre d'étude de chimie métallurgique du CNRS à Vitry-sur-Seine.

Ce travail a donné lieu à un article paru dans *Phys. Rev. Lett.*, 1984, volume 53, 1951.

La mise en évidence de ces cristaux « irrationnels » ouvre incontestablement des perspectives nouvelles à la physico-chimie du solide.

Obtenus en projetant l'alliage fondu sur un disque en cuivre tournant à grande vitesse, ces cristaux sont une phase métastable (se détruisant vers 450 °C). Leurs propriétés, dont l'étude commence seulement, devraient être différentes de celles des cristaux ou des phases amorphes, et pas nécessairement intermédiaires entre les deux.

Pour obtenir un refroidissement suffisamment intense (10^6 °C.s⁻¹), le produit obtenu est finement divisé. Sa mise en œuvre éventuelle posera sans doute de difficiles problèmes de métallurgie des poudres.

Vers une analgésie « physiologique »

Lorsqu'une information douloureuse lui arrive, le cerveau sécrète de petites molécules appelées enképhalines. Les enképhalines, peptides isolés en 1975, sont considérées comme des morphines endogènes puisqu'elles se lient aux récepteurs opioïdes du cerveau sur lesquels se fixe aussi la morphine d'origine végétale.

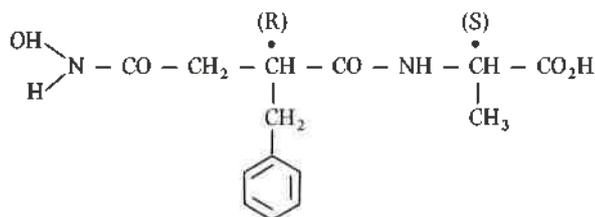
Cependant, la durée d'action de ces peptides est très courte du fait de leur dégradation qui s'effectue rapidement sous l'action de plusieurs peptidases ou enképhalinases (enzymes découvertes en 1978).

Après avoir préparé, en 1980, les premiers inhibiteurs spécifiques (thiorphan et rétrothiorphan) de l'une de ces enzymes, le Laboratoire du Professeur Roques vient de synthétiser le premier inhibiteur complet des enzymes de dégradation des enképhalines.

Ceci a été mené à bien en s'appuyant, en

particulier, par graphisme moléculaire sur les données cristallographiques d'une métallopeptidase proche, la thermolysine. L'inhibiteur dénommé Kélatorphan conduit à une analgésie « physiologique » beaucoup plus puissante que les précédents inhibiteurs, en prolongeant la durée de vie des morphines internes.

De plus, un analogue radioactif du Kélatorphan a permis la première visualisation de l'enképhalinase dans le cerveau par autoradiographie. Les images obtenues montrent clairement une co-localisation préférentielle de l'enzyme avec une classe de récepteurs opioïdes particuliers, impliqués dans le comportement émotionnel.



Kélatorphan

Diffraction de rayons X à haute résolution pour l'étude des altérations intentionnelles des monocristaux

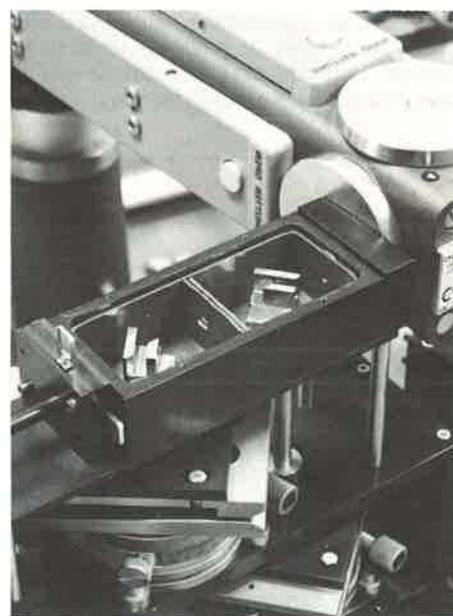
La mesure, avec une très grande précision, de petites variations de la périodicité du réseau d'un monocristal peut être réalisée à l'aide d'un montage utilisant la diffraction de rayons X. Cette mesure permet de contrôler les modifications réalisées intentionnellement, par exemple dans les structures multicouches de composés d'arséniure de gallium-aluminium servant à la fabrication des lasers à semi-conducteur.

On est actuellement capable de réaliser des monocristaux de silicium et d'arséniure de gallium (matériaux de base des circuits intégrés et des composants à semi-conducteur tels que les diodes laser à semi-conducteur) d'une très haute perfection. Par suite de la grande régularité dans la disposition des atomes, la diffraction des rayons X par de tels cristaux produit des pics d'intensité très aigus (leur largeur n'est que d'environ 2 secondes d'arc, c'est-à-dire 10^{-5} radians). Pour mesurer le déplacement de ces

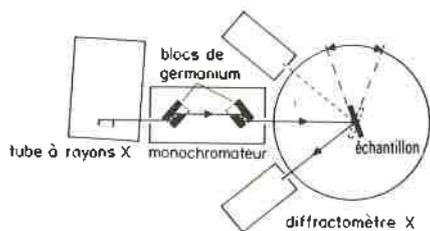
pics résultant de petites irrégularités dues à des modifications intentionnelles de la composition de ces monocristaux, il faut disposer d'un faisceau de rayons X très fin, parfaitement parallèle (au millième de degré près) et ne présentant qu'une très faible dispersion de la longueur d'onde (au moins dix fois inférieure aux raies X caractéristiques des éléments). En outre, ce faisceau doit avoir une intensité suffisante pour que la mesure puisse être effectuée en un laps de temps raisonnable.

Pour le monochromateur, la solution est apportée par la disponibilité de monocristaux parfaits. En faisant se réfléchir quatre fois sur les faces de deux barreaux monocristallins de germanium le faisceau provenant d'un tube à rayons X de diffractométrie, puis, comme le montre le schéma, en alternant successivement vers la gauche et vers la droite l'angle de déviation, on obtient un faisceau de rayons X conforme aux spécifications. Le degré de perfection exigé pour les barreaux de germanium est moindre qu'on pourrait le supposer, les réflexions se produisant sur les plans suivant lesquels les atomes sont ordonnés et non sur les faces extérieures visibles.

Le montage décrit, conçu par W. J. Bartels des Laboratoires de recherches Philips, d'Eindhoven, permet de mesurer les variations de périodicité d'un monocristal avec une précision de 10^{-6} nm.



L'une des applications de cette méthode de mesure est l'analyse des structures multicouches d'arséniure de gallium-aluminium déposées sur un substrat d'arséniure de gallium. L'intérêt de la diffraction de rayons X est en effet de pouvoir étudier de façon non destructive de telles structures qui servent à réaliser les diodes lasers utilisés, notamment, dans les lecteurs de « compact discs ».



Nouvelles perspectives pour l'amorphisation des surfaces

Des travaux, développés au Laboratoire d'électrochimie interfaciale, laboratoire propre du CNRS, montrent que certains traitements électrochimiques de surface peuvent constituer une méthode d'amorphisation des surfaces beaucoup moins coûteuse (plusieurs ordres de grandeur) que les méthodes par implantation ionique ou par lasérisation, et applicable dans de nombreux domaines : processus électrocatalytiques hétérogènes, lutte contre la corrosion, insertions métalliques dans des matériaux composites y compris des matériaux d'intérêt biologique. Le laboratoire d'électrochimie interfaciale souhaite des collaborations industrielles pour explorer et exploiter ces multiples possibilités.

Pour tous renseignements complémentaires, téléphoner au (1) 534.75.50 : M. Vennereau du Laboratoire d'électrochimie interfaciale ou Mme Sipek, chargée de mission aux relations industrielles du CNRS pour la Région Ile-de-France-Ouest.

Des aimants permanents encore plus forts et moins chers

Le Laboratoire Louis Néel, laboratoire propre du CNRS, travaille depuis près de 20 ans sur des composés à base de terres rares et de métaux de transition qui présentent de bonnes qualités d'aimants permanents. Parmi ces composés citons le SmCo_5 , constitué de samarium et de cobalt, qui se révèle particulièrement intéressant. Soucieux, comme beaucoup de laboratoires de par le monde, d'améliorer encore plus les performances des aimants permanents, le Laboratoire L. Néel étudie des composés analogues mais de propriétés supérieures. C'est ainsi qu'il travaille actuellement sur un nouveau matériau à base de néodyme, de fer et de bore. Ce composé est doublement intéressant : d'une part, parce que le néodyme et le fer sont plus économiques que le samarium et le cobalt, d'autre part, parce qu'il présente des qualités d'aimants permanents encore plus exceptionnelles que celles des composés de la famille du SmCo_5 .

Pour tous renseignements s'adresser à M. Givord. Tél. : (76) 96.98.37.

Matériaux fortement électrochromes

Des chercheurs de l'unité associée au CNRS « Chimie, électrochimie organique et analytique » et du Centre d'Études Nucléai-

res de Grenoble viennent d'élaborer un nouveau type de matériau électrochrome organique qui, grâce à la combinaison de molécules électrochromes greffées sur un polymère lui-même électrochrome, présente l'avantage d'avoir un électrochromisme amplifié.

Fabriqué sous forme de films, ce nouveau matériau convient particulièrement bien à la réalisation de dispositifs d'affichage de caractères ou d'écrans.

Brevet disponible à l'Anvar. Tél. : (1) 266.93.10, Mlle Payen. Inventeurs : MM. Derontier, Montet, Bidan. Tél. : (76) 97.41.11.

Des molécules colorantes hautement fluorescentes

Le Laboratoire de chimie générale du CNAM, jeune équipe du CNRS, a mis au point une nouvelle série de colorants fluorescents dont les propriétés sont très intéressantes : rendement de fluorescence élevé, bonne stabilité à la lumière, faible recouvrement entre spectre d'absorption et d'émission. Les performances laser de ces composés ont été testées par le Centre de physique moléculaire optique et hertzienne, unité associée au CNRS : certains de ces composés présentent une émission laser tout à fait remarquable; ils peuvent, en outre, être employés pour la conversion de fréquence de la lumière, et l'un d'entre eux, émettant dans le rouge, a les propriétés requises pour être utilisé comme compteur de quanta.

Brevet disponible à l'Anvar. Tél. : (1) 266.93.10, Mlle Payen. Inventeurs : Mme Lebris (Tél. : (1) 271.24.14, poste 390), M. Rullière (Tél. : (56) 80.84.50, poste 287).

La désulfuration des fumées : une initiative de la CEE

La Commission de Bruxelles a lancé, en novembre dernier, un appel à propositions pour la construction et l'installation d'un pilote de désulfuration des gaz de combustion. Ce pilote permettrait de réaliser en grand le procédé dénommé Mark 13 A qui a été étudié au Centre de Recherches de la Commission des Communautés Européennes à ISPRA en Italie, dans le cadre du programme de recherche « hydrogène ». On se souvient peut-être qu'à la fin des années 60, dans le cadre de l'engouement pour la future « civilisation de l'hydrogène », ISPRA avait été le premier à proposer un cycle chimique de décomposition de l'eau, certes astucieux sur le plan de la thermodynamique, mais totalement irréaliste aux plans industriel et économique. Il était fondé sur des réactions de décomposition et de recombinaison en

circuit fermé faisant intervenir le bromure de mercure.

Le procédé Mark 13, dont il est question aujourd'hui, repose sur le lavage des gaz de combustion par une solution aqueuse contenant de petites quantités de brome. Celui-ci agit sur le SO_2 et produit simultanément SO_3 et HBr , qui restent en solution. La chaleur latente des fumées est utilisée pour entraîner une partie de l'eau et l'acide bromhydrique, lequel est ensuite récupéré ultérieurement par électrolyse. La solution aqueuse restante contient un acide sulfurique relativement concentré. Selon ses auteurs, cette technique permettrait d'élever la récupération de SO_2 dans les fumées au-delà de 90 %, ce qui serait évidemment très sensiblement supérieur aux procédés actuellement utilisés plus exactement à ceux dont on parle, et que l'on n'utilise guère (pulvérisations de chaux ou de carbonate dans les fumées, combustion en lit fluidisé en présence de chaux etc.).

La Commission s'engage à prendre en charge jusqu'à 50 % des coûts de construction et d'exploitation de cette installation, sans dépasser toutefois un budget global de 5 millions d'écu. L'accent mis aujourd'hui sur le problème des pluies acides n'est sans doute pas étranger à cette initiative de la Commission. L'avenir dira si, dans la conjoncture économique difficile actuelle, il se trouve en Europe une société d'engineering ou un constructeur de chaudières prêts à s'engager dans un programme de recherches de ce type, nécessairement très lourd.

Innovation dans la fabrication des verres de haute pureté

En utilisant les propriétés chimiques de ses solutions de silicates alcalins, Rhône-Poulenc a mis au point un procédé original qui ouvre de nouvelles voies dans l'élaboration des verres exigeant une haute qualité. Il propose de préparer la classique composition verrière en mettant en œuvre des réactions chimiques qui présentent l'avantage de lier, avant fusion, tous les constituants du verre. Ces nouvelles compositions ne sont plus des mélanges physiques, mais bien des composés « prêts à l'emploi », c'est-à-dire « prêts à fondre ». Les composés Rhône-Poulenc sont constitués d'oxydes minéraux qui, au cours de la synthèse chimique, s'assemblent selon l'arrangement de l'état vitreux. Ainsi sont-ils en état de se vitrifier rapidement à des températures plus basses que les températures habituelles.

Cet abaissement de température, permis par la nature des composés, offre un nouveau champ d'expérimentation pour les matériaux verriers : performances améliorées, bilan économique plus favorable et surtout accès à de nouvelles formulations répondant à de nouvelles fonctions.

De récents essais entrepris sur une unité pilote de 2 tonnes/j et concernant un verre

Voie traditionnelle	Voie nouvelle
Plusieurs produits à mélanger	1 seul produit prêt à l'emploi, très homogène
Réactions lentes de décomposition et de combinaison entre 800 et 1 200 °C	Fusion instantanée à 700 °C
Affinage à 1 400 °C Cueillage à 1 200 °C	Affinage et cueillage à 1 200 °C
↓	↓
Four à plusieurs zones de températures	Four à température constante

au plomb, cristal à 30 % d'oxyde de plomb, ont montré l'intérêt de fabriquer par voie chimique la composition. Ils ont été réalisés dans un four tout électrique. Les températures des bassins de fusion et de cueillage, durant la campagne d'essais de 10 jours, sont restées constantes et égales à 1 200 °C. Pendant cette période, le cristal cueilli a toujours été d'excellente qualité, quel que soit le taux de groisil (verre recyclé). Ces conditions de marche, décrites dans le tableau ci-dessous laissent deviner tous les avantages que l'on peut tirer de cette nouvelle préparation. Il faut ajouter que, dans le cas particulier du verre cristal, les degrés de pureté sont atteints grâce à la voie chimique : moins de 10 ppm de fer. A souligner aussi : la réduction du risque que représente la manipulation des dérivés du plomb ; à cet égard, le composé pour cristal apporte une solution très satisfaisante.

Cette technologie simplifiée présente des avantages d'ordre économique. En premier lieu, la consommation énergétique sera nettement plus faible. Par ailleurs, la conception même des fours pourra être beaucoup plus simple, notamment pour les fours électriques. Enfin, la durée de vie du four sera considérablement prolongée.

Une notion nouvelle apparaît : l'élaboration simple et facile du verre affiné, donc sans bulles et homogène, à sa température de cueillage.

Cette simplification amont du métier de verrier devrait, en aval, fournir de nouveaux atouts. Elle donne à l'industrie du verre à la main et à celle des verres spéciaux un accès plus économique à une technologie devenue plus souple et fiable, voire automatisable. Elle devrait aussi améliorer la qualité et la diversification de leurs produits tout en élevant la productivité.

celle du produit intérieur brut marchand (celui-ci a augmenté de 1,7 % entre 83 et 84) et si la consommation apparente d'énergie primaire a augmenté de 2 %, ceci est dû en fait, pour une part importante, à un regain d'activité d'Eurodif en 1984. L'année dernière, la consommation globale d'énergie n'a guère dépassé les 190 millions de tep (tonnes équivalent-pétrole — sauf indication contraire, c'est la tep qui est utilisée comme unité commune dans ce qui suit —), alors qu'elle atteignait déjà 183 Mtep en 1973.

Exprimée en tep, notre ressource d'énergies primaires est assez simple à analyser : très approximativement, nous avons consommé l'année dernière 25 Mtep de charbon, 86,5 Mtep de pétrole, 23,5 Mtep de gaz naturel, 57 Mtep d'électricité. Il faut ajouter à cela 3,8 Mtep d'« énergies nouvelles » : celles-ci étaient évaluées, en 1973, à 2 Mtep. Cette croissance remarquable s'explique sans doute par le développement de certaines formes vraiment nouvelles, telles que la géothermie, mais, pour l'essentiel, il s'agit naturellement de la consommation de bois dont l'estimation suppose une marge d'erreur non négligeable.

Il faut noter que les 57 Mtep d'électricité primaire produite l'an dernier sur notre sol se sont répartis à raison de 15 Mtep pour l'hydraulique et 42,5 Mtep pour le nucléaire. Pour fixer les idées, on voit donc qu'aujourd'hui, le nucléaire représente presque le double de notre consommation totale de gaz naturel alors qu'en 1980, elle en représentait à peine plus de la moitié. Pour connaître la structure de notre consommation par nature d'énergies, il faut évidemment tenir compte des transformations de l'une dans l'autre qui sont opérées par les producteurs d'énergie. Si les

transformations de charbon en gaz sont relativement peu importantes, bien que non totalement négligeables, la conversion essentielle concerne évidemment l'emploi du charbon, des fractions lourdes de pétrole et du gaz naturel pour la production d'électricité. Cette conversion est très importante puisqu'elle concerne en gros 13 Mtep de charbon (à peu près la moitié de la ressource primaire) et environ 2 Mtep de chacun des deux autres produits primaires. Ainsi, la structure de notre consommation, par nature d'énergies, se répartit ainsi :

- charbon : 12 Mtep,
- pétrole : 83 Mtep,
- gaz : 22 Mtep,
- électricité : 69 Mtep,
- énergies renouvelables : 4 Mtep.

L'essentiel de cet ensemble est évidemment constitué par la consommation dite « énergétique ». Traditionnellement, les comptes nationaux distinguent une consommation « non énergétique ». Celle-ci a peu varié au cours du temps, restant comprise entre 10 et 12 Mtep ces dix dernières années. Pour l'essentiel, elle comprend quelque 8,5 Mtep de produits pétroliers (essentiellement de l'essence légère pour la production des oléfines par craquage à la vapeur) et 3,5 Mtep de gaz pour la production d'ammoniac, de méthanol, d'acétylène, etc. (Il faut savoir que, curieusement, la consommation d'électricité pour l'électrolyse n'est pas considérée comme un usage « non énergétique »).

Pour accéder à la consommation finale réelle des diverses énergies, c'est-à-dire en définitive ce dont disposent réellement les divers utilisateurs, il faut encore procéder à quelques calculs simples.

Les pertes de transformation et de distribution ne sont pas négligeables puisque, en ordre de grandeur, elles correspondent environ à 5 Mtep dans les raffineries et également à 5 Mtep dans les lignes de transport électriques. La consommation d'Eurodif, de son côté, a été très importante et correspond probablement à 6 ou 7 Mtep.

Enfin, la production totale d'électricité, de l'ordre de 70 Mtep, pour être convertie en kWh, doit faire intervenir le rendement de conversion qui est, par convention, voisin de 40 % et correspond à l'équivalence bien connue : 1 MWh = 0,222 tep.

Cette dernière remarque permet d'interpréter correctement la valeur réelle de notre production électrique : dire que nous avons produit en 1984 environ 70 Mtep d'électri-

Consommation finale

(nette des consommations de transformation inter-énergies et des pertes), en Mtep, 1984)

	Charbon	Pétrole	Gaz	Électricité	Autres
Industrie	8,6	10	7,9	21	0,6
Résidentiel, tertiaire	2,9	21,8	11,6	30,4	3,1
Agriculture		2,6		0,4	
Transports		35,2		1,6	
« Non énergétique » (chimie)		8,6	3,4		

La consommation énergétique française en 1984

Les chiffres provisoires que vient de publier l'Observatoire de l'énergie permettent de se faire une idée assez claire sur ce qu'est aujourd'hui la structure de notre consommation d'énergie et sur les points forts de son évolution récente.

Globalement, nos besoins poursuivent une croissance faible, nettement inférieure à

cité signifie simplement que si nous avons été obligés de produire cette électricité à l'aide de centrales alimentées en pétrole, il aurait fallu consommer 70 millions de tonnes de celui-ci. En revanche, si la totalité des 300 et quelques TWh que nous produisons chaque année était utilisée pour produire de la chaleur par simple effet Joule, l'énergie thermique produite correspondrait à celle qui est contenue dans 25 à 30 millions de tonnes de pétrole à peu près. Ceci étant dit, il n'en demeure pas moins qu'il est tout à fait licite de tenir compte de l'équivalent pétrole théorique dans la production d'électricité dans les calculs de notre taux d'indépendance énergétique globale. Celui-ci, qui n'était que de 22,5 % en 1973, ne dépassait encore pas 27,5 % en 1981. La progression a été ensuite rapide et le taux a atteint, en 1984, 42,6 %. C'est évidemment essentiellement le nucléaire, mais également la production hydraulique d'électricité qui ont contribué à l'amélioration de ce ratio alors que, malheureusement, les contributions du gaz naturel et surtout du charbon étaient, elles, en diminution.

Chiffre d'affaires record pour la chimie allemande en 1984

A DM 141 milliards, le chiffre d'affaires 1984 de la chimie allemande dépasse de 11 % environ le résultat de l'année précédente. + 7 % pour les ventes en RFA et + 16 % pour les ventes à l'étranger. Pour la première fois, les exportations, estimées à DM 71 milliards, ont franchi à la hausse la barre des 50 % du chiffre d'affaires global. La situation bénéficiaire des entreprises s'est améliorée dans de nombreux compartiments, grâce notamment à une augmentation du taux d'utilisation des capacités (qui excède maintenant les 85 % pour les produits de base). Les investissements se sont élevés à DM 7 milliards et les dépenses de recherche-développement peuvent également être estimées à quelques DM 7 milliards.

Vers le renforcement de la présence de Rhône-Poulenc en Espagne

Rhône-Poulenc serait en négociation pour racheter la participation de 50 % qu'ERT détient dans leur filiale commune Rio Rodano. Le montant de la transaction est estimé à 135 MF. Rio Rodano, qui est un important producteur de matières plastiques et de dérivés de phosphates, a réalisé l'an dernier un chiffre d'affaires d'environ 1 milliard de francs. La société espagnole possède 5 usines qui disposent des capacités suivantes : 120 000 t/an de PVC, 40 000 t/an d'anhydride phtalique, 15 000 t/an de polyesters, 12 000 t/an de

latex styrène-butadiène, 2 500 t/an de paraffines chlorées, 100 000 t/an de tripolyphosphate de soude et 7 000 t/an d'acide phosphorique. Le groupe français envisagerait aussi l'acquisition de Sevinil, filiale à 100 % d'ERT, qui exploite une usine de 12 000 t/an de transformation de PVC. Le chiffre d'affaires annuel de Rhône-Poulenc en Espagne se situe autour de 2,7 milliards de francs.

Ciba-Geigy se désengage de l'antraquinone synthétique

Ciba-Geigy annonce son intention de se désengager d'une entreprise commune créée avec Bayer en 1973 pour fabriquer de l'antraquinone par synthèse à Brunsbüttel, RFA.

Ce communiqué laconique marque sans doute la fin de la longue histoire d'un espoir finalement déçu. En effet, au début des années 70, non seulement Bayer et Ciba-Geigy avaient annoncé la construction d'une usine pour la synthèse de l'antraquinone et de divers dérivés, mais, à peu près à la même époque, BASF et Sandoz avaient de leur côté annoncé un projet analogue qui devait se situer à Anvers.

On sait que l'antraquinone est produite classiquement par oxydation de l'anthracène à l'air en présence de vanadium; L'antraquinone est essentiellement un intermédiaire de production de colorants et la capacité mondiale actuelle est de l'ordre de 40 000 tonnes, Bayer étant de loin le plus gros producteur avec une capacité de 11 000 tonnes. L'Europe comprend encore trois autres producteurs selon cette voie classique : Atochem, Ciba-Geigy et ICI avec des unités d'environ 3 000 tonnes chacune. A l'époque, la recherche de voies de synthèses était justifiée par la possibilité d'une pénurie d'anthracène extrait des goudrons sous-produits de la cokéfaction. En fait, la vraie motivation de ces développements était tout à fait ailleurs. En effet, à la fin des années 60, ICI et les papetiers canadiens avaient étudié intensivement l'utilisation de l'antraquinone dans la production des pâtes à papier à la soude et au sulfate. L'antraquinone apparaissait comme un catalyseur de délignification très efficace qui permettait, moyennant des adjonctions faibles (entre 0,5 et 1,5 pour mille du poids de bois mis en œuvre), d'obtenir une légère amélioration du rendement en pâte et surtout permettait de conduire la cuisson du bois dans des conditions nettement moins onéreuses : température fortement abaissée et temps de cuisson plus court. Si cette technique s'était développée, le marché de l'antraquinone pouvait être, en peu de temps, multiplié par deux ou trois.

Parmi les procédés qui furent alors proposés, celui de la BASF consistait à condenser ensemble deux molécules de styrène en présence d'oxygène pour obtenir directement l'antraquinone. Celle-ci, nitrée, puis réduite, puis sulfonée, puis

bromée, puis condensée sur des amines diverses, était destinée à la production de colorants acides pour la teinture de la laine et des polyamides.

De leur côté, Ciba-Geigy et Bayer avaient mis au point une voie complètement différente, partant du naphthalène abondant : celui-ci était oxydé classiquement à l'oxygène en présence de vanadium pour conduire à un mélange anhydride phtalique-naphtoquinone. Un Diels-Alder de butadiène sur cette dernière conduisait au dérivé tétrahydro qui était finalement oxydé en présence d'air en anthraquinone. La difficulté de ce dernier procédé résidait évidemment dans la sélectivité faible de l'étape d'oxydation initiale et nécessitait donc une séparation de l'anhydride phtalique (qui traversait d'ailleurs tout le process) et sa valorisation ultérieure convenable.

Les développements prévus ne se sont pas réalisés et, pour l'anthracène comme pour la plupart des produits issus du goudron, la ressource potentielle des pays de l'Est est toujours présente pour rendre aléatoire, dans le cas de l'antraquinone comme dans le cas de celui des homologues du phénol, la rentabilité économique d'une voie de synthèse différente.

La Société Française Hoechst augmente sa production d'hydantoïne

Les besoins croissants en amino-acides ont conduit la Société Française Hoechst à augmenter sa production d'hydantoïne, un dérivé de la chimie du glyoxal dont SFH est l'un des premiers producteurs mondiaux. La nouvelle capacité de l'usine de Cuise La Motte est supérieure à 2 000 t/an.

Rhône-Poulenc augmente sa capacité de production d'acétate de vinyle

La capacité de production de l'unité de Pardies est portée de 130 000 à 150 000 t/an. Parallèlement, l'unité d'acide acétique du même site atteindra cette année une capacité de 300 000 t/an, ce qui en fait l'unité la plus importante d'Europe. L'acide acétique est produit à partir de méthanol sur procédé Monsanto et les ateliers de Rhône-Poulenc à Pardies forment un ensemble intégré sur le gaz naturel du gisement de Lacq.

Le propylène de raffinerie se développe aux États-Unis

Une conséquence de la diminution de l'offre en propylène co-produit de l'éthylène. De

nouveaux concentrateurs de propylène viennent d'être installés par Exxon Chemical Americas, à la raffinerie de Baytown, et par Enterprise Chemical Products à la raffinerie de Mount Belview. Selon un responsable d'EXXON, le taux annuel moyen de croissance de la demande américaine devrait être, dans les prochaines années, de 2 % pour l'éthylène, 4 % pour le propylène et 5-6 % pour le polypropylène.

Du Pont rachète le réseau phytosanitaire de Hüls

La filiale allemande du groupe américain Du Pont de Nemours acquiert le réseau de distribution de phytosanitaires de Ruhrstickstoff, filiale du chimiste Hüls (groupe VEBA). La transaction doit être soumise à l'approbation de l'Office des cartels allemand.

Du Pont renouvelle en RFA l'opération qu'il avait faite en France, début 1982, en rachetant aux Chargeurs Réunis la SEPPIC, un réseau de distribution de phytosanitaires. Au lieu de se cantonner dans la vente aux formulateurs de produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, etc.) des matières actives (fabriquées pour toutes l'Europe dans son usine de Cernay (Haut-Rhin), Du Pont veut maintenant s'implanter directement en aval sur le terrain de la distribution. Une stratégie qui est d'ailleurs celle de beaucoup de spécialistes de l'agrochimie : ICI, Rhône-Poulenc, Dow.

L'École d'été de Carry-le-Rouet sur les joints de grains dans les matériaux

Dernière née de la longue lignée des Écoles d'été de métallurgie physique, l'École sur les Joints de grains dans les matériaux, organisée à Carry-le-Rouet (B. du Rh.) du 20 au 28 septembre 1984, par le CNRS, est le fruit de l'action menée pendant neuf années par la RCP (Recherche concertée sur programme), puis le « Groupe » Joints intergranulaires et interphases animé par Gérard Sainfort. Au fil des réunions annuelles aux quatre coins de la France et des actions de collaboration qui en sont nées, les laboratoires du « Groupe Joints de grains » ont en effet fait mûrir une recherche de qualité dans un domaine en constante évolution.

C'est pour faire profiter la communauté scientifique et, en particulier, les chercheurs non encore spécialistes, de ces connaissances, qu'il a été décidé, avec l'appui d'un comité scientifique éminent, d'organiser l'École de Carry-Le-Rouet.

M. Marc Aucouturier, responsable de l'École de Carry-Le-Rouet, a fait un bilan scientifique des connaissances acquises sur les joints de grains depuis l'École d'été de Gassin en 1973 :

Les descriptions cristallographique et atomistique des interfaces ont fait des progrès considérables, grâce aux outils extrêmement puissants que sont les techniques modernes de microscopie électronique, les développements de la théorie des groupes, les calculs et simulations statiques et dynamiques. La cohérence des approches cristallographique, atomistique, thermodynamique des joints apparaît maintenant nettement et ces descriptions commencent à constituer une base solide pour l'interprétation des propriétés.

La convergence entre la phénoménologie des propriétés des joints et la recherche des mécanismes élémentaires qui les gouvernent est fortement recherchée, même s'il apparaît encore souvent que beaucoup de chemin reste à faire sur cette voie.

Mais le grand effort qui reste à accomplir est celui qui permettra de donner des phénomènes hors d'équilibre, à la base de très nombreuses propriétés importantes, une description aussi rigoureuse que celle qui existe pour le joint à l'équilibre.

Dernière conclusion, déjà mentionnée sous un autre aspect : il apparaît une unité indéniable dans la description et le comportement des joints quel que soit le type de matériau envisagé, métallique, ionique ou covalent. En revanche, beaucoup de travail reste à faire sur les interfaces entre phases : le « Groupe joints de grains » va s'y atteler.

L'École d'été de Carry-Le-Rouet a bénéficié du soutien financier du CNRS (Départements de Mathématique et physique de base, de Chimie, de Science physique pour l'ingénieur, Pirmat, Pirsem) et du Ministère de l'Industrie et de la Recherche (Délégation Matériaux).

Les cours de l'École d'été de Carry-Le-Rouet paraîtront sous forme d'ouvrage, courant 1985. Pour tous renseignements s'adresser à M. Marc Aucouturier, CNRS, 1, place Aristide-Briand, 92195 Meudon Principal Cedex Tél. : (1) 534.75.50.

Nouvel accord entre Derwent, l'INPI et Télésystèmes

Derwent Publications Limited, le premier éditeur mondial en matière de brevets, et l'INPI, office français des brevets, viennent de signer un accord au terme duquel ils chargent télésystèmes de développer un logiciel de saisie et de recherche graphiques capable de traiter l'ensemble des formules chimiques génériques, (dites formules de Markush), connues à travers la littérature relative aux brevets. Les fichiers en ligne, installés sur l'ordinateur de Télésystèmes à Valbonne, seront disponibles en 1986.

La coopération qui s'est instaurée entre Télésystèmes, Derwent et l'INPI, et qui s'est traduite récemment par la mise en ligne sur le serveur Questel des bases de données sur les brevets de Derwent, prend une dimension nouvelle grâce à cet accord de développement en commun d'un logiciel

spécifique pour le traitement conjoint des bases de données chimiques et des brevets qui s'y rapportent.

Télésystèmes qui, à travers Questel, premier serveur européen, a établi sa réputation de spécialiste du traitement de l'information scientifique et technique, vient avec ses partenaires de franchir une étape importante pour la constitution à l'échelle mondiale d'un système d'information d'avant-garde dans le domaine de la chimie et des brevets.

Le Club Biotechnologies

Le Club Biologie et génie chimique reprend ses activités. Il s'appelle désormais Club Biotechnologies. La présidence de ce club a été confiée à M. Nominé, Président de l'Association pour le développement des bioindustries (ADEBIO). M. Quetier, professeur à l'Université de Paris XI et directeur du Laboratoire de biologie moléculaire végétale au sein du laboratoire associé au CNRS « Physiologie cellulaire végétale » d'Orsay, en est le rapporteur.

Pour tous renseignements s'adresser à la BCT, Mme Rémiot. Tél. : (1) 742.36.37.

Du phénomène de mode dans les recherches sur les polymères

Dans son numéro de février 1985 du *Bulletin d'Information* du Groupe Français d'Étude et d'Application des Polymères (GFP), J. Minoux, Directeur des recherches Polymères d'Atochem, s'est livré à quelques réflexions fort intéressantes sur un thème que la rationalité devrait interdire d'aborder.

L'auteur, qui a derrière lui une longue expérience de recherche industrielle, ne peut s'empêcher cependant de réfléchir sur certains « errements » historiques de la recherche sur les polymères. Il est vrai que celle-ci n'est pas conditionnée seulement par l'approche scientifique, mais que l'intérêt économique est aussi un moteur puissant pour donner aux chercheurs l'esprit d'imitation de ce qui a été entrepris par d'autres. Au passage, J. Minoux fustige certaines entreprises « simplistes » : récupération de déchets plastiques des ordures ménagères, « papiers » de fibres thermoplastiques. Il aurait pu rappeler également la malheureuse histoire du « cuir » de synthèse qui, comme celle du papier, ont eu en commun à la fois une sous-estimation évidente de la complexité de la performance du produit initial à contretyper et des capacités de résistance de tous ordres des industries engagées dans le domaine à adopter des matériaux qui, de surcroît, n'apportaient pas d'avantages de prix évidents.

Pour la période actuelle, J. Minoux considère que le développement rapide des

recherches dans le domaine des alliages de polymères apparaît au contraire comme tout à fait justifié, tant sur le plan scientifique qu'économique. Cette mode lui apparaît donc comme tout à la fois « raisonnable et sage ».

(Les lecteurs ont certainement remarqué, à ce sujet, l'article de R. Wippler : « Nouvelle approche théorique de matériaux d'avenir : les alliages de polymères », paru dans notre dernier numéro, janvier-février 1985, p. 33).

Prix GFP 1985 : appel de candidatures

Le prix du GFP est destiné à récompenser une contribution originale et importante, dans le domaine scientifique ou technique des polymères, effectuée par de jeunes chercheurs. Il ne s'agit, toutefois, pas d'un prix de thèse, ni de la reconnaissance des travaux d'un chercheur renommé : il s'adresse à un chercheur de moins de 40 ans, ou à une équipe de jeunes chercheurs, de nationalité française ou ayant fait leurs recherches en France. Les travaux couronnés doivent avoir fait l'objet de publications.

La Commission du Prix lance un appel à toutes les personnes ayant eu connaissance de travaux susceptibles d'être couronnés, soit de présenter un dossier de candidature, soit de porter à l'attention de la Commission les travaux en question. Toute correspondance est à adresser au secrétariat du GFP,

6, rue Boussingault, 67083 Strasbourg Cedex.

Nomenclature recommandée par l'IUPAC pour la description de « carbone solide »

Le terme « carbone solide » s'applique à tous les matériaux naturels et synthétiques composés essentiellement d'atomes de l'élément carbone tels que les monocristaux de diamant et de graphite aussi bien que l'ensemble des variétés de carbone industriel polycristallin et aux « matériaux graphite ». L'importance interdisciplinaire croissante de ces matériaux en science et en technologie a conduit l'IUPAC à prendre la responsabilité de formuler des recommandations pour la description précise des termes correspondants, en accord avec la nomenclature scientifique.

Les Recommandations ont été préparées par le sous-comité SC1 de l'IUPAC sur la « Caractérisation et la terminologie du carbone » (Commission II.3 Haute température et chimie de l'état solide) en collaboration étroite avec un « Comité international » constitué de trente spécialistes de la science et de l'industrie du carbone et représentant les « sociétés du carbone » suivantes : « American Carbon Society », « Groupe Français du Carbone », « British Carbon Group », « Arbeitskreis Kohlenstoff of the German Ceramic Society », « Japanese Carbon Society », « Indian Carbon Society », et autres, en liaison avec l'ASIM.

Toutes les descriptions recommandées ont été publiées dans le journal scientifique international *Carbon* (Pergamon Press, 1982) et ont été finalement approuvées par le « Comité international » après avoir été améliorées par les participants aux Conférences internationales sur le carbone organisées périodiquement (1980-1983). Comme premiers résultats, 28 termes ont été sélectionnés en priorité et sont présentés dans l'ordre suivant : carbone amorphe, carbone, fibres de carbone, carbonisation, matériaux carbonés, houillification, coke, diamant, carbone vitreux, graphite, carbone graphitique, carbone graphitable, graphitisation, traitement thermique de graphitisation, carbone graphité, matériau graphite, graphite hexagonal, graphite naturel, carbone non graphitique, carbone non graphitable, graphite nucléaire, graphite polycristallin, carbone polygranulaire, graphite polygranulaire, graphite rhomboédrique, graphite synthétique. Les descriptions d'environ 70 autres termes sont en préparation. Après achèvement de ce travail d'ensemble une compilation systématique sera publiée.

Des commentaires sur ces recommandations sont souhaités et peuvent être adressés d'ici novembre 1985 au : Professeur E. Fitzer, Institut für Chemische Technik der Universität Karlsruhe, Kaiserstrasse 12, D - 7500 Karlsruhe 1, RFA.

Le texte complet des recommandations (en anglais ou en français) peut être demandé au : Professeur J. B. Donnet, Centre de Recherches sur la Physico-Chimie des Surfaces Solides, 24, avenue du Président Kennedy, 68200 Mulhouse.

Dernière heure

Trois dirigeants d'INSTRUMENTS S.A. ont fait triompher la solution française pour le rachat de leur entreprise.

Il s'agit de Messieurs Michel Baudron, Gilbert Hayat et Michel Culleron. MM. Baudron et Hayat ont officialisé ce rachat au cours d'un entretien accordé, le 14 mars, à la rédaction de notre revue.

Il est heureux que le problème de la Société INSTRUMENTS S.A. soit enfin réglé et le soit par le choix du rachat de cette entreprise par trois de ses cadres, ce qui, en France, peut être considéré comme une « première ».

Comment en est-on arrivé à cette solution : apport par les nouveaux actionnaires de 10 millions de francs dans la Société INSTRUMENTS S.A., création d'une holding qui, de son côté, détiendra plus de 54 % du capital du Groupe d'INSTRUMENTS S.A. et sera détenue à 100 % par les trois dirigeants du Groupe,

les autres associés étant l'I.O.I. (34 %) et un groupe d'investisseurs privés qui approcheront les 11 %.

La structure de la Société ne sera pas modifiée, il s'agira d'une S.A. avec Conseil d'Administration.

* * *

Le dossier présenté par les trois acheteurs a pu s'appuyer sur des réalités économiques et professionnelles : confiance dans l'ancienne équipe dirigeante qui avait su, peu à peu, sortir la Société « des eaux dangereuses », confiance des Pouvoirs Publics vis-à-vis de la capacité de ces personnes et soutien des banques

traditionnelles du Groupe, qui ont accepté d'alléger les frais de gestion de la Société par la transformation des dettes à court terme en dettes à long terme.

La Société gardera sa stratégie précédente, à savoir : développer des produits de haute technologie, élaborés avec une technique s'approchant du « sur mesure », et spécialisation de plus en plus marquée sur les gammes où la Société est, sinon leader, tout au moins très bien placée sur le marché ; enfin, garder à la Société une dimension humaine, par de petites unités de développement et de production, ce qui est le garant d'une certaine efficacité.

En 1984, INSTRUMENTS S.A. (c'est-à-dire : ses trois Divisions, ses trois filiales françaises et ses deux filiales étrangères) a réalisé un chiffre d'affaires de 478 millions de francs, pour un effectif de 798 personnes.

Ce chiffre est de 295 millions de francs pour les deux Divisions JOBIN-YVON et RIBER qui ont réalisé, sur le marché américain, un chiffre d'affaires de 12 millions de dollars, grâce à leur filiale intégrée INSTRUMENTS S.A. Inc.

Il est à noter que ces deux Divisions ont pu procéder à une augmentation de leur effectif, notamment en ce qui concerne les fonctions de recherche et de développement (JOBIN-YVON passant de 196 à 217 personnes).

Une des premières décisions des nouveaux dirigeants dans l'offre de rachat de la Société a été d'envisager un dégageant progressif de la participation d'INSTRUMENTS S.A. au capital de sa filiale LÉANORD. Cette unité, en effet, a une activité de micro-informatique professionnelle qui, par le développement de ce marché, ne se trouve plus en synergie avec l'ensemble des productions du Groupe. La cession d'une partie du capital doit se faire sous quelques jours à deux Sociétés : C.G.C.T. et SFENA, INSTRUMENTS S.A. conservant 39 % du capital.

La stratégie de 1985 est fort simple, comme a pu nous l'indiquer Monsieur Baudron : « Nous sommes des fabricants d'instruments scientifiques et de matériels pour le contrôle de la qualité. Cette stratégie ne sera pas évolutive au niveau du développement de la recherche, mais bien à celui du développement de la commercialisation des produits inscrits à ce jour au catalogue du Groupe. »

« En revanche, la Division JOBIN-YVON ayant une position de leader dans les réseaux de diffraction, multiplexeurs et coupleurs à fibres optiques pour réseaux et composants optiques, il y aura dans ce cas un développement de la recherche, avec dépôt de brevets, pour consolider les acquis ainsi obtenus. A ce jour, 15 brevets ont déjà été pris et 2 sont protégés au niveau industriel par un dépôt européen et américain. »

Les objectifs du Groupe sont, pour les trois prochaines années, une progression du chiffre d'affaires de 14 à 16 % (inflation comprise), ce qui est un objectif raisonnable pour dégager des profits.

* *

Rappelons que les grandes lignes de produits d'INSTRUMENTS S.A. sont :

Pour JOBIN-YVON : les réseaux, les monochromateurs, le Raman,

la spectrométrie d'émission (160 millions de francs de chiffre d'affaires).

Pour RIBER : la M.B.E./épitaxie par jets moléculaires et les analyses de surface (ESCA, Auger, SIMS). Cette Division a réalisé 140 millions de chiffre d'affaires en 1984 et va tendre vers un équilibre 50/50 du chiffre d'affaires sur ces deux lignes de produits.

Pour ADAMEL-LHOMARGY : l'activité relève de la caractérisation de matériaux et de leurs effets mécaniques (machines de traction, machines de tests) et doseurs de gaz (hydrogène). Avec un chiffre d'affaires de 44 millions de francs en 1984, la Société est équilibrée depuis 2 ans.

Les filiales françaises sont au nombre de 3.

HERMANN-MORITZ, spécialiste de doseurs de gaz, comporte un effectif de 36 personnes, pour un chiffre d'affaires de 14 millions de francs. Cette Société est bien intégrée dans la stratégie développée par Monsieur Baudron.

INSTRUMENTS BIOLOGIE (20 millions de francs de chiffre d'affaires) reste « la pilule amère » du menu, car cette Société perd de l'argent et ne trouve pas, dans l'ensemble des activités du Groupe, une synergie naturelle, d'où recherche de partenaires pour cette filiale, avec désengagement progressif de la part de la maison-mère.

LÉANORD, dont le cas a été abordé plus haut.

Les filiales étrangères consolident de façon efficace les résultats du Groupe. Rappelons qu'elles sont au nombre de deux ; l'une, en Allemagne, se consacre uniquement aux activités de commercialisation ; l'autre, aux Etats-Unis, allie la production, l'assemblage et la commercialisation. Une bonne dynamique de ces filiales concerne le « turn-over » des techniciens entre les diverses unités de la Société et a contribué à consolider les acquis de la recherche et du développement.

* *

Quels seront donc les moyens financiers utilisés par les nouveaux dirigeants d'INSTRUMENTS S.A. pour soutenir leur stratégie globale ?

D'une part, un fonds de roulement amélioré de 60 millions de francs et consolidation des produits actuels, et une certaine prudence dans le lancement de nouvelles lignes de produits ; d'autre part, la recherche de l'efficacité et le développement des ventes sur de nouveaux marchés (Corée du Sud, Afrique du Sud, Australie, et, plus près de nous, Grande-Bretagne).

* *

La Rédaction de *L'Actualité Chimique* formule tous ses vœux de succès et ses encouragements à Messieurs Baudron, Hayat et Culleron pour la réussite de leur entreprise.

Résonance magnétique nucléaire pour solide

A. P. Legrand

Vous avez dit POUR SOLIDE ?

I. Introduction

Notre époque est certainement, sur le plan de la science et de la technologie, extrêmement avide de matériaux. Il n'est pour s'en convaincre que de regarder la liste des réunions scientifiques, les programmes de nos Universités, de nos Écoles d'ingénieurs ou, plus simplement, la télévision, où cette priorité ne leur est disputée que par l'instrumentation ou l'informatique (qui, en fait, dépendent elles aussi des nouveaux matériaux).

Pour étudier ces matériaux de structure, d'organisation très variable et complexe, il faut bénéficier d'informateurs présents dans la matière elle-même. Cette recherche du renseignement au sein de ces organisations n'est pas sans s'apparenter à ce que l'on appelle l'espionnage. Il faut en effet disposer d'agents infiltrés ou recrutés sur place ou encore de groupes, voire d'ethnies, favorables. Tous ces gens devront être stimulés de l'extérieur, éventuellement retournés alternativement.

Cette dernière comparaison est là pour nous rappeler que de nombreux noyaux possédant un moment magnétique ont ces propriétés. En effet, selon le matériau, on peut utiliser des noyaux de spin non nul introduits lors de la synthèse (isotopes par exemple) ou par diffusion, ou présents en faible abondance (^{13}C , ^{29}Si ...) ou encore nombreux (^1H , ^{27}Al , ^{31}P ...). Pour pousser la comparaison, on peut aussi dire que ces noyaux sont plus ou moins influents, c'est-à-dire ici plus ou moins facilement observables; quant au retournement, on sait qu'en résonance magnétique, c'est le principe même de la méthode!

La science des matériaux remonte à des temps très anciens si l'on pense à des matériaux macroscopiquement composites (mélange de glaise et de bois...), mais on peut songer aussi à la fabrication de poteries, notamment obtenues par modification des propriétés physico-chimiques par cuisson (kaolinite...). Cette recherche n'a-t-elle pas des développements actuellement encore dans la mise au point de catalyseurs solides, dérivés des silico-aluminates naturels? Dans ce contexte, la connaissance que l'on peut avoir du comportement statique ou dynamique des ensembles

de noyaux et d'électrons permet de faire évoluer ces composés en vue de leurs applications. De ce point de vue, le physico-chimiste ou le chimiste ne disposent que depuis quelques dizaines d'années d'instruments analytiques pour les aider puissamment. Ainsi la résonance magnétique nucléaire, découverte en 1946, s'est montrée particulièrement apte à saisir, pour un noyau donné, son environnement chimique, pour les composés pouvant se dissoudre dans un liquide. Depuis les premières mesures sur la résonance des protons de l'alcool éthylique (aux U.S.A. et non en France curieusement, où pourtant nous dit-on ce liquide est très étudié), il n'est pas un laboratoire d'analyse industriel qui ne possède un tel spectromètre. En ce qui concerne la matière condensée, d'autres spectroscopies comme l'infrarouge ou l'ultraviolet peuvent être aussi utilisées. Ajoutons que, pour des solides cristallisés, différentes techniques de diffraction complètent la gamme de mesure.

Dans le cas de matériaux non ou mal structurés, hors d'équilibre thermodynamique, comme des verres, des polymères ou même ceux pour lesquels le concept macroscopique de phase pose un problème (membranes, biopolymères, charbons...), on ne peut sans changer l'intégrité du matériau procéder à la mise en solution suivie d'une analyse par résonance magnétique nucléaire.

On était, jusqu'à une période récente, beaucoup plus limité par cette méthode dans l'étude des composés solides, alors qu'elle donnait tant de résultats dans le cas des solutions. Les raisons pour lesquelles des mesures de résonance magnétique nucléaire haute résolution dans la matière condensée ne sont pas possibles tiennent à la nature des interactions physiques présentes, qui élargissent les raies et les font se chevaucher. Ces interactions ne participent pas de la même manière dans un liquide, car elles sont moyennées du fait du mouvement brownien. Il a donc fallu imaginer des méthodes de mesure particulières pour pallier ces difficultés et pour accéder, dans les solides, à une information de qualité comparable à celle fournie par l'étude des liquides.

II. Quelles sont les causes d'élargissement des raies dans les solides ?

En plus de l'effet du champ magnétique permanent qui est appliqué à l'échantillon dans une mesure de résonance magnétique, les interactions, qui affectent les états quantiques de spin liés au noyaux des atomes constitutifs du solide, sont par ordre d'importance décroissante :

— le gradient de champ électrique au niveau du noyau lorsque

celui-ci possède un spin supérieur à 1/2 (^2H , ^7Li , ^{23}Na , ^{27}Al) sous forme d'interaction quadrupolaire \hat{H}_Q ;

— l'interaction dipolaire \hat{H}_D qui vient du fait qu'un moment magnétique associé à un spin crée, au niveau de son proche voisin, un champ magnétique qui s'ajoute vectoriellement au champ principal ;

- le déplacement chimique \hat{H}_σ , qui reflète l'environnement électronique autour du noyau, qui est le terme le plus utile aux chimistes, car il permet de reconnaître, pour un noyau donné, les liaisons chimiques qui l'entourent ;
- le couplage indirect \hat{H}_J généralement responsable de structures hyperfines, également utile pour mettre en évidence la proximité de différents groupements chimiques.

Toutes ces interactions sont anisotropes, c'est-à-dire que leur intensité dans les trois directions de l'espace est différente pour une position donnée de l'échantillon dans le champ magnétique statique B_0 . En conséquence, si l'on désire s'intéresser à l'une d'entre elles, il ne faudra déterminer pas moins de six quantités indépendantes pour ce faire. On peut noter, mathématiquement, ce fait en introduisant un tenseur symétrique pour caractériser une interaction :

$$\hat{H}_Q = \frac{eQ}{6I(2I-1)} \vec{I}_i \cdot \vec{\nabla} \cdot \vec{I}_i \quad (\text{spins} > 1/2)$$

$$\hat{H}_D = -\frac{\gamma^2}{r^3} \vec{I}_i \cdot \vec{D} \cdot \vec{I}_k$$

$$\hat{H}_\sigma = \vec{I} \cdot \vec{\sigma} \cdot \vec{B}_0$$

$$\hat{H}_J = \vec{I}_i \cdot \vec{J} \cdot \vec{I}_k$$

A titre de comparaison, dans le cas des liquides, du fait du mouvement brownien, seule la trace du tenseur est observée :

$$\overline{\hat{H}_Q} = 0, \quad \overline{\hat{H}_D} = 0, \quad \overline{\hat{H}_\sigma} = \vec{I}_z \sigma_0 B_0$$

et

$$\overline{\hat{H}_J} = J_0 \vec{I}_{iz} \vec{I}_{kz}$$

III. Considérations sur l'interaction dipolaire

La matière est constituée d'atomes dont certains possèdent un moment magnétique (^1H , ^{13}C , ^{29}Si ...) et d'autres pas (^{12}C , ^{16}O ...), leur abondance naturelle est variable ($^1\text{H} \sim 100\%$; $^{13}\text{C} = 1,1\%$, $^{29}\text{Si} = 4,7\%$). Ces différents moments magnétiques peuvent interagir physiquement comme nous venons de l'indiquer, ce qui a pour conséquence de modifier les formes de raie de résonance de chaque espèce. L'information recherchée, par exemple un « déplacement chimique », va se trouver modifiée, masquée, par l'action d'interactions indiquées plus haut. Ce phénomène ne se manifeste que dans les solides, car, dans les liquides ou solutions, ces interactions sont moyennées par le mouvement brownien.

On peut donner un exemple simple de ce phénomène, en considérant le cas des deux protons d'une molécule d'eau (hydratation d'un sel, comme SO_4Ca , $2\text{H}_2\text{O}$...). Les deux protons sont à une distance de l'ordre de 1,58 Å, de ce fait, lorsque l'on applique un champ magnétique extérieur B_0 , les moments individuels s'orientent parallèlement ou antiparallèlement à celui-ci. Prenons l'un d'eux. Il provoque, à l'emplacement du second,

un champ magnétique local qui s'ajoute au champ extérieur. Il en résulte une modification des niveaux d'énergie et, par conséquent, l'observation d'un doublet au lieu d'une seule raie (figure 1). L'écartement de ce doublet est égal à :

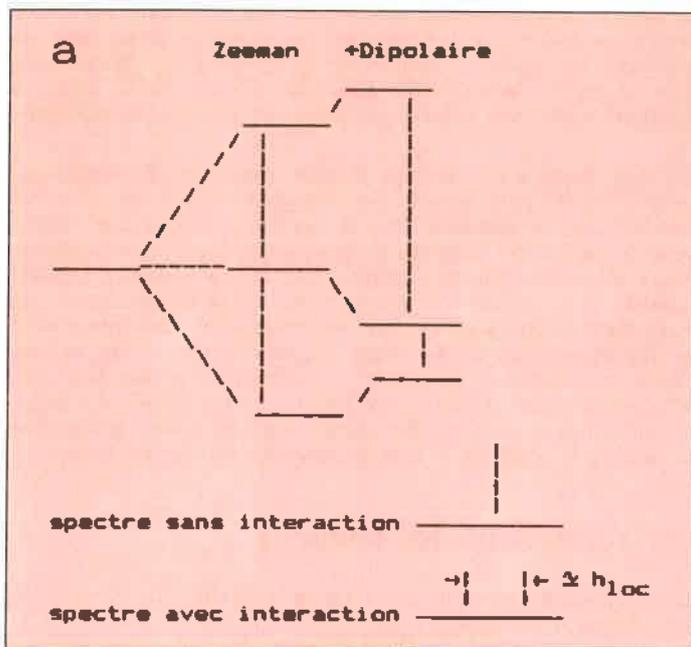
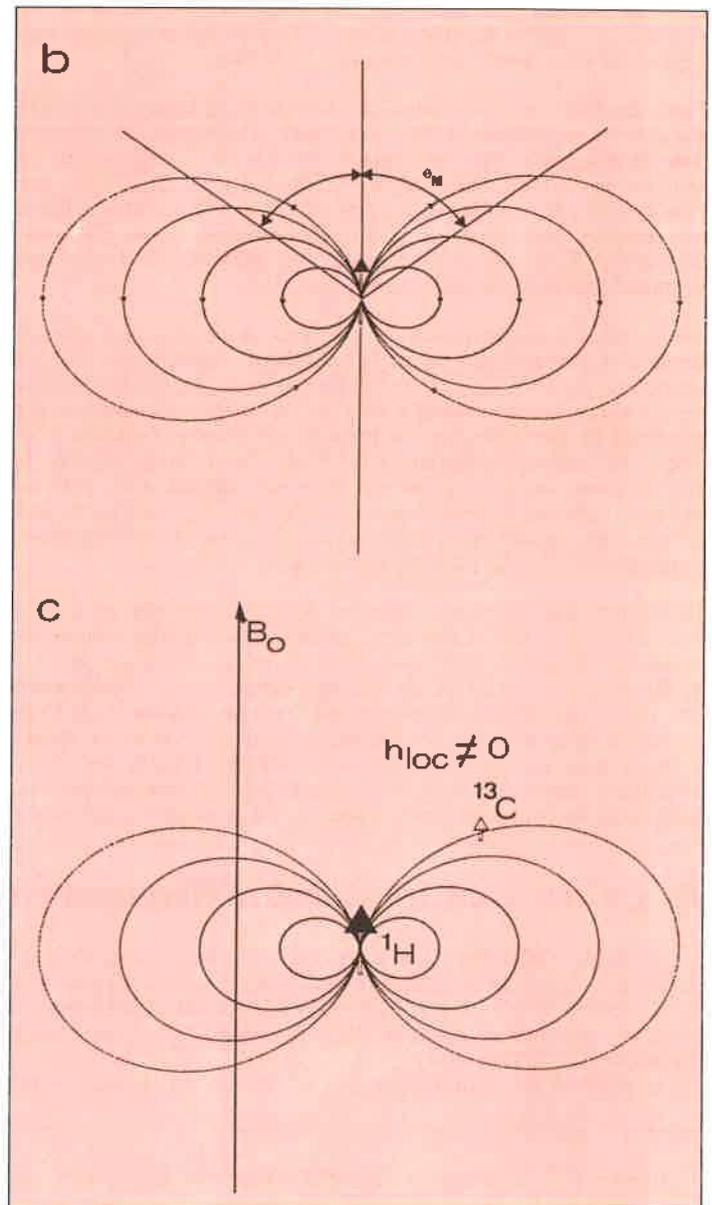


Figure 1.

a) Niveaux d'énergie en présence d'un champ magnétique de deux spins en interaction dipolaire, en dessous les spectres correspondants.

b) Champ magnétique créé par un moment magnétique.

c) Champ local créé par un proton au niveau d'un ^{13}C .



$$2 \frac{\gamma_{1H}^2}{r^3} (3 \cos^2 \theta - 1) \quad [1]$$

où θ est l'angle entre l'axe proton-proton et la direction du champ magnétique B_0 , γ le rapport gyromagnétique caractéristique du proton et r la distance entre les protons. Ainsi, pour $r = 1,58 \text{ \AA}$ et $\theta = 0^\circ$, l'écartement est de 46,2 kHz. On doit noter que la constante γ_{1H} apparaît au carré dans l'expression, car il y a deux moments magnétiques qui interagissent entre eux.

Il n'est pas toujours possible de disposer d'un monocristal, mais seulement d'une poudre polycristalline. Dans ce cas, le spectre est une superposition de doublets correspondant aux différentes orientations possibles. Il en résulte un spectre, plus ou moins

bien résolu selon le matériau, dont la largeur à mi-hauteur est de l'ordre de 46 kHz.

Au contraire, si la molécule est dans un liquide, et donc subit un mouvement brownien, il en résulte que l'écartement est moyenné sur toutes les orientations possibles soit :

$$\int_0^\pi \int_0^{2\pi} \frac{\gamma_{1H}^2}{r^3} (3 \cos^2 \theta - 1) \sin \theta \, d\theta \, d\varphi = 0$$

une seule raie apparaît donc, comme ceci est bien observé en RMN de liquide. Ainsi la possibilité d'étudier à l'état liquide la molécule apparaît comme une méthode physique permettant de supprimer cette interaction indésirable.

IV. Autres manières de moyenner ces interactions par une action dans l'espace des spins et dans l'espace du laboratoire

1) Une question qui se pose : hétéro ou homo ?

Il faut en effet savoir ce que l'on veut... étudier ! La réponse à cette question ne peut être faite qu'en fonction du matériau et des noyaux que l'on veut observer.

L'étude du ^{13}C en interaction dipolaire avec des protons (interaction hétéronucléaire) est, pour des raisons physiques (importance des valeurs des déplacements chimiques), particulièrement utile. Il n'en est pas moins vrai que, s'agissant de matériaux protonés, l'étude de ces derniers peut être particulièrement adaptée, et pas seulement pour des préoccupations de structure chimique. Dans ce cas, l'interaction dipolaire homonucléaire est dominante.

Le problème se rencontre aussi dans le cas de matériaux riches en noyaux abondants comme le fluor, l'aluminium ou le phosphore, où les deux types d'interaction peuvent ou non être présentes simultanément.

Il faut donc pouvoir disposer de méthodes physiques permettant de s'affranchir sélectivement de tout ou partie de certaines interactions. Nous allons maintenant examiner deux d'entre elles.

2) Cas où l'interaction dipolaire hétéronucléaire est dominante : l'indispensable découpage spins rares-spins abondants

Comme nous venons de le voir, l'interaction dipolaire est la principale cause de l'élargissement des raies, au moins pour les spins 1/2. Dans le cas que nous considérons maintenant, où les spins rares sont dispersés au sein des spins abondants, une méthode permet de supprimer cette interaction par l'action d'un fort champ de radiofréquence à la fréquence des spins abondants. Cette opération a pour résultat d'égaliser les populations de spins abondants parallèles ou opposés au champ magnétique B_0 . L'aimantation des spins abondants étant alors nulle, ne subsistent plus au niveau des spins rares que les interactions comme le déplacement chimique σ , que l'on peut alors observer. La figure 2 donne une représentation imagée de cette situation. On observe alors un spectre dont l'aspect dépend de l'orientation du champ magnétique par rapport aux axes cristallographiques dans le cas d'un monocristal (1), ou lorsque l'on ne dispose que d'une poudre, un spectre superposition des précédents semblable à celui de la figure 11.

3) La méthode de l'angle magique

Une autre opération physique pour moyenner ces interactions dans le cas des solides peut être effectuée. Ceci est réalisé par

la technique de l'angle magique. On peut remarquer en effet que, si on examine l'influence d'une rotation de l'échantillon autour d'un axe faisant un angle α par rapport à B_0 , le terme $(3 \cos^2 \theta - 1)$ de l'expression [1] prend la valeur moyenne :

$$1/2 (3 \overline{\cos^2 \theta} - 1) (3 \cos^2 \alpha - 1) \quad [2]$$

Si l'on choisit différentes valeurs de cet angle de rotation, on observe alors les résultats suivants :

- $\alpha = 0^\circ$ aucun rétrécissement ;
- $\alpha = 90^\circ$ réduction de moitié ;
- $\alpha = 54,7^\circ$ (angle magique), le terme est annulé.

La mise en rotation de l'échantillon à l'angle magique a donc pour conséquence de rétrécir le signal, mais elle fait également apparaître des signaux supplémentaires, à des fréquences multiples de la vitesse de rotation. Ceci est un phénomène associé à la décomposition en série de Fourier du signal de résonance ainsi modulé. Plus cette vitesse est élevée et plus ces « bandes » sont écartées, ne se recouvrent pas et sont faibles. On doit donc, pour séparer les différents groupements chimiques que l'on désire par exemple identifier, avoir une vitesse de rotation suffisante

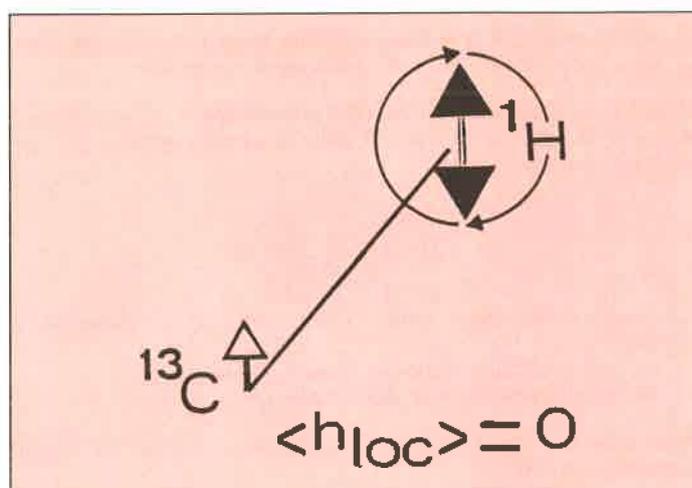


Figure 2. Effet du couplage intense égalisant les orientations parallèle et antiparallèle au champ directeur B_0 du moment magnétique du ^1H interagissant avec un ^{13}C , conduisant à la suppression de l'interaction dipolaire.

pour éviter les chevauchements. Or on a noté plus haut que l'interaction dipolaire dans le cas des protons de l'eau était de 46 kHz, ce qui voudrait dire que l'échantillon tourne à une vitesse au moins de cette valeur. Ceci n'est pas possible, car, dans les spectromètres commerciaux, cette vitesse ne dépasse guère 7 kHz.

Ces mêmes interactions se rencontrent dans l'étude des spins rares (^{13}C , ^{29}Si ...). Dans ce cas, c'est généralement l'interaction dipolaire avec les protons qui domine. Le signal de résonance, pour une orientation donnée, est alors encore un doublet, comme dans le cas des protons. Son écartement est donné par une expression analogue à celle donnée plus haut [1], dans laquelle on remplace le rapport gyromagnétique d'un des protons par celui du ^{13}C , pour tenir compte de la nature différente des deux moments magnétiques. L'écartement maximal est donc égal à :

$$\frac{2\gamma_{\text{H}}\gamma_{^{13}\text{C}}}{r^3}$$

dont la valeur pour $r = 1,09\text{Å}$ (cas d'une liaison C-H) est de 18 kHz. On voit donc que, là aussi, la méthode est mise en défaut.

Il ne faudrait pas en conclure que cette méthode n'est pas utile, car elle permet de moyenniser des interactions plus faibles, comme la partie anisotrope du déplacement chimique, et ainsi de permettre de distinguer, comme dans le cas des liquides, différents groupements chimiques pour le ^{13}C par exemple.

En effet, pour une poudre, le spectre est inhomogène, c'est-à-dire qu'il est constitué d'une superposition de spectres correspondant chacun à une orientation par rapport au champ magnétique. Cette dépendance s'exprime à partir des composantes σ_{ii} de σ , de sorte que la pulsation de résonance soit :

$$\omega = \gamma\sigma_{zz}B_0$$

où :

$$\sigma_{zz} = \sum_{i=1}^3 C_i^2 \sigma_{ii}$$

C_i : cosinus directeur des axes principaux de $\vec{\sigma}$ avec B_0 .

V. Ce n'est pas tout, encore faut-il observer le signal !

Le second problème que l'on rencontre dans l'étude de la RMN de spins rares (^{13}C , ^{29}Si ...) est celui de la sensibilité.

Le signal de résonance est en effet proportionnel à l'aimantation prise par le système de spins I dans le champ statique B_0 , qui pour les spins 1/2 s'écrit :

$$\vec{M}_I = N_I \frac{\gamma_I^2 \hbar^2 \vec{B}_0}{4kT_L}$$

N_I : nombre de spins dans l'échantillon, lié à l'abondance isotopique ;

γ_I : rapport gyromagnétique de l'espèce considérée ;

T_L : température absolue de l'échantillon.

Pour avoir un signal plus intense, on choisira donc un champ magnétique B_0 élevé.

On peut remarquer que le signal dépend aussi de la valeur de γ_I . Ainsi, le ^1H ayant un rapport gyromagnétique plusieurs fois supérieur à celui du ^{29}Si ou ^{13}C , et son abondance isotopique étant voisine de 100 %, son signal sera le plus facile à observer.

On peut utiliser cette propriété, en « transférant » aux espèces rares que l'on désire étudier, la « température de spin » des espèces abondantes. On observera ainsi des signaux plus intenses

On note que, lorsqu'il s'agit d'un liquide, le calcul, effectué au § III peut être repris :

$$\overline{C_i^2} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \theta \cos 2\theta \sin \theta \, d\theta \, d\varphi = 1/3$$

et donc que :

$$\omega = \gamma\sigma$$

avec :

$$\sigma = (\sum \sigma_{ii})/3$$

On voit ainsi que l'on n'observe plus qu'une seule raie de résonance.

Lorsque l'échantillon est mis en rotation autour d'un axe faisant le même angle α que précédemment, on a :

$$C_i = \cos \alpha \cos R_i + \sin \alpha \sin R_i \cos(\omega_r t + \varphi_i)$$

R_i : angles l'axe de rotation et les axes principaux de $\vec{\sigma}$.
 ω_r : pulsation du rotor.

Il en résulte que la moyenne dans le temps des C_i^2 fait apparaître un terme constant :

$$\overline{\sigma_{zz}} = \frac{3}{2} \sigma \sin^2 \alpha + \frac{1}{2} (3 \cos^2 \alpha - 1) \sum_i \sigma_{ii} \cos^2 R_i$$

qui pour l'angle magique, $\alpha = 54,7^\circ$ se réduit à :

$$\overline{\sigma_{zz}} = \sigma$$

avec des termes périodiques en ω_r , qui engendrent des bandes de rotation. Le spectre sera donc réduit à une raie par groupement chimique, dans la mesure où ω_r sera grand devant l'anisotropie de déplacement chimique η multiplié par la fréquence de résonance. Si donc $\eta \simeq 50$ ppm et que la fréquence de résonance est de 75 MHz, la condition est tout juste satisfaite pour les fréquences de rotation utilisables. Néanmoins, si l'on désire monter en fréquence, ce ne sera plus le cas et l'on devra utiliser des méthodes plus complexes d'analyse (13).

et, de plus, on prouvera l'existence d'un couplage magnétique proton-espèce rare. C'est la méthode de polarisation croisée. Elle s'effectue en deux étapes.

1) Etablissement d'une température de spin (figure 3)

Une impulsion de 90° , dans les conditions de résonance, bascule l'aimantation des protons \vec{M}_I perpendiculairement à \vec{B}_0 .

Un changement de phase de $\pi/2$ du champ de radiofréquence précédent permet d'amener celui-ci le long de \vec{M}_I . Le système de spins I est donc brusquement passé d'un champ B_0 intense dans le référentiel du laboratoire, à un champ B_1 petit dans le référentiel tournant. L'aimantation M_I étant sensiblement conservée, il en résulte un abaissement de la température du système de spins. En effet, en désignant par T_0 la température du système de spins, constituant lui-même un réservoir faiblement couplé thermiquement au réseau, il vient :

$$M_I = N_I \frac{\gamma_I^2 \hbar^2 B_0}{4kT_L} = N_I \frac{\gamma_I^2 \hbar^2 B_1}{4kT_0}$$

où B_1 est l'intensité du champ de radiofréquence.

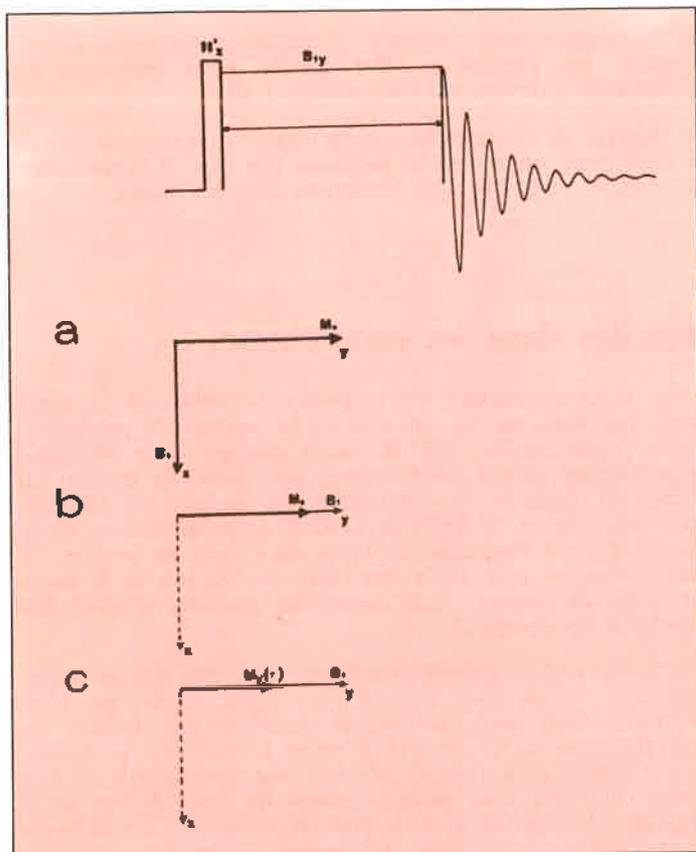


Figure 3. Etablissement d'une température de spin pour les spins abondants (Observation dans un plan perpendiculaire au champ directeur B_0).

a) Basculement de l'aimantation M_1 après une impulsion de 90° .
 b) Déphasage de $\pi/2$ du champ de radiofréquence B_1 l'amenant parallèle à M_1 (Spin Lock).
 c) Situation après un certain temps. L'aimantation décroît lentement et on l'observe après arrêt du champ de radiofréquence B_1 (Signal de précession libre ou Free Induction Decay).

On trouve donc que :

$$T_0 = T_L \frac{B_1}{B_0}$$

Le résultat essentiel est que maintenant $T_0 \ll T_L$ car $B_1 \ll B_0$.

2) Polarisation croisée (figure 4)

Simultanément à cette opération, on applique un second champ de radiofréquence à la fréquence des spins rares (^{29}Si , ^{13}C). On

VI. Et maintenant tout ensemble !

Une séquence complète de mesure s'effectue alors selon le schéma donné sur la figure 4.

- 1) Une impulsion de 90° à la fréquence des spins abondants produit le basculement de l'aimantation perpendiculairement au champ statique B_0 .
- 2) Un déphasage de $\pi/2$ de ce même champ de radiofréquence

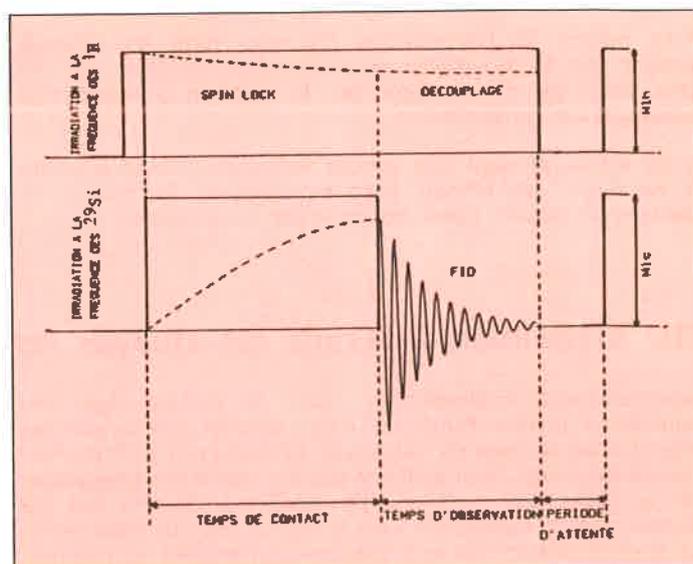


Figure 4. Séquence complète de mesure représentée dans le cas de protons (spins abondants) en interaction avec des ^{29}Si (spins rares).

respecte de plus une condition permettant de mettre en contact thermique les spins rares et les ^1H . C'est la condition de Hartmann et Hahn, qui s'écrit dans ce cas :

$$\gamma_{1\text{H}} B_{1\text{H}} = \gamma_{^{29}\text{Si}} B_{^{29}\text{Si}}$$

Ceci permet d'aboutir à un nouvel équilibre thermodynamique pour lequel on peut dire que les ^1H se réchauffent alors que les spins rares se refroidissent. Ceci provoque donc un grandissement de l'aimantation de ces derniers, et en facilite ainsi l'observation. Car, immédiatement après l'impulsion précédente, l'énergie totale magnétique du système de spins abondants et rares est :

$$\vec{M}_I \cdot \vec{B}_I = N_I \frac{\gamma_I^2 \hbar^2 B_I^2}{4kT_0}$$

Les deux systèmes prennent ensuite une température d'équilibre T_f telle que :

$$N_I = \frac{\gamma_I^2 \hbar^2 B_I^2}{4kT_0} = N_I \frac{\gamma_I^2 \hbar^2 B_I^2}{4kT_f} + N_S \frac{\gamma_S^2 \hbar^2 B_I^2}{4kT_f}$$

ce qui, après quelques transformations algébriques simples, s'écrit :

$$M_S = \frac{\gamma_I}{\gamma_S} \left(1 - \frac{N_S}{N_I}\right) \frac{\gamma_S^2 \hbar^2}{kT_L} B_0$$

comme $N_S/N_I \ll 1$ en général, on note que c'est le rapport γ_I/γ_S qui donne l'ampleur de l'effet. Ainsi pour $I \equiv ^1\text{H}$ et $S \equiv ^{13}\text{C}$ ce rapport est d'environ 4, et de 5 pour $I \equiv ^1\text{H}$ et $S \equiv ^{29}\text{Si}$.

provoque l'établissement d'une température de spins pour les spins abondants. Simultanément, un second champ est appliqué à la fréquence de résonance des spins rares, respectant la condition d'échange thermique avec les spins abondants, et provoque un grandissement de l'aimantation des spins rares. On applique cette séquence pendant une durée dite « temps de contact ».

3) La mesure de l'aimantation des spins rares est effectuée pendant que le découplage de l'interaction dipolaire avec les spins abondants est provoqué par le maintien du champ de radiofréquence correspondant.

4) On attend pendant une période suffisante (devant le temps de relaxation spin-réseau) pour recommencer la mesure, et améliorer le rapport signal sur bruit par accumulation.

5) Si, pendant cette séquence, l'échantillon tourne à l'angle magique, les interactions telles que la partie anisotrope du déplacement chimique sont moyennées à zéro.

Le couplage de ces méthodes, angle magique, polarisation croisée et découplage, est à l'origine de l'essor que connaît la résonance magnétique nucléaire haute résolution dans les solides.

VII. Application à l'étude des charges renforçantes dans les caoutchoucs

Industriellement, l'utilisation de noirs de carbone dans des caoutchoucs permet d'améliorer d'une manière très notable les propriétés mécaniques du vulcanisé. Le rôle exact de l'interface caoutchouc-charge, bien qu'il soit reconnu sur le plan empirique, est cependant très complexe. De nombreux travaux ont été effectués pour le caractériser dans le cas des noirs de carbone (2). Les modèles avancés ne sont pas tous concordants, et l'examen des conclusions ne permet pas facilement d'examiner et de prédire le comportement d'autres charges. Ainsi, dans le cas de silices, intéressantes du point de vue économique, il faut, compte tenu du caractère hydrophile de leur surface, utiliser un agent de couplage pour modifier l'interface et la rendre compatible avec le caoutchouc. Il faut donc étudier l'influence de ces agents pour corréler propriétés macroscopiques et microscopiques.

Les principales méthodes de caractérisation des interfaces ainsi créées sont macroscopiques et apportent des résultats par ailleurs très précieux. Un certain nombre de spectroscopies sont actuellement utilisées, qui semblent apporter des informations complémentaires très utiles. A ce titre, la Résonance Magnétique Nucléaire pour Solide, compte tenu des progrès récents dans ce domaine, permet d'obtenir des caractérisations d'ordre chimique, ainsi que le comportement des espèces moléculaires déposées à l'interface.

Ainsi, la caractérisation des propriétés de surface de certaines silices par RMN du ^{29}Si , en utilisant la méthode de polarisation croisée proton-silicium, celle de l'angle magique et le découplage proton-silicium permet de distinguer trois types de silicium en surface (3) (figure 5). La comparaison des surfaces des différents pics, ainsi mis en évidence, permettrait de penser qu'une étude quantitative sur l'importance relative des espèces est possible. En fait, il n'en est rien. Seule une étude en fonction de la durée du temps de contact, donc nécessitant plusieurs spectres, fait accéder à ces grandeurs.

L'étude des espèces moléculaires fixées, par liaison plus ou moins covalentes, sur la silice, peut également être abordée par cette méthode. Ainsi pour des silices modifiées par fixation de méthylsilanes, il a été possible de suivre la fixation et la stabilité de ces espèces en surface (4). D'autres noyaux comme le ^{13}C font l'objet d'analyses, tout particulièrement du point de vue de la structure chimique de l'espèce fixée en surface (5). Il y a là des applications très importantes, qui ne sont pas limitées à l'examen des agents de couplage. On sait en effet que la caractérisation des phases stationnaires utilisées en chromatographie est assez délicate, car la méthode est en général destructive (dégreffage). La possibilité de mesurer *in situ* apparaît, de ce point de vue, particulièrement adaptée.

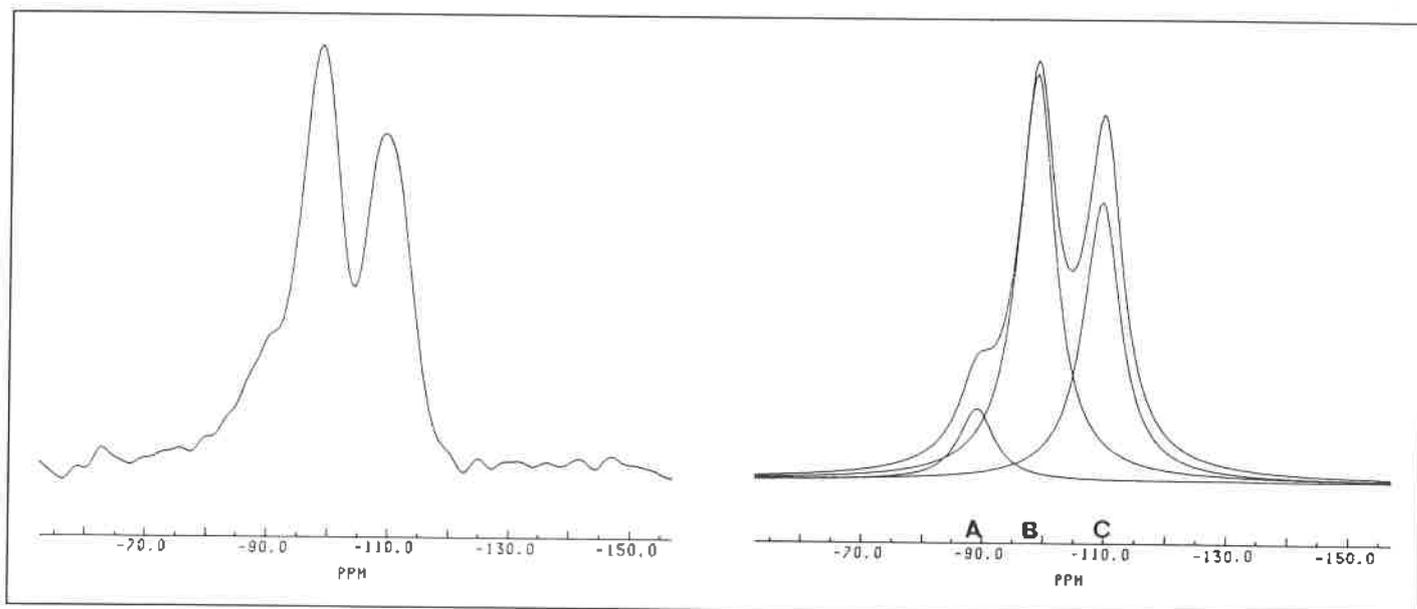
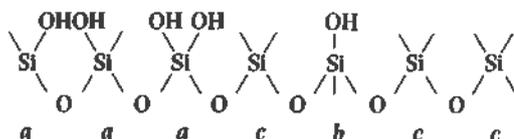


Figure 5 (H. Hommel, S. Leonardelli).

a) Spectre de RMN du ^{29}Si haute résolution dans les solides d'une silice de précipitation Zéosil (Rhône Poulenc). (Fréquence nominale des ^1H 300 MHz, polarisation croisée, angle magique, découplage);

b) Décomposition du massif en raies élémentaires. De gauche à droite pics a, b, c. La correspondance entre l'identificateur des pics et l'attribution des siliciums est la suivante :



VIII. Application à la caractérisation des charbons et de leurs dérivés

Les réserves mondiales en charbon étant considérables, son utilisation est appelée, au dire de certains experts, à une diversification importante, par des voies de conversion variées (oxyvaporogazéification, hydrolyse éclair...). Ces utilisations bénéficieraient d'une meilleure connaissance des propriétés physico-chimiques des charbons, et de leurs relations avec la réactivité. Or ceux-ci sont des matériaux solides et de structure extrêmement complexe, très peu solubles directement dans la quasi-totalité des solvants. Ils présentent de ce fait d'énormes difficultés d'analyse et de caractérisation.

Ainsi, jusqu'à une période toute récente, très peu de techniques étaient applicables au charbon tel quel. On ne pouvait accéder à la détermination de la structure chimique, et encore seulement partiellement et sur une gamme relativement étroite de rang (degré de houillification), que par l'intermédiaire de l'examen des produits de dégradation. Cette transformation devait être assez ménagée pour que ces produits soient encore représentatifs de la structure initiale, mais assez poussée pour qu'ils puissent être appréhendés par des méthodes d'analyse existantes (spectroscopies UV et IR, chromatographie sous différentes formes, spectrométrie de masse, RMN), le compromis entre ces deux exigences n'étant pas toujours aisé à définir. Or, les progrès récents réalisés par la résonance magnétique nucléaire à haute résolution, appliquée à l'étude des solides, permettent d'apporter une contribution fort précieuse à l'étude de la structure des charbons. On peut confirmer, modifier ou compléter les résultats acquis en suivant les transformations subies en cours de dégradation, depuis le charbon initial jusqu'aux fragments analysables par les techniques conjuguées utilisées naguère, en passant par exemple par les produits de solvolysse à température modérée (350 °C environ).

En ce qui concerne la résonance magnétique nucléaire haute résolution appliquée à l'étude des solides, de nombreuses études très récentes montrent l'intérêt de la méthode. Deux types de noyaux ont retenu l'attention : le ^1H (6-7) et le ^{13}C (8-9). Une très grande partie des études, conduites avec plus ou moins de raffinement technique, a consisté en une recherche du degré d'aromaticité des matériaux. Ainsi, les spectres obtenus à partir de la résonance des protons présentent essentiellement une raie large qui peut se décomposer en deux raies associées à des protons à caractère aliphatique ou aromatique. L'estimation de l'aromaticité pour ces charbons recoupe bien celle déduite de la spectrométrie infrarouge (10). On notera cependant que la résolution ainsi obtenue n'est pas très bonne, même si la décomposition est encore possible.

Il n'en est pas de même pour la résonance du ^{13}C , qui, grâce à ses caractéristiques nucléaires plus favorable (déplacement chimique, possibilité de découplage hétéronucléaire), permet une résolution bien meilleure (figure 6) (11). On distingue alors clairement deux régions du spectre. L'une située à 130 ppm (TMS), d'environ 60 ppm de large, est relative aux carbones aromatiques, carboxyliques, carbonyle, oléfinique et acétylénique. Une seconde, située à 30 ppm, d'environ 50 à 70 ppm de large, est associée aux carbones aliphatiques. On peut également suivre l'évolution de ces massifs en fonction du rang du charbon (figure 7).

Un autre objectif de ces études est la détermination de la taille des îlots aromatiques. En utilisant les résultats des analyses, pondérales d'une part, d'aromaticité déterminée par résonance du ^{13}C et ^1H associée à une mesure infrarouge d'autre part, on montre que cette taille varie d'une trentaine de cycles pour un

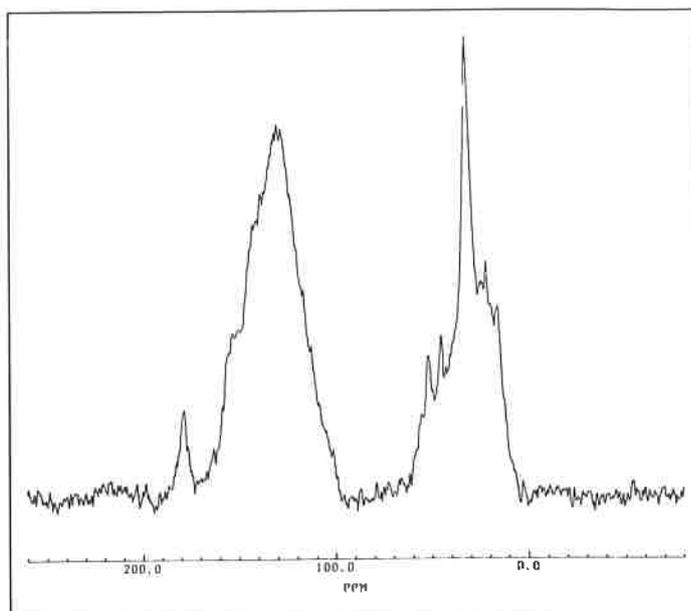


Figure 6 (M. F. Quinton, H. Sfihi).

Spectre de RMN du ^{13}C haute résolution dans les solides d'un charbon flamant de Provence. (Fréquence nominale des ^1H 300 MHz, polarisation croisée, angle magique, découplage, avec suppression des bandes de rotation par la méthode de Dixon (13)).

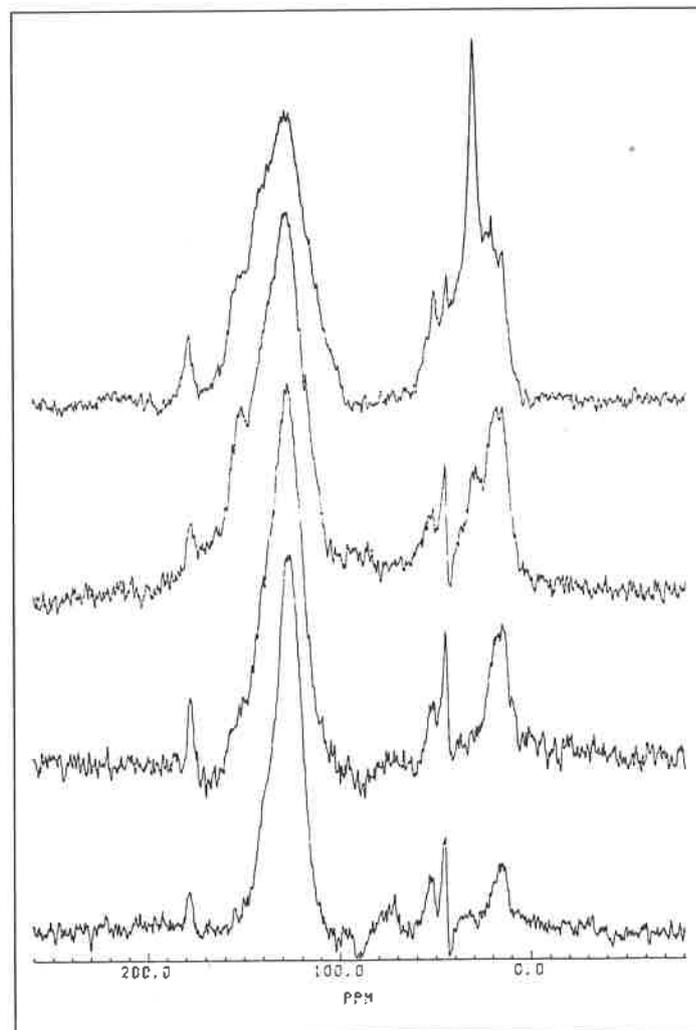


Figure 7 (M. F. Quinton, H. Sfihi).

Spectre de RMN du ^{13}C haute résolution dans les solides (Fréquence nominale des ^1H 300 MHz, polarisation croisée, angle magique, découplage, avec suppression des bandes de rotation par la méthode de Dixon (13)) de charbons de rangs différents, c'est-à-dire d'âges différents. On remarque que les charbons les plus jeunes placés en haut, comportent un massif de ^{13}C aliphatiques plus important que celui des charbons anciens, placés en bas.

mettre en solution certains polymères, mais les informations les plus utiles actuellement sont cependant celles obtenues sur le polymère tel qu'on le met en œuvre. On sait par exemple qu'il existe des régions cristallines ou non, qui peuvent ainsi être étudiées. Les mouvements dans ces régions distinctes sont parfois très différents et peuvent être corrélés aux propriétés mécaniques macroscopiques (15-16).

Illustrons ceci par deux exemples étudiés par la RMN du ^{13}C .

Par sa résolution qui est presque aussi bonne que celle obtenue en solution, la RMN du ^{13}C haute résolution dans les solides permet de déterminer la structure chimique de composés insolubles, telle que celle de résines polymères, et de suivre l'avancement des réactions chimiques qui conduisent à l'obtention de ces produits. A titre d'exemple, le spectre représenté sur la figure 9 est celui d'une résine époxy insoluble : à chaque pic correspond une espèce de carbone bien déterminée et, de l'analyse des pourcentages de chaque espèce, il est possible de déduire la composition de la résine. Dans ce domaine, seule la spectroscopie infrarouge par transformée de Fourier est capable de fournir des informations comparables.

Un second exemple concerne l'étude des mouvements moléculaires. L'intérêt de la technique à ce niveau réside dans sa sélectivité : seules les raies correspondant aux carbones impliqués dans le mouvement ont des largeurs ou des temps de relaxation modifiés par le mouvement. Sur la figure 10 sont tracés les spectres des polyméthacrylates de cyclopentyle, de cyclohexyle et de cycloheptyle. Dans le premier et troisième cas, les pics des carbones méthyléniques du cycle latéral sont fins et bien résolus. Au contraire, pour le polyméthacrylate de cyclohexyle, ils sont larges et toute résolution dans cette partie du spectre a disparu. Cet élargissement des raies indique l'existence de mouvements internes du cycle cyclohexyle avec des temps de corrélation de l'ordre de 10^{-6} secondes. Une analyse plus approfondie, faisant appel à des mesures de temps de relaxation, montre qu'il s'agit de l'inversion chaise-chaise du cycle à 6 chaînons et que ce processus est responsable de la transition γ du polyméthacrylate de cyclohexyle. Le même résultat avait été obtenu précédemment par des mesures mécaniques, mais pour identifier le mouvement impliqué, il avait fallu comparer le comportement mécanique de nombreux polyméthacrylates de cyclohexyle diversement substitués sur le cycle, dans lesquels, suivant la nature et la position du substituant, l'inversion chaise-chaise était susceptible ou non de se produire. Il suffit au contraire d'un seul spectre de RMN pour constater que le mouvement affecte le cycle latéral.

L'exemple particulier du polyméthacrylate de cyclohexyle montre que dans l'établissement de relations structure-mouvements moléculaires-propriétés mécaniques, la RMN est un outil de choix.

X. Noyaux ayant un moment quadrupolaire. Un moyen de connaître la symétrie locale.

Un lecteur attentif ne manquera pas de remarquer que, dans les exemples que nous venons de voir, il n'est question que de spins $1/2$. Ceci n'est pas le fruit du hasard, même si l'étude du ^{13}C s'impose évidemment. En effet, en consultant une table des noyaux observables, on constate que les noyaux de ce type sont peu nombreux. L'intérêt pour ces derniers tient à ce qu'ils ne sont pas sensibles à une interaction dont l'importance sur la structure des raies peut être très supérieure à l'interaction dipolaire, c'est-à-dire l'interaction quadrupolaire. Cet effet est à prendre en compte lorsque le noyau possède un moment quadrupolaire, ce qui se produit pour les spins supérieurs à $1/2$, et qu'il interagit donc avec les gradients de champ électrique au site où il se trouve. Ces effets sont, selon une analyse semblable à celles que nous avons faites pour le dipolaire ou le déplacement chimique, moyennés lorsque la substance est dissoute dans un liquide par le fait du mouvement brownien.

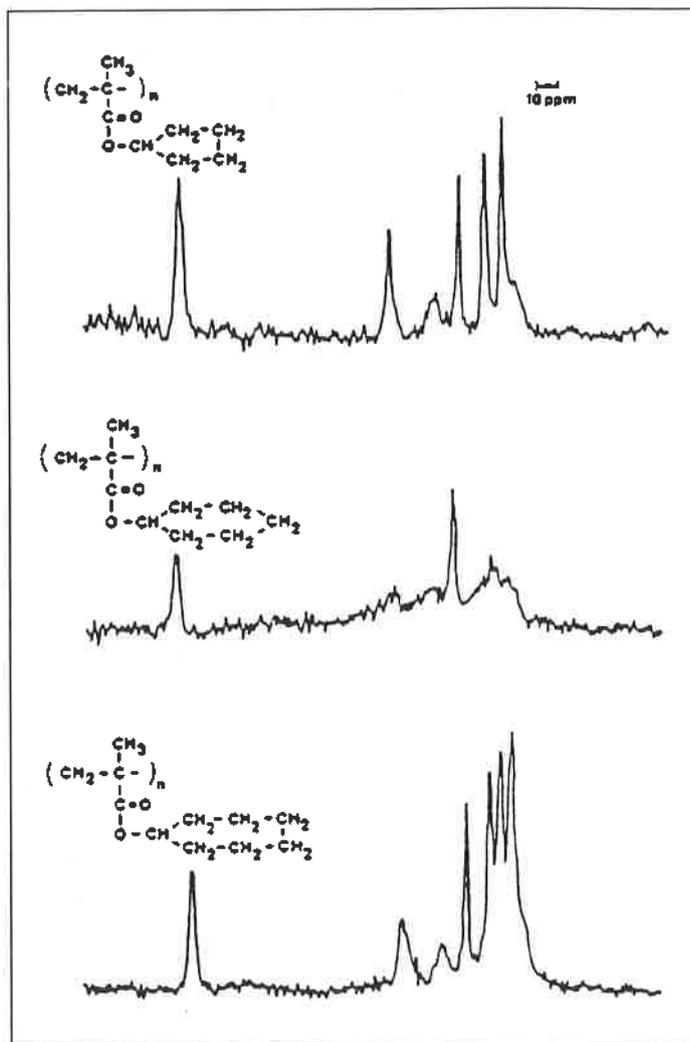


Figure 10 (F. Lauprêtre, J. Virlet, L. Monnerie) (16).

Spectres de RMN du ^{13}C haute résolution dans les solides effectués à 12 MHz, avec polarisation croisée, angle magique, découplage, de polyméthacrylate en masse (classés de haut en bas) :

- a) polyméthacrylate de cyclopentyle ;
- b) polyméthacrylate de cyclohexyle ;
- c) polyméthacrylate de cycloheptyle.

On pourrait alors s'interroger sur l'intérêt de l'étude de tels noyaux, si l'on ne remarquait que parmi eux se trouvait ^{27}Al ($I = 5/2$, abondance naturelle 100 %) et qu'il est, après le silicium, l'élément constitutif le plus abondant des minéraux de l'écorce terrestre. On doit en particulier noter sa présence dans de nombreux catalyseurs industriels. A ce titre, son étude revêt un intérêt tout à fait notable. Une circonstance favorable tient à ce que son spin soit demi entier ($I = 5/2$). Ceci a pour conséquence que la transition centrale du spectre ($1/2, -1/2$), qui se produit au voisinage de la fréquence de résonance que l'on observe en l'absence d'interaction, n'est sensible qu'au second ordre à cette interaction quadrupolaire. Ceci est spécifique de la présence d'un spin demi entier. Cette raie centrale, élargie également par les interactions dipolaires, déplacement chimique et scalaire, peut être « rétrécie » par rotation à angle magique.

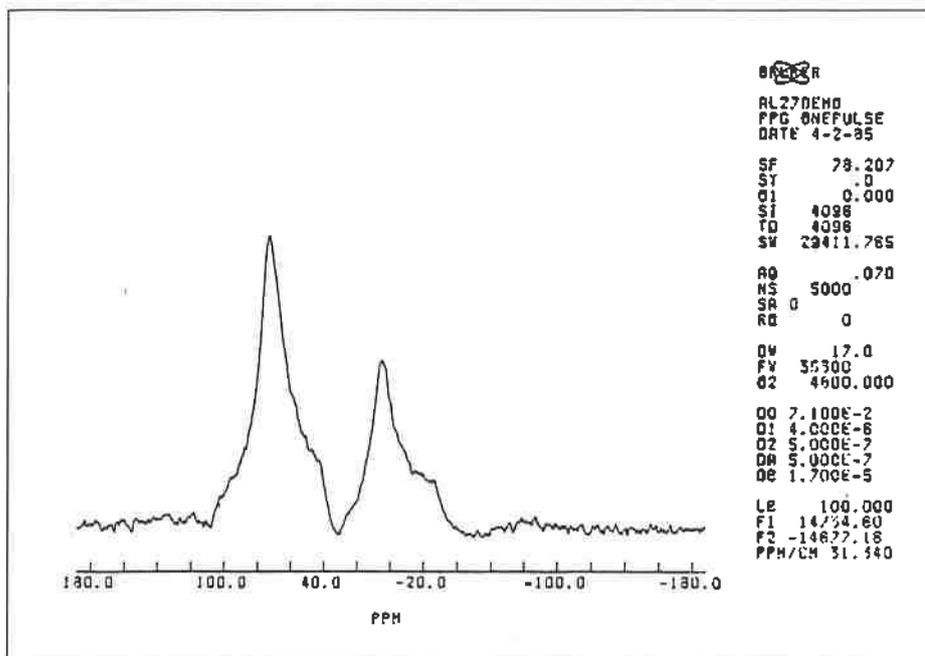


Figure 11 (F. Taulelle, H. Thevenau, P. Papon).

Spectre de RMN de ^{27}Al d'un aluminosilicate de synthèse de type Paragonite. Il présente une structure en feuillet dont certains contiennent l'atome d'aluminium en coordination tétraédrique (8 ppm) et en coordination octaédrique (78 ppm).

Le spectre ainsi obtenu permet de résoudre un problème extrêmement important qui est celui de distinguer entre une symétrie tétraédrique et octaédrique pour l'aluminium grâce aux différences de déplacements chimiques (figure 11) (17). On peut également qualitativement comparer la densité électronique autour de l'aluminium et, par conséquent, identifier l'ion présent dans

la seconde sphère de coordination enfin, par la largeur de raie, on peut estimer le taux d'asymétrie du nuage électronique au voisinage du noyau.

On voit tout l'intérêt de cette méthode, que l'on doit aussi associer à l'étude du ^{29}Si dans les mêmes minéraux (18).

XI. Et pour conclure

Ces méthodes permettent, dans le domaine des matériaux, d'apporter sur le plan de l'analyse ou de la dynamique une contribution très importante. Elles ne sont pas cependant les seules que l'on puisse mettre en œuvre sur ces mêmes spectromètres. On a vu, en particulier pour les spins abondants, que la méthode de l'angle magique n'était pratiquement pas applicable; il en est de même pour le découplage. Il est cependant possible de supprimer cette interaction dipolaire *homonucléaire*

(entre ^1H par exemple) en utilisant des séquences d'impulsions multiples (Mehring (19), Abragam, Goldman (20)). On observe alors, dans le cas des ^1H , le déplacement chimique anisotrope (figure 12), ce qui, pour des études de certains composés, peut être tout à fait utile du point de vue de la physique et de la chimie du solide. Dans le cas des spins rares, cette anisotropie peut être mise en évidence si l'on n'effectue pas la rotation à l'angle magique dans la procédure indiquée plus haut.

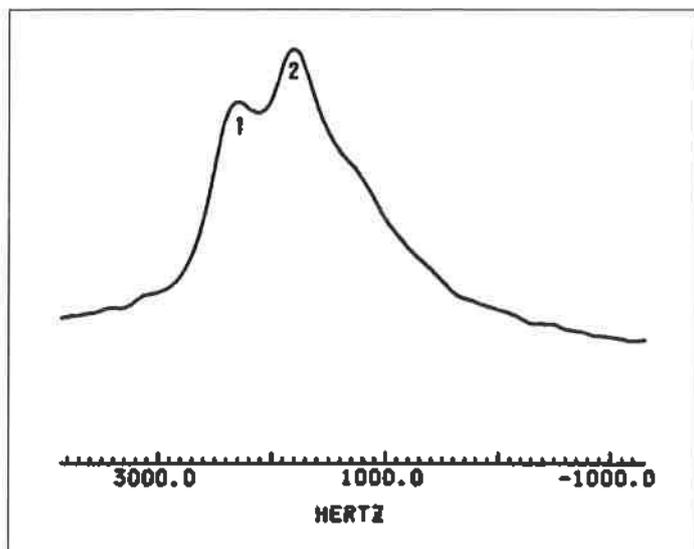
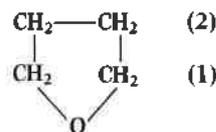


Figure 12 (L. Facchini).

Spectre de RMN du ^1H de molécules de tétrahydrofuranne (THF) insérées dans un composé d'insertion du graphite ($\text{KC}_{24}(\text{THF})_1$), observé à 300 MHz, avec une séquence d'impulsions multiples de type Wahuha. Le spectre, de poudre, met en évidence les groupements méthyle 1 et 2 de la molécule, ainsi que la grande anisotropie des déplacements chimiques. Il faut noter que le spectre normal ne présente pas de structure et a une largeur à mi-hauteur de 40 kHz.



Remerciements: l'auteur tient à remercier les chercheurs de l'ESPCI, dont les noms sont cités dans les légendes des figures, qui ont permis d'illustrer son propos par des exemples tirés de leurs travaux.

Bibliographie

- (1) *Le Courrier du CNRS*, Supplément au n° 47, 1982, Images de la chimie, p. 68.
- (2) Les interactions entre les élastomères et les surfaces solides ayant une action renforçante, Colloque CNRS, 1973.
- (3) G. E. Maciel et D. W. Sindorf, *J.A.C.S.*, 1980, 102, 7607.
- (4) D. W. Sindorf et G. E. Maciel, *J.A.C.S.*, 1981, 103, 4263.
- (5) G. E. Maciel, D. W. Sindorf et V. J. Bartuska, *J. of Chromatography*, 1981, 205, 438. E. Bayer, K. A. J. Reiners, M. Nieder et D. Müller, *J. of Chromatography*, 1983, 264, 197.
- (6) B. C. Gerstein, *Analytical Methods for Coal and Coal Products*. (J. Carr, Ed.), Acad. Press, New York, 1980, Chap. 3.
- (7) B. C. Gerstein, P. Dubois Murphy et L. M. Ryan, *Advances in Chemistry Series, Am. Chem. Soc.*, Washington, 1981, 192.
- (8) D. L. Vanderhart et H. L. Retcofsky, *Fuel*, 1976, 55, 202.
- (9) D. E. Wemmer, A. Pines et D. D. Whitehurst, *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, 1981, A300, 15.
- (10) P. R. Solomon, *Fuel*, 1981, 60, 3.
- (11) B. C. Gerstein, P. Dubois Murphy et L. M. Ryan, *Aromaticity in Coal. Coal Structure* (R. A. Meyers, Ed.), Acad. Press., New York, 1982, Chap. 4.
- (12) B. C. Gerstein, High resolution solid state NMR of ^{13}C . *Progress in ^{13}C NMR Spectroscopy 9* (G. C. Levy, Ed.), Wiley & Sons, New York, 1983.
- (13) W. T. Dixon, Total suppression of sidebands in CPMAS ^{13}C NMR, *J. Mag. Res.*, 1982, 49, 341.
- (14) B. C. Gerstein, 5 High resolution solid-state NMR of ^{13}C . *Topics in Carbon-13 NMR Spectroscopy, Vol. 4*, (G. C. Levy, Ed.) Wiley & Sons, New York, 1984.
- (15) A. N. Garway, W. M. Ritchey et W. B. Moniz, *Macromolécules*, 1982, 15, 1051.
- (16) F. Lauprêtre, J. Virlet et L. Monnerie, *Macromolécules*, 1984, 17, 1397.
- (17) J. Sanz et J. M. Serratos, *Clay Minerals*, 1984, 19, 113-115.
- (18) N. Janes et E. Oldfield, Prediction of Silicon-29 Nuclear Magnetic Resonance Chemical shifts using electronegativity approach: applications to silicate and aluminosilicate structures. Communication privée.
- (19) M. Mehring, *Principles of High Resolution in Solids*, Springer-Verlag, Berlin, 1983.
- (20) A. Abragam et M. Goldman, *Nuclear Magnetism: order and disorder*, Clarendon Press, Oxford 1982.

EUROCOAT 85



Renseignements :

Exposition : **IDEXPO**
21, Av. de la Division Leclerc
94230 Cachan - Tél.: (1) 665 18 34
Congrès : **AFTPV Section Est**
B.P. 1036, 68050 Mulhouse Cedex
Tél.: Mme Massenet (84) 26 31 33

**EXPOSITION INTERNATIONALE ET
CONGRÈS DES PEINTURES ET VERNIS**

A.F.T.P.V.

STRASBOURG du 8 au 11 OCTOBRE 85

Marie-Claire Lasne¹
 Jean-Louis Ripoll¹
 Jean-Marc Denis²

La chimie dans le milieu interstellaire

Jusqu'au début de ce siècle, avant la découverte du gaz interstellaire, on pensait que l'espace était vide. Avec l'introduction de la radio-astronomie dans les années 50, il devint possible d'observer directement l'hydrogène atomique, constituant principal de ce gaz, au moyen de son spectre de transition hyperfine; à cette époque, les trois premières espèces CH, CH⁺ et CN ont été également détectées par spectroscopie ultraviolet-visible d'absorption de la lumière d'une étoile. Ce n'est qu'en 1963 que les premières raies moléculaires furent observées à des fréquences radio, et la chimie interstellaire a véritablement commencé en 1968 avec la détection par spectrométrie de micro-ondes de la première molécule polyatomique interstellaire, l'ammoniac. Il devint alors évident, en dépit des prévisions théoriques, que des molécules complexes pouvaient survivre dans l'espace. Depuis, plus de cinquante espèces comprenant de 2 à 13 atomes ont été identifiées et davantage encore sont prévisibles au vu des signaux non encore identifiés reçus par les radiotélescopes.

Localisation du gaz interstellaire

Notre galaxie, la Voie Lactée, se présente grossièrement comme une spirale de diamètre environ 30 000 parsecs (1 parsec = 3,26 années-lumière) et d'épaisseur 600 parsecs, renfermant environ $2 \cdot 10^{14}$ étoiles qui totalisent 90 % de la masse de matière de la galaxie. Les 10 % restant, composés principalement d'hydrogène, forment des gaz et poussières répartis sur une épaisseur beaucoup plus mince que les étoiles (≈ 100 parsecs).

A l'intérieur de ce gaz, ayant une densité de quelques particules par cm^3 , les molécules ont été détectées dans des régions plus denses,

appelées « nuages interstellaires » et traditionnellement classés en trois catégories (tableau 1) :

— les nuages diffus, relativement chauds (≈ 100 K) où la concentration d'hydrogène est de 10 à 100 atomes par cm^3 . Le rayonnement ultraviolet cosmique, très important dans ces nuages peu denses, conduit à la photodissociation rapide des molécules présentes. On y a toutefois détecté par spectroscopie UV ou visible, malgré cette tendance à la dissociation et à la dispersion dans l'espace interstellaire, quelques espèces diatomiques : CH, CH⁺, CN, CO, OH;

— les nuages sombres, immergés à l'intérieur des nuages diffus, sont plus denses (10^2 - 10^4 atomes d'hydrogène par cm^3) et plus froids (≈ 10 - 20 K), composés de gaz et de grains cosmiques, et occupent moins de 10 % du volume interstellaire; ce sont des sites possibles pour une évolution chimique. On trouve, dans ces nuages, les éléments formés par fusion nucléaire dans les étoiles à partir d'hydrogène et d'hélium, qui ont été rejetés dans l'espace interstellaire par les vents stellaires ou les explosions de ces étoiles (supernovae). Leur abondance (tableau 2) correspond sensiblement

Tableau 2. Abondance cosmique des éléments courants par rapport à l'hydrogène.

H : 1,00	Ne : $8 \cdot 10^{-5}$	Ar : $6 \cdot 10^{-6}$	Cr : $7 \cdot 10^{-7}$
He : $9 \cdot 10^{-2}$	Fe : $4 \cdot 10^{-5}$	Al : $2 \cdot 10^{-6}$	Cl : $4 \cdot 10^{-7}$
O : $7 \cdot 10^{-4}$	Si : $3 \cdot 10^{-5}$	Ca : $2 \cdot 10^{-6}$	P : $3 \cdot 10^{-7}$
C : $3 \cdot 10^{-4}$	Mg : $3 \cdot 10^{-5}$	Ni : $2 \cdot 10^{-6}$	
N : $9 \cdot 10^{-5}$	S : $2 \cdot 10^{-5}$	Na : $2 \cdot 10^{-6}$	

Tableau 1. Comparaison des propriétés des différents types de nuages interstellaires.

Propriété	Nuage diffus	Nuage sombre	Nuage noir
Transparence à la lumière	Transparent UV, visible	légèrement transparent (≥ 1 % transmission)	opaque (< 1 % transmission)
Taille (parsecs)		1-50	~ 1
Densité (particules/ cm^3)	10 - 10^2	10^2 - 10^4	10^4 - 10^6
Hydrogène	atomique	atomique et moléculaire	moléculaire
Température cinétique	~ 100 K	10-20 K	30-100 K
Espèces observées :			
— molécules	rare (CO)	les plus simples : H ₂ , CO, H ₂ CO, HCN, NH ₃	plus complexes : (CH ₃) ₂ O, C ₂ H ₅ OH, C ₂ H ₅ Cn
— ions ou radicaux	CH ⁺ , CH, CN, OH		
Ionisation (n_e/n_H)	importante	$\leq 10^{-4}$	$\leq 10^{-8}$

¹ Laboratoire de chimie des composés thioorganiques (ERA au CNRS n° 391), Université de Caen, 14032 Caen.

² Laboratoire de physico-chimie structurale (ERA au CNRS n° 389), Université de Rennes, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes.

à l'abondance cosmique générale. Les grains ont une taille de l'ordre du micron ou du submicron et sont 10^{12} fois moins abondants que l'hydrogène. Ils sont formés d'éléments plus lourds et mal définis et ont un rôle important en arrêtant partiellement les rayons ultraviolets stellaires photodissociant les molécules; ils peuvent aussi être le siège de réactions chimiques. Des espèces polyatomiques stables (NH_3 , H_2CO , HCN) et des espèces plus « exotiques » (HCO^+ , HN_2^+ , HC_2 , HNC , C_3N et C_4H) ont été détectées dans ces nuages sombres. Toutefois, la présence résiduelle de radiations ionisantes (rayons UV, X ou cosmiques) fait que l'on n'arrive pas, dans ces nuages, aux produits attendus des équilibres thermodynamiques dans un milieu riche en hydrogène (CH_4 , NH_3 , H_2O);

— les nuages noirs, beaucoup plus denses (10^4 à 10^6 particules par cm^3) et plus chauds (30-100 K) se comptent par milliers à l'intérieur des nuages sombres; en leur centre, des forces de gravitation et une élévation de la température correspondent à la gestation d'une nouvelle étoile. A peu près toutes les molécules interstellaires connues (oxyde de méthyle, éthanol, par exemple) ont été détectées dans ces nuages. Il s'y produit en effet une chimie plus riche, en raison de la température et de la densité plus élevées.

Les nuages moléculaires d'Orion, très proche (370 parsecs), et de Sagittarius B2, plus lointain (9 000 parsecs), sont les deux sources de rayonnement hertzien où ont été détectées la plupart des molécules interstellaires. Six espèces ont été également identifiées hors de notre galaxie (OH , H_2O , H_2CO , CO , HCN , H_2).

Détection des molécules interstellaires

La détection des molécules interstellaires résulte de l'étude de leurs raies observées dans les spectres d'absorption (la lumière d'une étoile servant de source) visible (pour les premières molécules : CN , CH , CH^+), ultraviolet (H_2) ou infrarouge (acétylène) et principalement maintenant dans les spectres micro-ondes et radio milli- et centimétriques (pour toutes molécules possédant un moment dipolaire). Ce domaine des ondes radio est d'un intérêt particulier pour l'observation des molécules dans les nuages sombres ou noirs, presque totalement opaques à la lumière ultraviolette, mais où l'émission hertzienne est rendue plus intense par le fait que la différence d'énergie entre les niveaux rotationnels des molécules interstellaires est comparable aux énergies disponibles dans ces nuages.

L'identification des molécules interstellaires se fait de la façon suivante :

— pour les espèces les plus simples et les plus stables, on compare les transitions observées en laboratoire avec celles fournies par les radiotélescopes, corrigées de l'effet Doppler dû à la vitesse du nuage par rapport à la terre. Pour qu'une molécule soit homologuée, les transitions additionnelles (structure hyperfine) et les effets isotopiques doivent être également observés;

— pour les espèces « plus exotiques », pour lesquelles aucune fréquence n'a été déterminée au laboratoire, on compare le spectre cosmique avec celui prédit par le calcul et le résultat est confirmé par les effets isotopiques et l'examen de la structure hyperfine caractéristique. Les spectres interstellaires des radicaux libres réactifs tels que CN , C_3N , C_2H et C_4H et des ions moléculaires HCO^+ , N_2H^+ ont été analysés de cette façon. Toutefois l'interprétation reste difficile en raison des raies non identifiées, souvent beaucoup plus nombreuses que celles correspondant aux espèces connues.

Les molécules interstellaires

Le nombre de molécules interstellaires identifiées s'est accru de façon très importante ces quinze dernières années. Dans le tableau 3, nous donnons une liste de ces molécules (mise à jour en 1982). Les abondances relatives à l'hydrogène, dans le nuage où les espèces sont observées, sont reportés dans le tableau 4.

La chimie organique y est bien représentée, les trois quarts des espèces connues contenant du carbone (dont 10 % sous forme de CO). Le carbone et l'hydrogène étant parmi les éléments les plus abondants, il est raisonnable de supposer l'existence d'une grande quantité d'hydrocarbures, les plus simples de ceux-ci (méthane, éthane, éthylène), n'ayant pas de moment dipolaire, ne peuvent toutefois être détectés par spectrométrie hertzienne.

Les molécules insaturées, dans lesquelles on rencontre souvent la liaison $\text{C} \equiv \text{C}$ mais rarement la liaison $\text{C} = \text{C}$, sont plus abondantes que leurs analogues saturés et la première molécule cyclique vient

dernièrement d'être détectée ($\begin{matrix} \text{C} \equiv \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{Si} \end{matrix}$). Malgré les recherches

effectuées, la présence du benzène ou d'hétérocycles tels que la pyridine ou la pyrimidine n'a pas été observée; la complexité de tels cycles (par exemple, 11 atomes dans la molécule de pyridine) ne peut en effet permettre de les exclure *a priori*, puisque des cyanopolyacétylènes ayant une abondance assez élevée et contenant jusqu'à 13 atomes ont été détectés (*).

Comme on peut le constater dans le tableau 3, beaucoup de molécules interstellaires sont stables et sont des molécules terrestres familières. La possibilité de leur formation reste étonnante, en raison des conditions extrêmes du milieu interstellaire (basse température et faible densité). Particulièrement intéressante est la présence du cyanoacétylène, agent de condensation important de l'acide cyanhydrique précurseur de la purine et de l'adénine, ou d'aldéhydes et de nitriles nécessaires à la synthèse d'acides aminés; ces molécules peuvent conduire aux acides aminés ou protéines indispensables à l'apparition de la vie.

La chimie interstellaire

La chimie du milieu interstellaire reste mal connue malgré les études intenses dont elle a déjà fait l'objet.

On peut considérer que les molécules interstellaires sont produites dans les nuages sombres ou noirs où elles sont détectées; il ne semble pas, en effet, qu'elles proviennent des régions stellaires ou protostellaires où des températures et densités plus élevées permettraient à une chimie plus riche de se développer.

Deux modes de formation — réactions en phase gazeuse et chimie à la surface des grains — peuvent être envisagés pour la synthèse des différentes espèces :

Les réactions en phase gazeuse sont dominées par des contraintes cinétiques plutôt que thermodynamiques; dans les nuages sombres, où la densité en hydrogène moléculaire est de 10^2 à 10^4 molécules par cm^3 , les collisions entre trois espèces sont exclues; les cinétiques sont limitées à celles des réactions exothermiques qui n'ont pratiquement pas d'énergie d'activation aux températures interstellaires de 10-50 K, telles que, par exemple, des réactions ion-molécule et certaines recombinaisons radicalaires (la présence d'isomères métastables, particulièrement abondants dans le milieu interstellaire, permettra souvent de proposer des schémas pour ces réactions).

Dans les équations [1] à [7] sont résumées les différentes étapes pouvant conduire à une molécule interstellaire. L'ionisation de l'hydrogène moléculaire, élément le plus abondant, [1] par les rayons cosmiques serait suivie de la formation rapide de l'ion H_3^+ stable [2]. Ce dernier serait le point de départ de molécules plus importantes par transfert de protons de façon exothermique à beaucoup d'espèces neutres [3]. D'autres ions formés par un

(*) NDLR. Très récemment, de grosses molécules, telles que le coronène $\text{C}_{24}\text{H}_{12}$, ont été mises en évidence (voir encadré).

Tableau 3. Molécules interstellaires connues en 1982.

Nombre d'atomes	Nom	Formule	Domaine de détection	Isotopes observés
2	Hydrogène	H ₂	UV, IR	D
	Radical hydroxyle	OH	UV, radio	¹⁸ O
	Monoxyde de silicium	SiO	radio	²⁹ Si, ³⁰ Si
	Monoxyde de soufre	SO	radio	³⁴ S
	Monosulfure de silicium	SiS	radio	
	Sulfure d'azote	NS	radio	
	Ion méthylidyne	CH ⁺	visible	¹³ C
	Méthylidyne	CH	visible, radio	
	Radical cyano	CN	visible, radio, UV	
	Monoxyde de carbone	CO	radio, UV	¹³ C, ¹⁸ O, ¹⁷ O
	Monosulfure de carbone	CS	radio	¹³ C, ³³ S, ³⁴ S
	Oxyde d'azote	NO	radio	
	Sulfure d'azote	NS	radio	
	Carbone	C ₂	IR	
3	Eau	H ₂ O	radio	D, ¹⁸ O
	Sulfure d'hydrogène	H ₂ S	radio	
	Dioxyde de soufre	SO ₂	radio	
	Acide cyanhydrique	HCN	radio	D, ¹³ C, ¹⁵ N
	Isocyanure d'hydrogène	HNC	radio	D, ¹³ C
	Sulfure de carbonyle	OCS	radio	
	Ion formyle	HCO ⁺	radio	D, ¹³ C
	Radical formyle	HCO	radio	
	Radical éthyne	C ₂ H	radio	
	Ion azine	N ₂ H ⁺	radio	D
Radical nitroxyle	HNO	radio		
4	Ammoniac	NH ₃	radio	D, ¹⁵ N
	Formaldéhyde	H ₂ CO	radio	¹³ C, ¹⁸ O
	Acide isocyanique	HNCO	radio	
	Acide isothiocyanique	HNCS	radio	
	Thioformaldéhyde	H ₂ CS	radio	
	Radical cyanoéthynyle	C ₃ N	radio	
	Acétylène	C ₂ H ₂	IR	
5	Acide formique	HCO ₂ H	radio	
	Méthanimine	CH ₂ NH	radio	
	Cétène	H ₂ CCO	radio	
	Cyanamide	NH ₂ CN	radio	
	Radical butadiynyle	C ₄ H	radio	
	Cyanoacétylène	HC ₃ N	radio	¹³ C
6	Méthanol	CH ₃ OH	radio	D, ¹³ C
	Acétonitrile	CH ₃ CN	radio	
	Formamide	NH ₂ CHO	radio	
	Méthanethiol	CH ₃ SH	radio	
7	Méthylacétylène	CH ₃ C ₂ H	radio	
	Acétaldéhyde	CH ₃ CHO	radio	
	Méthylamine	CH ₃ NH ₂	radio	D
	Acrylonitrile	CH ₂ CHCN	radio	
	Cyanodiacétylène	HC ₅ N	radio	
8	Formiate de méthyle	HCO ₂ CH ₃	radio	
9	Oxyde de méthyle	CH ₃ OCH ₃	radio	
	Éthanol	C ₂ H ₅ OH	radio	
	Propionitrile	C ₂ H ₅ CN	radio	
	Cyanotriacétylène	HC ₇ N	radio	
11	Cyanotétraacétylène	HC ₉ N	radio	
13	Cyanopentaacétylène	HC ₁₁ N	radio	

processus chimique semblable peuvent de même fixer un hydrogène pris à une molécule H₂ [4]. Plusieurs hydrogènes peuvent ainsi être ajoutés à l'ion moléculaire. Quand l'étape est lente, l'hydrogénation peut se faire par « association radiative », [5] par exemple. Les ions qui ne réagissent pas avec l'hydrogène

moléculaire conduisent à d'autres espèces neutres, via une « recombinaison dissociative » avec les électrons [6]. Ces dernières réactions sont très rapides à basse température et sont si exothermiques qu'elles peuvent conduire à une autre dissociation [7].

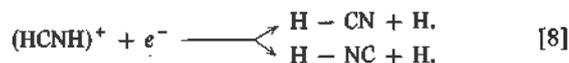
Tableau 4. Abondance approximative par rapport à l'hydrogène des molécules détectées dans l'espace interstellaire (mise à jour 1982).

Abondances	Nombre d'atomes									
	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13
10 ⁻³ 10 ⁻⁴ 10 ⁻⁵	CO	H ₂ O, HDO {SO ₂ , HCN, HNC, H ₂ S, OCS	H ₂ CS			{CH ₃ C ₂ H, CH ₃ NH ₂ , CH ₃ NHD		{C ₂ H ₅ OH, CH ₃ OCH ₃		
10 ⁻⁶	{C ₂ , CS, SO, NS	DCN	{CH ₂ O, NH ₃ , NH ₂ D, C ₂ H ₂ , HNCS	{CH ₂ NH, H ₂ CCO	{CH ₃ SH, CH ₃ OH, NH ₂ CHO CH ₃ CN	CH ₃ CHO		C ₂ H ₅ CN		
10 ⁻⁷	SiO, SiS			{NH ₂ CN, HC ₃ N, HCO ₂ H		{CH ₂ CHCN, HC ₅ N	HCOOCH ₃			
10 ⁻⁸								HC ₇ N	HC ₉ N	HC ₁₁ N



L'étape de recombinaison dissociative [8] permet d'expliquer la formation d'espèces qui ne sont pas en équilibre thermodynamique; par exemple, HCN et HNC : ce dernier étant moins stable que HCN

de 15 kcal/mole, il aurait une abondance négligeable si les deux espèces étaient en équilibre thermodynamique à une température de moins de 100 K. Or, HCN et HNC ont des abondances pratiquement identiques dans le milieu interstellaire. Une explication possible est la formation d'un intermédiaire commun, l'ion linéaire (HCNH)⁺ [8] dont la réaction de recombinaison dissociative conduirait à des proportions comparables de HCN et HNC.



En dépit de beaucoup d'incertitudes concernant la nature et le rôle des grains de poussière cosmique, il est généralement admis qu'ils sont essentiels à la transformation de l'hydrogène atomique en hydrogène moléculaire. Ils protègent également les molécules formées de la photodissociation et suppriment par adsorption la plupart des éléments lourds du gaz interstellaire. Dans la synthèse des autres molécules, ils pourraient jouer également un rôle catalytique important.

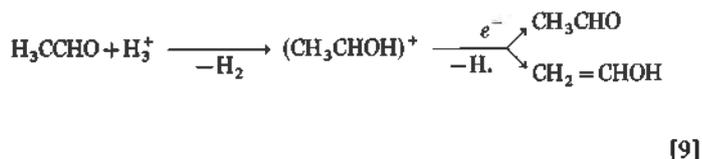
Molécules réactives dans l'espace interstellaire

Un certain nombre de composés, susceptibles d'être présents dans le milieu interstellaire (par exemple, l'acide cyanique, l'isocynoacétylène, l'éthynol, l'éthynamine...) n'ont encore jamais pu être détectés au laboratoire en raison de leur trop grande réactivité dans les milieux chimiques conventionnels. Les conditions utilisées (phase gazeuse sous très faible pression, temps de réaction très courts) dans les réactions rétrodiéniques effectuées en thermolyse éclair et/ou les éliminations sur bases solides ont permis d'accéder à des molécules interstellaires déjà détectées (la méthanimine par exemple) ou à d'autres postulées comme telles (céténimine, éthénamine, propadiénamine, éthénol). Nous présentons ci-après les synthèses en laboratoire, ainsi que la cosmogénèse supposée de certaines de ces molécules, isomères métastables des espèces interstellaires importantes suivantes :

Acétaldéhyde

L'acétaldéhyde a été observé dans le milieu interstellaire avec une abondance de 10⁻⁶/H₂. Son mécanisme de formation n'étant pas élucidé, on ne peut dire s'il serait également susceptible de conduire à son énol tautomère, l'éthénol; mais, de toute façon, celui-ci

pourrait également provenir de l'ionisation de l'acétaldéhyde suivie d'une recombinaison dissociative [9] :



L'éthénol n'a toutefois pas encore été mis en évidence malgré les recherches basées sur son spectre de microondes (1976) et les prévisions théoriques concernant sa stabilité: bien que moins stable que l'acétaldéhyde (10-15 kcal/mole), son énergie d'activation, correspondant à une tautomérisation intramoléculaire, est très élevée (80 kcal/mole). Il a été préparé et étudié, soit en phase gazeuse, soit en solution (schéma 1). Sa cinétique de tautomérisation à 3 °C [$k = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ et $t_{1/2} = 8 \text{ min}$] montre sa très grande réactivité dans des milieux permettant des réactions intermoléculaires ou ioniques.

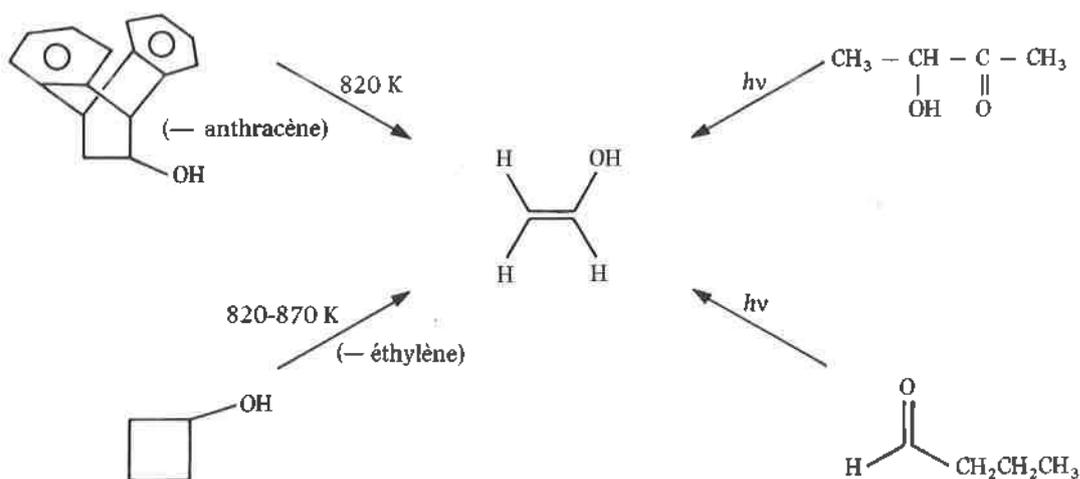
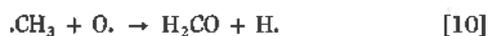


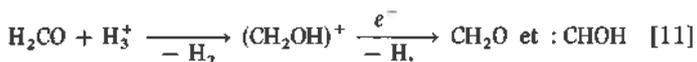
Schéma 1.

Formaldéhyde et thioformaldéhyde

Le formaldéhyde, molécule interstellaire abondante, serait produit par la réaction [10] :



Sa protonation, par H_3^+ par exemple, pourrait alors aussi conduire par recombinaison dissociative [11] à l'hydroxycarbène, qui n'a toutefois pas encore été détecté :



Détecté dès 1973 dans Sagittarius B2, le thioformaldéhyde a été engendré en phase gazeuse à partir de plusieurs précurseurs (schéma 2) et analysé, en particulier par spectrométrie de micro-ondes, seulement en 1982.

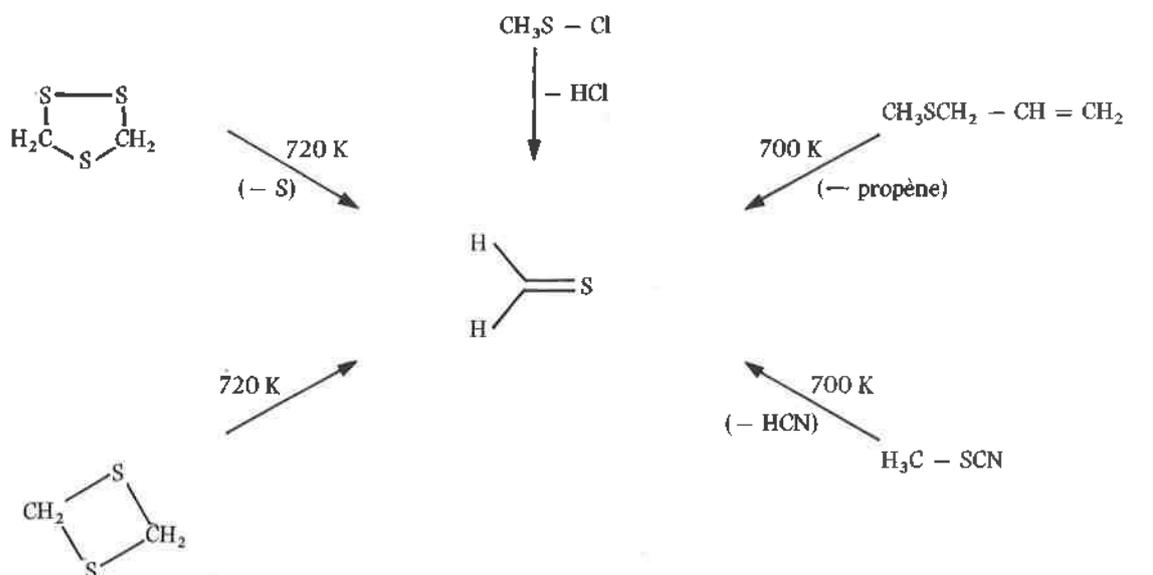


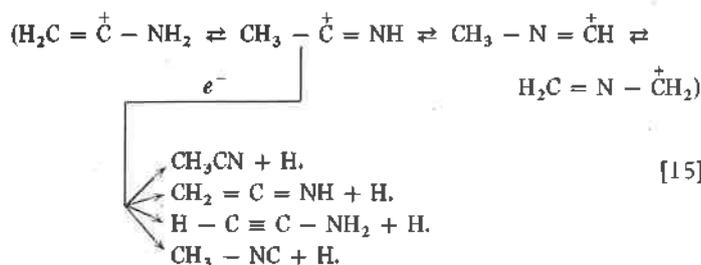
Schéma 2.

Acétonitrile et propionitrile

L'acétonitrile CH_3CN est une molécule interstellaire bien connue mais sa cosmogénèse reste incertaine. Les processus [12], [13] ou [14] peuvent être envisagés :



L'espèce protonée intermédiaire, qui pourrait atteindre un état proche de l'équilibre thermodynamique, est susceptible d'exister sous plusieurs formes isomères pouvant conduire, en dehors de l'acétonitrile, aux espèces métastables ci-dessous [15] :



Du coronène dans le gaz interstellaire

Des chercheurs appartenant au groupe de physique du solide de l'ENS (unité associée au CNRS) et au laboratoire de radioastronomie millimétrique de l'ENS (unité associée au CNRS) viennent de montrer, à partir de l'analyse en laboratoire de spectres infrarouges, l'existence dans le milieu interstellaire de très grosses molécules hydrocarbonées comportant plusieurs cycles aromatiques. Un élément représentatif de cette série étant le coronène (C₂₄H₁₂). (*Astron. Astrophys. Lett.*, 137, L5).

Dès 1973, on avait mis en évidence un ensemble de 5 bandes dans les spectres infrarouges de nombreux objets astronomiques sans pouvoir en expliquer l'origine.

Les chercheurs des deux équipes ont étudié les spectres infrarouges de molécules polyaromatiques, réalisés en laboratoire entre 2 et 12 µm, et ont trouvé des raies dues à l'émission caractéristique de ces molécules qui correspondent très bien aux raies observées en astronomie.

A partir de ces premiers résultats, ces chercheurs ont étudié une observation faite par IRAS. Ce satellite avait détecté des nuages baptisés « Cirrus », émettant à 100 µm, constitués de gaz et de grains de poussière. Si leur hypothèse était la bonne, une telle zone de poussière froide devait aussi contenir des molécules aromatiques polycycliques du type coronène. Ils ont donc demandé que les mesures enregistrées dans la bande de 12 µm soient étudiées. Le signal prédit vient d'être trouvé et cela constitue une surprise pour la communauté astronomique, car les modèles classiques de la poussière interstellaire ne prévoyaient aucune émission à cette longueur d'onde (à paraître dans *Astron. Astrophys.* de janvier).

Ainsi, il semble que le milieu interstellaire contienne ce type de molécules pré-graphitique, et ce en quantité non négligeable, puisqu'elles seraient parmi les plus abondantes après l'hydrogène et le monoxyde de carbone. Il est remarquable que ces molécules n'aient pas été découvertes en radioastronomie, alors que cette technique a permis de détecter de nombreuses espèces. Cela est dû à l'absence de signature caractéristique de leur émission dans le domaine radio. Le développement de nouvelles théories et de nouvelles techniques en astronomie, permettant de « découvrir » de nouveaux constituants, nous amènera peut-être à résoudre de la façon la plus simple le problème de la masse manquante dans l'Univers.

De nouvelles recherches sont en cours, d'une part pour détecter leur présence dans les atmosphères des étoiles carbonées, site favorable à la création de telles molécules, d'autre part en laboratoire pour examiner si les ions de ces molécules ne seraient pas à l'origine des 39 bandes qui sont observées depuis 1910 dans les spectres du milieu interstellaire dans le domaine des longueurs d'ondes du visible (de 0,4 à 0,8 µm) et qui n'ont jusqu'à présent pu être expliquées.

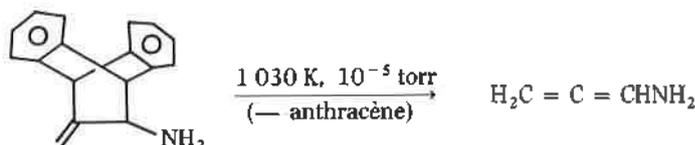
Les structures comportant un squelette CCN étant plus stables que leurs isomères CNC, il est probable que seules la cétanimine et l'éthynamine puissent être observées. L'isocyanométhane, bien connu au laboratoire, n'a, en effet, jamais été détecté malgré les nombreuses recherches dont il a fait l'objet.

La cétanimine, dont le spectre IR a été obtenu en matrice d'argon en 1979, a été synthétisée en laboratoire en 1983 par thermolyse d'imino-adduits de Diels-Alder (schéma 3). Une synthèse en

continu sur une seule ligne de vide, à partir de l'aminonorbornène, a été également mise au point. La possibilité d'obtenir le spectre de micro-ondes de cette imine, qui n'a pu être caractérisée en solution en raison de sa trop grande réactivité, est à l'étude.

Des voies d'accès à l'éthynamine par des techniques apparentées sont actuellement recherchées, l'obtention en laboratoire des spectres hertziens de ces isomères métastables de l'acétonitrile étant d'un intérêt capital pour permettre leur éventuelle détection cosmique.

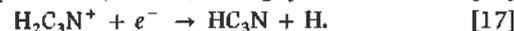
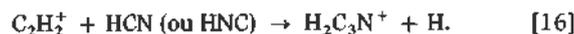
La propadiénamine, isomère allénique métastable de la molécule interstellaire propionitrile, a été de même synthétisée par réaction de rétro-Diels-Alder en thermolyse éclair :



Cyanoacétylène

Le cyanoacétylène est une molécule interstellaire particulièrement importante car elle est le premier terme d'une série de cyanopolyynes peu stables dont la présence cosmique curieuse a été détectée sans ambiguïté les composés HC₃N, HC₇N, HC₉N et HC₁₁N.

Sa cosmogénèse pourrait faire intervenir, entre autres, les réactions [16], [17], qui ne rendent toutefois pas compte de l'abondance observée :



Ici encore, on pourrait avoir un équilibre, du moins partiel, entre différentes formes de l'ion H₂C₃N⁺ qui conduiraient également à des isomères métastables du cyanoacétylène, parmi lesquels l'isocyanoacétylène H - C ≡ C - NC et l'iminocarbène : C = C = C = NH, quoique non encore détectés, sont considérés comme les plus probables.

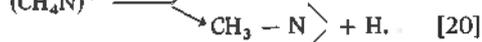
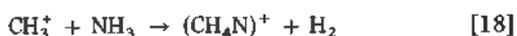
Cétène

La présence cosmique du cétène a été mise en évidence, bien que son abondance soit relativement faible, en 1977. La formation de liaisons C ≡ C semblant très favorisée par rapport à celle des doubles liaisons C = C, on peut penser que son isomère métastable acétylénique, l'éthynol H - C ≡ C - OH, pourrait également être présent dans l'espace interstellaire avec une abondance assez importante. Des essais d'obtention de ce composé ont donc été entrepris au laboratoire parallèlement à ceux axés sur l'éthynamine.

Méthanimine

La méthanimine CH₂ = NH, espèce elle-même très peu stable, a été détectée dans l'espace en 1973 et, en laboratoire, ses spectres de micro-ondes et photoélectronique ont été obtenus en 1977 et 1981. Synthétisée préparativement.

(Schéma 4, voies A, B et C), elle a pu être caractérisée par ses spectres IR et de RMN à basse température et par la formation de différents adduits; elle se polymérise totalement dès 180 K. Sa cosmogénèse n'est pas parfaitement claire; l'abondance cosmique de cette molécule, calculée à partir des schémas réactionnels probables [18], [19] faisant intervenir un ion iminium, ne correspond pas exactement à celle observée (10⁻¹¹ molécules/H₂).



Le méthylitrène, isomère métastable de la méthanimine qui pourrait éventuellement se former par recombinaison dissociative [20], n'a pas encore été détecté, ni dans le cosmos, ni au laboratoire.

Les isotopes dans le milieu interstellaire

Les premiers examens des abondances relatives des isotopes dans les molécules interstellaires de notre galaxie indiquent qu'ils se trouvent généralement en proportions voisines dans l'espace et sur la terre.

Le rapport D/H peut varier de façon considérable : dans les nuages diffus, ce rapport est de 10^{-5} alors que dans les nuages sombres plus froids, il peut être supérieur à 10^{-1} . Les abondances des isotopes C, O, S, Si sont mieux connues que celle du deutérium ; à la différence de ce dernier, elles varient peu du rapport isotopique dans le système solaire (tableau 5).

Tableau 5. Valeurs moyennes des rapports isotopiques.

Isotopes	Rapports observés	
	Système solaire	Galaxie
$^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$	89	30-60
$^{17}\text{O}/^{18}\text{O}$	0,19	0,2-0,3
$^{33}\text{S}/^{34}\text{S}$	0,18	0,2
$^{28}\text{Si}/^{30}\text{Si}$	30	31 ± 8
$^{29}\text{Si}/^{30}\text{Si}$	1,52	$1,2 \pm 0,5$

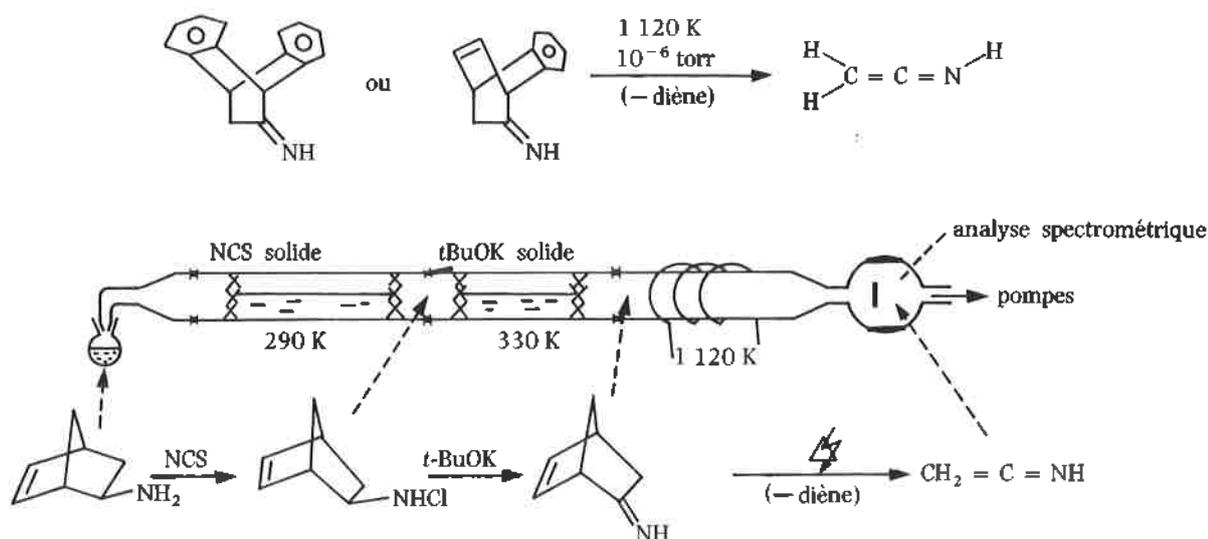


Schéma 3.

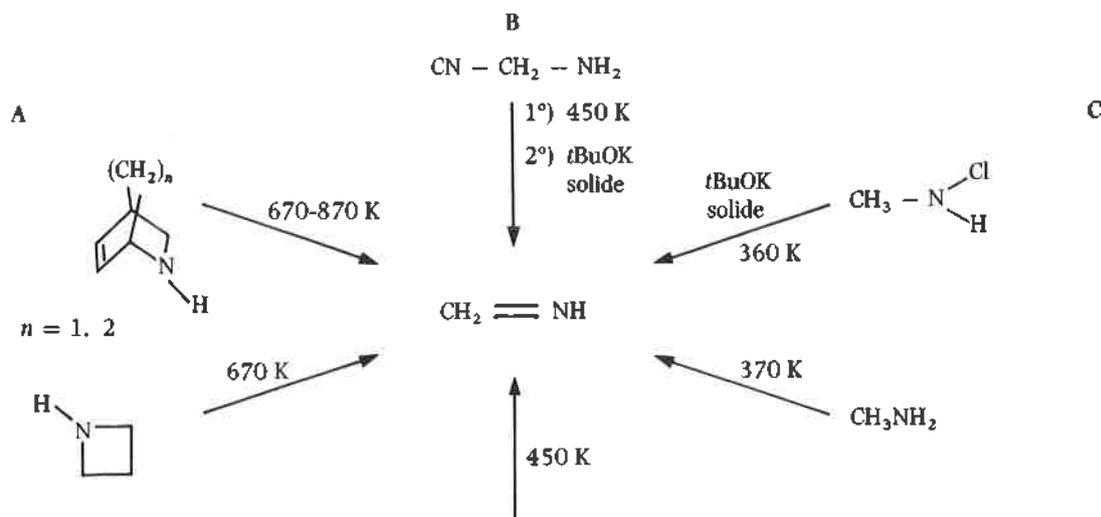


Schéma 4.

Des molécules extragalactiques substituées par des isotopes, telles que ^{13}CO , ont été également mises en évidence.

Bibliographie

Il n'est pas possible de citer dans ce bref article les travaux extrêmement nombreux consacrés aux différents aspects de la chimie dans le milieu interstellaire. Le lecteur pourra en trouver une synthèse beaucoup plus approfondie dans quelques revues (1-6) et un livre (7) récents. Le point important de la cosmogénèse des isomères métastables, sur lequel notre intérêt pour les molécules réactives nous a conduit à insister ici, a également fait l'objet d'une revue plus détaillée (8). Depuis la parution de ces articles, la détection de la plus complexe des molécules cosmiques connues jusqu'ici, le cyanodécapentayne HC_{11}N , a été publiée (9). Il convient aussi d'ajouter la détection récente de la première molécule cyclique (10). Nous ne citerons pas toutes les références concernant la synthèse et l'étude en laboratoire de molécules d'intérêt astrophysique. On se reportera à un article récent (11) pour les techniques plus spécialement utilisées dans nos deux laboratoires (thermolyse éclair, réaction phase gaz/phase solide). Dans les publications suivantes, on trouvera enfin les détails expérimentaux et les références aux travaux antérieurs concernant les principales molécules métastables dont il a été fait mention ici : éthénol (12), thioformaldéhyde (13), céténimine (14), propadiénamine (15) et méthanimine (16).

- (1) C. B. Cosmovici, *Ricerche Astronomiche*, 1979, 9, 439.
- (2) A. P. C. Mann et D. A. Williams, *Nature*, 1980, 283, 721.
- (3) B. E. Turner, *J. Mol. Evol.*, 1980, 15, 79.
- (4) S. Green, *Ann. Rev. Phys. Chem.*, 1981, 32, 103.
- (5) H. W. Kroto, *Chem. Soc. Rev.*, 1982, 11, 435.
- (6) M. Winnewisser, *Chemie in unserer Zeit*, 1984, 18, 1 et 55.
- (7) W. W. Duley et D. A. Williams, « *Interstellar Chemistry* », Academic Press, New York, 1984.
- (8) S. Green et E. Herbst, *Astrophys. J.*, 1979, 229, 121.
- (9) M. B. Bell, P. A. Feldman, S. Kwok et H. E. Matthews, *Nature*, 1982, 295, 389.
- (10) D. L. Michalopoulos, M. E. Geusic, P. R. R. Langridge-Smith et R. E. Smalley, *J. Chem. Phys.*, 1984, 80, 3556.
- (11) J. L. Ripoll et J. M. Denis, *Le Courrier du CNRS, Images de la Chimie*, 1982, p. 14.
- (12) J. L. Ripoll, *Nouv. J. Chim.*, 1979, 3, 195.
- (13) H. Bock, T. Hirabayashi et S. Mohmand, *Chem. Ber.*, 1982, 115, 492.
- (14) J. C. Guillemin, J. M. Denis, M. C. Lasne et J. L. Ripoll, *J. Chem. Soc. Chem. Commun*, 1983, p. 238.
- (15) A. Hakiki, J. L. Ripoll et A. Thuillier, *Tetrahedron Lett.*, 1984, 25, 3459.
- (16) B. Braillon, M. C. Lasne, J. L. Ripoll et J. M. Denis, *Nouv. J. Chim.*, 1982, 6, 121.

Les agents de la sensibilité des plantes à la lumière *

Harry Smith

Les végétaux utilisent des mécanismes complexes et délicats pour reconnaître les caractéristiques de la lumière qu'ils reçoivent et être ainsi renseignés sur son intensité, sa direction, le moment et la durée de sa présence, et même sa couleur. Nous commençons à comprendre comment ils utilisent cette information pour s'adapter aux changements qui se produisent dans leur environnement.

A l'inverse de la plupart des animaux, les plantes ne peuvent échapper aux vicissitudes de l'habitat, du climat et de la saison. Les animaux peuvent émigrer vers des régions aux cieux plus cléments ou tout au moins s'abriter contre les intempéries. La plante, elle, fait partie intégrante de son environnement; elle est modifiée par lui et, à son tour, le modifie. Pour subsister, elle doit mettre en jeu des mécanismes extrêmement sensibles qui détectent les changements les plus imperceptibles qui se produisent dans cet environnement et ensuite utiliser l'information ainsi recueillie pour diriger son métabolisme et son développement dans le sens adéquat.

Parmi tous ces mécanismes de perception de l'environnement, aucun n'a atteint un plus haut degré de raffinement que celui qui permet à la plante de réagir à la lumière. En évaluant les divers aspects de la lumière qu'elle reçoit, la plante est capable de connaître la profondeur à laquelle elle se trouve dans le sol (ou dans l'eau, s'il s'agit d'une plante aquatique), la longueur relative du jour et de la nuit, la direction exacte de la lumière incidente et la quantité d'ombre que lui fournissent les autres végétaux.

Grâce à cette information, la plante est en mesure de déterminer au mieux l'époque de sa germination, de sa floraison et de la dormance de ses bourgeons, de placer ses feuilles dans la position qui facilitera au maximum la photosynthèse, et de limiter les effets défavorables de l'ombre, soit en se soustrayant autant que possible à l'ombre que lui font les autres plantes, soit en apprenant à réaliser une photosynthèse efficace dans une situation ombragée.

Les mécanismes de perception de la lumière ont comme moteurs deux substances hautement spécialisées, appelées photorécepteurs, qui sont présentes en quantités infimes dans presque toutes les cellules des végétaux supérieurs. Ces photorécepteurs sont des molécules qui absorbent la lumière visible et assument alors une forme dite « active » sous laquelle elles deviennent capables de participer à des réactions nouvelles.

Le photorécepteur le mieux connu des végétaux verts est la chlorophylle, qui est l'agent du processus de captage de l'énergie mis en œuvre dans la photosynthèse. Mais les deux photorécepteurs qui « sentent » la lumière sont d'un type complètement différent et n'ont absolument rien à voir avec la photosynthèse.

Il s'agit du cryptochrome et du phytochrome, qui possèdent chacun des propriétés bien distinctes. Le cryptochrome est une protéine qui absorbe la lumière dans la région du spectre comprenant le bleu et l'ultraviolet proche et qui n'est pas affectée du tout par le vert, le jaune, l'orangé, le rouge et l'infrarouge. Il semble avoir pour rôle de faire savoir aux plantes en quelle quantité la lumière est présente. On a constaté, en étudiant certains champignons microscopiques qui contiennent du cryptochrome, que ce photorécepteur est capable de détecter et de distinguer des niveaux de lumière sur une échelle de neuf ordres de grandeur (soit dans un rapport allant de l'unité au milliardième). Une pareille sensibilité fait du cryptochrome l'outil idéal pour donner à la plante l'information qu'elle requiert sur la direction du faisceau incident: c'est de l'action du cryptochrome que dépend la courbure phototropique, c'est-à-dire le fait pour la plante de se courber vers la lumière incidente de manière à placer ses divers organes de la manière la plus avantageuse.

Le phototropisme, cette tendance du végétal à se tourner vers la lumière ou au contraire à se détourner d'elle, repose sur la faculté qu'a la plante d'évaluer un gradient de luminosité au travers d'un organe éclairé principalement sur un côté. Chez certains champignons microscopiques, le cryptochrome détecte ce gradient au travers d'un filament sporifère n'ayant pas plus de 0,1 mm d'épaisseur et presque transparent. Cette sensibilité remarquable est probablement due au fait que le filament se comporte comme une lentille cylindrique qui fait converger le faisceau lumineux sur le côté « ombragé ». Chez les végétaux supérieurs, pluricellulaires, les choses se passent d'une manière encore plus étonnante: des travaux de recherche effectués récemment aux États-Unis ont révélé que la tige pluricellulaire agit à la façon d'un faisceau de fibres optiques, et les chercheurs ont pu enregistrer un transfert cohérent de lumière sur des distances pouvant atteindre 20 mm.

Alignements de cellules

Si l'on fait pousser du maïs dans l'obscurité et que l'on éclaire l'extrémité de la tige d'un côté seulement, on constate que, dans cette extrémité, des rangées de cellules disposées radialement font converger la lumière sur le côté « obscur » par réflexion interne. Des rangées longitudinales de cellules, agissant à la manière des fibres optiques aujourd'hui utilisées dans les télécommunications,

transportent cette lumière concentrée le long du côté ombragé. Cette découverte toute récente obligera sans doute à une révision de la théorie classique du phototropisme, selon laquelle, si le gradient de lumière est bien évalué à l'extrémité, ce qui est ensuite transporté asymétriquement vers le bas de la tige est un messager chimique qui fait que la plante croît inégalement sur ses deux faces et se courbe vers la lumière.

Nous voyons donc de quelle extraordinaire sensibilité à la quantité de lumière le cryptochrome est doté. Dans la nature, la quantité de lumière à laquelle la plante est soumise varie bien entendu continuellement, mais on n'a fait jusqu'ici que très peu de recherches pour connaître son importance écologique et physiologique. On ignore encore, par exemple, si la plante utilise son cryptochrome pour détecter l'ombre que lui font les autres plantes, pour sentir le passage de l'obscurité à la lumière et inversement à l'aube et au crépuscule, ou pour savoir à quelle profondeur elle se trouve sous la surface du sol ou de l'eau. Au contraire, des recherches de ce genre ont été entreprises pour le phytochrome et il est déjà possible de décrire un comportement fondamental qui a une grande importance sur le plan écologique.

Le phytochrome paraît complémentaire du cryptochrome, tant par ses propriétés que par ses fonctions. Il s'agit ici encore d'une protéine, mais qui absorbe cette fois les rayonnements appartenant aux régions du rouge et de l'infrarouge proche. Le phytochrome est unique en ce sens qu'il est doté de photochromisme, c'est-à-dire qu'il peut modifier de manière réversible ses propriétés d'absorption de la lumière suivant le type de rayonnement qui le frappe. Il se présente sous deux formes qui peuvent passer de l'une à l'autre, désignées par les abréviations Pr et Pre (fig. 1). Le Pr a les plus fortes capacités d'absorption dans le rouge (R), aux longueurs

d'onde avoisinant 660 nm (nanomètres), alors que le Pre absorbe le mieux les rayonnements dont la longueur d'onde se situe aux alentours de 730 nm, aux abords de l'infrarouge proche, dans la région que les physiologistes appellent le rouge extrême (Re). Les deux formes se transforment l'une dans l'autre sous l'action de la lumière, selon le schéma de la figure 2.

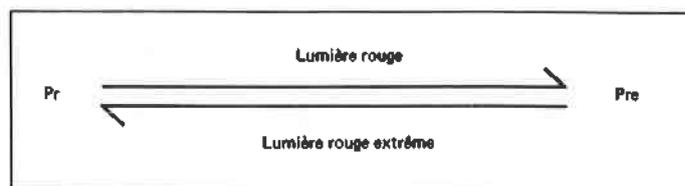


Figure 2. Photoconvertibilité des deux formes de phytochrome, Pr et Pre, sous l'influence de la lumière incidente appartenant aux régions rouge et rouge extrême du spectre.

Distribution dans le spectre

L'action du phytochrome est dictée par les proportions relatives de Pr et de Pre découlant de la nature de la lumière incidente. Une lumière qui renferme une grande quantité de rouge par rapport au rouge extrême produit une forte proportion de Pre; au contraire, une lumière dans laquelle la quantité de rouge extrême est relativement importante entraîne la production de beaucoup moins de Pre et de plus de Pr : il s'établit donc un équilibre naturel (les

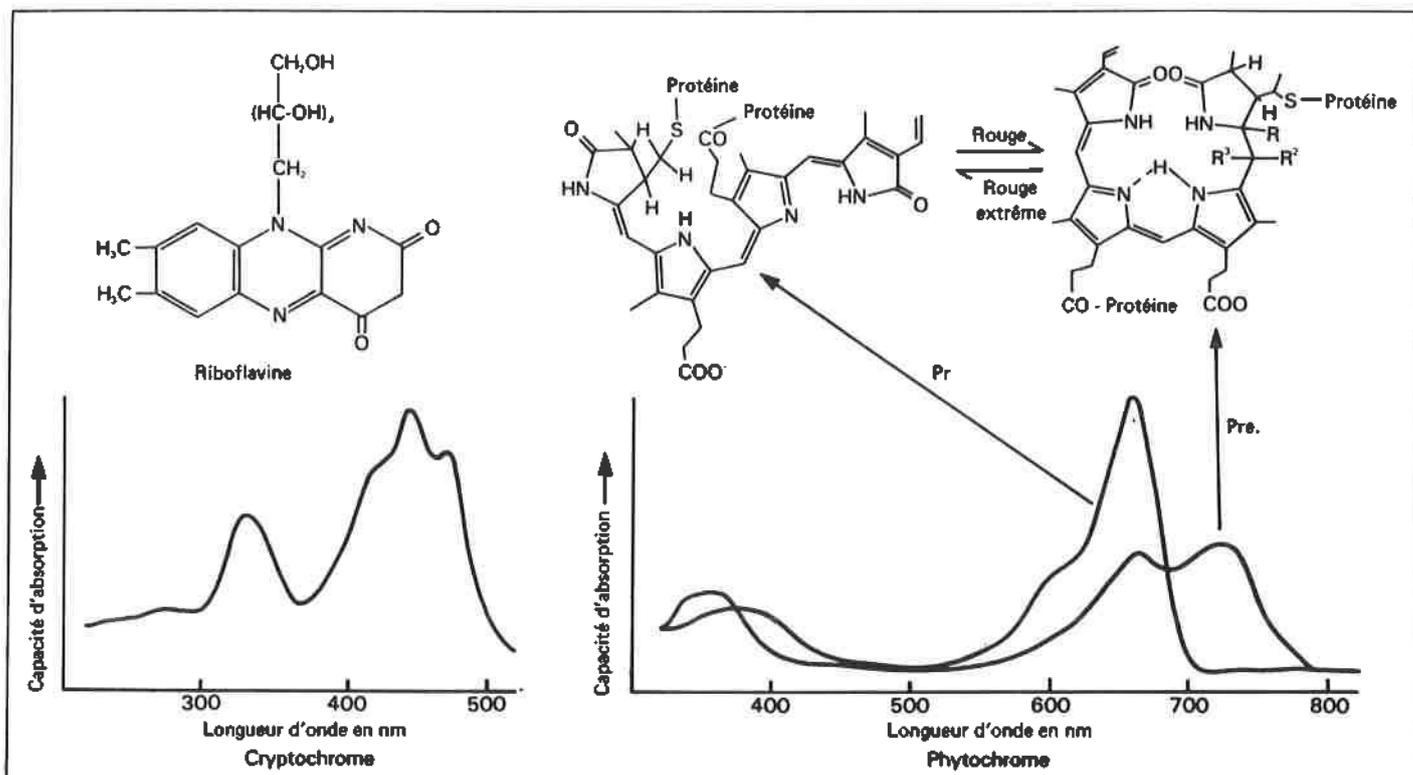


Figure 1. Graphiques de l'absorption de la lumière aux diverses longueurs d'onde (à gauche) par le cryptochrome et (à droite) par les deux formes de phytochrome. (Le cryptochrome n'a pas encore été isolé, mais son spectre d'absorption est très semblable à celui de la riboflavine, dont la formule développée est présentée ici en regard de celle des deux phytochromes.) Le cryptochrome absorbe avec le plus d'efficacité les rayonnements allant du bleu à l'ultraviolet proche; pour le phytochrome, l'absorption est la plus forte dans le rouge et l'infrarouge proche.

proportions de Pr et de Pre au point d'équilibre sont habituellement exprimées sous la forme d'une fraction, Pr/P_{total} , où P_{total} est la somme de Pr et de Pre). Le raffinement dont le phytochrome fait preuve dans son mode de fonctionnement réside dans le fait que le rapport Pr/P_{total} qui résulte de l'action de la lumière incidente est déterminé exclusivement par la proportion de rouge et de rouge extrême de cette lumière et ne dépend presque aucunement de la qualité totale de lumière. A l'intérieur de limites très larges, changer la quantité totale de lumière tout en maintenant constante sa distribution au travers du spectre ne modifie que la vitesse des photoconversions qui se produisent de Pr à Pre et *vice versa* mais ne fait pas varier le rapport Pr/P_{total} au point d'équilibre. Ainsi donc, tandis que le cryptochrome mesure la quantité de lumière, le phytochrome mesure la distribution spectrale de la lumière dans le rouge et le rouge extrême, quelle que soit la quantité de lumière totale. Le phytochrome est donc un détecteur de couleur qui est compensé contre les variations de la quantité totale de lumière.

Nous sommes ainsi amenés à nous demander quel usage la plante fait de l'indication du rapport R/Re entre le rouge et le rouge extrême dans la lumière incidente. Bien que nos yeux ne le voient pas, parce que le pigment dont ils sont munis n'absorbe pas les longueurs d'onde considérées, le rayonnement rouge extrême est abondant dans le spectre de la lumière solaire. En fait, les quantités de rouge et de rouge extrême sont à peu près égales, et le rapport R/Re est remarquablement constant et se situe aux environs de 1,15. Ce rapport est très peu affecté par la nébulosité, tant que le soleil est à 10 degrés au moins au-dessus de l'horizon; en revanche, il change considérablement sous l'action de trois des facteurs qui caractérisent l'environnement d'une plante.

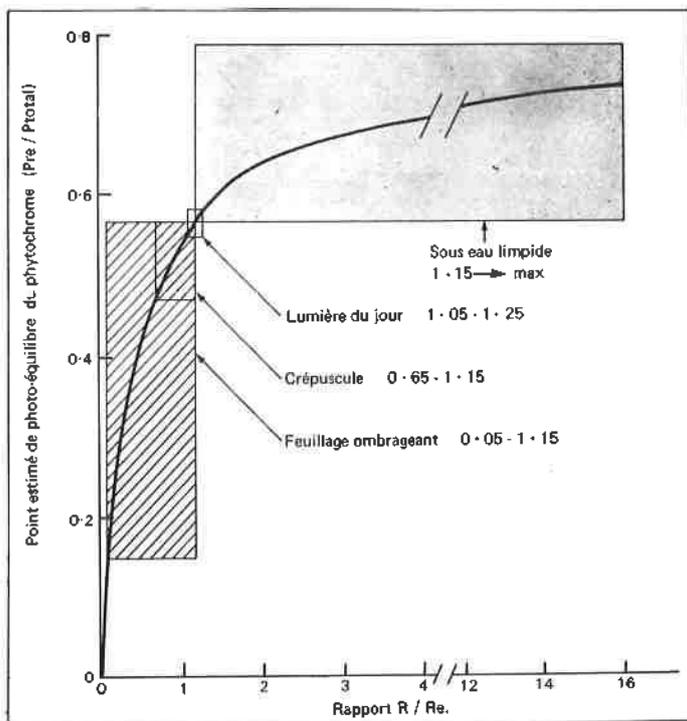


Figure 3. Ce graphique du photo-équilibre en fonction du rapport R/Re révèle la sensibilité remarquable du phytochrome comme photorécepteur. Les rapports R/Re supérieurs à 2 ont peu d'effet sur le rapport Pr/P_{total} , alors que pour l'intervalle compris entre 0 et 1, le rapport Pr/P_{total} est très sensible à des variations faibles de R/Re. Ce résultat donne à penser que le phytochrome doit pouvoir jouer le rôle de fin détecteur d'ombre et peut-être aussi de détecteur d'aube et de crépuscule.

Tout d'abord, lorsque le Soleil descend vers l'horizon au crépuscule la réfraction du faisceau lumineux par l'atmosphère terrestre abaisse considérablement ce rapport, qui peut ne plus valoir que de 0,7 à 0,8. (Naturellement, des changements identiques, mais en sens opposé, se produisent à l'aube, mais il semble toujours plus facile de faire ce genre de mesures au coucher du Soleil qu'à son lever). Ces modifications journalières sont une source potentielle de renseignements pour la plante, qui peut l'avertir par exemple de l'approche de l'hiver.

Ensuite, le rapport est très différent sous l'eau, qui a un fort pouvoir d'absorption dans le rouge extrême, mais est presque transparente aux rayonnements dans le rouge. De sorte que ce rapport augmente rapidement à mesure que croît la profondeur de l'eau. En percevant ce rapport, la plante aquatique « sait » à quelle distance elle se trouve de la surface. Il est vrai que les eaux naturelles sont rarement totalement limpides et que l'effet de filtrage dû à des matières en suspension ou dissoutes complique fortement les choses; mais la détection de la profondeur n'est peut-être pas la fonction essentielle du phytochrome, comme nous allons le voir par la suite.

Le troisième facteur, extrêmement important, est l'ombre fournie par les autres plantes. Sous un couvert végétal, la lumière n'est pas du tout la même que la lumière du jour normale; elle existe en quantité beaucoup plus faible, et sa distribution spectrale est complètement différente. Comme les feuilles contiennent des quantités de chlorophylle que nous pouvons qualifier d'énormes, elles absorbent presque toute la lumière rouge qu'elles reçoivent. Mais la chlorophylle n'absorbe pas le rouge extrême, si bien que la lumière qui appartient à cette région du spectre, tout en étant diffusée par le feuillage, traverse celui-ci de part en part. Il en résulte que le rapport R/Re peut descendre à 0,1 ou moins encore sous une couverture de végétation. Ce rapport est donc un excellent indicateur de la quantité d'ombre fournie par la végétation. Grâce à son mécanisme de détection, la plante peut donc « savoir » à quel point elle est ombragée par d'autres plantes et même à quel point ses différentes parties s'ombragent entre elles, et elle est capable de faire la distinction entre l'ombre fournie par les végétaux et l'ombre portée par d'autres objets tels que troncs d'arbres, rochers, montagnes ou constructions dues à la main de l'homme, dont aucun ne modifie la distribution spectrale de la lumière.

Sensibilité extrême

La sensibilité du phytochrome aux variations du rapport R/Re apparaît nettement à l'examen du graphique de la figure 3, où la valeur du rapport Pr/P_{total} suscitée par le rayonnement incident est représentée en fonction du rapport R/Re. La relation est asymptotique, la courbe s'élevant presque à la verticale à partir de l'origine pour se rapprocher ensuite de plus en plus de l'horizontale. Cela veut dire que les changements subis par le rapport R/Re au-delà de la valeur 2 ont peu d'effet sur le rapport Pr/P_{total} mais qu'au contraire, dans la gamme des R/Re compris entre 0 et 1, le rapport Pr/P_{total} est très sensible à des variations minimes de R/Re. Il semble donc peu probable que le phytochrome puisse être très efficace en tant que détecteur de la profondeur sous l'eau, mais il doit certainement être très sensible en tant que détecteur d'ombre. Qu'il puisse servir de détecteur d'aube ou de crépuscule demeure une question en suspens.

L'utilité du phytochrome comme détecteur d'ombre a été bien établie au cours de ces dernières années. Des plantes de plaine lumineuse, cultivées dans des cases de simulation sous des quantités de rayonnements encourageant la photosynthèse de manière égale mais ayant des rapports R/Re distincts, manifestent d'énormes différences dans l'allongement de leur tige. La représentation graphique de leur allongement en fonction du rapport Pr/P_{total} fait apparaître une relation linéaire, les vitesses d'allongement étant élevées pour les valeurs faibles de Pr/P_{total} (fig. 4). Il en est exactement de même dans la nature pour les espèces ennemies de l'ombre; quand elles sont ombragées ou, autrement dit, quand elles sont soumises à un éclairage où le rapport R/Re est faible, elles

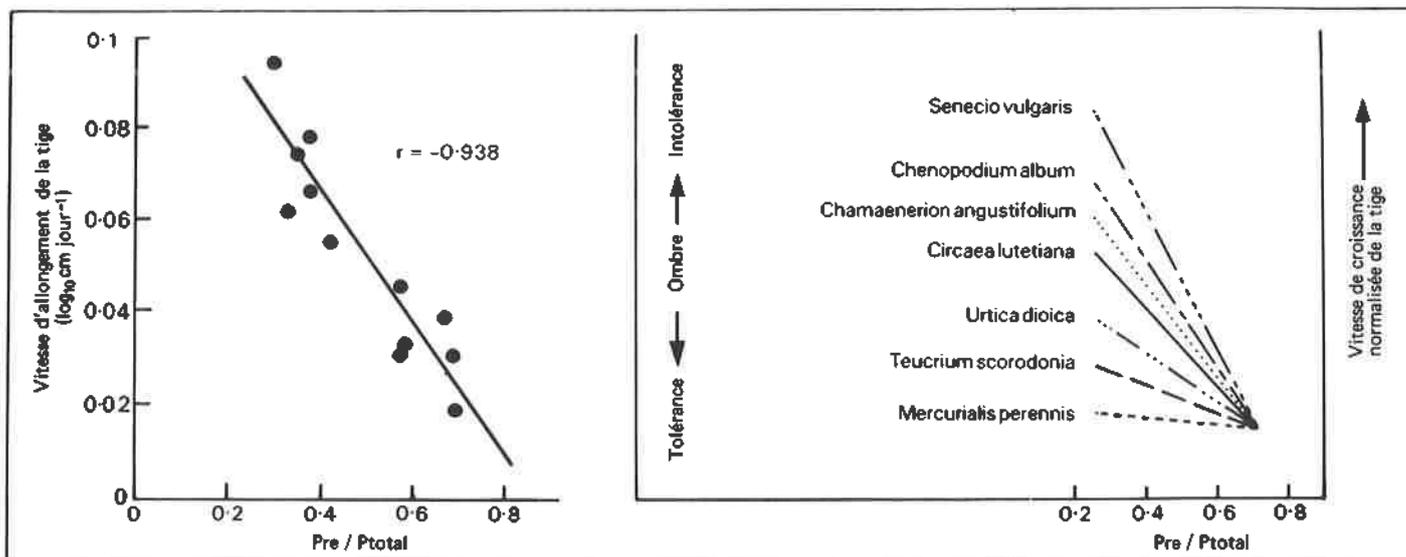


Figure 4. A gauche : allongement des plantes ennemies de l'ombre, cultivées dans des cases de simulation sous des quantités de rayonnements égaux du point de vue de leur effet sur la photosynthèse mais de rapports R/Re différents : la relation entre cet allongement et le rapport Pre/Ptotal est linéaire, exactement comme dans la nature (à droite). Lorsque le rapport R/Re est faible, ces plantes accélèrent la croissance de leur tige au détriment de celle des feuilles, mais dès que les feuilles émergent de la couverture végétale qui leur faisait de l'ombre, le rapport R/Re devient élevé et l'allongement de la tige se ralentit tandis que la croissance des feuilles s'accélère. Les espèces qui tolèrent l'ombre, au contraire, tout en percevant aussi le changement qui se produit dans leur environnement, n'y réagissent pas ou presque pas.

font de longues tiges au détriment du développement des feuilles. Cet allongement se poursuit jusqu'à ce que les jeunes feuilles se trouvent à découvert du feuillage qui leur faisait de l'ombre; là, elles reçoivent une lumière à fort rapport R/Re : la croissance de la tige se ralentit et la superficie des feuilles s'accroît. En revanche, les espèces qui tolèrent l'ombre ressentent le changement qui se produit dans l'environnement, mais n'y réagissent pas ou presque pas.

Les modifications du rythme de l'allongement provoqué chez les plantes ennemies de l'ombre par les changements du rapport R/Re sont extrêmement rapides : dans les dix à quinze minutes qui suivent l'addition d'une lumière riche en rouge extrême à la lumière blanche dans laquelle pousse un pied de moutarde, la plante réagit à cette réduction du rapport Pre/Ptotal, en allongeant sa tige cinq fois plus vite. On peut tout aussi rapidement mettre fin à cette accélération de l'allongement en accroissant le rapport Pre/Ptotal, soit en enlevant la source du rouge extrême supplémentaire, soit en ajoutant de la lumière rouge (fig. 5). Cette expérience prouve de manière concluante que c'est le phytochrome qui provoque la réaction de la plante aux changements du rapport R/Re.

Mécanismes moléculaires

La recherche se concentre maintenant sur les mécanismes moléculaires par lesquels agissent le cryptochrome et le phytochrome. Il apparaît clairement que, si les plantes ne « voient » pas au sens qu'a ce mot dans le règne animal où il signifie la perception des images, elles sont du moins capables de détecter des changements très subtils de leur environnement par le moyen de

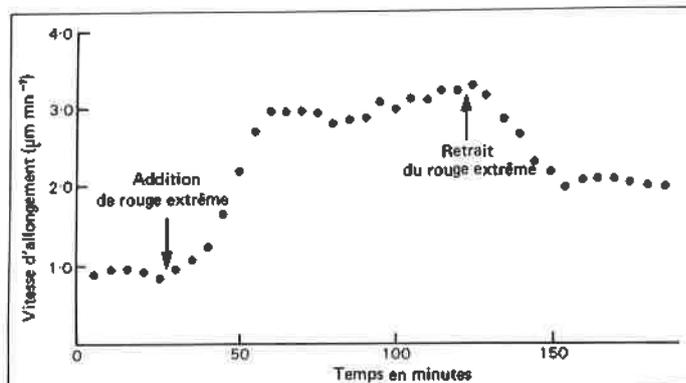


Figure 5. Variations brutales de la vitesse d'allongement d'un plant de moutarde dans les minutes qui suivent l'addition de lumière rouge extrême à la lumière blanche sous laquelle il pousse (ce qui abaisse le rapport Pre/Ptotal) puis le retrait de cette lumière rouge extrême supplémentaire.

mécanismes qui sont tout aussi sensibles que l'œil de l'animal ou de l'homme. Et elles peuvent ainsi agir en permanence sur leur métabolisme et sur leur développement de manière à s'assurer les meilleures chances de survie dans un environnement qui se modifie constamment.

N. Wiedenhof
J.M. Waalwijk

Les matériaux pour les mémoires optiques

Les techniques optiques pour le stockage de l'information présentent de nombreux avantages par rapport aux techniques classiques d'enregistrement magnétique. Des études sont en cours dans les laboratoires de recherches Philips sur les alliages tellure-sélénium, les composés organiques et les matériaux optomagnétiques susceptibles de fonctionner comme mémoire optique. Suivant le type de matériau, on pourra enregistrer sous forme numérique des données tant vidéo qu'audio ou alphanumériques. Les avantages de ce procédé sont un accès rapide à l'information et une très grande capacité de stockage. Il apparaît que les applications de l'enregistrement optique sont très variées, et il sera ainsi notamment possible de répondre aux besoins spécifiques de nouvelles catégories d'utilisateurs.

Grâce aux travaux de recherche fondamentale sur les oxydes métalliques, on produit depuis de nombreuses années des bandes magnétiques pour des applications variées, allant du stockage de quantités importantes de données alphanumériques à l'enregistrement audio et vidéo. Néanmoins, avec le développement des techniques de stockage et les exigences de plus en plus spécifiques des utilisateurs, cette méthode d'enregistrement se révèle passablement insuffisante dans un certain nombre de cas.

La capacité mémoire est limitée et, suite aux phénomènes de démagnétisation, la fiabilité dans le temps est également limitée. Or, dans un certain nombre de cas, prescrits par la loi, la durée de conservation des données doit être longue. On est alors contraint, pour plus de sûreté, de recopier périodiquement l'information. Un autre désavantage de la bande magnétique est le temps relativement long d'accès à un document précis.

Les principaux avantages des techniques optiques en cours de développement sont la grande capacité de stockage et l'accès plus rapide à l'information.

Un système d'enregistrement opto-électronique est constitué d'un disque de la taille d'un microsillon, revêtu d'une couche sensible, dans laquelle un faisceau laser crée des micro-alvéoles. Il se produit, pendant la phase de lecture par laser, un effet physique qui dépend du matériau et grâce auquel l'information devient disponible sous forme codée. Suivant la nature du matériau, il est possible d'enregistrer, soit uniquement des données numériques (alphanumériques et audio), soit des informations vidéo. Cela dépend du rapport signal/bruit, la vidéo étant bien plus exigeante à cet égard en raison du grand nombre de niveaux de gris. Ce problème ne se pose naturellement pas pour les données numériques. Selon la nature du matériau, on a en plus une possibilité d'effaçage ou non.

Les possibilités exceptionnelles de l'enregistrement optique ont conduit à rechercher activement quels matériaux étaient valables pour l'enregistrement à l'aide d'un faisceau laser. Trois catégories de matériaux paraissent actuellement prometteuses : les alliages tellure-sélénium, les composés organiques et les matériaux optomagnétiques. L'étude des deux derniers groupes n'a pratiquement pas encore dépassé l'étape de recherche, les alliages de

tellure étant mieux connus et déjà utilisés, notamment dans le disque optique numérique du système Mégadoc récemment lancé par Philips.

Les appareils d'enregistrement et de lecture présentent des caractéristiques communes, quel que soit le support choisi pour l'enregistrement. En particulier, ils sont conçus pour fonctionner avec une diode laser infrarouge (environ 800 nm). Le rayonnement de cette diode crée une modification physique du matériau (formation d'un trou ou modification de l'état de l'alliage tellure-sélénium, formation d'une alvéole dans un composé organique ou modification de l'orientation magnétique dans une certaine zone d'un matériau optomagnétique). Toutes ces zones ont un diamètre d'environ un micron, comme le montrent les photographies. La puissance du laser nécessaire pour l'enregistrement est d'environ 10 mW (impulsions de 50 ns). La puissance nécessaire à la lecture est d'environ 0,5 mW pour tous les matériaux.

Alliages tellure-sélénium

Il s'agit d'un alliage polycristallin de tellure-sélénium, auquel ont été ajoutés d'autres éléments en petites quantités, tels que l'arsenic, ce qui permet de mieux maîtriser le point de fusion et la stabilité du matériau. On dépose sur un substrat une couche

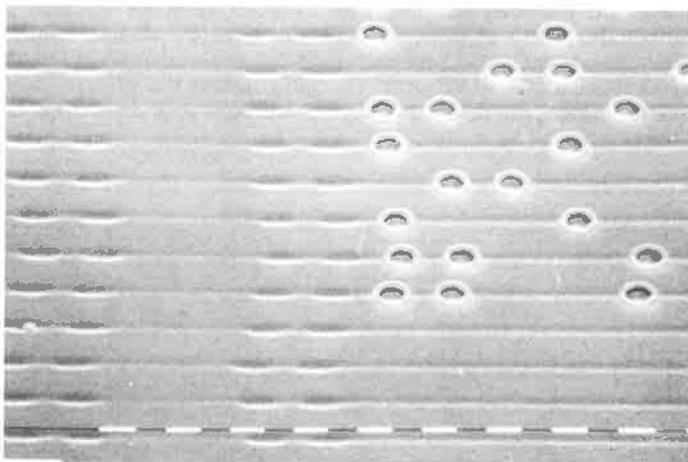


Figure 1. Surface d'un disque pour stockage d'information numérique à base d'un alliage tellure-sélénium.

Les traits horizontaux sont les sillons pré-imprimés sur lesquels l'information numérique a été enregistrée sous forme de trous d'un diamètre d'un micron environ. Les élargissements locaux des sillons pré-imprimés constituent l'adresse permettant de retrouver rapidement l'information.

mince de cet alliage, puis, à l'aide d'un faisceau laser très étroit, on provoque sa fusion locale de manière à former des trous d'une profondeur correspondant à l'épaisseur de la couche. Lors de la lecture, par un faisceau laser moins intense, la présence ou l'absence de trous donne naissance à des différences de réflexion de la lumière. Ces différences de réflexion représentent l'information sous forme codée.

Les tests de durée de vie ont montré qu'on peut garantir le stockage de l'information pendant au moins 10 ans, sans conditions particulières. Dans une salle climatisée, la durée de conservation du disque est encore beaucoup plus longue.

Le disque à alliage de tellure-sélénium permet d'obtenir un si bon rapport signal/bruit qu'il constitue un excellent support mémoire tant de données numériques (alphanumériques ou radio) que vidéo. Le disque optique numérique (DON) est réalisé avec cette technologie.

L'alliage de tellure rend également possible l'effaçage de l'information, puis l'inscription de nouvelles données. Par l'adaptation du niveau de sortie du faisceau laser (par rapport au niveau nécessaire pour le « disque à trous »), on provoque la fusion locale du matériau polycristallin, mais sans qu'il y ait formation d'alvéoles au niveau du substrat. A la fin de l'impulsion laser, les zones fondues se refroidissent si rapidement qu'elles se solidifient dans une phase amorphe, métastable. Lors de la lecture, la lumière est réfléchi par ces minuscules zones amorphes différemment que par l'environnement cristallin. L'effacement est produit par un faisceau laser de niveau énergétique suffisant pour retransformer les zones amorphes dans leur phase cristalline.

Ce matériau pour enregistrements effaçables en est encore à la phase de transition entre la recherche et le développement.

Les composés organiques

Il existe des colorants organiques qui, même en couches très minces, absorbent beaucoup de lumière et ont un grand pouvoir réfléchissant. Ces couches minces de composés organiques paraissent être une alternative valable aux alliages de tellure-sélénium. L'effet mémoire s'obtient en provoquant localement la fusion du matériau à l'aide d'un faisceau laser, de manière à former des micro-alvéoles. La différence avec les alliages tellure-sélénium est qu'ici, la profondeur de ces micro-alvéoles n'atteint généralement pas le substrat. La configuration des alvéoles crée des différences de réflexion qui sont utilisées pour la lecture de l'information.

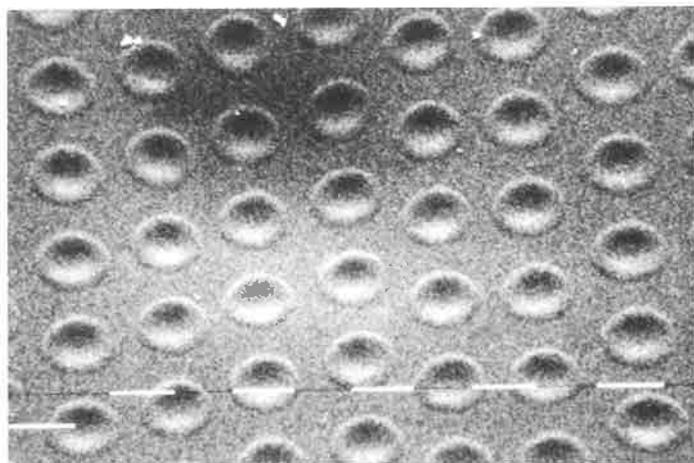


Figure 2. Micro-alvéoles dans la surface d'un disque de stockage d'information à base de colorants organiques.

Le processus de fusion est irréversible, de sorte que l'on ne peut enregistrer qu'une seule fois sur le disque. En ce qui concerne la durée de vie, il a été établi que ces composés organiques sont aussi stables que l'alliage de tellure-sélénium. C'est pourquoi un effort de recherche important a été consacré à la résistance du matériau à la lumière. Le dépôt du composé organique sur le disque par centrifugation (« spin-coating ») est intéressant par sa simplicité.

La bonne valeur du rapport signal/bruit obtenue expérimentalement permet l'enregistrement d'informations aussi bien numériques que vidéo.

Matériaux opto-magnétiques

Les composés gadolinium-fer-cobalt magnétiques amorphes sont connus depuis relativement longtemps. Il est possible à l'aide d'un faisceau laser de chauffer localement le matériau, d'inverser la polarisation magnétique des petites zones ainsi créées et de les lire dans cet état. On peut ainsi par cette technique inscrire sur une couche aimantée une configuration de zones à polarisation magnétique inverse. Cette configuration peut ensuite être lue à l'aide d'un faisceau laser polarisé. Par l'effet Kerr, la direction de polarisation de la lumière réfléchi tourne légèrement par rapport à la direction de la lumière incidente (le sens de ce déplacement angulaire dépend de la direction d'aimantation). Cela permet de distinguer les zones modifiées des zones non modifiées sur le disque et de lire l'information enregistrée. Il est également aussi facile d'effacer l'information que de l'inscrire : il suffit de chauffer les zones modifiées à l'aide d'un faisceau laser, tout en exposant le disque à un champ magnétique extérieur dont la direction est la même que celle de l'aimantation initiale, de sorte qu'après refroidissement l'aimantation de ces zones reprend la direction initiale. Les opérations d'effacement et de réenregistrement d'informations peuvent être répétées sans limite.

Les travaux de recherche actuels portent essentiellement sur l'étude de la durée de vie de l'information enregistrée. La stabilité du matériau joue un rôle important à cet égard.

Étant donné la valeur du rapport signal/bruit, cette méthode d'enregistrement ne convient que pour les données numériques (informations alphanumériques et signaux audio numériques). Il n'est pas exclu qu'il soit possible d'améliorer ce rapport, ce qui permettra d'enregistrer également des signaux vidéo.

Besoins croissants en archivage

Les besoins en matière de stockage de l'information se sont fortement étendus ces dernières années. A l'origine, les seuls demandeurs étaient les utilisateurs de gros fichiers, par exemple les services d'administration de la paie. Plus récemment, le besoin en stockage d'information s'est accru pour de nouveaux utilisateurs qui sont confrontés à des masses de plus en plus importantes de données. Il s'agit par exemple des hôpitaux, des bibliothèques, des écoles, des bureaux, etc. qui disposent de grandes quantités d'informations fréquemment consultées et devant en outre être régulièrement mises à jour.

L'enregistrement optique offre ici de gros avantages. Un disque d'environ 30 cm de diamètre a une capacité de plus d'un milliard d'octets, quantité d'informations alphanumériques qui correspond à un demi-million de pages en format A4. Grâce au système d'adressage employé, il est possible d'accéder rapidement à n'importe quelle information.

Il est difficile de prévoir quel type de mémoire optique sera utilisé à l'avenir. Cela dépend dans une large mesure du type d'information que l'on souhaite conserver et du prix du disque et/ou de l'appareil de lecture. Peut-être verra-t-on des systèmes

différents coexister, destinés chacun à des applications spécifiques. Néanmoins, on peut déjà esquisser les tendances probables.

Des considérations de capacité feront que l'utilisateur professionnel de gros fichiers d'informations alphanumériques adoptera rapidement l'enregistrement optique. Le choix entre les méthodes qui ont été décrites plus haut se fera selon la nécessité de pouvoir ou non effacer l'information et en fonction du rapport prestation/prix du matériau d'enregistrement. On fonde de grandes espérances sur les composés organiques qui permettent de réaliser un disque support de données d'un haut niveau de qualité pour l'enregistrement optique numérique, et ce, pour un prix raisonnable.

Dans le domaine de la vidéo, l'enregistrement optique permet de réaliser rapidement un montage d'essai des prises de vues. On se sert à cet effet des facilités d'adressage du système pour mettre dans l'ordre désiré les séquences enregistrées.

La situation est totalement différente dans le secteur grand public. L'enregistrement vidéo et audio y deviendra une activité importante. En ce qui concerne l'information indélébile, on voit se dessiner les perspectives d'un système optique bon marché basé sur les composés organiques. Dans le cas où l'information devra être effaçable, on utilisera probablement un alliage amorphe/cristallin. Dans les deux cas, un enregistrement vidéo de très haute qualité est possible.

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.F.C. : 80 F.

Non membres de la S.F.C. : 170 F.

Une commande, pour être agréée, devra être accompagnée du règlement correspondant, sous forme de chèque bancaire ou de chèque postal (7078-60 U Paris), à l'ordre de la Société Française de Chimie.

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

**LA PHONÉTISATION
AUTOMATIQUE
DU FRANÇAIS**
Les ambiguïté
de la langue écrite

Nina Catach
Collaboration : V. Meissonnier,
F. Jecic

• approche linguistique du traitement automatique des langues sur le plan de la conversion graphème/honème, en vue de la synthèse de la parole et autres applications • traitement et résolution des principes homographiques • la phonétisation automatique, règles, typologie des ambiguïté

21 = 27 ; 108 p. ; broché
20 tabl.
ISBN 2-222-03523-6 ; 25 F

**MALTHUS HIER
ET AUJOURD'HUI**
Congrès international
de démographie historique
CNRS mai 1980

Responsable : Antoinette Fauve-
Chaumoux

• si la pensée de Malthus a incontestablement marqué l'ère moderne, elle est aussi de celles qui ont suscité le plus d'incompréhension • une lecture renouvelée s'imposait permettant de mieux cerner son œuvre et sa place dans le corpus des sciences sociales contemporaines

16 = 24 ; 512 ; broché
15 fig. ; 1 tabl.
ISBN 2-222-03449-3 ; 270 F

Documentation gratuite sur demande

Editions du CNRS
15 quai Anatole France 75700 Paris

**TRAVAILLEUR COLLECTIF
ET RELATIONS
SCIENCE-PRODUCTION**

Responsable : Jacques-Henri Jacot

• ensemble des communications présentées lors du colloque sur ce thème (université Lyon II, octobre 1983) • quelles analyse peut-on faire de la qualification collective ? • les connaissances scientifiques et techniques sont-elles constitutives de situations et de pratiques collectives du travail ? • quel rôle joue le travailleur collectif dans les innovations, changements techniques ou transferts de technologie ?

17 = 25 ; 254 p. ; broché
1 tabl.
ISBN 2-222-03558-9 ; 90 F

CAHIERS DE PALÉONTOLOGIE
Les poissons placodermes
du Spitsberg
Arthrodires Dolichothoraci
de la formation de Wood Bay
(dévonien inférieur)

Daniel Goujet

• étude approfondie sur la structure et la phylogénie des Arthrodires Dolichothoraci • analyse cladistique • analyse paléocologique des Vieux Grès Rouges de Spitsberg • révision critique du cadre stratigraphique

21 = 27 ; 316 p. ; broché
114 fig. ; 30 pl. phot. h.t.
ISBN 2-222-03342-X ; 300 F

Documentation gratuite sur demande

Editions du CNRS
15 quai Anatole France 75700 Paris

DISLOCATIONS 1984
Colloque international
du CNRS

Direction : P. Veyssièrre, L. Kubin,
J. Castaing

• confrontation entre physiciens, chimistes du solide, cristallographes et mécaniciens pour ce domaine en plein essor • vue générale des développements expérimentaux et théoriques les plus récents sur les propriétés des dislocations dans les cristaux métalliques et non métalliques

(29 communications dont 24 en anglais)

16 = 24 ; broché
103 fig. ; 29 tabl. ; 41 pl. ;
26 phot.
ISBN 2-222-03550-3 ; 150 F

**MONOGRAPHIES FRANÇAISES
DE PSYCHOLOGIE N° 63**
Classe ou collections ?
Étude de la résolution
entre 5 et 11 ans du problème
« dit d'inclusion »

Pascale Josse

• dans l'acquisition de l'inclusion, une résolution empirique des données précéderait-elle une résolution logique ? • détermination de ces différents niveaux de raisonnement chez l'enfant à partir d'épreuves de difficultés inégales

16 = 24 ; 152 p. ; broché
15 fig. ; 53 tabl.
ISBN 2-222-03380-2 ; 125 F

Documentation gratuite sur demande

Editions du CNRS
15 quai Anatole France 75700 Paris

La chimie en France en 1984

Ni vraiment bonne, ni vraiment mauvaise — un commentaire prudent, mais non désabusé, de M. Jean-Claude Achille, Président de l'Union des Industries Chimiques, qui présentait, le 12 février dernier, les résultats des industries qui, au sein de l'UIC, regroupent l'essentiel des entreprises des branches de la chimie de base et de la parachimie travaillant en France.

Voici donc les ombres et les lumières du tableau très honnête, dressé par M. Achille, de la santé économique de cette grande industrie qui demeure, on va le voir, et quoi qu'on en ait prédit autrefois, un des moteurs essentiels de notre prospérité.

Un accroissement d'activité moindre qu'en 1983

Pour 1984, le chiffre d'affaires de l'industrie chimique française devrait se situer aux alentours de 260 milliards de francs dont 41 % réalisés à l'exportation.

La progression en volume de la chimie de 2,7 %, moindre qu'en 1983 (+ 4,3 %), se situe toujours nettement au-dessus de celle de l'ensemble de l'industrie (environ + 1,8 %) et de celle de la production intérieure brute (de l'ordre de + 1,5 %).

Cette performance modeste de l'industrie chimique française, même si les exportations ont continué à jouer un rôle moteur non négligeable, tient à un marché intérieur demeuré maussade.

La chimie organique, sauf pour quelques secteurs, n'a enregistré qu'un accroissement de 2,5 % contre + 6,8 % en 1983, l'activité des matières plastiques demeurant un peu au-dessous de son niveau de 1983.

En revanche, favorisé par une bonne campagne 1983-1984 et par la réduction partielle du handicap que constitue le prix particulier du gaz dont bénéficient les producteurs d'engrais hollandais, l'industrie des engrais a eu un bon comportement et a entraîné une sensible progression de la chimie minérale : + 5,6 % contre + 3,5 % en 1983.

La parachimie (+ 1,2 %) a été fortement affectée par le tassement de la consommation des ménages ainsi que par la poursuite de la régression dans certains secteurs de la mécanique, le bâtiment, les travaux publics... (peintures, explosifs). Des exceptions notables cependant sont à signaler : les parfums et cosmétiques, les produits phytosanitaires qui progressent grâce aux exportations et les détergents grâce à des produits nouveaux.

Enfin, pour la première fois depuis plusieurs années, la croissance des ventes de l'industrie pharmaceutique (+ 3,5 %) a connu un certain ralentissement, aussi bien sur le marché intérieur (freinage des dépenses de santé) qu'à l'exportation.

Plus nettement encore qu'en 1983, le taux de croissance de la chimie française est demeuré inférieur à celui de la chimie américaine (+ 8 %) comme à celui des principales chimies européennes : Pays-Bas (+ 7,5 %), Belgique (+ 7 %), Allemagne Fédérale (+ 6 %), Italie (+ 5,5 %), Grande-Bretagne (+ 4,5 %).

Un nouveau bond en avant du commerce extérieur

Les exportations de la chimie française se sont accrues de 8,4 % en volume par rapport à 1983. Parallèlement, les importations ont augmenté, également en volume, de 7 %, le marché français restant très importateur en dépit d'une conjoncture médiocre.

En valeur, l'accroissement des exportations a été nettement plus important, + 22 %, contre + 19 % pour les importations ; il en résulte un solde bénéficiaire de l'ordre de 26 milliards de francs (au lieu de 19,8 en 1983), ce qui représente le quart de l'excédent commercial de toute l'industrie française, tandis que le taux de couverture des importations par les exportations passe de 1,29 à 1,32 en 1984, taux record jamais atteint jusqu'à présent (tableau 1).

Tableau 1. Évolution du commerce extérieur de la chimie 1984/1983.

En milliards de francs	Année 1984	Année 1983	1984/1983
Exportations FOB.....	107	87,9	+ 21,7 %
Importations CAF.....	81	68,1	+ 18,9 %
Solde.....	+ 26	+ 19,8	—
Taux de couverture.....	1,32	1,29	—
Résultat provisoire, 1.1985.			

L'amélioration de l'excédent du commerce extérieur contribue à un accroissement d'un point pour l'activité de la chimie.

Cependant le bilan de notre commerce extérieur est moins satisfaisant que ne le laisseraient supposer les chiffres. Outre la perméabilité toujours très grande du marché national aux importations, il faut noter que :

— nos exportations ont fortement bénéficié de l'évolution de la parité du dollar vis-à-vis des autres monnaies ;

— même si le déficit avec les pays de la C.E.E. s'est considérablement réduit, de près de moitié, un déficit demeure vis-à-vis de cette zone comme vis-à-vis des États-Unis et nos parts de marché à l'exportation sont restées sensiblement les mêmes ; nous n'avons pas conquis de nouveaux marchés dans les pays en réel développement (figure 1).

A contrario, il faut cependant remarquer :

— que l'amélioration constante, depuis près de 20 ans, de la balance de nos échanges en chimie constitue une des grandes tendances lourdes favorables de notre économie (figure 2) — on pourrait même ajouter, mais ceci est davantage conjoncturel, que, en 1984, l'effet de change a joué négativement pour limiter le solde réel, nos achats étant probablement plus influencés par le dollar que nos exportations ;

— que, par produits, nos faiblesses sont contenues (chimie

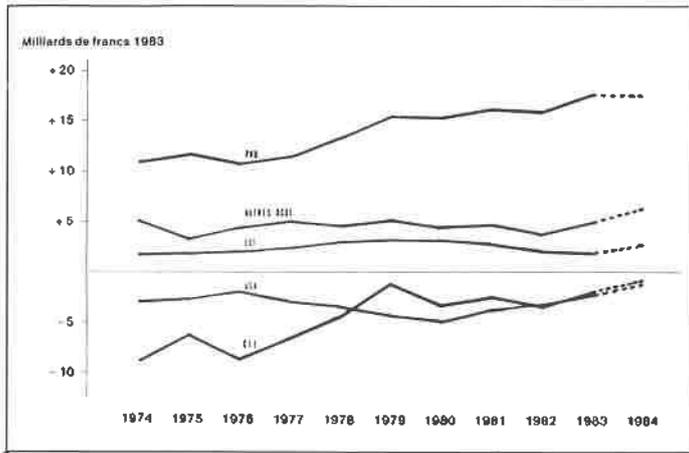


Figure 1. Commerce extérieur : soldes par régions (en francs constants).



Figure 2. Évolution du commerce extérieur de la chimie (1972-1984).

minérale, engrais, colorants) et que pour l'ensemble des polymères (plastiques et élastomères) nos gains demeurent sensibles. La pharmacie conditionnée pose un problème spécifique qui demandera une analyse plus détaillée sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir (tableau 2).

L'emploi

En raison de leur étalement dans le temps, les allègements d'effectifs liés aux restructurations n'ont pas modifié et ne devraient vraisemblablement pas modifier dans les prochaines années une tendance constante depuis 10 ans.

La baisse de l'emploi, comme par le passé, est obtenue essentiellement par des départs naturels et des mises en préretraite.

Ces réductions, qui se poursuivent au rythme moyen de 1,5 % l'an, sont un phénomène général partout observé en Europe. Elles ont leur source connue dans l'extraordinaire potentiel de gains de productivité que conserve la chimie, et ce dans tous les aspects de son activité, qu'il s'agisse de la production, naturellement, mais également de sa recherche et de ses structures commerciales et administratives.

Un redressement de la rentabilité

Malgré une nouvelle augmentation, en francs, des coûts déjà élevés des matières premières, pour une large part consécutive à la hausse du dollar (+ 1 % pour le naphta, + 12 % pour les matières énergétiques et + 19 % pour les principales matières premières minérales et végétales), et un endettement des entreprises qui continue de représenter des frais financiers considérables (près de 4 % du chiffre d'affaires en moyenne), les résultats de la chimie française se sont améliorés. Ont contribué à cette amélioration : la bonne tenue du marché international, les rationalisations intervenues dans la chimie de base où le taux de marche des installations s'est redressé et la libération d'une partie des prix des produits chimiques (figure 3).

Le bénéfice net de l'industrie chimique en 1984 devrait atteindre environ + 2,5 % du chiffre d'affaires, contre + 1 % en 1983 et un résultat quasiment nul en 1982.

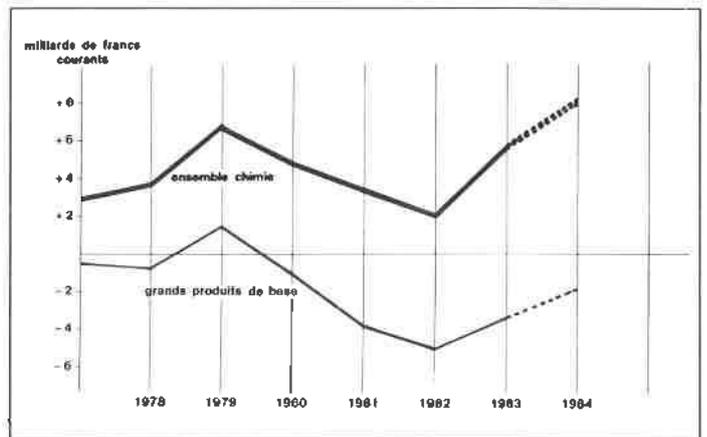


Figure 3. Évolution des résultats d'exploitation de la chimie. Résultat avant impôt.

Tableau 2. Évolution du commerce extérieur par produits 1984/1983 (résultats sur 11 mois).

	Exportations		Importations		Taux de couverture		Soldes
	Millions de francs	% 1984/1983	Millions de francs	% 1984/1983	1984	1983	Millions de francs
Produits minéraux	6 036	+ 25,3	4 732	+ 24,9	1,27	1,27	+ 1 304
Produits organiques	26 091	+ 25,4	23 566	+ 20,-	1,11	1,06	+ 2 525
Produits pharmaceutiques	9 037	+ 13,9	1 982	+ 28,7	4,56	5,15	+ 7 055
Engrais	1 457	+ 24,9	4 745	+ 14,4	0,31	0,28	- 3 288
Matières colorantes	1 525	+ 16,8	1 553	+ 23,4	0,98	1,04	- 28
Peintures, vernis, encres	1 880	+ 15,9	1 766	+ 13,6	1,06	1,04	+ 114
Huiles essentielles et parfumerie	10 994	+ 27,8	2 411	+ 27,-	4,56	4,53	+ 8 583
Produits photographiques	3 308	+ 14,8	4 046	+ 17,-	0,82	0,83	- 738
Produits phytosanitaires	3 725	+ 28,7	3 140	+ 22,6	1,19	1,13	+ 585
Matières plastiques	14 567	+ 22,4	11 155	+ 19,7	1,31	1,28	+ 3 412
Caoutchoucs synthétiques	3 916	+ 22,1	1 453	+ 8,3	2,69	2,39	+ 2 463

Cette amélioration ne doit pas masquer la fragilité de la situation de la chimie :

— d'une part, après de réels progrès pendant le dernier trimestre 1983 et les deux premiers trimestres 1984, la chimie de base est à nouveau dans le rouge,

— d'autre part, la rentabilité de la chimie française, qui s'est améliorée tardivement par rapport à celle de ses grandes concurrentes étrangères, leur demeure sensiblement inférieure puisque, aux États-Unis, le résultat net de la chimie atteint 7 % du chiffre d'affaires, en Grande-Bretagne 5,5 %, en Allemagne Fédérale 4,5 %, aux Pays-Bas 3,5 %. Cet écart s'explique, mais en partie seulement, par l'endettement très supérieur des entreprises françaises.

Avec 2 à 3 points d'écart par rapport à la moyenne européenne, il manque donc toujours aux résultats de notre industrie quelque 5 à 6 milliards de francs par an qui sont indispensables au développement de la recherche, de l'investissement et des implantations internationales.

Investissement : une reprise qui se confirme

Après le retard accumulé dans ce domaine depuis 1974, pour la deuxième année consécutive, les dépenses d'investissement se sont accrues en 1984 : + 10 % en volume (figure 4).

Le montant des investissements, en 1984, atteint près de 9 milliards de francs, soit 3,5 % du chiffre d'affaires. Là encore, ce taux se situe très en-deçà de ceux enregistrés par les industries chimiques américaine et allemande entre autres.

A cette remarque dont l'exactitude comptable n'est pas contestable, il faut cependant ajouter une observation importante : historiquement, on a presque toujours noté ce décalage apparent quant à l'effort d'investissement entre la chimie française et ses homologues européennes et cependant, sur longue période, on ne peut constater de profondes dégradations de notre situation — au contraire, témoin l'évolution que nous avons souligné de notre commerce extérieur qui, en particulier en chimie de base, représente plus de la moitié de l'activité.

Une analyse structurelle serait donc nécessaire et aussi, sans doute, une vérification de la cohérence des chiffres disponibles, pour mieux comprendre la signification du phénomène observé.

La chimie française ne sera solide que dans une Europe forte

Pour l'année qui vient, les perspectives d'activité sont modestes : dans un climat général de tassement de la conjoncture — on escompte un vraisemblable ralentissement de l'économie américaine —, la C.E.E. devrait maintenir une croissance modérée (+ 2 %) du fait d'une poursuite de l'investissement et d'une meilleure tenue de la consommation ; après deux années de forte reprise (+ 5,9 % en 1983 et + 5,2 % en 1984), faisant suite à un recul de 1 % en 1982, la chimie européenne de son côté pourrait connaître une progression de l'ordre de 1,7 %, la parachimie croissant modestement et la chimie de base demeurant pratiquement stagnante sous l'effet de l'arrêt du développement des stocks, du ralentissement de la demande et de l'arrivée des importations de produits pétrochimiques en provenance du Moyen-Orient.

Dans ce contexte, le profil de l'activité de la chimie française, avec un taux de croissance de l'ordre de 1,8 %, se situerait dans la moyenne européenne, l'évolution étant variable selon les secteurs : + 3 % pour la pharmacie, + 1,7 % pour la parachimie et stagnation dans la chimie de base organique.

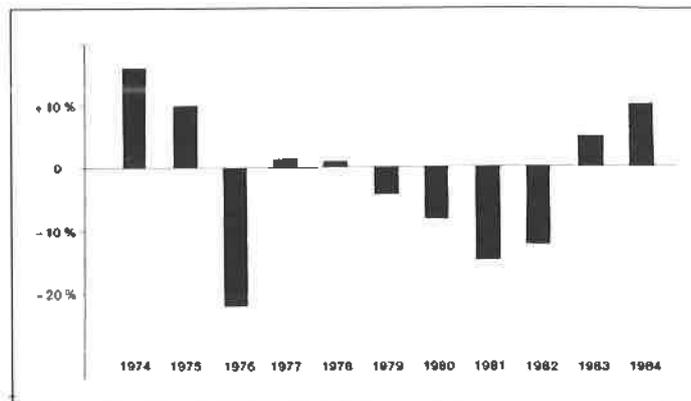


Figure 4. Évolution des investissements de la chimie (en volume). Variation annuelle en %.

La présentation de ce bilan a été, pour M. Jean-Claude Achille, l'occasion de se livrer à une analyse plus « politique » de l'avenir de la chimie européenne dont nous serons, à l'évidence, étroitement solidaires. Voici, résumé, l'essentiel des propos du Président de l'UIC.

Actuellement, 50 % des ventes à l'exportation de la chimie française sont réalisées dans la Communauté Européenne. Le principal marché d'exportation de notre industrie se situera donc, vraisemblablement encore pour de nombreuses années, dans cette zone, solidairement avec celui des autres chimies européennes auxquelles la France achète 70 % des produits chimiques qu'elle importe.

Les chimistes européens vendent eux-mêmes, sur le seul marché de l'Europe des Dix, 80 % de leur production et, sur les 20 % exportés hors de la C.E.E., une fraction notable est destinée aux autres pays de l'Europe de l'Ouest n'appartenant pas à la Communauté Européenne.

On voit combien l'avenir de la chimie européenne est tributaire des perspectives de croissance économique de l'Europe, et ceci d'autant plus qu'elle constitue une composante de première importance de cette économie.

• L'industrie chimique, qui dispose ainsi en Europe du deuxième des grands marchés mondiaux, presque aussi important que le marché chimique américain et le double du marché japonais, est un des rares secteurs — surtout parmi ceux en développement — dans lequel la liste des 10 ou 20 premières sociétés mondiales comprend une majorité de sociétés européennes ; les implantations de sociétés européennes aux États-Unis se comparent avantageusement aux implantations américaines en Europe et, en ce qui concerne le Japon, l'avance européenne est encore plus évidente.

Rappelons-nous que l'excédent du commerce interzones de la chimie est de 20 milliards de dollars pour l'Europe, de moins de 10 pour les États-Unis et de 0 pour le Japon ; il n'y a pas tellement de domaines où nous occupons la plus haute marche du podium !

• L'industrie chimique n'est pas seulement dépendante des réussites de l'économie européenne, mais également de ses faiblesses :

— sur l'ensemble des ventes de la chimie en Europe, le tiers va à la consommation des ménages. Or la démographie européenne est particulièrement inquiétante : si l'Europe représente aujourd'hui 6 % de la population mondiale, elle n'en représentera plus guère que 4 % dans 25 ans ;

— pour ce qui concerne les deux autres tiers de ces ventes, répartis entre l'agriculture et les industries clientes, les économistes — et les politiques aussi — s'inquiètent de la langueur de l'Europe dans la reprise intervenue dans le monde depuis 2 ans ; ils n'attribuent à l'Europe qu'une croissance de 2 à 2,5 % par

an d'ici 1990 contre 3 % aux États-Unis et 4 à 5 % au Japon ; — sur les dix dernières années, le nombre des emplois a diminué de 3 millions en Europe tandis qu'il augmentait de 15 millions aux États-Unis ;

— fait plus grave, l'Europe n'est pas spécialement bien placée dans les industries qui semblent avoir le meilleur taux de développement à venir. Si elle a une bonne position quantitative dans l'automobile, les résultats de ses sociétés dans ce secteur, très inférieurs à ceux des sociétés américaines ou japonaises, posent un problème grave pour l'avenir ; si elle occupe la deuxième place du monde occidental en matière d'aéronautique et d'espace, elle se situe loin derrière les États-Unis, et il n'est pas certain que son volume de production dans ce domaine soit suffisant pour asseoir le développement de matériaux nouveaux ; enfin, en informatique, autre secteur en plein développement, l'Europe, deuxième marché mondial, ne couvre elle-même que 17 % de ses besoins : 80 % des micro-ordinateurs qu'elle utilise sont américains (comme 90 % des magnétoscopes sont japonais).

La chimie européenne garde encore toutes ses chances, à condition que l'ensemble de l'économie européenne conserve les siennes ; sinon la seule voie consistera à investir massivement dans les régions les plus dynamiques ; certaines sociétés — et non des moindres — ont déjà commencé à le faire depuis une dizaine d'années et poursuivent dans cette voie à marche forcée.

Les signes d'une prise de conscience de ces enjeux sont de plus en plus nombreux au moment où se met en place, à Bruxelles, une nouvelle Commission dont la réflexion et les incitations pourraient jouer un rôle majeur.

Quelques actions ou amorces d'actions, qui peuvent contribuer à la constitution progressive d'un marché européen unifié, se sont fait jour.

Même s'il est imparfait, le S.M.E. a montré bien de la robustesse, et le rôle de l'ECU, qui peut permettre de s'affranchir des fluctuations du dollar et des niveaux de taux d'intérêt américains, commence à être visible.

Dans un domaine qui intéresse de près la chimie, celui des brevets, corollaire indispensable de l'innovation, un pas important

a été franchi, en 1975, avec l'établissement de la Convention Européenne des Brevets qui a résolu le problème de la reconnaissance d'antériorité ; depuis sa mise en place, 30 000 demandes de brevets ont été reçues dont un tiers en provenance de l'industrie chimique. Il faut aller plus loin et parvenir à un véritable brevet européen avec dépôt unique ; il s'agit là, même si elle est peu connue, d'une condition indispensable à l'établissement d'un réel marché européen.

Mais les progrès à faire pour atteindre un tel objectif sont encore nombreux. La plus grande partie des industriels souffre de toutes les barrières qui empêchent l'Europe d'être un espace économique commun : fiscalité, monnaie, langue, réglementation, commandes publiques, formalités douanières,...

On peut se demander, de façon plus précise, si une unité plus réelle de l'espace européen n'aurait pas permis ou ne permettrait pas d'atténuer fortement les handicaps spécifiques de l'industrie chimique française : avantage fiscal des obligations par rapport aux actions qui est à l'origine de l'insuffisance des fonds propres de nos sociétés, délais de paiement très longs, approvisionnements en énergie à des conditions différentes de celles de nos concurrents, contrôle des changes et, bien entendu, existence, sauf exception, d'un contrôle administratif des prix, dispersion des structures productives et commerciales.

Ajoutons, enfin, que la situation centrale de la France en Europe, sa densité industrielle modérée, sa façade atlantique, exerceraient sans doute une forte attraction sur les investisseurs étrangers s'ils avaient une assurance quant à la liberté des approvisionnements, des changes et des prix.

Comme l'a rappelé récemment le nouveau président de la Commission Européenne, il est plus facile de savoir ce qu'il faudrait faire que de trouver les voies et les moyens pour le faire. Bien entendu, des progrès dans le sens indiqué n'iraient pas sans provoquer certaines difficultés, mais quel stimulant, quel « défi » pour reprendre un terme souvent utilisé ! Souvenons-nous de l'élan qu'a provoqué dans notre économie nationale l'ouverture du Marché commun il y a 25 ans. Je pense que notre industrie est toujours capable d'un même élan ; le plus tôt sera le mieux, car la dérive actuelle n'est favorable ni à l'Europe, ni à notre Pays.

La chimie au CNRS

Avec 13 % de son budget, 18 % de son personnel et 50 % de l'activité contractuelle, la chimie occupe une place prépondérante dans l'ensemble des activités du CNRS. En ce qui concerne le nombre de chercheurs, la chimie devance les sciences de l'homme et de la société (18 %), les mathématiques et la physique de base (13,5 %) ; elle n'est dépassée que par les sciences de la vie (30 %).

L'effectif chimie propre au CNRS est de 1 900 chercheurs, qui s'intègre lui-même dans l'ensemble de 5 000 personnes réunissant les laboratoires du CNRS et les laboratoires associés. On sait que, par ailleurs, la recherche industrielle regroupe également environ 5 000 chercheurs, parité qui avait été mise en évidence par le rapport Fillet (pour regretter d'ailleurs, non l'importance de la recherche publique, mais la faiblesse relative des effectifs du privé).

Le budget de la chimie est de 150 MF (hors traitements) auxquels il faut ajouter 60-70 MF de contrats publics et privés. Nombre de ceux-ci ne sont naturellement pas gérés directement par le CNRS, celui-ci ayant le contrôle direct sur environ 30 MF. En ce qui concerne les contrats avec l'industrie passés par la Direction de la Valorisation et des Applications de la Recherche (DVAR), ceux-ci ont été au nombre de 130 en 1984 pour un

montant total HT d'environ 34 MF. Ils ont représenté à eux seuls la moitié de l'activité totale du CNRS dans ce domaine (60 contrats pour les sciences de la vie, 51 pour les sciences physiques pour l'ingénieur, 21 pour les mathématiques et la physique de base).

En 1984, 135 brevets ont été déposés par le CNRS dont 52 relevaient de la chimie, 36 des sciences de la vie, 24 des sciences physiques pour l'ingénieur.

Si le budget global de chimie a subi une évolution en volume assez favorable au cours de ces dernières années, les sommes disponibles par chercheur ont évolué moins favorablement, le nombre de ceux-ci ayant augmenté fortement ces dernières années. C'est ainsi que le budget par chercheur est passé de 50 kF en 1976 à 44 kF seulement maintenant, en étant passé toutefois par un creux de 37 kF dans la période 80-81.

La volonté persévérante d'ouverture du CNRS vers l'industrie commence maintenant à porter ses fruits et peut s'exprimer en chiffres significatifs : jusqu'à présent, les bourses de doctorat industrielles étaient environ au nombre de 30 chaque année pour la chimie, correspondant à un flux permanent de l'ordre d'une centaine, en supposant une durée moyenne de trois ans

pour la thèse. Ceci correspondait à environ le tiers de l'ensemble de bourses gérées par le CNRS. Sur vingt ans, cela signifiait qu'environ 600 ingénieurs sur les 5 000 occupés dans l'industrie avaient bénéficié de cette filière, ce qui était considéré comme insuffisant.

Maintenant, toutes les bourses de docteur-ingénieur de la chimie sont cofinancées par l'industrie. Cela a permis de porter le nombre de ces bourses à 54 en 1984. Il atteindra 100 en 1985, représentant une charge de 9 MF pour l'État et de 9 MF pour l'industrie.

Un autre aspect de cette coopération a consisté à créer des laboratoires communs avec l'industrie. On sait qu'il existait déjà depuis plusieurs années un laboratoire de la SNPE, mais celui-ci était implanté au CNRS. Il existe maintenant, depuis peu, un laboratoire du CNRS, mais implanté cette fois-ci chez Roussel-Uclaf. Ce type d'expérience est conduit avec prudence de la part des deux parties, ce qui ne signifie pas nécessairement réticence, mais simplement que les problèmes propres au secret industriel

d'un côté, à l'évolution de carrière des chercheurs de l'autre doivent être convenablement maîtrisés pour que l'expérience donne des fruits satisfaisants pour tous.

La gestion d'une activité aussi complexe et multiforme que la chimie s'exerce, dans le cadre du CNRS, au travers d'un certain nombre d'instances dont les domaines de compétence et de responsabilité se recoupent nécessairement (pour ne pas dire qu'elles s'enchevêtrent parfois), et dans lesquels il n'est pas toujours très facile de s'y retrouver, d'autant que l'évolution des connaissances, mais aussi parfois des impératifs économiques et sociaux, imposent nécessairement la modification permanente de ces structures.

C'est la raison pour laquelle nous avons pensé qu'il pouvait être utile au lecteur de trouver ci-après quelques documents synthétiques préparés depuis 1985 par le CNRS, résumant de manière aussi claire que possible l'articulation actuelle de ses structures, tout au moins, naturellement, en ce qui concerne plus particulièrement la chimie.

La chimie dans l'organisation du Comité National de la Recherche Scientifique

Le Comité National de la Recherche Scientifique comprend 45 sections spécialisées par disciplines, 3 commissions interdisciplinaires (valorisation et applications de la recherche, information scientifique et sa diffusion, fonctions d'administration de la recherche), 7 conseils de départements, 6 comités de programmes et le conseil scientifique du CNRS.

Le Comité National évalue, au sein de ses sections (comprenant chacune 25 membres appartenant au CNRS ou extérieurs), le travail des chercheurs et les programmes de recherche des unités propres et associées au CNRS : il fait des propositions sur la création, le renouvellement et la suppression des unités de recherche : il apprécie leurs besoins de crédits et en personnel. Il procède également à l'analyse de la conjoncture scientifique et de ses perspectives et contribue de ce fait, par ses avis, à éclairer les décisions de la Direction concernant les objectifs et les priorités du CNRS inscrits dans le schéma directeur.

Les sections « Chimie » et leurs responsables

Les sections sont au nombre de 6 :

— section 12 : chimie de coordination et catalyse :

Président : Daniel Cornet, professeur, Caen ;

— section 13 : électrochimie, cinétique et photochimie :

Président : Rose Marx, professeur, Orsay ;

— section 14 : chimie et physico-chimie des matériaux inorganiques :

Président : Paul Hagenmuller, directeur de recherche, Talence ;

— section 15 : chimie et physico-chimie moléculaire organique :

Président : Jean Lhomme, professeur, Villeneuve-d'Ascq ;

— section 16 : chimie et physico-chimie d'intérêt biologique et thérapeutique :

Président : Marc Julia, professeur, Paris ;

— section 17 : physico-chimie moléculaire et macromoléculaire :
Président : Ernest Maréchal, professeur, Paris.

La structure des diverses sous-disciplines de la chimie au CNRS

— *Synthèse organique* : sous-discipline liée aux programmes chimie fine, médicaments et matériaux (section 15) ;

— *Chimie de coordination et catalyse homogène* : sous-disciplines liées aux programmes médicaments et biotechnologie (section 12) ;

— *Chimie organique biologique* : sous-discipline liée aux programmes médicaments et chimie fine (section 16) ;

représentent la *chimie moléculaire* (35 % de la chimie du CNRS).

— *Chimie du solide* ;

— *Métallurgie* (section 14) ;

— *Matériaux organiques et macromoléculaire* (sections 12, 17) ;

représentent la *chimie des matériaux* (matériaux à propriétés définies) (25 % de la chimie du CNRS).

— *Surfaces, catalyse hétérogène* : sous-disciplines liées aux programmes énergie, matières premières, chimie fine, matériaux (section 12) ;

— *Électrochimie* : sous-discipline liée aux programmes énergies, matériaux (section 13) ;

représentent la *chimie des surfaces et des interfaces* (20 % de la chimie du CNRS).

— *Chimie théorique* : applications en physico-chimie moléculaire (section 17) ;

— *Dynamique moléculaire* : rapports étroits avec la physique moléculaire et application en instrumentation scientifique (section 17) ;

Sigles utilisés :

DVAR (Direction de la valorisation et des applications de la recherche).

PIRMAT (Programme interdisciplinaire de recherche sur les matériaux).

PIRMED (Programme interdisciplinaire de recherche sur les bases scientifiques des médicaments).

PIRO (Programme interdisciplinaire de recherches océanographiques).

PIRSEM (Programme interdisciplinaire de recherche sur les sciences pour l'énergie et les matières premières).

TOAE (Terre, océan, atmosphère, espace).

GRECO (Groupement de recherches coordonnées).

GS (Groupement scientifique).

ATP (Action thématique programmée).

Club CRIN (Comité des relations industrielles).

— *Photochimie et cinétique* : grâce aux lasers, la photochimie permet d'aborder la réaction chimique élémentaire ; la cinétique fournit les données réactionnelles nécessaires à la mise au point des procédés (section 13) ;
— *Radiochimie et chimie nucléaire* : en relation étroite avec la chimie analytique, la chimie du solide et la physique nucléaire

(section 14) ;

— *Chimie analytique* : laboratoires de services ; applications industrielles (section 13) ;
représentent les outils et les méthodes de la chimie (20 % de la chimie du CNRS).

Programmes et objectifs du Département chimie

Outre les recherches qu'ils mènent dans leurs propres spécialités, les laboratoires du Département chimie sont incités à travailler dans le cadre d'un certain nombre de thèmes privilégiés qui sont en rapport avec les priorités socio-économiques du moment.

Au sein des laboratoires, ces deux types de recherches, « fondamentale » et « appliquée » (ou orientée), sont en fait étroitement liés et découlent fort souvent l'un de l'autre.

Énergie

Les recherches des chimistes interviennent au niveau de l'épargne (notamment grâce aux phénomènes catalytiques, aux procédés de synthèse sélectifs), du stockage (électrochimique), de la préparation et de la transformation des vecteurs de l'énergie (par exemple : récupération assistée du pétrole, transformation du charbon en combustible fluides).

Ces travaux, qui interviennent dans le développement du programme mobilisateur « utilisation rationnelle et épargne de l'énergie », sont menés en collaboration avec le PIRSEM.

Actions en cours

— Objectif « Énergie » : créé en 1980 actuellement géré par le PIRSEM, il intéresse de nombreux laboratoires du Département et comporte trois ATP : « structure et réactivité des charbons », « opérations chimiques industrielles », « applications de l'électricité à la chimie » (en collaboration avec EdF).

— GRECO « CO » : Il regroupe une quinzaine d'équipes. Son but est de comprendre les mécanismes de réaction de l'oxyde de carbone et de trouver de nouvelles applications à cette molécule dans les domaines de la production de combustibles liquides, de molécules organiques de base et de produits intermédiaires de la chimie organique.

— GRECO « Microémulsions » : il a pour objectif d'étudier la structure et les caractéristiques physico-chimiques de ces mélanges apparemment homogènes d'eau et d'hydrocarbures.

— GRECO « Charbon » : il rassemble les laboratoires travaillant en liaison étroite avec GdF, les Charbonnages de France, l'IFP, regroupés au sein d'un « Groupe d'étude pour la conversion du charbon par hydrogénation ».

— GS « Stockage électronique de l'énergie » : il a pour but de développer de nouveaux générateurs électrochimiques secondaires (avec la GCE, Thomson-CSF, EdF, la Société Wonder).

— GS « Hydrotraitements » : il porte sur les réactions catalytiques intervenant dans le traitement — désulfuration, déazotation — et le raffinage des fractions lourdes du pétrole (avec l'IFP, ELF et Total).

— GRECO « Photoélectrodes Semi-Conductrices » : il est chargé de développer les recherches concernant certains aspects de la conversion photovoltaïque et la mise au point de photopiles électrochimiques.

— Collaboration à l'effort entrepris par le Ministère de la Recherche et de la Technologie pour développer une concertation nationale dans le domaine de la chimie des C1.

Matières premières et produits de base

Dans ce domaine, les chimistes interviennent dans l'extraction

et l'épargne des matières premières (amélioration des procédés d'extraction, mises au point de méthodes d'extraction à partir de minerais pauvres, recyclage des métaux « sensibles »), leur valorisation et leur substitution (substitution du charbon et de la biomasse au pétrole, substitution des métaux chers et « sensibles » par d'autres métaux ou alliages...). Pour ce qui est des produits de base, ils tentent notamment d'améliorer les procédés en cours.

Actions en cours

— GRECO « CO » (voir dans le chapitre Énergie) : Il fait une large part aux procédés d'obtention de produits de base, issus des oxydes de carbone.

— GS « Cellulose et papier » : il a pour but de coordonner les travaux de recherche dans le domaine de l'industrie du papier et de la cellulose. Les efforts portent actuellement sur les problèmes liés à la cellulose (GS lancé en 1979 avec le Centre Technique du Papier).

— GRECO « Hydroconversion et pyrolyse du charbon ».

Matériaux

Les recherches visent essentiellement à préparer des matériaux à hautes performances, à propriétés nouvelles ou améliorées (superalliages, matériaux semi et supra-conducteurs, alliages superplastiques...). Dans le domaine des polymères, on s'intéresse également aux produits à forte valeur ajoutée (polymères thermostables, mésomorphes, thermotropes, conducteurs...). Il faut aussi signaler l'intérêt croissant que suscitent les matériaux moléculaires (organiques ou organométalliques), notamment comme conducteurs. Ces travaux qui entrent dans le cadre du programme finalisé « Matériaux », sont menés en étroite collaboration avec le PIRMAT.

Actions en cours

— Objectif « Matériaux » : commun à la physique et à la chimie, il vise à favoriser la collaboration entre chimistes du solide, métallurgistes et mécaniciens et regroupe douze ATP : « Matériaux céramiques à vocation thermomécaniques », « Matériaux amorphes métalliques », « Matériaux composites », « Plasticité des matériaux solides », « Polymères », « Polymères à propriétés électriques spécifiques », « Surface et interfaces », « Phénomènes de transport dans les fluides et leurs effets sur les transformations de phase et les propriétés des matériaux », « Valorisation des terres rares », « Conducteurs de basse dimensionnalité effets de non commensurabilité », « Milieux aléatoires macroscopiques » et « Céramiques à propriétés électriques ». Cet objectif « Matériaux », animé par le PIRMAT, intéresse les laboratoires de chimie.

— ATP « Synthèse de matériaux originaux » initiée dans le Département Chimie et transférée au PIRMAT en 1985 : elle a pour objectif de susciter des innovations dans l'élaboration de matériaux nouveaux, non seulement dans le domaine classique des matériaux ionocovalents, mais surtout dans celui des composés moléculaires.

— GS « Superalliages » (avec la SNECMA et Imphy) : il vise à maîtriser la mise en œuvre, sous forme monocristalline, de superalliages à base de nickel et à améliorer la connaissance du mécanisme de déformation et du comportement à chaud de ces matériaux.

- GS « Silicones » : il va permettre de développer des recherches sur la synthèse des résines silicones et sur la physico-chimie des interfaces (avec Rhône-Poulenc).
- GS « Fonte de Haute Pureté » : il a pour but l'obtention d'acier à caractéristiques améliorées (avec l'IRSID).
- Le Département Chimie soutient le pôle de recherche sur les céramiques qui vient d'être mis en place à Limoges.

Actions en cours de lancement

- GS « Amorphes métalliques ».
- Action « Précurseurs moléculaires de matériaux inorganiques ».
- Action sur les « Membranes » avec le PIRMAT et la DVAR.
- GS « Verres fluorés » avec le soutien du PIRMAT et de la DVAR.
- GS « Amorphes à base d'aluminium » avec le PIRMAT.
- GRECO « Verres » avec le PIRMAT.
- GRECO « Chimie des Composites » avec le PIRMAT.
- Action « Matériaux organiques ».

Environnement

Les chimistes doivent jouer un rôle important dans l'étude du cycle des éléments, dans le suivi de l'évolution des diverses substances naturelles ou artificielles dans l'environnement, au niveau des recherches préventives ou curatives contre la pollution. Ils travaillent en liaison avec le PIREN et le PIRO, le Ministère de l'Environnement et l'IFREMER.

Par ailleurs, l'ATP « Matières organiques dans les sols » sous la responsabilité du PIREN (créée en 1981 avec l'INRA et le Ministère de l'Environnement) ayant joué son rôle incitatif, une réflexion sera menée en 1985 pour déterminer sous quelle forme cette action sera éventuellement poursuivie.

Une action plus spécifique avec l'INRA sur les « Interactions pesticides-sols » est également envisagée.

Actions en cours

- ATP « Chimie marine » sous la responsabilité du PIRO et avec le Département TOAE et l'IFREMER.
- GS « Eaux » : il permet des actions concertées en matière de traitement des eaux, de mise au point de méthodes d'analyse et de capteurs (avec la SLEE).
- ATP « Retraitement et stockage des déchets radioactifs » avec la participation du CEA.

Chimie et biologie

Les recherches réalisées à l'interface chimie-biologie, sont d'une importance capitale et, de ce fait, ont reçu l'appui de structures interdisciplinaires spécifiques.

Le PIRMED verra sa mission s'achever fin 1985, et une action médicament sera poursuivie dans le cadre de la nouvelle action de recherche intégrée chimie-biologie. Celle-ci couvrira l'essentiel des études communes aux Départements Chimie et Sciences de la vie, à l'exception des travaux menés dans le cadre des biotechnologies qui font l'objet d'un programme intégré particulier.

Actions en cours (hors biotechnologies)

- Collaboration CNRS/INSERM/ORSTOM pour l'étude des propriétés pharmacologiques des substances naturelles de Nouvelle Calédonie.
- Centre mixte CNRS/INSERM de Pharmacologie Endocrinologie de Montpellier pour l'étude de la synthèse d'hormones peptidiques et analogues (avec le Département des sciences de la vie).
- Création d'un laboratoire regroupant différentes équipes complémentaires de chimistes, biologistes, pharmacologues, médecins, dans les locaux de la Faculté de Médecine de la rue des Saints-Pères à Paris.

— Création d'un laboratoire mixte Roussel Uclaf/CNRS pour l'étude de produits bioactifs et le génie génétique (avec le Département Sciences de la Vie).

Actions en cours de lancement

- GS « Voies des lipoxygénases » : il réunira deux firmes industrielles à des laboratoires du Département Chimie pour développer des recherches sur les leucotriènes.
- Mise en place des conclusions du rapport sur le problème Informatique-Chimie-Biologie par un groupe d'experts.
- ATP « Messagers chimiques et communication insecte-insecte et insectes-plantés » avec l'INRA et les Sciences de la Vie.

Actions en cours en biotechnologie

En collaboration avec le Département Sciences de la Vie, et dans le cadre du programme mobilisateur « Biotechnologies », le Département Chimie favorise quelques opérations dans ce domaine, notamment pour ce qui concerne la synthèse des oligo- et polynucléotides, les enzymes (greffage sur supports, modèles d'enzymes, applications à la synthèse organique, chimie enzymatique sur micro-organismes et champignons).

— Programme intégré « Biotechnologies » : le CNRS vient de lancer ce programme, piloté par le Département Sciences de la Vie, mais qui fait intervenir des équipes de chimistes. Une ATP commune Chimie-Sciences de la Vie vient d'être lancée sur le thème « Enzymologie fondamentale et appliquée » pour développer les recherches sur l'étude structurale des enzymes par rayons X, sur les modèles enzymatiques et sur la chimie biomimétique. Dans le même esprit, une ATP « Immunologie et chimie » a été créée en 1984 et sera peut-être reprise en 1986.

— Participation à l'action « Valorisation des biotechnologies » initiée en 1984 par la Direction de la Valorisation et des Applications de la Recherche, le Département Chimie est bien impliqué dans cette action.

— Analyse par un Groupe de travail des tendances en biotechnologies au sein du Club CRIN « Chimie organique », et notamment préparation d'une action « Bioconversion ».

— Mission pour l'analyse des problèmes de séparations, en particulier ceux touchant aux membranes à applications biotechnologiques.

Agrochimie et phytosanitaire

L'enjeu économique du sujet lui fait mériter une mention particulière, bien qu'il relève de fait de l'interface chimie-biologie.

A terme, l'objectif reste de trouver des produits nouveaux, plus sélectifs, entraînant peu de résistance et actifs à de faibles doses. Une approche, du type de celle développée dans le domaine du médicament, doit maintenant être utilisée en phytosanitaire, de manière à dégager des pistes nouvelles :

- Connaissance des voies métaboliques (par exemple pour créer des carbamates originaux non dégradés par les estéroses de la microflore du sol).
- Connaissance des chaînes de biosynthèse dans les plantes et les prédateurs, et étude des états de transition mis en jeu.
- Conception d'analogues pour appréhender les mécanismes de biosynthèse (afin de trouver des inhibiteurs actifs) par exemple mécanismes de désaturation des acides gras, interactions molécules/métalloprotéines (notamment à Cu, Zn, etc).

Actions en cours de lancement

— ATP « Messagers chimiques et communication insecte-insecte et insectes-plantes » avec l'INRA et les Sciences de la Vie.

Génie biologique et médical

En génie biologique et médical, les études concernent par exemple les supports et les vecteurs de médicaments, les polymères, matériaux inorganiques (composites, apatites, alliages odontologiques), ou molécules (substituts du sang) à application médicale.

Actions en cours

— Participation au GRECO « Matériaux hémocompatibles » mis en place en 1981 par le Département des Sciences de la Vie et participation en 1984 à l'action « Biomatériaux ».

— ATP « Biomatériaux » avec le PIRMAT.

Chimie fine

La chimie se définit comme la chimie conduisant à des produits à haute valeur ajoutée.

Au cours de ces dernières années, l'évolution de nombreux laboratoires du Département, incités par plusieurs ATP, les a conduit à une forte activité dans ce domaine et une modification du système des ATP est en cours.

Les recherches visent essentiellement à la production de molécules très élaborées (colorants, parfums, arômes, catalyseurs de coordination, intermédiaires de synthèse pour produits pharmaceutiques et phytosanitaires, polymères spéciaux, matériaux à haute valeur ajoutée...). Elles s'inscrivent dans le cadre du programme finalisé « Chimie fine ».

L'informatique et la chimie

Depuis longtemps outil de travail des chimistes appelés à effectuer des calculs longs sur des grands systèmes (cristallographes, théoriciens, spectroscopistes, etc), l'informatique pénètre davantage actuellement l'activité des autres laboratoires.

Grâce à la micro-informatique, l'informatisation des manipulations se généralise et est en passe de gagner la synthèse.

La conception assistée par ordinateur, déjà largement utilisée dans les laboratoires industriels, est un objet de recherche dans quelques laboratoires (à Paris, Nancy, Strasbourg, Orsay, Gif, Marseille, notamment). Elle couvre principalement les domaines de la représentation des molécules et de leurs interactions, des relations structures-propriétés, de la synthèse, et dans un avenir prochain, de l'élucidation des structures. Elle demande aussi la création, le maintien et le service de banques de données et de connaissances.

Actions en cours

— Objectifs « Chimie Fine » : Des six ATP de l'objectif « Chimie fine », seule reste actuellement en cours l'ATP « Catalyse et élaboration de catalyseurs ». L'ATP « Nouveaux concepts en chimie » est arrêtée. Les ATP « Messagers chimiques » et « Synthèse de matériaux originaux » passent respectivement sous la responsabilité de l'action de recherche intégrée chimie-biologie et du PIRMAT.

— Laboratoire commun CNRS/Société Nationale des Poudres et Explosifs : il mène des recherches sur la chimie du phosphore et des métaux de transition et entre dans le cadre de la chimie fine.

— GRECO « CO » (voir objectif « Chimie fine ») : il possède également une composante chimie fine.

— GS « CO₂ » : il vise à développer de nouvelles méthodes d'activation de la molécule de CO₂ qui pourrait ainsi devenir un intermédiaire économique pour la synthèse de produits chimiques de première importance (GS lancé avec la SNPE).

— Action dans le domaine phytosanitaire (avec le MRT, l'INRA, Rhône-Poulenc et le Département Sciences de la Vie).

Actions en cours de lancement

Dans ce domaine, de nombreux contrats industriels sont signés ou sont en cours de signature avec les laboratoires du Département Chimie. Par ailleurs, l'ATP « Messagers chimiques » que cofinance l'INRA, verra sa problématique évoluer vers la recherche d'une meilleure connaissance de ces messagers, en vue d'une valorisation des agrosystèmes.

— Action coordonnée avec l'INRA et l'Industrie, sur le thème « Arômes et colorants alimentaires ».

— GRECO « Bas degré de coordination ».

— ATP « Chimie fine des conditions extrêmes ».

— Action « Précurseurs moléculaires des matériaux inorganiques ».

— Action « Matériaux organiques ».

Le Département Chimie souhaite mener au cours des prochaines années des actions dans les directions suivantes :

— Favoriser un effort d'équipement des laboratoires. Un équilibre est à rechercher entre micro, mini et grande informatique. Une politique de constitution progressive de réseau, doit permettre, d'une part, un plus grand accès aux ressources de l'informatique, d'autre part, faciliter les liaisons entre laboratoires...

— Favoriser la collaboration entre chimistes, informaticiens et biologistes pour développer des outils de CAO en chimie et biologie. Des structures régionales seront mises en place pour faciliter cette collaboration.

— Entreprendre un effort de formation de techniciens et ingénieurs chimistes pour leur donner une compétence en informatique et en électronique.

Une mise à jour de l'ECETOC sur la toxicité du benzène

Compte tenu de son importance industrielle, le benzène est un produit auquel, professionnellement, un nombre relativement important de personnes sont exposées.

L'étude de sa toxicologie a fait l'objet d'analyses passées : en 1982, par le UK Health and Safety Executive et par le CEFIC en 1983. Depuis leur parution, un certain nombre de publications nouvelles, intéressantes, sont apparues et elles viennent d'être réunies dans le Rapport technique n° 16 de l'ECETOC : « A Review of Recent Literature on The Toxicology of Benzene ».

Dans le passé, des études sur des rats et des souris exposés à l'absorption par ingestion ou par inhalation du benzène ont permis d'aboutir à la conclusion que le benzène était carcinogène pour ces espèces dans les conditions d'expérimentation.

Des travaux récents ont confirmé que le benzène pouvait endommager les chromosomes. Cependant, des études cytogénétiques conduites sur des travailleurs exposés professionnellement

au benzène n'ont pas permis de mettre en évidence, de manière significative, une élévation du nombre des aberrations chromosomiques qui puisse être directement reliée à cette exposition.

L'exposition de l'homme à des concentrations élevées de benzène a été considérée à une certaine époque comme conduisant à des désordres sanguins et à l'apparition d'une leucémie myéloblastique (qui est une forme de cancer). Des études épidémiologiques récentes ont soulevé la question de savoir si l'exposition au benzène pouvait être la cause d'autres formes de cancer chez l'homme. Cette question n'est toujours pas résolue et il est

Guide pour l'élimination et la valorisation des déchets industriels

2^e édition

Le ministère de l'Environnement et l'Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets viennent de publier une deuxième édition du Guide pour l'élimination et la valorisation des déchets industriels (n° 8 dans la collection des Cahiers techniques de la Direction de la Prévention des Pollutions). La 1^{re} édition étant épuisée, cette nouvelle publication a été réactualisée et complète les informations fournies. Ce travail a concerné essentiellement les annexes qui, outre les mises à jour, ont été augmentées de la nomenclature des déchets et de données plus fournies sur la collecte.

Si ce Guide concerne tous les types de déchets industriels, il est certain que l'accent est mis sur les déchets dits « spéciaux » dont l'élimination ne peut se faire sans précautions particulières. Parmi ces déchets, il faut distinguer les déchets toxiques ou dangereux dont l'élimination doit faire l'objet d'un contrôle spécifique. Sous forme de tableaux sont données les possibilités de valorisation et d'élimination de chaque type de déchets. On trouve également dans ce Guide toutes les adresses utiles, en particulier celles des centres de traitement de déchets industriels spéciaux.

Le document est disponible au prix de 50 F (30 F pour le tiré à part des annexes) auprès de l'ANRED, 2, square La Fayette, BP 406, 49004 Angers Cedex.

Réglementation IATA pour le transport des marchandises Dangereuses.

26^e édition

L'Association de Transport Aérien International (IATA) vient de publier la 26^e édition de sa Réglementation pour le transport des marchandises dangereuses, dont les dispositions sont obligatoires depuis le 1^{er} janvier 1985.

La Réglementation IATA est conforme à toutes les dispositions de l'Annexe 18 à la Convention de Chicago sur l'aviation civile internationale et à celles des Instructions techniques de l'OACI (version 1985). Ainsi, l'application de cette Réglementation assure le respect des Instructions de l'OACI.

La Réglementation IATA contient des données sur le transport par avion des marchandises dangereuses. La « lettre de transport » mentionnée dans la publication de l'OACI y est expliquée en détail, de même que le formulaire spécial intitulé « Déclaration de l'expéditeur de marchandises dangereuses ».

On trouvera dans la 26^e édition tous les changements normatifs apportés par l'OACI pour l'année 1985 ainsi que la liste alphabétique des marchandises dangereuses accompagnée des dispositions spéciales de l'OACI. La nouvelle édition comporte également une liste, par État, des organismes qui sont autorisés à homologuer les modèles d'emballage après avoir procédé à des tests de résistance, conformément aux spécifications de l'ONU, de l'IATA et du Département américain des transports.

La Réglementation IATA est publiée en français, anglais, espagnol et allemand. On peut l'obtenir au prix de 37 USD, sur demande adressée à l'IATA, Section 4.2, 26, Chemin de Joinville, 1216 Cointrin, Genève, Suisse.

probable qu'elle le demeurera dans la mesure où, maintenant, le nombre des personnes exposées au benzène et les limites de concentration de celui-ci ont été considérablement abaissés.

Il n'existe pas de preuve raisonnable qui puisse suggérer que l'exposition au benzène soit susceptible d'affecter la reproduction humaine.

Toutes les études publiées jusqu'ici sur l'influence du benzène sur la santé humaine manquent de données quantitatives sur les conditions d'exposition, en l'absence desquelles il est impossible d'établir une relation correcte entre les divers degrés d'exposition et chacun des effets toxiques.

Pour tenter d'améliorer à l'avenir notre compréhension des effets indésirables du benzène sur la santé humaine, il sera nécessaire

que les études épidémiologiques qui seront entreprises satisfassent à un certain nombre de règles qui sont explicitées dans le rapport de l'ECETOC. Il y aurait peu à gagner si l'on continuait comme jusqu'ici à décrire des taux de mortalité ou de morbidité de populations qui ont été exposées au benzène dans des conditions mal définies.

Les études récentes, qui sont rapportées dans le rapport de l'ECETOC, n'apportent pas de nouvelles preuves médicales ou toxicologiques qui justifieraient la modification des lignes actuelles de tolérance à l'exposition au benzène.

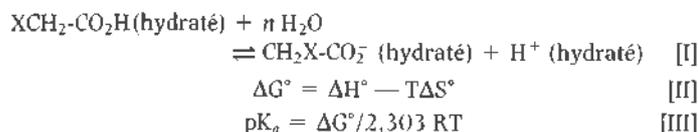
Des copies du rapport peuvent être obtenues gratuitement auprès du Dr. W. J. Bontinck, ECETOC, Avenue Louise 250, Bte 63, B-1050 Bruxelles.

A propos de l'ionisation aqueuse des acides carboxyliques : une révision nécessaire dans les manuels de chimie organique

S. David¹
C. Mesnil²

Introduction

L'ionisation aqueuse d'un acide acétique substitué est décrite par les relations [I] [II] et [III] :



Un substituant X augmente l'acidité par rapport à l'acide acétique (X = H) s'il diminue l'enthalpie libre de l'anion plus que celle de la molécule neutre. Ainsi l'acide chloracétique est plus acide que l'acide acétique : ceci indique que le chloracétate est moins déstabilisé par rapport à l'acide acétique. Réciproquement, le pivalate $\text{Me}_3\text{C-CO}_2^-$ est plus déstabilisé par rapport à l'acide pivalique, $\text{Me}_3\text{C-CO}_2\text{H}$, qui est moins acide que l'acide acétique.

Ce que nous venons de dire n'est qu'une expression verbale indiscutable des relations [I], [II] et [III]. C'est au niveau de l'explication moléculaire du phénomène que va se situer notre article. L'idée que l'augmentation d'acidité de l'acide chloracétique est due au déplacement d'une paire libre en direction du chlore a été formulée par G. N. Lewis (1) en 1916. Cette interprétation, groupée ultérieurement avec d'autres explications sous le vocable « effet inducteur », devait être un des piliers de la théorie électronique de la chimie organique. Dans notre cas particulier, cette théorie prédit que la stabilisation relative de la charge négative de l'anion et l'acidité doivent augmenter avec l'électro-négativité de l'halogène, donc dans l'ordre :



C'est évidemment ce que l'on a observé en solution aqueuse, et beaucoup de chimistes ont donné cet exemple comme une confirmation éclatante de la théorie électronique. Nous allons voir que cette interprétation ne résiste pas à la dissection thermodynamique la plus classique. Même si le mécanisme des déplacements reste vague, la cause invoquée repose sur de la physique précise. S'agissant de déplacement de charges dans un champ électrique, à l'intérieur d'une molécule isolée, les

stabilisations correspondantes doivent être comptabilisées dans la colonne de l'énergie interne. Pour un système macroscopique à pression constante, elles doivent être apparentées dans le terme d'enthalpie ΔH° . Or, les variations d'acidité, exprimées par les $\text{p}K_a$, sont reliées aux enthalpies libres ΔG° et ne sauraient en aucun cas être une mesure des variations de H° . L'approximation ($\Delta G^\circ \simeq \delta(\Delta H^\circ)$) revient donc à supposer le terme entropique constant ou négligeable. Or nous verrons ci-dessous que c'est, de très loin, le terme prépondérant dans l'expression de ΔG° .

Depuis 1916, quelques physico-chimistes ont protesté contre cette négligence. Ainsi, en 1952, Everett, Landsman et Pinsent (2) notent que l'importance du terme entropique rend ΔG° fortement dépendant de T, si bien que le classement par ordre d'acidité des acides acétiques substitués dépend de la température : « ... These inversions of acid strength make it impossible to base any theory of the strength of the fatty acids on dissociation constants or free energy of ionization at an arbitrarily chosen temperature, unless the theory takes specific accounts of effects which contribute to the entropy... changes accompanying ionization... ». En fait, il est probable que des remarques de ce type paraissent maintenant banales aux spécialistes des solutions. Elles sont exprimées dans les traités de cette branche de la chimie (voir, par exemple (3a)).

En revanche, ces idées semblent avoir du mal à s'imposer dans les paragraphes des cours de chimie organique consacrés à l'ionisation aqueuse. Pourtant, non moins de quatre articles (4-7) ont paru dans un journal consacré à l'enseignement de la chimie qui atteint un vaste public, deux sous la rubrique « Textbook Errors », donc avec une intention non dissimulée. En dépit de tout cela, nous avons pu constater que sur six manuels de chimie organique en langue anglaise, publiés de 1979 à 1984, cinq reprenaient l'interprétation traditionnelle, et un seul mettait en garde contre les artefacts de solvation dans ce contexte (8). L'un de nous a fait une communication à ce sujet à la réunion d'avril dernier de la Division Enseignement de la Société Française de Chimie (9).

Nous venons de faire remarquer que, si ces « déplacements inductifs » existent réellement, on doit pouvoir observer leurs conséquences sur une molécule isolée. On appelle propriétés

¹ Laboratoire de chimie organique multifonctionnelle, associé au CNRS, (ERA n° 479), Université Paris-Sud, Bât 420, 91405 Orsay Cedex.

² Lycée Hoche, 73, avenue de Saint-Cloud, 78000 Versailles.

intrinsèques ces propriétés d'une molécule indépendantes de son environnement. Or, on sait maintenant mesurer les grandeurs de dissociation intrinsèques d'une molécule en phase gazeuse raréfiée. Ces belles expériences remettent en cause nombre d'idées reçues, et dévoilent souvent une simplicité fondamentale occultée par les phénomènes de solvation. Elles suggèrent une présentation rénovée de l'ionisation des composés organiques dans l'enseignement, que nous proposons ci-dessous. Avec les grandeurs intrinsèques, nous allons pouvoir traiter quantitativement, à la suite, la molécule isolée, sa dissolution et son comportement dans l'eau. Cet ordre, qui semble plus logique, ne doit pas faire

oublier que, bien avant l'ère des techniques sophistiquées, on avait déjà reconnu l'essentiel des conclusions en raisonnant selon la thermodynamique la plus classique.

Enfin, soulignons que cet article n'est pas une critique de la théorie de l'effet inducteur mais de l'une de ses démonstrations traditionnelles.

Nous avons conservé l'ancienne unité, kcal, pour permettre un recours plus facile aux sources primaires citées, qui l'utilisent exclusivement.

Dissociation des acides carboxyliques en phase gazeuse

Le tableau 1, construit à partir des résultats de l'équipe de Kebarle (10), donne les grandeurs thermodynamiques liées à l'équilibre [V] à 600 K :



Les ΔG° sont donnés presque directement par l'expérience. On les calcule de proche en proche par une succession d'équilibres analogues à [V], correspondant chacun à une variation d'enthalpie libre assez faible pour qu'on puisse mesurer une constante d'équilibre K, et appliquer la relation $\Delta G^\circ = -RT \log K$. On calcule les ΔS° par des méthodes de thermodynamique statistique. Les ΔG° du tableau 1 sont bien adaptés à des comparaisons d'acidité, car la marge d'erreur est inférieure à 0,2 kcal/mole.

A partir des chiffres du tableau 1, Kebarle et coll. calculent ΔG° et ΔH° à 300 K pour la dissociation [VI] (tableau 2) :



Ces valeurs constituent une échelle d'acidité en phase gazeuse fort utile pour les applications. Cependant quelques incertitudes sur la valeur exacte de certaines grandeurs physiques nécessaires au calcul introduisent une marge d'erreur sensiblement plus élevée, que l'on peut estimer de 1 kcal/mole sur nos exemples.

Comme le classement relatif des acides est strictement le même, nous discuterons les chiffres du tableau 1, où les valeurs décroissantes de ΔG° correspondent à des acidités croissantes. On remarque sur le tableau quatre groupes bien séparés, et décalés d'environ 8 kcal/mole. On retrouve, par ordre d'acidité croissante, les homologues de l'acide acétique, les acides mono-, di- et trihalogénés. L'étude des acidités dans l'eau nous a, de longue date, familiarisés avec cette répartition. Comme les chiffres du tableau 1 correspondent à des variations d'acidité intrinsèque, on

Tableau 1. Grandeurs thermodynamiques liées à l'équilibre.

AH + CH ₃ CO ₂ ⁻ ⇌ A ⁻ + CH ₃ CO ₂ H dans le gaz à 600 K (kcal/mol).			
	ΔG°	TΔS°	ΔH°
CH ₃ CO ₂ H	0	0	0
CH ₃ CH ₂ CO ₂ H	-1,2	0	-1,2
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CO ₂ H	-2,0	0	-2,0
CH ₂ FCO ₂ H	-10,5	-0,2	-10,7
CH ₂ ClCO ₂ H	-12,7	-0,3	-13,0
CH ₂ BrCO ₂ H	-13,9	-0,4	-14,3
CHF ₂ CO ₂ H	-17,8	-0,5	-18,3
CHCl ₂ CO ₂ H	-19,4	-0,5	-19,9
CF ₃ CO ₂ H	-24,8	-0,7	-25,5

Tableau 2. Échelle d'acidité en phase gazeuse à 300 K : grandeurs thermodynamiques liées à l'équilibre hypothétique AH ⇌ A⁻ + H⁺ à 300 K (kcal/mol).

	ΔG°	ΔH°
CH ₃ CO ₂ H	341,5	348,5
CH ₃ CH ₂ CO ₂ H	340,3	347,3
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CO ₂ H	339,5	346,5
CH ₂ FCO ₂ H	331,0	337,6
CH ₂ ClCO ₂ H	328,8	335,4
CH ₂ BrCO ₂ H	327,4	334,0
CHF ₂ CO ₂ H	323,5	330
CHCl ₂ CO ₂ H	321,9	328
CF ₃ CO ₂ H	316,3	322,7

peut y voir, si l'on veut, la manifestation de l'effet inducteur des halogènes. Par ailleurs, l'examen à l'intérieur de chacun de ces groupes montre que cette analogie apparente avec l'ionisation aqueuse n'est que superficielle.

Ainsi les homologues de l'acide acétique sont plus acides que lui, contrairement à ce qui se passe dans l'eau (tableau 3). On avait interprété l'ordre des pK_a du tableau 3 en invoquant une déstabilisation de l'anion correspondant par l'effet donneur des méthyles. On voit que cet ordre des pK_a n'est pas une propriété intrinsèque de ce groupe d'acides, et que, par conséquent, on ne doit pas en dériver une théorie électronique. Il est maintenant établi que les méthyles liés à des carbones saturés sont attracteurs d'électrons. Ils augmentent l'acidité intrinsèque des acides carboxyliques comme celle des alcools et des amines saturées. La règle est simple, générale, et fortement intuitive : en série saturée, le plus gros anion est toujours le plus stable, probablement parce qu'il est le plus facilement polarisable (11).

Il est manifeste que les halogènes renforcent l'acidité intrinsèque plus énergiquement que les méthyles. Toutefois, cette anion ne semble pas uniquement liée à leur électronégativité. Dans le groupe des acides monohalogénés, par exemple, l'ordre des acidités croissantes est [VII] :



C'est l'ordre inverse des électronégativités et l'ordre inverse de l'acidité dans l'eau. De plus, les différences entre acides sont plus accentuées que dans l'eau. Considérons l'équilibre [VIII] :



Comme chacun sait, en solution aqueuse, l'acide fluoracétique

est le plus fort. A 300 K, en présence de concentrations égales d'acides non ionisés, il y a deux fois moins de bromacétate que de fluoracétate à l'équilibre. Mais, dans le gaz, il y a dix-huit

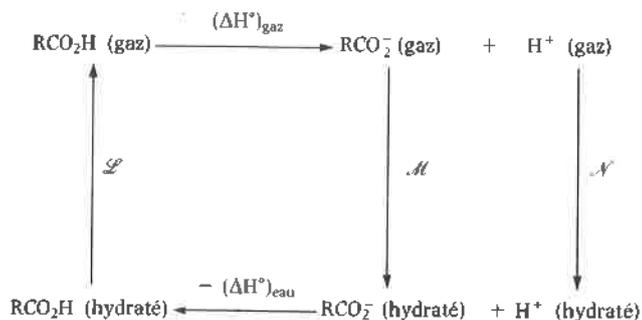
cents fois plus de bromacétate! Peut-être que, là encore, un phénomène de polarisation l'emporte sur d'autres mécanismes, et donne l'avantage aux ions les plus lourds.

Le passage du gaz à la solution

Par quel mystère ces acidités intrinsèques se trouvent-elles renversées quand la molécule est dissoute dans l'eau? Il est possible aujourd'hui, grâce à des mesures récentes, d'apprécier numériquement les diverses enthalpies de transformations impliquées. Un cycle thermodynamique incorporant les dissociations gazeuse et en solution a été utilisé par Haberfield et Rashkit (12) pour calculer l'énergie d'hydratation des halo-acétates. Toutes les autres énergies sont accessibles indépendamment. L'application du premier principe au cycle du schéma ci-après nous permet d'écrire :

$$(\Delta H^\circ)_{\text{gaz}} + \mathcal{M} + \mathcal{N} - (\Delta H^\circ)_{\text{eau}} + \mathcal{L} = 0 \quad [\text{IX}]$$

Schéma



L'enthalpie liée de dissociation en phase gazeuse (ΔH°) a été mesurée par Kebarle. L'hydratation du proton est certainement une réaction vigoureusement exothermique mais son enthalpie liée n'est accessible qu'à partir de calculs fondés sur des modèles. Diverses méthodes donnent des résultats assez divergents (3b, 13). La valeur adoptée par Haberfield et Rashkit est 260,7 kcal/mole. Évidemment le classement relatif des anions organiques n'est pas affecté par le choix d'une valeur particulière. Des mesures calorimétriques donnent l'enthalpie liée d'ionisation dans l'eau, $(\Delta H^\circ)_{\text{eau}}$. On calcule \mathcal{L} , qui est l'opposé de la chaleur de solvation de RCO_2H , par le chemin [X] qui passe par le liquide pur :



D'où il vient :

$\mathcal{L} = -$ (enthalpie de dissolution du liquide pur) + enthalpie de vaporisation du liquide pur).

La seule inconnue restante dans l'équation [IX] est l'enthalpie de dissolution aqueuse de l'haloacétate gazeux, \mathcal{M} . Il est intéressant de réécrire l'équation [IX] maintenant complètement explicitée numériquement, en résolvant par rapport à $(\Delta H^\circ)_{\text{eau}}$:

$$(\Delta H^\circ)_{\text{eau}} = (\Delta H^\circ)_{\text{gaz}} + \mathcal{M} + \mathcal{N} + \mathcal{L} \quad [\text{XI}]$$

La figure 1 illustre l'effet des termes variables du second membre sur $(\Delta H^\circ)_{\text{eau}}$, pour les acides de deux des grandes catégories (mono- et dihalogénés). On obtient l'enthalpie d'ionisation aqueuse par addition algébrique sur une ligne verticale, puis soustraction de 260,7 kcal/mole. On a corrigé les chiffres originaux (12) pour

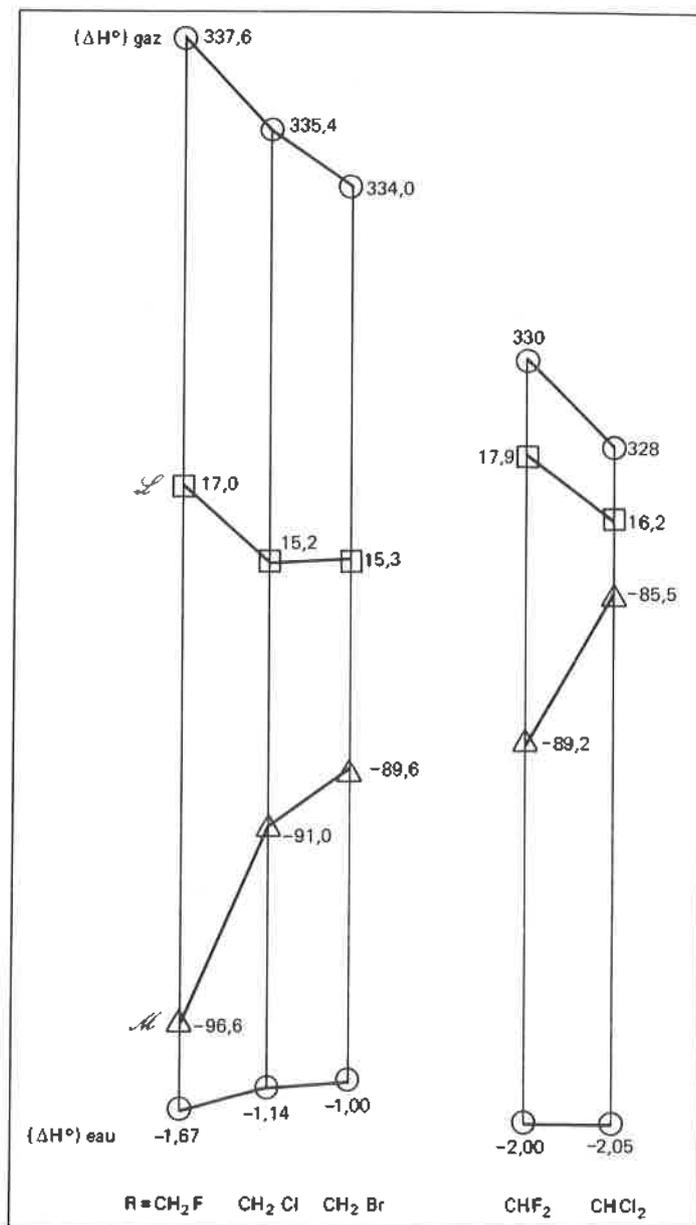


Figure 1. Calcul de l'enthalpie d'ionisation dans l'eau à partir de l'enthalpie d'ionisation en phase gazeuse. Pour les détails, se reporter au texte.

tenir compte de mesures plus récentes. On observe un tassement de $(\Delta H^\circ)_{\text{eau}}$ et un renversement de l'ordre en phase gazeuse. Ce renversement est dû à la diminution en valeur absolue de l'enthalpie d'hydratation de l'anion. Celle-ci compense, et au-delà, les variations en sens inverse des deux autres termes.

L'ionisation aqueuse des acides carboxyliques

On trouvera dans le tableau 3 les grandeurs thermodynamiques liées à la dissociation aqueuse d'un certain nombre d'acides acétiques substitués. On a constitué ce tableau en donnant, dans chaque cas, la valeur publiée le plus récemment à notre connaissance. Nous n'avons pas fait un examen critique de ces données, qui dépasserait notre compétence, mais la comparaison des chiffres publiés depuis 1945 suggère qu'elles ne subiront plus de modifications assez importantes pour infirmer nos conclusions. On obtient ΔH° et ΔS° pour l'ionisation aqueuse par des mesures calorimétriques directes (12) ou, le plus souvent, en déterminant la variation de la constante de dissociation K_a avec la température, représentée par une formule du type :

$$\log_{10} K_a = A/T + B \log_{10} T + C \quad \text{[XII]}$$

$$A = -\Delta H^\circ / 2,3026 R ; B = \Delta C_p^\circ / R ; C = (\Delta S^\circ - \Delta C_p^\circ) / 2,3026 R$$

Tableau 3. Grandeurs thermodynamiques liées à l'ionisation aqueuse de quelques acides carboxyliques à 25 °C.

	pK_a	ΔG°	ΔH°	$T\Delta S^\circ$
$(CH_3)_3CCO_2H$	5,03	6,82	-0,72	-7,45
$CH_3CH_2CO_2H$	4,87	6,64	-0,14	-6,8
$(CH_3)_2\dot{C}HCO_2H$	4,85	6,61	-0,76	-7,35
$CH_3(CH_2)_2CO_2H$	4,82	6,57	-0,64	-7,2
CH_3CO_2H	4,76	6,49	-0,02	-6,5
$H-CO_2H$	3,75	5,11	$\pm 0,01$	-5,1
CH_2ICO_2H	3,175	4,32	-1,21	-5,55
CH_2BrCO_2H	2,90	3,95	-1,00	-5,05
CH_2ClCO_2H	2,86	3,90	-1,14	-4,9
CH_2FCO_2H	2,59	3,53	-1,67	-5,05
$CHCl_2CO_2H$	1,36	1,85	-2,05	-3,6
CHF_2CO_2H	1,34	1,83	-2,0	-3,9
CCl_3CO_2H	0,515	0,70	0,28	-0,4
CF_3CO_2H	0,50	0,68	0,4	-0,3

ΔG° , ΔH° et $T\Delta S^\circ$ sont données en kcal/mol. Les valeurs du pK_a , de ΔH° et de ΔS° sont les plus récentes trouvées dans l'ensemble des références (2, 12, 18-21). On a uniformément calculé ΔG° à partir de pK_a . La marge d'erreur est variable suivant l'origine des données, mais probablement inférieure à 0,1 kcal/mol.

La figure 2 donne les variations du pK_a (proportionnel à ΔG°) en fonction de H° et $T\Delta S^\circ$. Une évidence saute aux yeux : la variation d'acidité avec les substituants, enseignée depuis 50 ans dans les cours de chimie organique comme une démonstration de l'effet inducteur, est presque exclusivement d'origine entropique. Le classement des acides serait à peine modifié si l'on supposait que l'enthalpie liée d'ionisation est constante d'un bout à l'autre du tableau !

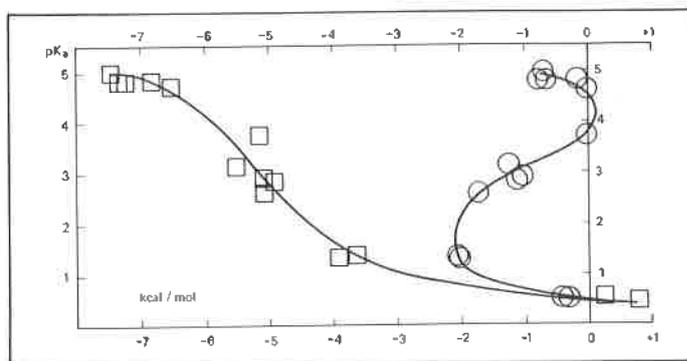


Figure 2. Variation du pK_a des acides carboxyliques substitués, en fonction de l'entropie d'ionisation, □ ; en fonction de l'enthalpie liée d'ionisation, ○.

Deux remarques méritent notre attention :

La substitution progressive de l'hydrogène par des méthyles, de l'acide formique à l'acide pivalique, entraîne une diminution forte et régulière de l'entropie d'ionisation. Notez à ce propos que l'ionisation est *exothermique*, et d'autant plus que l'acide est plus faible.

A l'autre bout du tableau 3, nous observons que la dissociation des acides trihalogénés « forts » est, au contraire, légèrement endothermique. Ces acides tirent leur force de l'augmentation considérable du terme entropique, d'environ 6 kcal/mol, qui est corrélative de la substitution des trois hydrogènes de l'acide acétique par trois atomes d'halogènes.

Une interprétation différente des constantes de dissociation

C'est seulement avec des expériences qu'on peut montrer qu'une théorie est inexacte, et nous pensons avoir exposé des preuves expérimentales surabondantes de l'inexactitude de l'interprétation de l'ionisation aqueuse des acides organiques dans la majorité des manuels. L'interprétation que nous allons exposer ne fait par partie de l'arsenal des preuves. Cependant, nous pensons que le chimiste organicien serait intéressé de savoir qu'il y a une alternative au recours à l'effet inducteur pour expliquer les données en solutions. Celles-ci s'interprètent d'une façon relativement satisfaisante au moyen de concepts développés depuis quelques décennies par les physico-chimistes de solution (14) (voir aussi la littérature citée référence (7)).

Nous admettons que l'eau est constituée par la juxtaposition de réseaux de molécules associées par des liaisons hydrogène, constamment remaniées, que nous désignerons pour abrégé par le nom de réseaux aqueux (15). La dissolution isotherme d'un

hydrocarbure dans l'eau s'accompagne d'une diminution significative d'entropie, qui a été attribuée tout naturellement à un phénomène de structuration (« structure making »). C'est l'« effet hydrophobe ». Au contraire, certains ions, relativement volumineux et peu hydratés, orientent énergiquement les molécules d'eau à leur voisinage d'une façon incompatible avec le réseau aqueux. La couche de solvatation est alors séparée du solvant par une région désordonnée, « superfluide ». Ce sont les ions « structure breaking ». On voit donc que la dissolution d'un anion carboxylate perturbe le réseau aqueux environnant de deux façons contradictoires (7). La chaîne hydrocarbonée se comporte comme un hydrocarbure ou un gaz inerte en solution aqueuse : elle a tendance à rigidifier le réseau à son voisinage, selon un processus faiblement exothermique mais accompagné d'une forte diminution d'entropie (interaction hydrophobe). Cependant, on doit s'attendre à ce que le carboxylate impose aussi un ordre strict à son entourage. C'est bien ce qui se passe, mais cet ordre imposé par

la fonction carboxylate est incompatible avec celui du réseau aqueux, si bien que la transition entre l'anion hydraté et le réseau a lieu par une couche de molécules d'eau désordonnées, et que le bilan global est une augmentation de l'entropie. Ce type de transition ne manque pas d'évoquer le phénomène de « joint de grain » du solide métallique. Dans la série homologue, HCO_2^- , MeCO_2^- , $\text{MeCH}_2\text{CO}_2^-$, etc., il est bien évident que pour le premier terme, le formiate, sans chaîne latérale, l'effet de disruption de la structure de l'eau va l'emporter sur l'effet de rigidification, et c'est l'acide formique qui est le plus « fort » acide de la série. Ce sera le contraire pour l'acide acétique et surtout ses homologues supérieurs. Cette interprétation pourrait éventuellement être étendue aux acides halogénés. La liaison carbone-halogène serait assez polaire dans le groupement CF_3 , par exemple, pour favoriser à son contact une structuration de l'eau incompatible avec celle qui existe autour du carboxylate (ou celle du réseau aqueux). Là encore, la transition procéderait par une zone de désordre (16).

Remerciements : Les auteurs remercient les Professeurs M. Chemla (Paris VI) et J. Edward (Montréal) pour leur collaboration à la préparation de cet article.

Bibliographie et notes

- (1) G. N. Lewis, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1916, 38, 762.
- (2) D. H. Everett, D. A. Landsman et B. R. W. Pinsent, *Proc. Roy. Soc.*, 1952, 215A, 403.
- (3) (a) Hydratation effects and Acid-Base equilibria, dans « Water, a comprehensive treatise » (F. Franks, Éd.), Plenum press, New York, 1973, Chap. 3, p. 167 ; (b) H. L. Friedman et C. V. Krishnan, *Thermodynamics of ionic hydration, id.*, Chap. 1, p. 24.
- (4) C. R. Allen et P. G. Wright, *J. Chem. Ed.*, 1964, 41, 251.
- (5) G. V. Calder et D. J. Barton, *J. Chem. Ed.*, 1971, 48, 338.
- (6) L. M. Schwartz, *J. Chem. Ed.*, 1981, 58, 778.
- (7) J. T. Edward, *J. Chem. Ed.*, 1982, 59, 354.
- (8) Titres disponibles sur demande.
- (9) C. Mesnil, *L'Actualité Chimique*, Juin-Juillet 1984, p. 7.
- (10) J. B. Cumming and P. Kerbarle, *J. Can. Chem.*, 1978, 56, 1.
- (11) Il est possible que la dissociation du méthane soit anormale à ce point de vue. Voir Ch. Dupuy et V. Bierbaum, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1984, 106, 4051.
- (12) P. Haberfeld et A. Rashkit, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1976, 98, 4393.
- (13) M. Chemla, *Thermodynamics of solvated proton*, dans « Encyclopedia of the Electrochemistry of the Elements » (A. J. Bard, Ed.), Marcel Dekker, New-York, 1982, vol. 9, p. 384.
- (14) Voir, entre autres : Ch. Tanford, « The hydrophobic effect », 2^e éd., Wiley, New York, 1980.
- (15) F. H. Stillinger, *Science*, 1980, 209, 451.
- (16) Le rapporteur nous a fait remarquer que $\Delta(\text{p}K_a)$ des acides carboxyliques sont très peu différents dans l'eau et dans des solvants aussi peu structurés que le chloroforme ou le chlorobenzène (17). Il est peut-être compréhensible que l'état dissous dans un solvant peu polaire se rapproche de l'état gazeux, et qu'on retrouve les grandes catégories. En revanche, la correspondance numérique précise qui a été observée ne nous semble pas immédiatement interprétable.
- (17) M. Rumeau, *Ann. Chim.*, 1979, 8, 131.
- (18) J. J. Christensen, R. M. Izatt et L. D. Hansen, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1967, 89, 213.
- (19) D. Ives et J. Pryor, *J. Chem. Soc.*, 1955, 2104.
- (20) J. J. Christensen, J. L. Oscarson et R. M. Izatt, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1968, 90, 5949.
- (21) J. L. Kurz et J. M. Farrar, *J. Amer. Soc.*, 1969, 91, 6057.

Enquête sur la maîtrise de la notion de mole et son évolution entre 16 et 20 ans

Maurice Chastrette¹
Danièle Cros²

La notion de mole est assez mal maîtrisée par les élèves de l'enseignement secondaire et présente des difficultés inattendues pour les étudiants de première année de l'Université. De nombreux travaux ont été consacrés à ce point délicat (1-7). Nous avons cherché, dans l'enquête conduite de 1979 à 1982 et décrite dans cet article, à :

- 1) évaluer le degré de maîtrise de la notion de mole en tentant de distinguer ses principales facettes (définitions, composition des corps purs, stœchiométrie des réactions, molarité) ;
- 2) mesurer l'évolution de cette maîtrise en fonction des apprentissages réalisés (classes littéraires ou scientifiques, évolution au cours du temps dans une même filière depuis la classe de seconde jusqu'au premier cycle universitaire).

1. Méthodologie

1.1. Population étudiée

La population étudiée comporte au total 499 personnes dont 374 élèves des lycées et 125 étudiants.

Nous avons cherché à obtenir une représentation des principales filières de l'enseignement secondaire :
— filière non scientifique AB : seconde (2AB), première (1AB) ;
— filière scientifique C : seconde (2C), première (1C), terminale (TC) ;

¹ Université Claude Bernard, Lyon I, 43, boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex.

² Université des Sciences et Techniques du Languedoc, place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.

— filière scientifique D: seconde (2D), première (1D), terminale (TD);

— filière technique F: première (1F), terminale (TF).

En ce qui concerne l'enseignement supérieur, nous avons retenu un échantillon pour chacun des DEUG scientifiques:

— DEUG A (math., Physique, Chimie): première année (DA1);

— DEUG B (sciences naturelles): première année (DB1) et deuxième année (DB2).

Nous n'avons pas évalué systématiquement la variabilité des résultats en fonction des échantillons pour un même type de classe. Les questionnaires ont été remplis après une brève présentation de l'objet de cette recherche par le professeur.

1.2. Construction du test

Nous avons choisi de saisir l'information à l'aide d'un questionnaire à choix multiple comportant 15 questions (appendice 1). Deux des questions (2 et 8) répondaient à un autre objectif, dans le cadre d'une recherche commune avec l'Université de York, et ne seront pas exploitées ici. Chaque question comportait 5 réponses possibles, mais certains élèves n'ont donné aucune réponse. Nous avons considéré cette absence de réponse comme significative et

inclus dans nos calculs une sixième possibilité appelée non-réponse et codée NR.

Les questions ont été, pour la plupart, choisies dans le livre de Long et Hentz (8); les autres ont été construites par nous-mêmes. Elles ont été classées, selon le mode adopté par Long et Hentz, en quatre catégories:

— définitions: questions 1, 3, 14;

— composition: questions 4, 5, 15;

— stoechiométrie: questions 7, 9, 11, 13;

— molarité: questions 6, 10, 12.

Ce classement suggère qu'il pourrait exister chez le même élève des degrés de maîtrise différents pour ces quatre domaines. Nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de cette hypothèse.

Nous avons calculé, pour chaque question, le pourcentage de chacune des réponses, y compris la non-réponse, et l'écart type des six réponses possibles. Ces résultats sont indiqués dans le tableau 1. Puis, nous avons calculé le pourcentage moyen de réponses exactes pour chaque question et pour chaque classe. Ces résultats figurent dans le tableau 2.

L'évolution de la maîtrise de la notion de mole est représentée sur la figure 3. Enfin, les corrélations entre questions, d'une part, et entre classes, d'autre part, ont permis d'affiner l'analyse des résultats.

Tableau 1. Pourcentages des réponses selon les questions et les classes.

Question	Réponse	2 AB	2 C	1 AB	1 C	1 D	1 F	TC	TD	TF	DA 1	DB 1	DB 2	Moyenne par question
Q 1	A	57	38	59	10	33	16	0	20	18	9	8	6	23
	B	4	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2,3
	C*	4	44	19	55	43	42	95	26	65	88	52	78	51
	D	30	12	21	24	17	21	5	50	18	3	33	6	20
	E	5	4	0	9	7	21	0	2	0	0	6	0	4,5
	NR	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2	0
Q 3	A	2	2	2	2	13	0	5	4	0	0	0	0	2,5
	B	14	6	7	2	10	16	0	4	6	0	3	6	6,2
	C	43	23	16	24	37	26	0	38	12	16	30	11	23
	D	20	0	27	0	0	0	0	6	0	0	0	6	4,9
	E*	20	69	48	72	40	58	95	48	82	84	67	78	63
	NR	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q 4	A*	11	48	9	83	90	84	95	70	82	75	80	83	68
	B	50	25	39	0	0	0	0	2	6	3	6	0	11
	C	18	2	16	9	3	5	0	16	0	13	3	6	7,6
	D	7	8	27	2	3	0	0	2	0	0	0	0	4,1
	E	13	15	9	5	3	5	5	4	6	0	8	0	6,1
	NR	2	2	0	2	0	5	0	6	6	9	3	6	3,4
Q 5	A	46	46	39	26	37	26	26	37	35	44	39	44	37
	B*	25	31	23	53	47	32	37	47	53	22	38	44	38
	C	4	0	5	3	0	11	5	0	0	0	0	0	2,3
	D	7	2	23	0	10	5	16	10	6	9	3	0	7,6
	E	18	19	11	14	3	26	21	3	6	16	15	6	13
	NR	0	2	0	3	3	0	0	3	0	9	5	6	2,6
Q 6	A	7	6	0	0	3	0	0	6	0	0	3	0	2,1
	B	29	6	25	3	3	0	0	12	0	3	5	0	7,2
	C	2	6	11	7	10	16	0	0	6	6	11	11	7,2
	D*	50	70	59	90	77	74	100	56	94	84	79	89	77
	E	9	3	5	0	0	6	0	2	0	0	2	0	2,3
	NR	3	9	0	0	7	11	0	24	0	6	1	0	5,1
Q 7	A	21	6	5	3	0	0	0	6	0	0	3	11	4,6
	B	11	18	34	3	20	5	16	12	6	3	14	11	13
	C	27	10	25	5	13	5	5	4	6	9	3	6	9,8
	D	14	8	16	10	3	0	0	24	0	3	11	0	7,4
	E*	14	54	21	64	53	79	79	26	77	78	63	56	55
	NR	13	4	0	14	10	11	0	28	12	6	6	17	10

Tableau 1. (suite).

Question	Réponse	2 AB	2 C	1 AB	1 C	1 D	1 F	TC	TD	TF	DA 1	DB 1	DB 2	Moyenne par question
Q 9	A	7	13	14	2	17	16	0	10	18	22	18	11	12
	B	32	8	25	0	3	5	0	0	0	0	0	0	6,1
	C	9	8	39	0	0	0	0	4	0	0	2	0	5,2
	D*	16	40	18	81	60	53	100	68	65	75	76	83	61
	E	27	19	5	14	20	11	0	6	12	3	3	6	11
	NR	9	12	0	3	0	16	0	12	6	0	1	0	4,9
Q 10	A	16	9	22	24	13	16	42	8	35	13	30	61	24
	B*	23	46	30	19	3	32	11	18	41	25	41	39	27
	C	23	9	31	29	67	26	42	36	18	34	15	0	28
	D	13	12	2	14	7	5	0	4	0	3	6	0	5,5
	E	16	9	15	0	3	0	0	4	0	3	0	0	4,2
	NR	9	15	0	14	7	21	5	30	6	22	8	0	11
Q 11	A*	4	15	4	76	47	74	90	24	59	50	55	50	46
	B	29	46	20	14	37	16	5	20	29	31	24	33	25
	C	20	8	31	0	7	0	0	16	0	3	3	0	7,3
	D	12	8	25	2	7	0	0	14	0	0	5	11	7
	E	23	21	20	0	3	0	0	8	6	9	3	0	7,8
	NR	13	2	0	9	3	11	5	18	6	6	11	6	7,5
Q 12	A	2	9	7	2	10	5	26	2	24	9	14	0	9,2
	B	11	6	5	0	7	5	0	4	0	0	5	0	3,6
	C*	9	18	18	50	30	68	47	30	71	53	56	94	45
	D	13	6	9	3	7	0	0	10	0	0	3	0	4,3
	E	59	49	61	28	40	5	26	32	6	25	18	6	30
	NR	7	12	0	17	7	16	0	22	0	13	5	0	8,3
Q 13	A	5	9	16	5	0	0	5	2	0	0	3	0	3,8
	B	52	31	38	16	50	16	11	20	0	6	11	0	21
	C	7	4	11	3	0	0	5	6	0	9	3	0	4
	D*	7	46	25	43	37	74	47	22	82	69	57	89	50
	E	16	8	11	3	10	0	21	22	18	0	11	11	11
	NR	13	2	0	29	3	11	11	28	0	16	14	0	11
Q 14	A	14	0	23	9	10	11	0	14	0	13	20	6	10
	B	9	4	9	2	10	0	0	2	0	0	5	0	3,4
	C	23	4	23	3	3	5	5	10	0	6	5	6	7,8
	D*	13	81	27	76	63	79	95	58	88	78	62	61	65
	E	29	10	18	3	7	0	0	4	12	0	6	22	9,3
	NR	13	1	0	7	7	5	0	12	0	3	3	6	4,8
Q 15	A	20	6	18	3	3	21	5	2	6	6	14	17	10
	B	21	2	18	0	0	0	0	2	0	0	2	0	3,8
	C	7	2	11	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1,8
	D	13	6	21	0	0	0	0	2	0	6	2	0	4,2
	E*	27	83	32	83	97	63	95	82	94	75	82	83	75
	NR	13	1	0	14	0	16	0	10	0	13	1	0	5,7

2. Résultats par classe

2.1. Classes non scientifiques (A, B)

Sur l'ensemble des questions, les performances des classes A et B sont très nettement inférieures à la moyenne. Ainsi, pour la classe de seconde AB, le taux de réponses exactes est de 17 % alors que la moyenne générale est de 55 %. De même, la première AB a un taux de réponses exactes de 26 % seulement. Il faut remarquer que ces pourcentages semblent très proches de ceux qu'on obtiendrait avec des réponses au hasard. La dispersion des réponses est confirmée par l'écart type qui varie entre 5 et 23.

Un examen plus approfondi des questions montre que les réponses ne sont pas données au hasard. Pour la seconde AB, c'est seulement pour 5 des 13 questions que la répartition observée

est proche de l'équipartition. Sur quatre autres questions (1, 4, 12, 13), l'une des réponses fausses est donnée par plus de 50 % des élèves. Pour la première AB, les réponses exactes sont un peu plus fréquentes ; l'équipartition est approchée pour 3 questions tandis que l'une des réponses fausses représente plus de 50 % des réponses dans deux cas (1, 12) et plus de 40 % dans quatre autres cas (4, 5, 9, 13). L'analyse détaillée des réponses fausses sera présentée plus loin.

2.2. Classes scientifiques C

Les classes C regroupent les élèves orientés vers les sciences exactes et qui sont bien souvent les meilleurs élèves. Dans l'ensemble, les classes C donnent les réponses exactes avec une fréquence croissante de la seconde C (45 %) à la première C

Tableau 2. Pourcentages des réponses exactes et écarts types selon les questions et les classes.

Question	Réponse	2 AB	2 C	1 AB	1 C	1 D	1 F	TC	TD	TF	DA 1	DB 1	DB 2	Moyenne par question
Q 1	R.EX * E.TY *	4 23	44 18	19 22	55 21	43 18	43 16	95 38	26 20	65 25	88 35	52 21	78 30	51
Q 3	R.EX E.TY	20 15	69 14	48 18	72 29	40 18	58 23	95 38	48 21	82 32	84 34	67 27	78 30	63
Q 4	R.EX E.TY	11 17	48 20	9 14	83 33	90 36	84 33	95 38	70 27	82 32	75 29	80 31	83 33	68
Q 5	R.EX E.TY	25 17	31 22	23 14	53 20	47 20	32 13	37 14	47 20	53 22	22 15	38 18	44 21	38
Q 6	R.EX E.TY	50 20	70 27	59 23	90 36	77 30	74 28	100 41	56 21	94 38	84 33	79 31	89 36	77
Q 7	R.EX E.TY	14 6,1	54 23	21 13	64 24	53 19	79 31	79 31	26 11	77 30	78 30	63 22	56 20	55
Q 9	R.EX E.TY	16 11	40 14	18 14	81 32	60 23	53 19	100 41	68 26	65 25	75 30	76 30	83 33	61
Q 10	R.EX E.TY	23 5,5	46 15	30 14	19 10	3 25	32 12	11 20	18 14	41 18	25 13	41 16	39 27	27
Q 11	R.EX E.TY	4 8,9	15 9,6	4 12	76 30	47 19	74 29	90 36	24 5,5	59 23	50 19	55 20	50 20	46
Q 12	R.EX E.TY	9 21	18 17	18 23	50 20	30 16	68 26	47 20	30 13	71 28	53 20	56 20	94 38	45
Q 13	R.EX E.TY	7 18	46 14	25 13	43 16	37 22	74 29	47 16	22 10	82 33	69 26	57 23	89 36	50
Q 14	R.EX E.TY	13 7,5	81 28	27 10	76 29	63 23	79 31	95 38	58 21	88 35	78 30	62 23	61 23	65
Q 15	R.EX E.TY	27 7,2	83 31	32 11	83 33	97 39	63 24	95 38	82 32	94 38	75 29	82 32	83 33	75
Moyenne par classe	R.EX	17	50	26	65	53	62	76	44	73	66	62	71	55
* R.EX = réponse exacte.														
* E.TY = écart type sur la réponse exacte.														

(53 %), puis à la terminale C (76 %, le meilleur résultat d'ensemble). Parallèlement, l'écart type a tendance à augmenter, ce qui indique que la dispersion des réponses diminue. Pour certaines questions, en terminale C, la réponse correcte est donnée par tous les élèves.

2.3. Classes scientifiques D

Dans l'ensemble, les classes D se comportent assez bien (53 % en première D mais seulement 44 % en terminale D), mais nettement moins bien que les classes C. Les résultats de terminale D sont préoccupants, car ils se situent à un niveau bas et en recul par rapport à ceux de première D.

2.4. Classes techniques F

Les résultats sont bons, aussi bien en première qu'en terminale, et comparables à ceux de la série C.

2.5. DEUG scientifiques A et B

Les résultats de la première année du DEUG A sont moins bons dans l'ensemble que ceux des classes terminales correspondantes, mais restent à un niveau honorable. En revanche, on note une progression très nette entre la terminale D et la première année du DEUG B.

2.6. Corrélations entre les classes

En considérant une seule variable qui est le taux de réponses exactes, on peut calculer les corrélations entre les classes. Les résultats sont représentés sur la figure 1.

C'est entre la première C et la terminale C que l'on rencontre la corrélation la plus élevée. Il existe aussi de bonnes corrélations entre la première C, la première D et la première année du DEUG B. Au contraire, des classes comme les classes A et B et,

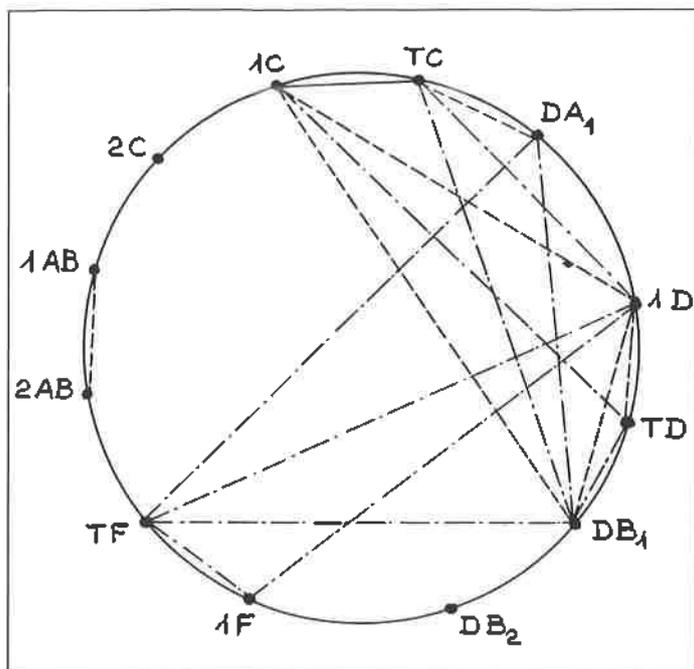


Figure 1. Corrélations entre les classes.

La nature du trait indique la qualité de la corrélation entre les classes, mesurée par le coefficient de corrélation r :

- $r > 0,894$ (80 % de la variance expliquée);
- $0,817 < r < 0,894$ (2/3 de la variance expliquée);
- .-. $0,707 < r < 0,817$ (50 % de la variance expliquée).

de manière plus surprenante, la seconde C et la deuxième année du DEUG B apparaissent comme isolées.

3. Étude des questions

Il est frappant de constater que les taux de réponses exactes pour l'ensemble de la population varient beaucoup d'une question à l'autre (de 27 % pour la question 10 à 77 % pour la question 6).

3.1. Corrélations entre questions

Dans l'hypothèse mentionnée plus haut, les questions devraient se regrouper en quatre classes correspondant aux quatre aspects différents de la notion de mole. On s'attendrait donc à des corrélations nettes entre questions du même groupe et faibles entre questions de groupes différents. Les résultats obtenus (figure 2) montrent que tel n'est pas le cas.

En fait, il apparaît que toutes les questions sont assez liées entre elles, à l'exception des questions 5 et 10 qui apparaissent comme très singulières. On peut aussi remarquer que les questions 12 et 13 constituent un bloc particulier. Bien que le domaine couvert par les questions (définitions, stœchiométrie, composition, molarité) paraisse bien délimité, au premier abord, la distinction entre les différents domaines ne se révèle finalement pas pertinente. La principale différence entre les questions semble bien être liée au fait qu'il soit nécessaire ou non de mener à bien des règles de trois pour trouver la solution. On peut d'ailleurs regretter de constater que la capacité correspondante ne se développe pratiquement pas lorsque les élèves avancent dans leurs études.

3.2. Analyse des réponses fausses

Il est difficile de donner une analyse très poussée des réponses fausses, car nous n'avons pas enquêté sur les raisons du choix des élèves. Il est cependant possible d'avancer quelques hypothèses :

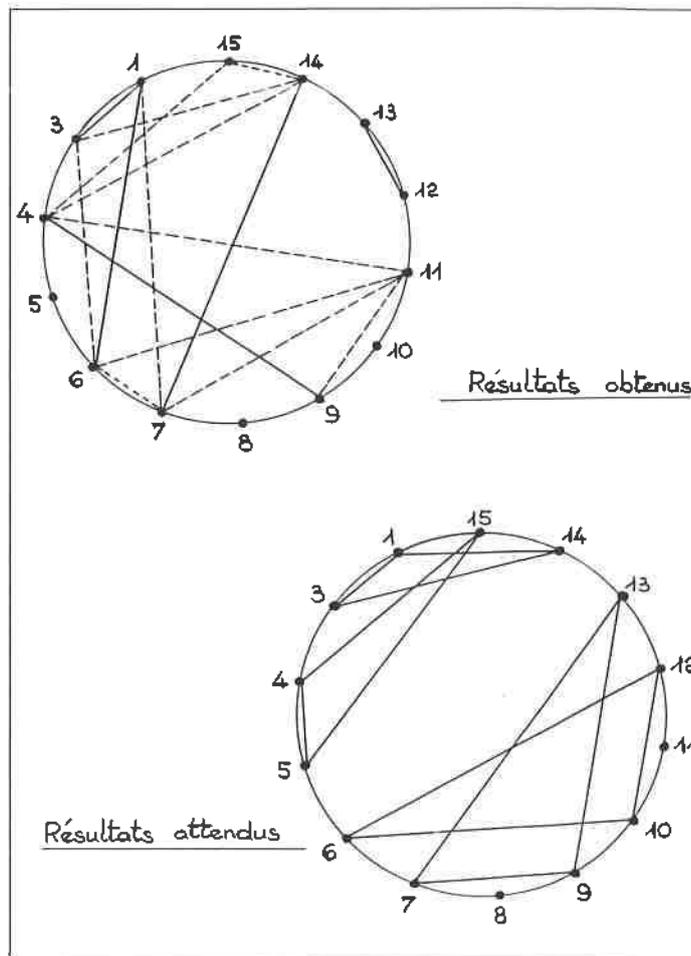


Figure 2. Corrélations entre les questions.

La nature des traits indique la qualité de la corrélation entre les classes, mesurée par le coefficient de corrélation r :

- $r > 0,894$;
- $0,817 < r < 0,894$.

Question 1 : la réponse A (23 % en moyenne) est sans doute liée au caractère noble de l'or. La réponse D (20 %) est probablement due à une confusion entre les nombres d'atomes dans une mole et dans une masse donnée. La mole est considérée alors comme une unité de masse.

Question 3 : la réponse C (23 %) correspond à une confusion entre atome et mole.

Question 5 : les réponses A (38 %) et E (13 %) l'emportent sur la réponse exacte dans presque toutes les classes. Ces réponses reposent sur l'idée qu'il y a plus de chlore si la molécule ne contient que du chlore comme c'est le cas pour Cl_2 . La réponse A est considérée comme préférable sans calculs compliqués. En revanche, les autres réponses nécessitent des raisonnements serrés ou des règles de trois (et c'est le cas, en particulier, pour la réponse B).

Question 7 : la réponse B (12 %), bien représentée pour toutes les classes, correspond à une prise en compte incorrecte de la stœchiométrie.

Question 9 : la réponse A vient d'une confusion entre molécule de dioxygène et atome d'oxygène. La réponse E (12 %) correspond à une stœchiométrie incorrecte.

Question 10 : cette question a obtenu très peu de réponses exactes (27 %). La réponse A (24 %) est due à une confusion entre le volume final de la solution et le volume d'eau à ajouter pour diluer la solution concentrée. La réponse C (28 %) reste mystérieuse

et le pourcentage élevé de non-réponse confirme la difficulté très inattendue de la question.

Question 11 : la réponse B (24 %) correspond à une confusion entre molécule et atome à laquelle la terminale C est la seule à échapper.

Question 12 : la réponse E (30 %) est en fait un moyen d'éviter des calculs redoutés (des règles de trois encore), car il y a, en fait, bien assez d'information.

Question 13 : la réponse E (11 %) est sans doute due à une lecture trop rapide de la question, mais la réponse B (22 %) pourrait bien révéler une méconnaissance de la nature des réactions explosives.

Question 14 : la réponse A (10 %), fréquente dans les classes AB et en DEUG B1, révèle une confusion entre gaz, solides et liquides.

Question 15 : la seule réponse fautive notable (10 %) correspond encore à une confusion entre atome et molécule.

En conclusion, les erreurs les plus fréquentes proviennent de confusions entre molécules et atomes, d'une part, et de l'assimilation de la mole à une unité de masse ou de volume, d'autre part. Il est affligeant de constater que les réponses qui nécessitent la maîtrise de la règle de trois ont été très peu données, même par les étudiants des DEUG. La faiblesse des performances à certaines questions est sans doute due, pour une part, au nombre important d'informations à traiter pour obtenir la solution. Cet effet a été étudié par Johnstone dans un cadre plus général (9).

4. Évolution de la maîtrise de la notion de mole

Les figures 3a et 3d montrent que l'évolution entre la classe de seconde et le DEUG est en général positive avec, toutefois, de grandes différences entre les questions d'une part et entre les filières d'autre part. Nous ne présenterons pas l'évolution pour toutes les questions, mais seulement pour quatre d'entre elles qui sont particulièrement représentatives des différents types d'évolution rencontrés.

Pour certaines questions comme la question 3 (figure 3a), le niveau de départ est faible et l'amélioration au cours du temps est très nette. Pour d'autres questions comme la question 4 (figure 3b), les réponses sont bonnes dès le départ et l'amélioration est satisfaisante quoique moins marquée. Pour la question 12 (figure 3d), on note une amélioration très nette due à la disparition d'une réponse fautive dominante. Enfin, pour la question 10 (figure 3c), il n'y a pas d'amélioration.

En ce qui concerne les filières, la constatation la plus évidente est que les résultats des classes A et B n'évoluent pas et restent particulièrement médiocres sur l'ensemble des questions. Pour la filière C qui se continue par le DEUG A, on remarque une chute de la qualité des réponses après la terminale pour 8 des 13 questions. Cette chute s'explique si l'on tient compte de la sélection sévère qui a lieu après le baccalauréat C, les meilleurs élèves allant dans les classes préparatoires, les IUT ou en Faculté de Médecine. Nous touchons ici une des limites de la méthode employée qui ne permet pas de suivre l'évolution de toute une population initiale.

Dans la filière D qui est prolongée par le DEUG B, la chute, qui se produit au contraire en terminale, est suivie d'une remontée en première année de DEUG B, pour 7 questions sur 13. Nous n'avons pas d'explication satisfaisante à proposer.

Dans la filière F, l'évolution semble tout à fait normale, mais on ne peut tirer de conclusion certaine à cause du petit nombre d'élèves considéré.

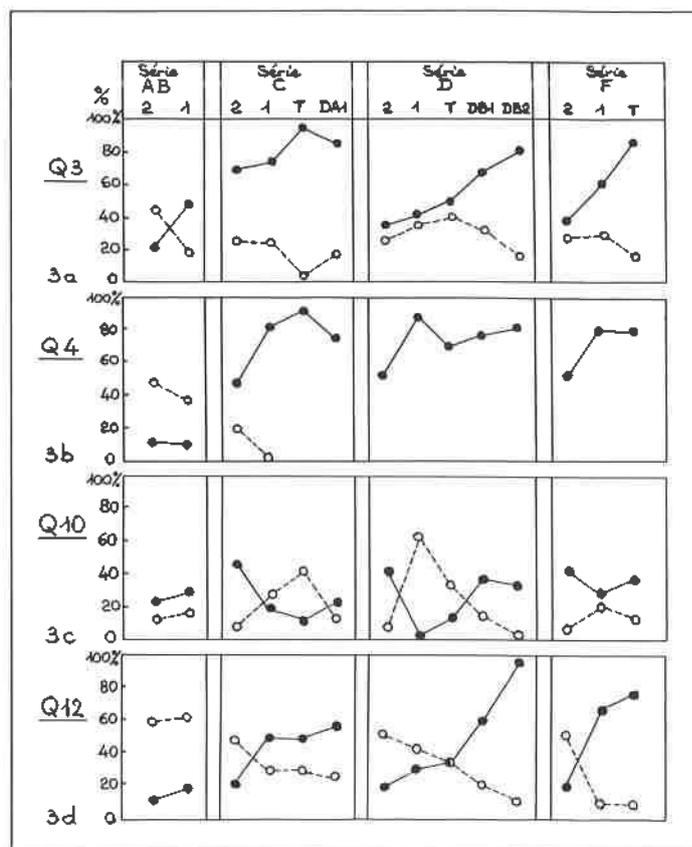


Figure 3. Évolution des résultats.

— Bonne réponse ;
 - - - Mauvaise réponse la plus fréquente.

Conclusion

Cette enquête a montré que la compréhension de la notion de mole progresse bien depuis la classe de seconde jusqu'au DEUG, les filières se distinguant comme on pouvait l'attendre. Les classes AB ont des résultats très médiocres. Dans les filières scientifiques, les classes C obtiennent les meilleurs résultats.

Toutefois, si l'on souhaite interpréter les résultats dans le détail, il convient d'être très prudent, compte tenu de l'influence considérable des capacités calculatoires des élèves (règle de trois en particulier). Il est à noter que ces capacités ne s'améliorent que très peu avec le temps.

Bibliographie

- (1) D. Kolb, *J. Chem. Educ.*, 1978, 55, 728.
- (2) W. Dierks, *Eur. J. Sci. Educ.*, 1981, 3, 145.
- (3) I. M. Dunean, A. H. Johnstone, *Educ. Chem.*, 1973, 10, 213.
- (4) D. M. Gower, D. J. Daniels, G. Lloyd, *a) Sch. Sci. Rev.*, 1977, 58, 658 ; *b) Sch. Sci. Rev.*, 1977, 59, 285.
- (5) S. Novik, J. Menis, *J. Chem. Educ.*, 1976, 53, 720.
- (6) R. Cervellati, A. Montuschi, D. Perugini, N. Grimellini-Tomasini, B. Pecori Balandi, *J. Chem. Educ.*, 1982, 59, 852.
- (7) J. N. Lazonby, J. E. Morris, D. J. Waddington, *Educ. Chem.*, 1982, 19, 109.
- (8) G. G. Long, F. C. Hentz, *Problem Exercises for General Chemistry*, J. Wiley, 1978, p. 17-58.
- (9) A. H. Johnstone, *J. Chem. Educ.*, 1984, 61, 847.

Appendice 1

Pour remplir le questionnaire, choisir parmi les 5 réponses proposées la réponse qui vous paraît exacte et mettre une croix dans la case correspondante.

Exemple : si vous estimez que *b* est la réponse exacte :

- a) d)
 b) e)
 c)

N'inscrivez rien dans les cercles.

Vous aurez besoin des données suivantes. Les éléments sont rangés dans l'ordre alphabétique.

Au = 197	K = 39
C = 12	Mn = 55
Cl = 35,5	N = 14
Fe = 56	Na = 23
H = 1	O = 16
He = 4	S = 32
	Sc = 45

Questionnaire

1) Quel est l'échantillon qui contient le plus grand nombre d'atomes ?

- a) 1 g d'or (Au) d) 1 g d'octane C₈H₁₈
 b) 1 g d'eau (H₂O) e) tous contiennent le même nombre d'atomes
 c) 1 g d'hélium (He)

2) 1,00 g de scandium Sc se combine avec du chlore pour donner 3,35 g de chlorure de scandium. Quelle est la formule brute du chlorure de scandium ?

- a) ScCl d) Sc₃Cl
 b) Sc₂Cl e) ScCl₃
 c) ScCl₂

3) Quel est le poids d'un atome de soufre (S = 32) ?

- a) 1,90 × 10²³ g d) 32 mg
 b) 6,02 × 10²³ g e) 5,32 × 10⁻²³ g
 c) 32 g

4) Une demi mole d'acide sulfurique H₂SO₄ contient :

- a) 32 g d'oxygène d) 1 mole de soufre
 b) 2 moles d'hydrogène e) 6,02 × 10²³ atomes de soufre
 c) 2 g d'hydrogène

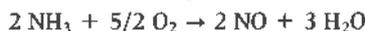
5) Quel est l'échantillon qui contient la plus grande masse de chlore ?

- a) 10 g Cl₂ d) 10,1 g NaCl
 b) 50 g KClO₃ e) 0,1 mole de Cl₂
 c) 0,1 mole de NaCl

6) Trois récipients contiennent respectivement 1 litre de solution HCl 6,0 M, 2 litres de solution HCl 3,0 M, et 3 litres de solution HCl 2,0 M. Combien y a-t-il de moles de HCl en tout dans l'ensemble des trois récipients ?

- a) 2,3 d) 18
 b) 12 e) 7,3
 c) 8,2

7) L'ammoniac réagit avec l'oxygène selon la réaction :



Combien faut-il de molécules de O₂ pour que la réaction avec

68 g de NH₃ (M = 17) soit complète ?

- a) 1,9 × 10²⁴ d) 9,5 × 10²²
 b) 1,2 × 10²⁴ e) 3,0 × 10²⁴
 c) 1,9 × 10²³

8) L'éthylène réagit avec l'hydrogène pour donner l'éthane selon la réaction :



Quel volume d'hydrogène est nécessaire pour transformer 42,0 g d'éthylène en éthane. (Une mole d'hydrogène occupe un volume de 24,0 litres dans les conditions de l'expérience) :

- a) 3 600 ml d) 24 000 ml
 b) 18 000 ml e) 36 000 ml
 c) 22 400 ml

9) Un mélange de 4 moles d'hydrogène H₂ et de 3 moles d'oxygène O₂ entre en réaction et fournit de l'eau H₂O. Quelle est la composition du système après réaction complète ?

- a) 16 g d'oxygène et 72 g d'eau
 b) 2 g d'hydrogène et 36,9 g d'eau
 c) 1 g d'oxygène et 4 g d'eau
 d) 32 g d'oxygène et 72 g d'eau
 e) 32 g d'oxygène et 36 g d'eau

10) On dispose de 25,0 ml d'une solution de HCl 12,0 M. Combien de ml d'eau doit-on lui ajouter pour obtenir une solution 5,0 M ?

- a) 60,0 ml d) 300 ml
 b) 35,0 ml e) 275 ml
 c) 10,4 ml

11) L'éthane C₂H₆ brûle en présence d'oxygène selon la réaction :



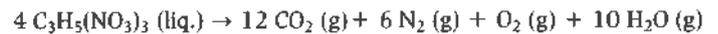
Combien de moles de CO₂ obtient-on si la réaction est complète et si l'on utilise 8 g d'oxygène ?

- a) 0,143 d) 1,00
 b) 0,286 e) 4,00
 c) 0,438

12) On dispose de 4 solutions aqueuses de permanganate de potassium KMnO₄ (M = 158). Quelle est la solution la plus concentrée ?

- a) solution 0,100 M
 b) solution à 1 g KMnO₄ par litre
 c) solution à 50 mg KMnO₄ par millilitre
 d) solution obtenue en dissolvant 10 g KMnO₄ dans l'eau et en diluant ensuite à un litre
 e) je n'ai pas assez d'information

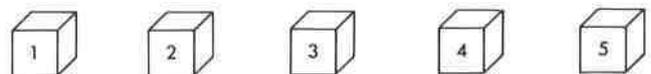
13) La nitroglycérine donne la réaction explosive suivante :



Quel est le volume occupé par les gaz produits par l'explosion de 2 moles de glycérine sachant que dans les conditions de l'expérience 1 mole de gaz occupe 32,2 litres ?

- a) 32,2 l d) 467 l
 b) 64,4 l e) 934 l
 c) 274 l

14) Les cubes dessinés ci-dessous ont le même volume de 22,4 l. Ils contiennent les substances indiquées, à 0 °C et sous 1 atm.



- 1 Hydrogène H₂ (gaz) 2 ammoniac NH₃ (gaz) 3 mercure Hg (liquide) 4 fer (solide) 5 Hélium He (gaz)

- a) Les cubes contiennent tous une mole de substance
 b) seul les cubes 1 et 2 contiennent une mole de substance
 c) tous les cubes sauf le cube 4 contiennent 1 mole de substance
 d) seul les cubes 1,2 et 5 contiennent une mole de substance
 e) je n'ai pas assez d'information pour choisir.



FIN

15) Une mole de composé A contient $6,02 \times 10^{23}$ atomes d'hydrogène, 35,5 g de chlore et 64,0 g d'oxygène. La formule de A est :

- a) HClO₂
 b) HClO
 c) HClO₃

- d) H(ClO)₂
 e) HClO₄



L'enseignement de la synthèse organique assisté par micro-ordinateur, une expérience originale à l'ENSCP.

P. Cadiot
 J.-M. Cense
 D. Villemain

Quinze années se sont écoulées depuis les premières publications de E.J. Corey et W.T. Wipke concernant la synthèse organique assistée par ordinateur (1). Bien que quelques expériences d'enseignement reposant sur l'utilisation du programme LHASA aient été relatées (2), la disponibilité restreinte de ce système et son coût prohibitif (3) ont freiné son utilisation à des fins pédagogiques.

L'apparition sur le marché depuis quelques années de micro-ordinateurs relativement performants à des prix raisonnables ainsi que l'intérêt croissant pour les moyens informatiques de traitement de l'information chimique nous ont amené à développer le logiciel « Micro-Synthèse » (4) fonctionnant sur la gamme Apple II/III (5).

Les choix initiaux retenus pour le programme LHASA ont été conservés, à savoir un logiciel interactif fonctionnant dans le sens rétrosynthétique. L'utilisateur dessine la molécule à synthétiser (la molécule-cible), il se voit proposer des précurseurs possibles qui pourront devenir à leur tour de nouvelles molécules-cibles. La répétition de ce processus conduit à la création de ce que l'on nomme un « arbre de synthèse » (figure 1). L'étude est terminée lorsque les précurseurs proposés sont des produits facilement accessibles (par exemple, des produits commerciaux). Le logiciel est interactif en ce sens que c'est l'utilisateur qui choisit de poursuivre l'étude sur telle ou telle branche de l'arbre de synthèse.

Le logiciel « Micro-Synthèse » est conçu comme un système expert, c'est-à-dire qu'il exploite une base de données indépendante qui peut être augmentée et améliorée sans avoir à modifier ce logiciel. Cette base de données est, en fait, un « catalogue » de réactions chimiques composé d'une description du site réactionnel et d'une liste de conditions à satisfaire pour que la transformation soit applicable.

Des différentes possibilités qui s'offraient pour la constitution de cette banque de données, à savoir un codage des réactions selon a) les types de transformation (6), b) les mécanismes réactionnels (7), c) les séquences synthétiques (1), c'est la troisième qui a été retenue avec toutefois quelques généralisations rappelant le type b). Il nous a en effet paru nécessaire de rendre le dialogue entre l'ordinateur et le chimiste le plus facile possible, ne nécessitant pas d'effort d'interprétation du résultat obtenu. Ce dialogue s'effectue par l'intermédiaire de la formule développée des précurseurs sélectionnés, accompagnée du nom de la réaction mise en jeu et d'une estimation de l'intérêt synthétique de la transformation. Les différents sites réactionnels pouvant entrer en compétition sont indiqués à l'écran par des marqueurs. La décision de conserver un précurseur intéressant ou d'éliminer un précurseur peu prometteur est de toute façon laissée à l'appréciation de l'utilisateur.

Un effort considérable a été fait pour accroître la rapidité du système. A cet effet, le logiciel « Micro-Synthèse » a été intégralement écrit en langage machine du microprocesseur 6502, ce qui lui confère des temps de réponse quasi immédiats (8).

La constitution et l'amélioration de la base de données chimiques sont elles-mêmes aisées, se faisant dans un langage proche du « Basic » des micro-ordinateurs, essentiellement par une suite de règles conditionnelles du type « If... Then... Else... ». Cela implique que l'utilisateur puisse établir et personnaliser la base de données sans connaissances particulières de l'informatique. L'intérêt pédagogique de cette possibilité est évident, l'utilisateur pouvant suivre à la trace les décisions prises par le logiciel puisqu'il a accès aux tests conditionnels.

Dans sa forme actuelle, la base de donnée contient 150 réactions de la chimie du carbone : une base de données concernant plus particulièrement la chimie des hétérocycles aromatiques est en cours d'élaboration.

Utilisation en environnement pédagogique

Le logiciel « Micro-Synthèse » est utilisé à l'ENSCP au cours de séances de travaux dirigés, d'une part pour appuyer le cours de synthèse organique, d'autre part pour sensibiliser les étudiants aux applications non numériques de l'informatique.

Après avoir appris à dessiner une molécule, l'étudiant se voit proposer l'établissement de l'arbre de synthèse d'une molécule choisie par l'enseignant pour son intérêt didactique ou de toute autre molécule de son choix. Il a alors la possibilité de se déplacer dans cet arbre de synthèse de façon virtuelle et « gratuite » et d'approfondir les voies synthétiques de son choix (9).

En suggérant les voies réactionnelles possibles et en indiquant les interférences probables, le logiciel suscite une réflexion constante de la part de l'étudiant sur les réactions synthétiques mises en œuvre. L'aspect ludique d'une telle séance de travaux dirigés renouvelle l'intérêt des étudiants pour la synthèse organique et la mise à disposition du logiciel en « libre service » permet aux plus faibles d'entre eux de combler leur retard, aux plus forts de constituer leur propre base de données à partir de la littérature (10).

Utilisation en environnement professionnel

Le logiciel « Micro-Synthèse » atteint maintenant un niveau de

Disponibilité du logiciel

Le logiciel « Micro-Synthèse » est commercialisé par l'ENSCP.

Bibliographie

- (1) E. J. Corey et W.-T. Wipke, *Science*, 1969, 166, 178 ; W.T. Wipke et W.J. Howe « Computer Assisted Organic Synthesis », American Chemical Society Symposium series, 61, 1977 et références citées.
- (2) H. W. Orf, *J. Chem. Educ.*, 1975, 464 ; R.D. Stolow et L.J. Joncas, *J. Chem. Educ.*, 1980, 868.
- (3) A. K. Long et S.-D. Rubenstein, *Chem. and Eng. News*, 9 mai 1983, 22.
- (4) Une version primitive de ce logiciel a déjà été décrite : R. Barone, M. Chanon, P. Cadiot et J.-M. Cense, *Bull. Soc. Chim. Belge*, 1982, 91, 333.

- (5) La configuration minimale nécessaire est : 64 Koctets + 1 lecteur de disquettes 5" (143 Koctets) + moniteur monochrome (prix actuel : 13 000 F environ). Une imprimante permet de conserver des traces écrites d'une séance de travail.
- (6) J.B. Hendrickson, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1971, 93, 6847 ; G. Moreau, *Nouv. J. Chim.*, 1978, 2, 187.
- (7) R. Barone et M. Chanon, *Nouv. J. Chim.*, 1978, 2, 659 ; R. Barone et M.L.H. Green, *J. Organometal. Chem.*, 1980, 185, 85.
- (8) L'analyse de la molécule cible nécessite de 0,2 à 0,8 seconde selon sa complexité. La base de données est ensuite parcourue à la vitesse moyenne de 50 réactions par seconde. Les précurseurs étant présentés dès que la transformation se trouve applicable, l'utilisateur à l'impression d'une réponse instantanée du système.
- (9) L'apprentissage du système demande environ 15 minutes, la génération d'un arbre de synthèse sur 5 niveaux est effectuée généralement en 40 minutes.
- (10) Par exemple : J. March « *Advanced Organic Chemistry* », second edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

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.F.C. (1 exemplaire par personne physique ou morale) : 180 F. T.T.C.

Adresser les commandes à la **Société Française de Chimie**, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris, accompagnées du règlement par chèque bancaire ou chèque postal (7078-60 U Paris) à l'ordre de la Société Française de Chimie. Le livre est aussi en vente au siège de la Société.

Appareils et produits

Nouveaux produits

— Akzo Chemie a développé une nouvelle série de polymères solubles dans l'eau. Ces polymères, dont le poids moléculaire atteint 20 000, présentent une structure en forme de peigne dont les chaînes aliphatiques adjacentes présentent un caractère soit hydrophile, soit hydrophobe. Cette structure spécifique leur confère d'excellentes qualités émulgatrices en phase aqueuse. Elle leur confère, également, un effet lubrifiant notable en milieu aqueux. En raison de la présence de sites réactifs dans la molécule, ces polymères peuvent réagir également avec des amines pour obtenir un effet anticorrosion.

Ces produits sont commercialisés sous la marque Dapral GE. Actuellement, 4 qualités sont disponibles : Dapral GE 202 : polymère standard possédant quelques fonctions acides libres, Dapral GE 204 Na : sel de sodium, Dapral GE 205 DMA et GE 206 DMA : sels de diméthyléthanolamine à fonction anticorrosion.

Akzo Chemie, Stationsstraat 48, 3818 LW Amersfoort, Pays-Bas.

— Du Pont de Nemours a mis au point une nouvelle famille de thermoplastiques techniques, commercialisée sous la marque Bexloy, et constituée de différents systèmes de polymères génériques pour le moulage des pare-chocs et des panneaux de caisse des voitures.

Les premières résines expérimentales de cette nouvelle famille sont basées sur des polyamides amorphes présentant un faible retrait au moulage. Elles sont destinées à la fabrication de pièces ne devant subir aucune déformation. Ces plastiques conservent en outre leurs propriétés, en particulier leur rigidité et leur ténacité, dans une plage de température de service très étendue.

Du Pont de Nemours International, Boîte postale, CH-1211 Genève 24.

— L'Adine 505 est un ignifugeant bromé produit par Atochem dans son usine de Port-de-Bouc (près de Marseille). Ce produit est un décabromodiphényléther à haute teneur en brome (supérieure à 80 %), d'excellente stabilité thermique et de très fine granulométrie (4-5 μm environ). Ces

caractéristiques lui assurent un maximum d'efficacité et une excellente dispersion, sans qu'il soit nécessaire, en général, d'utiliser un équipement spécifique.

Le champ d'application s'étend des polymères classiques, tels que polystyrènes et polyesters insaturés, aux polymères techniques, tels que polyamides et polyesters saturés (polybutylène téréphtalate ou PBT, polyéthylène téréphtalate ou PET,...), sans oublier les élastomères et caoutchoucs. L'Adine, incorporé en synergie avec du trioxyde d'antimoine, permet de réaliser des compositions satisfaisant les exigences les plus sévères en matières de normes de réaction au feu. A titre d'exemple, son incorporation dans un polystyrène « choc » à des taux de l'ordre de 10 parties en poids pour 100 parties en poids de polymère, en association avec du trioxyde d'antimoine, permet d'obtenir le classement VO selon la norme américaine UL 94, en épaisseur 3,2 mm.

— Atochem, qui dispose d'une gamme complète d'ignifugeants (dérivés chlorés, dérivés bromés et trihydrate d'alumine), commercialise depuis de nombreuses années une paraffine chlorée solide à 70 % de chlore, l'Électrofine S 70. Habituellement proposé sous forme de poudre, ce produit est également disponible, depuis quelques temps, sous forme d'écailles. Cette présentation offre aux utilisateurs la suppression des nuisances occasionnées dans les ateliers par la mise en œuvre de poudres et un intérêt technique par la fusion plus lente de l'écaille par rapport à la poudre, particulièrement mis en évidence lors de l'extrusion des polyoléfines.

Atochem, La Défense 8, Cedex 42, 92091 Paris-La Défense. Tél. : (1) 762.80.80.

— Le système coupe-feu 3M « Fire Barrier » est constitué d'une gamme de produits flexibles et intumescents qui empêchent la propagation de l'incendie et de ses effets directs (flammes, fumées, gaz toxiques et corrosifs).

A base d'élastomère, ces produits s'expandent à partir de 120 °C, d'une façon omnidirectionnelle. Cette expansion varie suivant les conditions environnantes mais représente au minimum 5 fois (maximum 11 fois) le volume originel du produit. Soumis à la chaleur, les produits coupe-feu 3M forment un bouchon carbonisé qui

bloque le passage de l'air, des flammes, des fumées, des gaz toxiques et corrosifs.

Le système coupe-feu 3M « Fire Barrier » a reçu les agréments de la majorité des laboratoires internationaux (USA, Grande-Bretagne, Pays Bas,...). En France, il a subi les tests de résistance au feu à 3 heures et à 4 heures au CSTB.

3M France, boulevard de l'Oise, 95006 Cergy-Pontoise Cedex. Tél. : (3) 031.61.61.

Unité de filtration pour la clarification de petits volumes

Millipore annonce la sortie de la nouvelle unité Millex-HV₄ pour la clarification d'échantillons de petits volumes avant analyse instrumentale.

Cette unité, de 4 mm de diamètre, est conçue pour permettre une meilleure récupération des échantillons de moins de 1 ml, le volume mort étant inférieur à 10 μl .

Comme l'unité standard de 25 mm, le Millex-HV, la nouvelle unité Millex-HV₄



contient une membrane Durapore hydrophile de 0,45 μm .

Le Millex-HV₄ ne contient ni colle, ni agent mouillant. La membrane Durapore est soudée au support en polypropylène incolore, sans colle ni résine pouvant contaminer l'échantillon.

Renseignements : Millipore-Waters, 78882 Saint-Quentin-en-Yvelines Cedex. Tél. : (3) 058.98.58.

Collecteur de microfractions

Cet appareil est conçu pour collecter les microfractions en sortie de colonnes de chromatographie à hautes performances (HPLC). La collecte peut être opérée simultanément à partir de 4 colonnes HPLC (on dispose alors de 96 microfractions par colonne) ou à partir de 2 colonnes HPLC (on dispose alors de 192 microfractions par colonne).

La collecte est effectuée en plaque de microtitration à 96 cupules ou en tubes \varnothing 8 mm proposés par le constructeur.

Ce collecteur est caractérisé par :

— la programmation de tous les paramètres opératoires à partir du clavier d'entrée placé sur le devant de l'appareil;

— l'affichage numérique des paramètres opératoires et de l'état d'avancement de la collecte;

— la numérotation automatique des fractions facilitant leur repérage;

— le passage très rapide d'une cupule à l'autre;

— des fractions de taille égales programmables en temps et en nombre de gouttes;

— des mesures directes des microfractions par techniques ELISA ou RIA;

— et des pertes nulles : la secousse provoquée par le changement de tube fait tomber la gouttelette suspendue à la colonne dans la cupule de départ.

Renseignements : OSI, Département Osibio, Division Diagnostic, 141, rue de Javel, 75739 Paris Cedex 15. Tél. : (1) 554.97.31.

Incubateurs à CO₂

Cette nouvelle gamme d'incubateurs à CO₂, à chemise d'eau et tout inox, est disponible sous 3 configurations : 1 chambre, 2 chambres indépendantes surperposées ou juxtaposées, qui sont équipées, au choix, de 4 modules de régulation gazeuse, flux continu 2 gaz, système 3 gaz, thermoconductivité, infrarouge.

Le contrôle infrarouge, dernier né en matière de régulation CO₂ pour les cultures de cellules et de tissus, confère à ces



modèles des qualités nouvelles :

— insensibilité aux variations de température et d'humidité;

— retour très rapide aux teneurs programmées après ouvertures de porte;

— absence totale de sources de contamination telles que le ventilateur et convection forcée;

— ce système dispense des contrôles routiniers de calibration.

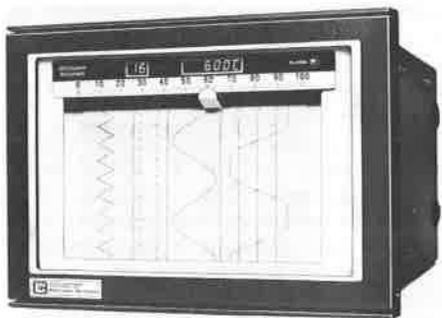
Renseignements : Jouan S.A., rue Bobby Sands, C.P. 3203, 44805 Saint-Herblain Cedex. Tél. : (40) 94.90.10.

La centrale universelle de surveillance et enregistreur d'événements

Leeds and Northrup France annonce le lancement d'une nouvelle génération de l'enregistreur Speedomax.

Développé autour d'un microprocesseur, le Speedomax 1 650/2 500 multipoints enregistreur, possède des possibilités de programmation répondant à tous les cas d'application. Il existe en 2 formats de largeur de papier : 250 et 165 cm, et possède de 1 à 30 voies de mesure.

Cet appareil trouve sa place aussi bien dans l'industrie, en surveillance, salle de



contrôle, station d'essai, maintenance, dépannage, qu'au laboratoire. Grâce à l'emploi de microprocesseurs, il est configurable et reconfigurable aisément pour s'adapter à toutes utilisations (vitesse papier, scrutation, type de thermocouple, étendue de mesure, niveaux d'alarme, etc.). Chaque modèle possède, en standard, 2 relais d'alarme et un voyant pilote, activé par un module de programmation d'alarme (en option); capacité supplémentaire de 10 relais de sortie alarme par carte complémentaire.

Facile à installer, l'appareil est également facile à dépanner. Un boîtier moulé rend l'enregistreur particulièrement apte à opérer en milieu industriel.

Renseignements : Leeds and Northrup France, 75-77, rue du Docteur-Vaillant, 78210 Saint-Cyr-l'École. Tél. : (3) 460.61.61.

Dans les sociétés

Spectra-Technology

Mathematical Sciences Northwest, filiale de Spectra-Physics prend le nom de Spectra-Technology. Sous son nouveau nom, Spectra-Technology, continuera à développer des contrats de recherche dans les domaines tels que les lasers à électrons libres, les lasers à gaz impulsionsnels, les lasers à solides et la physique des plasmas.

Spectra-Physics France, avenue de Scandinavie, Z.A. de Courtabœuf, BP 28, 91941 Les Ulis Cedex. Tél. : (6) 907.99.56.

Jobin Yvon

Un constructeur automobile vient de s'équiper d'un nouveau modèle de spectromètre d'émission Jobin-Yvon. Cet instrument d'analyse sera utilisé pour la détermination de la composition du métal (fonte à graphite sphéroïdal) employé pour la fabrication des carters de voitures.

Il s'agit d'un nouveau modèle de spectromètre d'émission à lecture directe, se servant de la technique de la lampe à décharge lumineuse, et qui permet de connaître, en moins d'une minute, la composition très précise des métaux.

Instrument S.A., Division Jobin-Yvon, 16-18, rue du Canal, 91163 Longjumeau Cedex. Tél. : (6) 909.34.93.

Hewlett-Packard

Le Groupe Instrumentation d'analyse chimique d'Hewlett-Packard vient de regrouper toutes ses lignes de produits consommables en une unité appelée Opération consommables pour l'analyse chimique (ASO). Organisée pour offrir les

colonnes hautes performances et autres fournitures au marché de l'instrumentation d'analyse chimique. ASO a son siège à la division HP d'Avondale en Pennsylvanie.

Hewlett-Packard, Parc d'activité du Bois Briard, avenue du Lac, 91040 Évry Cedex. Tél. : (6) 077.83.83.

Descote

En 10 ans, l'entreprise Descote est devenue un fabricant de robinetterie spéciale industrielle, en France et à l'étranger, pour l'industrie nucléaire, l'industrie du chlore, les sous-marins nucléaires, les centrales électriques et l'industrie aéronautique et spatiale. Ainsi, de 1982 à 1983, le chiffre d'affaires a augmenté de 24,4 %, passant de 12,450 millions de francs à 15,492 millions de francs; une croissance soutenue par la SDR (Société de Développement Régional du Sud-Est) qui participe au capital depuis 1978 pour plus de 30 %. Le chiffre d'affaires 1984 sera de 24 millions de francs, soit une hausse de 55 %.

Brochures, documents...

Brochure technique sur le PEbd Escorène

Esso Chimie vient d'éditer une nouvelle brochure technique intitulée « Un pas en avant avec l'Escorène linéaire », qui contient les conseils pratiques aux transformateurs de matières plastiques pour l'utilisation du PEbd linéaire pour l'extrusion soufflage de films.

La brochure décrit les conditions de mise en œuvre et les réglages permettant d'optimiser les propriétés des films.

Ce document de 16 pages décrit les propriétés des films en PEbd linéaire et permet aux transformateurs de savoir, pour un usage déterminé, s'il convient d'utiliser le film linéaire pur ou en mélange. Il est également disponible en anglais, allemand et italien.

Esso Chimie, Département Plastiques, Cedex 31, 92098 Paris-La-Défense. Tél. : (1) 334.60.94.

Brochure sur le chlorure d'aluminium anhydre

Les caractéristiques et utilisations du chlorure d'aluminium anhydre sont détaillées dans une brochure, éditée par la Pearsall Chemical Division de Witco, et contenant aussi bien les données physiques et chimiques, la fabrication que les recommandations d'emploi aux usagers. Ce produit est utilisé comme catalyseur d'alkylation dans de nombreuses fabrications (éthylbenzène, colorants, produits pharmaceutiques, résines, aluminium-alcoyle...) et autres applications (raffinage des métaux, nucléation du pigment oxyde de titane...)

La brochure est disponible à l'International Chemical Marketing, Witco Chemical Corporation, 520 Madison Avenue, New York, New York 10022.

ANALUSIS

Vous êtes chimiste, vous êtes analyste :

**Vous qui recherchez une documentation spécialisée,
une revue vous est destinée, il s'agit d'ANALUSIS**

Chaque année vous pourrez y consulter quelques 800 pages de mémoires scientifiques répartis en 10 numéros. C'est pour vous, la documentation sélectionnée indispensable à votre vie professionnelle.

Les adhérents de la Société Chimique de France, de la Société Française de Chimie et du GAMS peuvent bénéficier de conditions particulières pour s'abonner à ce périodique.

Tous renseignements chez l'Éditeur :

**SOCIÉTÉ DE CHIMIE INDUSTRIELLE
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE
250, rue Saint-Jacques, 75005 PARIS
Tél. : 325.20.78**

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'omettez donc pas de mentionner votre qualité d'abonné.

Technisciences, 103, rue Lafayette, 75010 Paris. Tél.: (1) 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.

Organic Electrochemistry An Introduction and a Guide Seconde édition

par M. M. Baizer et H. Lund

L'édition originale de cet ouvrage vient d'être revue et agrandie pour présenter les tout derniers progrès et les travaux les plus autorisés qui aient été réalisés dans ce domaine. Cette nouvelle édition, couvrant un champ très vaste, et abondamment illustrée, contient un chapitre entièrement inédit sur la fluoration anodique, des descriptions détaillées de méthodes, procédés de synthèse, types d'électrodes et de cellules récemment mis au point, et nous explique comment l'électrochimie organique peut servir à résoudre des problèmes de lutte contre la pollution et de conservation de l'énergie.

1984, 1184 p.

Oxidation of Organic Compounds Medium Effects in Radical Reactions

par N. M. Emanuel, G. E. Zaikov et Z. K. Maizus

Le texte de cet ouvrage représente la première tentative de corrélation des données

expérimentales et des concepts théoriques touchant l'influence du milieu sur la vitesse et l'évolution des réactions radicalaires en chaîne, lentes, impliquées dans l'oxydation des composés organiques. C'est un ouvrage destiné aux chimistes organiciens, aux ingénieurs chimistes et aux chimistes industriels s'intéressant à l'oxydation des composés organiques.

1984, 625 p.

Chemistry of Heterocyclic Compounds Volume 43, Part 2, Azepines

par J. W. H. Wathley et J. Stanton, N. P. Peet et A. Rosowsky

Formée de deux chapitres, cette seconde partie de la série traite des diazépines tricycliques, dont un certain nombre ont retenu l'attention à cause de leurs effets pharmacologiques. Il est notamment question de la chimie des diazépines, des triazépines et des tétrazépines. Ces dérivés tricycliques jouent un rôle de premier plan dans le traitement moderne des maladies mentales.

1984, 850 p.

Carbon-Functional Organosilicon Compounds

par V. Chvalovsky et J. M. Bellama

En raison de la découverte continue d'applications toujours plus nombreuses des composés organosiliciés, ce volume arrive à point nommé pour éclairer le lecteur sur la multitude de composés disponibles, sur leurs propriétés et leurs réactions.

1984, 310 p.

The Chemistry of Ruthenium Topics in Inorganic and General Chemistry 19

par E. A. Seddon et K. R. Seddon

Cet ouvrage est consacré à la chimie du ruthénium, et traite donc des domaines de la chimie de coordination, de la chimie organométallique, de la chimie structurale

(aussi bien des molécules que des réseaux étendus), de la spectroscopie, de la cinétique, de l'électrochimie et de la photochimie des dérivés du ruthénium. Une attention toute particulière est réservée aux problèmes de synthèse, de réactivité et de structure.

1984, 1374 p.

Practical Aspects of Gas Chromatography/Mass Spectrometry

par G. M. Message

Cet ouvrage de référence explique l'intérêt de l'association des matériels de chromatographie gazeuse et de spectrométrie de

Kompass professionnel (France)

Chimie, Pétrole Caoutchouc, Plastiques

L'ouvrage de 970 pages (21 × 29,7) est un «tiré à part» du fichier central des fournisseurs du Kompass-France pour les activités concernant la chimie, le pétrole, le caoutchouc et les plastiques.

Il est composé de 106 Branches professionnelles (avec 3 900 nomenclatures d'articles) pour 10 500 citations de fournisseurs et complété d'un index alphabétique des articles en 4 langues.

En outre, chaque firme est présentée par ordre alphabétique, sous forme de notice détaillée comportant des informations sociales, administratives, industrielles et commerciales. La nouvelle édition bénéficie de la méthode informatique mise en œuvre pour l'ensemble des Kompass. Sa masse documentaire est actualisée chaque année (près de 40 % de mises à jour) par un réseau de 80 enquêteurs exclusifs.

S.N.E.I.-Kompass, 22, av. F. D. Roosevelt, 75008 Paris.

masse. Il propose un grand nombre de méthodes d'utilisation, ainsi que les éléments permettant de faire des choix judicieux, s'arrête notamment sur les procédures de routine éprouvées et la correction des défaillances de l'appareillage.

1984, 464 p.

Histoires de Macromolécules

par G. Champetier,
ed. ESPCI, 239 p.

Qu'est-ce qui caractérise le 20^e siècle ? Pour certains, c'est la connaissance de l'atome, pour d'autres c'est le transistor, d'autres, enfin, pensent qu'il est prématuré de se prononcer et que le développement de l'informatique changera notre vie dans les prochaines décennies...

Mais c'est oublier les polymères, ces matériaux qui ont peu à peu envahi notre existence : textiles, peintures, pneumatiques, emballages, adhésifs, tuyauteries... ils sont partout. Ils constituent par ailleurs le support même de la matière vivante.

Le livre, le dernier livre, de G. Champetier « Histoires de Macromolécules » n'est pas un « digest » ni à proprement parler un document destiné à l'enseignement de la science des macromolécules. C'est plutôt une « saga » de la famille polymère depuis les pionniers dont le flair et l'ingéniosité permirent de trouver des produits de substitution à l'ivoire ou à la soie jusqu'aux promoteurs des biotechnologies en passant bien sûr par les protagonistes de l'âpre bataille micelle contre molécule géante et les découvreurs des polymères stéréoréguliers.

Avec son merveilleux talent de conteur, l'auteur nous fait revivre le labeur éreintant des « seringueiros » courant d'hévéa en hévéa dans la forêt amazonienne ou le rapt de l'arbre qui pleure, origine des 400 millions d'hévéas du sud-est asiatique. Vous y apprendrez entre autres pourquoi l'occupant allemand cultivait des pissenlits du Caucase en Normandie et comment on a pu faire du caviar synthétique plus vrai que nature. Naturellement les notions scientifiques ne sont pas oubliées mais elles sont présentées avec un grand souci de vulgarisation. C'est un livre à la portée de tous (y compris par son prix !).

R. Audebert

Molten Salt Techniques. Volume 2

par D. G. Lovering et R. J. Gale

Cette série se consacre à la présentation détaillée des conditions expérimentales d'étude des systèmes de sels à l'état fondu, et notamment aux modifications, avantages et limites des diverses techniques et instrumentations.

1984, 250 p.

The Total Synthesis of Natural Products. Volume 6

par J. W. Apsimon

C'est le sixième volume de l'ouvrage de référence bien connu qui traite des diverses classes de produits naturels. Il s'attache à la synthèse totale des triterpènes, des glucides, des stéroïdes aromatiques, des pigments pyrroliques et des gènes, de 1972 à 1982.

1984, 288. p.

Reactions of Sulfur with Organic Compounds

par M. G. Vornokov, N. S. Vyazankin et E. N. Deryagina

Monographie détaillée présentant, classifiant et appréciant les connaissances accumulées au cours des deux derniers siècles à propos des réactions du soufre élément et des composés organiques.

1984, 425 p.

Analysis of Organic and Biological Surfaces

par P. Echlin

Pour la première fois, des méthodes d'analyse des surfaces organiques, sans lien apparent, se trouvent évoquées en un même ouvrage. La nature et les utilisations de ces techniques sont évoquées, des comparaisons sont faites, leurs avantages et leurs inconvénients sont indiqués, des applications sont proposées, enfin de nombreuses références sont citées.

1984, 672 p.

Liquid Chromatography in Environmental Analysis

par J. F. Lawrence

Voici le premier ouvrage important consacré aux innombrables techniques et applications de la HPLC en matière de dosages des substances et polluants présents dans l'environnement.

Il a été rédigé par un groupe international de chercheurs qui analysent en profondeur

les tout derniers progrès technologiques réalisés à ce propos.

1984, 390 p.

Open Tubular Column Gas Chromatography in Environmental Sciences

par F. I. Onuska et F. W. Karasek

Le texte de ce volume, embrassant plusieurs disciplines, s'attache aux caractéristiques essentielles de la chromatographie en phase gazeuse sur colonnes tubulaires ouvertes à garnissage intérieur. Il explique les critères de sélection de ces colonnes, leur technologie, leur pouvoir de séparation, et décrit les principaux groupes de micropolluants organiques et de substances dégageant des odeurs qu'elles sont capables de doser dans des configurations environnementales complexes.

1984, 330 p.

Small Bore Liquid Chromatography Columns

Their Properties and Uses

par R. P. W. Scott

Cette monographie analyse judicieusement les principes, usages et applications de la chromatographie liquide haute performance (HPLC) en colonnes de très petit diamètre intérieur. Elle traite de la conception, de la construction et du garnissage de colonnes optimisées qui, non seulement assure la résolution désirée, mais aussi permettent une grande économie de solvants et une sensibilité de masse maximale. Ces colonnes trouvent de nombreuses applications tant dans l'industrie que dans les laboratoires d'analyses légales.

1984, 296 p.

Potentiometry and Potentiometric Titrations

par E. P. Serjeant

Cet ouvrage, destiné à actualiser le « Potentiometric Titrations » désormais classique de Kolthoff-Furman, traite des applications de la potentiométrie à la chimie analytique. Il décrit les cuves, les électrodes et les modes opératoires de base de la potentiométrie analytique, ainsi que les applications de cette dernière en volumétrie : déterminations des points équivalents et des équilibres des solutions. Il traite également de certains aspects de la volumétrie : équilibres acides-bases, complexométrie, oxydation-réduction et précipitation. Enfin, la littérature de 1958 à 1978 sur les applications de la potentiométrie sur la multitude de composés disponibles, sur leurs propriétés et leurs réactions.

1984, 310 p.

Electron Correlation in Molecules

par S. Wilson,
Clarendon Press

Le livre de S. Wilson, « Electron Correlation in Molecules », prend place dans un ensemble d'ouvrages publiés depuis quelques années (par Hurley, Szabo et Ostlund,...) traitant de développements méthodologiques en chimie théorique et en physique moléculaire. Comme son titre l'indique, il est presque exclusivement consacré aux méthodes dépassant l'approximation Hartree-Fock, c'est-à-dire décrivant l'interaction entre les électrons dans les atomes et les molécules de manière plus précise que par un potentiel monoélectronique moyen. En particulier, les 15 dernières années ont vu le développement de nombreuses méthodes efficaces de traitement de la corrélation électronique, que ce soit par affinement de la méthode variationnelle, par perturbation ou par traitement mixte variation-perturbation. Le professeur Wilson a apporté des contributions importantes à certains de ces développements.

Son ouvrage présente une large revue des problèmes méthodologiques et calculatoires soulevés par le traitement de la corrélation électronique. Après 2 chapitres traitant rapidement de quelques aspects de base de la structure électronique des molécules et des principaux modèles monoélectroniques, le décor est planté au chapitre 3 avec la définition de l'énergie de corrélation, l'évaluation de son ordre de grandeur et la description de ses manifestations physiques. Avec le chapitre 4 commence la matière essentielle du livre ; consacré aux méthodes perturbatives, il compare les développements de Rayleigh-Schrödinger et de Brillouin-

Wigner, introduit le formalisme trou-particule, et discute le théorème des diagrammes liés. Une large place est faite, comme il se doit, aux techniques diagrammatiques. Le traitement des cas quasi dégénérés et la méthode Valence-Bond (utilisation d'orbitales non orthogonales) sont abordés en fin de chapitre. Le chapitre suivant traite de l'utilisation de la symétrie via la théorie des groupes dans la construction des fonctions d'onde et le calcul des éléments de matrice. Il s'agit de l'utilisation du groupe symétrique S_N , tirant avantage de l'indiscernabilité des électrons, et du groupe unitaire $U(n)$, tirant avantage de l'invariance de l'opérateur hamiltonien sous l'effet de certaines transformations unitaires. La connexion entre les propriétés de symétrie des parties d'espace et de spin est amplement soulignée. De nombreuses méthodes actuelles de traitement de la corrélation électronique s'appuient sur ce formalisme (méthode GUGA de Shavitt et Schaefer, par ex.). Le chapitre 6 décrit l'approximation, omniprésente, qui consiste à développer les fonction moléculaires sur une base finie, incomplète, de fonctions atomiques (approximation LCAO). Les équations de Hartree-Fock, de type intégral-différentiel sous leur forme originelle, deviennent alors des équations algébriques. Diverses méthodes récentes de détermination systématique de bases atomiques sont présentées, ainsi que l'étude de la convergence des observables calculées lorsqu'elles sont progressivement étendues. Enfin, le dernier chapitre aborde la question de la limitation,

nécessaire en pratique, de la dimension des calculs corrélés. Plusieurs méthodes désormais classiques sont passées en revue : l'interaction de configuration par diagonalisation directe, l'utilisation de fonctions de paires (ou géminales), les développements de type « cluster », la théorie des perturbations. Le livre s'achève avec une bibliographie de près de 1 000 références dont la plupart des 15 dernières années auxquelles l'auteur renvoie systématiquement dans le texte. Il fournit ainsi un outil précieux au lecteur souhaitant approfondir l'un ou l'autre des aspects traités.

Comme on peut le constater, cet ouvrage explore un domaine très vaste. De ce fait, l'espace consacré (281 pages) limite largement les détails possibles de l'exposition. L'auteur a manifestement souhaité mentionner les développements les plus avancés en la matière, et par conséquent la lecture est parfois difficile. Il ne s'agit en rien d'un traité d'introduction à la question. Des notions solides de théorie des perturbations et de théorie des groupes seront par exemple nécessaires si l'on veut éviter une lecture trop laborieuse. D'une manière générale, l'écriture relève d'une tradition physicienne plus que chimiste, avec un goût prononcé pour un formalisme unificateur, une écriture compacte, dès les développements généralement considérés comme les plus simples. En résumé, l'ouvrage s'adresse à un public d'initiés, leur proposant une revue très documentée des meilleurs développements récents.

Proton and Carbon NMR Spectra of Polymers. Volume 3

par Q. T. Pham, R. Petiaud et H. Watson

Cet ouvrage est le troisième d'une série qui présente au fur et à mesure des spectres de RMN de haute qualité, des protons et du carbone de polymères, réalisés dans des conditions appropriées. Le souci de la clarté a conduit à réunir les spectres par classes chimiques. Chacun de ceux-ci apparaît sur une page et, sur la page en regard, figurent tous les paramètres relevés durant la réalisation.

Toutes les données de base, les principes de quantification, tous les renseignements utiles enfin sont rappelés. En outre, les aspects inhabituels du spectre de chaque composé sont mis en évidence.

1984, 250 p.

Photochemistry and Photophysics in Polymers

par N. S. Allen, W. Schnabel

Cet ouvrage contient les communications faites à la conférence internationale sur la photochimie des polymères, qui s'est tenue

à Berlin, à l'Hahn-Meitner-Institute, en Juin 1983. Ces communications évoquent les tendances actuelles dans les domaines de la photodégradation et photostabilisation, de l'oxydation photocatalytique, de la luminescence de la mobilité moléculaire, de la photolyse éclair, de la polymérisation amorcée par voie photochimique et de la photolithographie. La photochimie des polymères fait l'objet aujourd'hui de travaux intensifs dans des domaines variés intéressant au plus haut point aussi bien les chercheurs fondamentalistes que les industriels. Les interactions de la lumière ou des rayonnements et des monomères, polymères, et de leurs dérivés, revêtent

une importance primordiale, d'une part dans le processus d'appréhension de la structure des polymères et de leur comportement au sein de l'environnement et, d'autre part, dans la mise en œuvre d'applications industrielles. L'influence d'innombrables additifs, tels les antioxydants, les stabilisants U.V., les teintures, pigments et agents brillantiers optiques, se fait sentir sur tous les processus qui viennent d'être évoqués, et leurs caractéristiques photochimiques doivent absolument être identifiées.

1984, 418 p.

Selecting Thermoplastics for Engineering Applications Plastics Engineering Series, volume 5

par C. P. Mac Dermott

Ce livre, pratique et maniable, apprend de manière logique et graduelle à choisir, dans la vaste gamme disponible, la résine qui correspondra le mieux à l'application envisagée. Il présente et décrit toutes les résines thermoplastiques à faible densité les plus employées; il les classe d'après leurs caractéristiques essentielles par ordre décroissant de valeur; il indique leurs tolérances physiques et mécaniques, ainsi que tous les autres facteurs susceptibles d'influencer le choix; enfin, il insiste sur le rapport prix-rendement.

1984, 184 p.

Dairy Chemistry and Physics

par R. Jenness et P. Walstra

Il s'agit d'un traité complet, rédigé par deux auteurs faisant autorité à l'échelon international, qui décrit la composition chimique et les propriétés du lait, ainsi que ses structures physiques. Il s'attache à la biosynthèse, à la sécrétion du lait, aux composants du lait: glucides, sels, lipides, graisses et protéines, et aux méthodes de dosage de ces composants. Il contient de nombreux tableaux et diagrammes.

1984, 500 p.

Textile Science

par E. P. G. Gohl et L. D. Vilensky

Cette seconde édition est un remaniement très profond de l'ouvrage original. Elle évoque les tout derniers progrès réalisés dans le domaine des sciences textiles. Elle explique, d'une manière concise, les propriétés chimiques et physiques, les techniques de teinture, d'impression et d'apprêtage chimique des fibres textiles.

1984, 232 p.

**LA VISION
CHEZ LES INVERTÉBRÉS**
Actes du colloque
international CNRS, Lyon, septembre 1983
Responsables: Pierre Clément,
Raymond Ramousse

• que voient les invertébrés, représentant 97% des espèces animales actuelles? comment les spécialistes arrivent-ils à pénétrer ces univers visuels? les modèles invertébrés nous éclairent-ils sur les mécanismes fondamentaux de la vision? le point sur les recherches les plus actuelles • l'introduction de chaque chapitre, l'avant-propos et l'épilogue servent le guide pour le non spécialiste

(59 communications dont 8 en anglais)

17 = 25; 352 p.; 89 fig. 9 tabl.; 6 phot.; 48 pl.
ISBN 2-222-03585-6; 175 F

**L'ARC ÉLECTRIQUE
ET SES APPLICATIONS**
Tome 1: Étude physique
de l'arc électrique
ouvrage collectif

• synthèse à caractère pédagogique des connaissances scientifiques actuelles de l'arc • éléments permettant de comprendre le fonctionnement de la décharge et description des méthodes de diagnostic les plus utilisées pour son étude

16 = 24; 336 p.; broché
113 fig.; 3 tabl.
ISBN 2-222-03535-X; 125 F

Documentation gratuite sur demande

Éditions du CNRS
15, quai Anatole France, 75700 Paris

LA RÉINDUSTRIALISATION DU BRÉSIL

Essais sur une économie
en transition,
1830/50-1930/50
Direction: Frédéric Mauro

• aspects les plus divers de ce grand mouvement: • certains phénomènes de préindustrialisation tels l'esclavage, la spéculation boursière.... • rôle des différents facteurs de production • avances et retards des régions: rôle triomphant de certains pôles, échecs d'autres

(17 communications dont 3 en espagnol)

16 = 24; 360 p.; broché
6 fig.; 88 tabl.
ISBN 2-222-03440-X; 220 F

SYSTÈMES ET MODÈLES
Une introduction à la méthode
des indicateurs

François Chevallier
Collaborateur: Claude Lefèvre

• ouvrage destiné aux physiologistes biochimistes, biologistes, médecins désirant appréhender la notion de systèmes et ses applications dans leur discipline • analyse approfondie de la structure d'un système dynamique • modélisation élémentaire de systèmes physiques simples

16 = 24; 254 broché
84 fig.
ISBN 2-222-03436-1; 150 F

Documentation gratuite sur demande

Éditions du CNRS
15, quai Anatole France, 75700 Paris

**Chimie minérale,
chimie analytique,
chimie organique:
les oeuvres
d'ACADEMIC PRESS**



ANNUAL REPORTS IN ORGANIC SYNTHESIS 1983

Volume 14

Edited by
MARTIN J. O'DONNELL LOUIS WEISS

Chapters 1-3 are organized by reaction type and constitute a major part of the book. Chapter 4 deals with methods of synthesizing heterocyclic systems, and chapter 5 covers the use of new protecting groups. Chapter 6 is divided into three main parts and covers other synthetically useful transformations.

1984, 493 pp., \$29.00/ISBN: 0-12-040814-7

ASYMMETRIC SYNTHESIS

Volume 4

The Chiral Carbon Pool and Chiral Sulfur, Nitrogen, Phosphorus and Silicon Centers

JAMES D. MORRISON

The first book to review the chemistry of centrodisymmetric chiral compounds containing carbon, sulfur, nitrogen, phosphorus, and silicon asymmetric centers, as it relates to chiral synthesis.

1984, 400 pp., \$85.00/ISBN: 0-12-507704-1

AZIDES AND NITRENES: Reactivity and Utility

Edited by
ERIC F.V. SCRIVEN

Explores such subjects as: Alkyl Azides and Nitrenes, Aryl and Heteroaryl Azides and Nitrenes, Acyl Azides and Nitrenes and Azides and Nitrenes attached to Elements Other than Carbon.

1984, 552 pp., \$99.50/ISBN: 0-12-633480-3

WATER ANALYSIS

Volume 3

Edited by
ROGER A. MINEAR LAWRENCE H. KEITH

Organic Species

1984, 480 pp., \$69.00/ISBN: 0-12-498303-0

INCLUSION COMPOUNDS

Volume 3

Physical Properties & Applications

Edited by
J.L. ATWOOD J.E.D. DAVIES D.D. MACNICOL

1984, 672 pp., \$98.00/ISBN: 0-12-067103-4

SURFACTANTS

Edited by
T.F. TADROS

1984, 342 pp., \$30.00/ISBN: 0-12-682180-1

A Volume in the Food Science and Technology Series:

STATISTICAL METHODS IN FOOD AND CONSUMER RESEARCH

MAXIMO C. GACULA, JR. JAGBIR SINGH

1984, 528 pp., \$79.50/ISBN: 0-12-272050-4

**Renseignements sur ces livres et les autres,
veuillez vous adresser à :**

TECHNISCIENCES, Librairie Internationale
103, rue La Fayette
75010 Paris
Tél. 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

Academic Press Copenhagen, Hegnet 13, 2600 Copenhagen, Denmark

8B045

Manifestations à venir

II^e Symposium international sur les produits chimiques dans l'industrie du pétrole

La Division industrielle de la Royal Society of Chemistry organise ce Symposium, qui se tiendra à l'Université de Manchester, du 25 au 27 mars 1985. Trois thèmes ont été retenus : la production de pétrole et de gaz, l'entartrage et la corrosion.

Renseignements : Paul H. Ogden, Akzo Chemie U.K. Ltd., Hollingworth Road, Littleborough, Lancs., OL15 0BA, Grande-Bretagne.

Conférence aux Laboratoires de Vitry-Thiais

Une conférence aura lieu dans l'Auditorium du Groupe, le vendredi 19 avril 1985, à 10 h 30. Elle sera prononcée par le Professeur F. Petit (Université de Lille) : *Synthèse asymétrique catalytique : utilisation de nouveaux ligands issus d'amino-acides ou d'amino-alcools naturels.*

2^e Journée nationale du CNRS

Elle aura lieu le 23 avril 1985, au siège du CNRS. Pour plus de détails se reporter à la rubrique « Nouvelles du CNRS ».

Renseignements : CNRS, Direction de l'information scientifique et technique, 15, quai Anatole France, 75700 Paris. Tél. : (1) 555.92.25.

Séminaire du Département de chimie moléculaire et biotechnologies de l'ENSCP

Les réunions ont lieu à 16 heures, amphithéâtre B, ENSCP, 11, rue P.-et-M. Curie, 75005 Paris.

Jeudi 25 avril 1985, Dr G. Linstrumelle (ENS de Paris) :

Synthèses stéréosélectives de polyènes naturels.

Jeudi 9 mai 1985, Dr B. Badet (ENSCP) :

Alanine racémase et acide amino-1 éthyl phosphonique : analyse d'une relation étroite et durable.

Jeudi 23 mai 1985, Dr H. Felkin (ICSN Gif-sur-Yvette) :

Activation des liaisons CH dans les hydrocarbures saturés

Jeudi 6 juin 1985, Dr G. Guillermin (ENSCP) : *Inhibiteurs spécifiques des S-adénosylhomocystéine nucléosidase et hydrolase.*

Jeudi 20 juin 1985, Dr M. Wakselman (CERCOA, Thiais) :

Phostones et sultones en synthèse peptidique.

Les applications industrielles de l'induction

Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et le Comité Français de l'Electricité (CFE) organisent, les 21, 22 et 23 mai 1985, à Grenoble, une importante manifestation nationale sur le thème : Les applications industrielles de l'induction. Actualité et perspectives.

Au programme : l'induction, fusion par induction, applications spéciales (brassage, chauffage indirect), chauffage par induction, applications innovantes de l'induction (lévitation électromagnétique pour la fabrication des métaux très purs, chauffage et fusion par plasma d'induction,...). Une exposition couvrira tous les aspects amont et aval de l'induction.

Renseignements : CFE, Tour Atlantique, Cedex 06, 92080 Paris La Défense. Tél. : (1) 778.13.41.

4^e Colloque sur la modélisation en fermentation

L'Association Innobio organise ce Colloque qui se tiendra à Paris, les 3 et 4 juin 1985. Les thèmes suivants seront abordés : cinétique de la croissance, utilité des modèles théoriques, choix des paramètres, interprétation des phénomènes liés à la croissance, facteurs de croissance et facteurs d'inhibition.

Renseignements : Mme Rolland, Innobio, 38, allée des Pins, 78480 Verneuil-sur-Seine. Tél. : (3) 965.63.09.

Journées PIRMED 1985

Les cinquièmes « Journées PIRMED » se tiendront, les 13 et 14 juin 1985, dans la Salle de conférences du CNRS, 15, quai Anatole France, 75007 Paris.

Cette manifestation sera organisée conjointement avec l'Action de Recherche intégrée à l'interface chimie-biologie, créée cette année au CNRS. Un certain nombre de conférences traiteront plus directement de thèmes relevant de cette nouvelle action.

Pour tout renseignement (inscriptions, programme, etc.), s'adresser au Secrétariat du PIRMED, 282, boulevard Saint-Germain, 75341 Paris Cedex 07. Tél. : (1) 550.49.35.

28^e Colloque de métallurgie de l'INSTN

Il se tiendra à Saclay, du 17 au 19 juin, sur le thème des surfaces en métallurgie.

A l'image de ce qui se passe en micro-électronique, il apparaît que les méthodes et modèles, propres à la recherche de base sur les propriétés physiques, chimiques et mécaniques des surfaces, commencent à trouver leur application dans des domaines aussi variés que le frottement, l'usure, l'adhésion, le frittage, les traitements de surface,...

Ce colloque vise à mettre en contact les ingénieurs et les chercheurs qui travaillent dans ces domaines, pour permettre une confrontation entre les approches fondamentales et empiriques des phénomènes de surface, et dégager des directions innovatrices.

Il abordera des aspects fondamentaux et des aspects appliqués et leurs incidences économiques, et portera non seulement sur les alliages métalliques, mais également sur d'autres matériaux (céramiques, biomatériaux...).

Renseignements : CEN-Saclay/INSTN, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex. Tél. : (6) 908.50.64 et 908.21.59.

Conférence internationale sur les biotechnologies

La 4^e Conférence internationale de la revue *Nature* se tiendra à Londres, du 25 au 27 juin 1985. Elle est consacrée aux nouvelles technologies en biotechnologie.

Renseignements : Deborah Jones, Freepost, Macmillan Conference and Exhibitions, 4 Little Essex Street, London WCR 3LF, Grande-Bretagne.

3^e Conférence internationale sur l'analyse de corrélation en chimie organique et biologique

Elle se tiendra, du 15 au 18 juillet 1985, à l'Université Catholique de Louvain. Au programme :

— effets du substituant, effets du solvant, nucléophilicité et basicité;

— base de l'analyse de corrélation, thermodynamique et points de vue théoriques;

— analyse mathématique, topologique et statistique, graphiques moléculaires par ordinateur;

— Rapport structure quantitative-activité (QSAR) en chimie biologique; conception des médicaments; rapport structure activité pour les protéines.

Langue de la Conférence : anglais.

Renseignements : Dr A. Dalcq, Laboratoire de chimie organique physique, place Louis Pasteur, 1, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

21^e Présentation de matériel scientifique

La 21^e Présentation de matériel scientifique, organisée par l'INSA, aura lieu du 17 au 20 septembre 1985, à Villeurbanne (Campus).

Renseignements : Centre d'Actualisation Scientifique et Technique, INSA, Bât. 705, 20, avenue A. Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex. Tél. : (7) 893.24.45.

35^e Journées pharmaceutiques françaises

Les 35^e Journées pharmaceutiques internationales de Paris auront lieu, fin septembre 1985, à la Faculté de pharmacie de Paris.

Renseignements : Mme F. Dupisson, Jour-

nées pharmaceutiques françaises, 57, rue Spontini, 75116 Paris. Tél. : (1) 704.42.60.

Méthodes photochimiques et de luminescence dans la science des polymères

Ce Symposium de l'OTAN, qui aura lieu, du 13 au 24 octobre 1985, à San Miniato, a pour programme : *Bref historique* (H. Morawetz); *Progrès récents dans la théorie des polymères* (P. G. de Gennes et J. Aklonis); *Conformation et dynamique des polymères en solution* (F. C. De Schryver, R. E. Haas, M. Irie, T. Jovin, H. Masuhara, D. Phillips, M. A. Winnik); *Polymères à l'état solide et à l'état fondu* (C. Frank, L. Monnerie, H. Morawetz). Des communications, orales ou affichées, sont prévues sur les thèmes suivants : la compatibilité des polymères, la dynamique et la diffusion des polymères, l'utilisation des techniques de luminescence et de réaction photochimiques dans les systèmes polymères.

Renseignements : Professor F. C. De Schryver, Afdeling Organische Scheikunde, Katholieke Universiteit Leuven, Celestijnenlaan 200F, 3030 Heverlee (Belgique).

Site' 85

Patronné par le Ministère de l'Environnement, Site' 85 (Semaine internationale des techniques de l'environnement), remplaçant Pollutec, comporte un Salon et des colloques. Il se tiendra à Paris (Porte de Versailles) du 22 au 25 octobre 1985.

Destiné à une clientèle de visiteurs industriels, ce Salon, qui occupera une surface de 5 000 m², sera accompagné de colloques, placés sous l'égide d'organisations professionnelles.

Pour tous renseignements : Site' 85, 49, rue Rodier, 75009 Paris. Tél. : (1) 280.17.60.

SITEF 85

Le SITEF (Salon International des Techniques et Energies du Futur) aura lieu, du 22 au 27 octobre 1985, à Toulouse, au Parc des Expositions.

Renseignements : SITEF, B.P. 1506, 31002 Toulouse, Cedex. Tél. : (61) 25.21.00.

Colloque national 1985 GFP

Le Colloque National du GFP est organisé,

en 1985, par une équipe lilloise animée par MM. B. Escaig, C. Loucheux et F. Rietsch. Il aura lieu les 2, 3 et 4 décembre 1985, au Palais des Congrès et de la Musique de Lille. Le thème choisi s'intitule : « Polymères à l'état solide ». Le programme comportera quatre parties correspondant aux sous-thèmes suivants dont le contenu n'est pas strictement limitatif :

— Propriétés physiques, mécaniques et thermiques des polymères. Déformation plastique; élastomères; fibres; etc.

— Structure de l'état solide polymère. Cristallisation. Polymères mésomorphes, ionomères, etc.

— Interactions dans l'état solide. Compatibilité. Alliages de polymères. Propriétés aux interfaces, adhésion, etc.

— Réactions chimiques en phase hétérogène. Réactions « supportées » (catalyse, fixation d'espèces réactives, polymères vecteurs, supports de chromatographie, de capteurs d'ions,...). Modifications chimiques à l'état solide. Dégradation. Photochimie et radiochimie à l'état solide, etc.

Un nombre limité de communications, orales courtes (15 min) ou affichées, sera accepté. Les participants désirant présenter une communication doivent renvoyer une fiche de préinscription avant le 31 mars 1985.

Renseignements : MM. B. Escaig et F. Rietsch, Laboratoire de structure de l'état solide, 59655 Villeneuve-d'Ascq Cedex, et au Secrétariat assuré par M. C. Loucheux, Laboratoire de chimie macromoléculaire, USTL, 58655 Villeneuve-d'Ascq Cedex.

Europlastique 86

Europlastique 86, exposition internationale des plastiques et élastomères, ouvrira ses portes du 21 au 26 avril 1986, à Paris-Nord.

Pour tous renseignements : Europlastique 86, 59 rue Boissière, 75116 Paris.

Anatech'86

Le Symposium international sur les applications des techniques analytiques chimiques au contrôle industriel des procédés aura lieu, du 22 au 24 avril 1986, à Noordwijkerhout (Pays-Bas). Les thèmes retenus couvriront :

— l'état de l'art des techniques analytiques utilisées,

— le développement des stratégies pour le choix des procédures analytiques, en particulier dans le cas de l'optimisation des procédés,

— les nouvelles techniques analytiques d'intérêt potentiel pour le contrôle des procédés.

Renseignements : Pr W. E. van der Linden,

Rappel des manifestations annoncées pour 1985

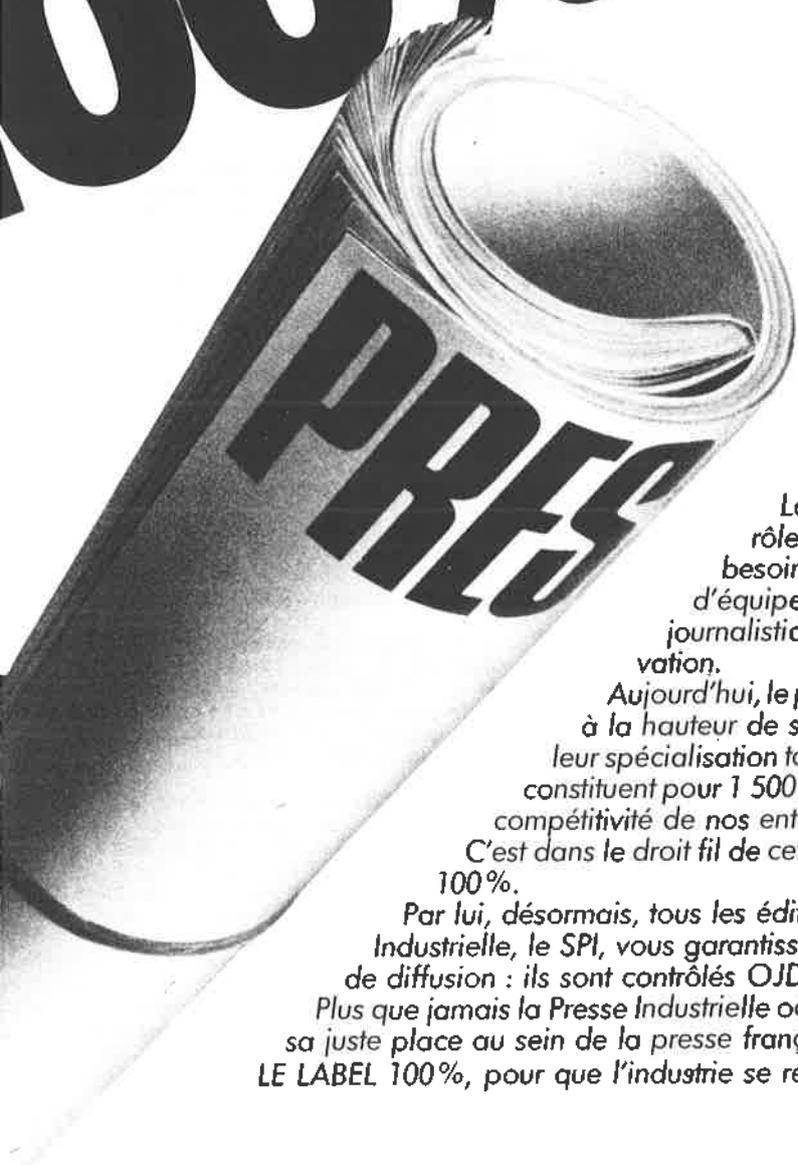
- 14-17 avril
Noordwijkerhout (P.B.)
Symposium international sur les biocatalyseurs en synthèse organique. Rts : J. Tramper, Agricultural University, Dpt. of Food Science, Food and Bioengineering Group, De Dreijlen 12, 6703 BC Wageningen, Pays-Bas (*L'Actualité Chimique*, novembre 1984, p. 87).
- 15-19 avril
Prétoria (Afrique du Sud)
2^e Symposium international IUPAC de l'analyse chimique des produits miniers Rts : Dr A. Strasheim, Dpt of Chemistry, University of Pretoria, Pretoria 002, République Sud Africaine (*L'Actualité Chimique*, octobre 1984, p. 72).
- 15-20 avril
Paris
Traitements de surfaces (SITS 85). Rts : SEPIC/SITS 85, 17, rue d'Uzès, 75002 Paris (*L'Actualité Chimique*, janvier-février 1985, p. 119).
- 16-18 avril
Rome (Italie)
3^e Colloque européen sur l'amélioration de la récupération du pétrole. Rts : studio EGA Srl ; Viale Tiziano 19, 00196 Rome, Italie (*L'Actualité Chimique*, janvier-février 1985, p. 119).
- 16-20 avril
Paris La Défense
SITS 85, 10^e Salon international « Traitements de surfaces et finition industrielle ». Rts : SEPIC, 17, rue d'Uzès, 75002 Paris (*L'Actualité Chimique*, octobre 1984, p. 73).
- 17-19 avril
Paris
Colloque « Avenir des plastiques et caoutchoucs dans les transports. Rts : SEPPIC-APCT, 17, rue d'Uzès, 75002 Paris (*L'Actualité Chimique*, octobre 1984, p. 73).
- 22-26 avril
Abbaye du Mont-St-Odile
GECOM XIII. Rts : M. M. Pfeffer, Laboratoire de chimie de coordination, 4, rue Blaise Pascal, 67070 Strasbourg Cedex (*L'Actualité Chimique*, octobre 1984, p. 74).
- 23-26 avril
Rueil-Malmaison
Colloque franco-vénézuélien de catalyse. Rts : Pr. M. Guisnet, Université de Poitiers, 40, av. du Recteur-Pineau, 86022 Poitiers Cedex (*L'Actualité Chimique*, décembre 1984, p. 110).
- 24-26 avril
Biviers
II^e Journées de l'innovation et de la recherche dans l'éducation en chimie. Rts : P. Arnaud, UER chimie, B.P. 68, 38402 Saint-Martin d'Hères Cedex (*L'Actualité Chimique*, décembre 1984, p. 110 et 115).
- 25-26 avril
Limoges
Journées d'étude sur la cinétique hétérogène. Rts : J. Desmanson, Laboratoire de céramiques nouvelles, UER des sciences, 123, av. A. Thomas, 87060 Limoges Cedex (*L'Actualité Chimique*, décembre 1984, p. 110).
- 25-26 avril
Gif-sur-Yvette
Transferts d'électrons dans les systèmes biologiques et leurs modèles. Rts : M. P. Mathis, CEN de Saclay, DB-SBPH/91191 Gif-sur-Yvette (*L'Actualité Chimique*, janvier-février 1985, p. 119).
- 28 avril-4 mai
Bürgenstock (Suisse)
21^e Conférence EUCHEM de stéréochimie. Rts : Prof. Marc Julia, Laboratoire de chimie, ENS, 24, rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05 (*L'Actualité Chimique*, septembre 1984, p. 76).
- mai
Budapest (Hongrie)
XIV^e Conférence Silicof. Rts : Scientific Society of The Silicate Industry, H-1368 Budapest, P.O.B. 240, Hongrie (*L'Actualité Chimique*, janvier 1984, p. 69).
- 9-10 mai
Sophia Antipolis
Rencontres SFT 85. Rts : Sté Française des Thermiciens, 3, rue Henri-Heine, 75016 Paris (*L'Actualité Chimique*, janvier-février 1985, p. 120).
- 14-16 mai
Riva del Garda (Italie)
6^e Symposium international de chromatographie capillaire. Rts : Dr P. Sandra, Laboratoire de chimie organique, Université de Gand, Kriggslaan 281 (S.4.), B.-9000 Gand, Belgique (*L'Actualité Chimique*, novembre 1984, p. 72).
- 19-25 mai
Strasbourg
XXII^e Semaine d'étude de chimie organique (SECO X). Rts : Mme A. Magnien, Laboratoire de chimie organique biologique, Institut de Chimie, Université Louis Pasteur, 1, rue Blaise-Pascal, 67008 Strasbourg Cedex (*L'Actualité Chimique*, septembre 1984, p. 76).
- 20-22 mai
Paris
Journées de chimie physique 1985 de la SFC. Rts : M. Bourdon, Centre de Recherches Kodak-Pathé, B.P. n° 60, 94302 Vincennes Cedex (*L'Actualité Chimique*, décembre 1984, p. 115).
- 20-22 mai
Montpellier
Journées de calorimétrie et d'analyse thermique. Rts : MM. S. Partyka et M. Lindheimer, Lab. de physico-chimie, LA 330, CNRS, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, place E. Bataillon, 34060 Montpellier Cedex (*L'Actualité Chimique*, janvier-février 1985, p. 120).
- 20-23 mai
Wissembourg
III^e Séminaire Infrarouge à transformée de Fourier. Rts : Secrétariat du Séminaire Bruker, Sadis Bruker Spectrospjn, 34, rue de l'Industrie, B.P.N., 67160 Wissembourg (*L'Actualité Chimique*, janvier-février 1985, p. 120).
- 21-23 mai
Genève (Suisse)
Biotech 85. Rts : Online Conference Ltd., Pinner Green House, Ash Hill Drive, Pinner HA5 2AE, Middlesex, Royaume-Uni (*L'Actualité Chimique*, janvier-février 1985, p. 120).
- 21-24 mai
La Tour de Carol
5^e Colloque sur la chimie du phosphore. Rts : J. P. Majoral, ERA n° 926, Université Paul Sabatier, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse (*L'Actualité Chimique*, décembre 1984, p. 110).
- 21-25 mai
Beaune
GESA XV (Groupe d'étude structure activité). Rts : Pr. F. Le Goffic, CNRS-CERCOA, B.P. 28, 94320 Thiais (*L'Actualité Chimique*, octobre 1984, p. 74).
- 22-23 mai
Paris
Colloque sur les banques de données en chimie inorganique. Rts : Secrétariat du Colloque BDCl, ENSCP, 11, rue P. et M. Curie, 75231 Paris Cedex 05 (*L'Actualité Chimique*, septembre 1984, p. 76).
- 27-30 mai
Naples (Italie)
Symposium international IUPAC sur l'ordre non cristallin dans les polymères. Rts : Prof. P. Corradini, Dpt. di Napoli, Università di Napoli, Via Mezzocannone 4, I-80134 Napoli, Italie (*L'Actualité Chimique*, octobre 1984, p. 72).

LE SPI CRÉÉ LE LABEL



100%

Par lui
la Presse Industrielle
vous garantit
sa diffusion OJD



Depuis dix ans, des mutations sans précédent ne cessent de bouleverser notre industrie.

La presse industrielle, consciente de son rôle, y fait face. En adaptant ses titres aux besoins nouveaux en information. En se dotant d'équipes du plus haut niveau professionnel, tant journalistique que technique. En privilégiant l'innovation.

Aujourd'hui, le pari est tenu. La Presse Industrielle s'avère à la hauteur de sa vocation : ses titres couvrent à travers leur spécialisation tous les domaines et secteurs industriels et constituent pour 1 500 000 décideurs l'outil indispensable de la compétitivité de nos entreprises.

C'est dans le droit fil de cette mission que vient d'être créé le LABEL 100%.

Par lui, désormais, tous les éditeurs membres du Syndicat de la Presse Industrielle, le SPI, vous garantissent à 100% la véracité de leurs chiffres de diffusion : ils sont contrôlés OJD.

Plus que jamais la Presse Industrielle occupe ainsi à travers sa spécificité même, sa juste place au sein de la presse française.

LE LABEL 100%, pour que l'industrie se reconnaisse dans sa presse.

Nous aidons à construire l'industrie de demain.

SPI

SYNDICAT DE LA PRESSE INDUSTRIELLE

27-31 mai Urbino (Italie)	Symposium de chromatographie en l'honneur de A. J.-P. Martin. Rts : Prof. Fabrizio Bruner, Istituto di Scienze Chimiche, Università di Urbino, Piazza Rinascimento, 6, 61029 Urbino, Italie (<i>L'Actualité Chimique</i> , novembre 1984, p. 72).	1-5 juillet Bangor (Pays-de-Galles)	Symposium international sur la tension et les effets stériques en chimie organique. Rts : Dr J. F. Gibson, The Royal Society of Chemistry, Burlington House, London W1V 0BN, Grande-Bretagne (<i>L'Actualité Chimique</i> , septembre 1984, p. 76).
28-31 mai Florence (Italie)	Journées d'électrochimie 85. Rts : Dipartimento di Chimica, Laboratorio di Elettrochimica, Via G. Capponi 9, 50121 Firenze, Italie (<i>L'Actualité Chimique</i> , juin-juillet 1984, p. 61).	8-11 juillet Prague (Tchécoslovaquie)	28 ^e Microsymposium IUPAC sur les macromolécules : polymères composites. Rts : Dr P. Cefelin, Institute of Macromolecule Chemistry, Czechoslovak Academy of Sciences, 1888 Petřín, Prague 6, Czechoslovakia (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 72).
juin New York (U.S.A.)	1 ^{er} Symposium international IUPAC sur la chimie bio-organique. Rts : Prof. R. Breslow, Dpt. of Chemistry, Columbia University, New York, N.Y. 10027, U.S.A. (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 72).	8-12 juillet Fontevraud	5 ^e Colloque sur la spectroscopie des espèces isolées en matrice. Rts : Mme Abouaf, photophysique moléculaire, Centre universitaire, Bât. 213, 91405 Orsay (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 120).
4-8 juin Paris	Bio-Expo 85. Rts : Société SEPEI, 8, rue de la Michodière, 75002 Paris (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 74).	8-12 juillet Cambridge (G.-B.)	7 ^e Réunion internationale de spectroscopie de RMN. Rts : Dr John F. Gibson, The Royal Society of Chemistry, Burlington House, London W1V 0BN (<i>L'Actualité Chimique</i> , décembre 1984, p. 110).
5-7 juin Londres (G.-B.)	Symposium international sur le chlore. Rts : M. K. Wall, Chlorine Works, The Associated Octel Co Ltd., P.O. Box 17, Oil Sites Road, Ellesmere Port, South Wirral L 65 4HF, Angleterre (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 74).	8-12 juillet Athènes (Grèce)	11 ^e Conférence internationale Science et Technologie des revêtements organiques. Rts : Prof. Angelos V. Patsis, Materials Research Laboratory, State University of New York, New Paltz, New York, 12561 U.S.A. (<i>L'Actualité Chimique</i> , décembre 1984, p. 110).
6-28 juin Paris	Exposition CNRS : Images de la recherche et Journée de la chimie (<i>L'Actualité Chimique</i> , mai 1984, p. 78).	12-15 juillet Kyoto (Japon)	3 ^e Symposium international IUPAC sur la chimie organométallique pour la synthèse organique. Rts : Prof. H. Nozaki, Dpt of Industrial Chemistry, Kyoto University (Kogaku-Bu), Yoshida, Kyoto, 606 Japon (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 72).
9-15 juin Francfort-sur-Main (R.F.A.)	Achema 85. Rts : Dechema, Theodor-Heuss-Allee 25, D-Frankfurt am Main 97 (<i>L'Actualité Chimique</i> , février 1984, p. 56 et mars 1984, p. 74).	15-19 juillet Saint-Andrews (G.-B.)	5 ^e Symposium international IUPAC sur les nouveaux composés aromatiques. Rts : Dr P. J. Garratt, Dpt of Chemistry, University College London, 20 Gordon street, London WC 1H 0AJ, Grande-Bretagne (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 72).
10-12 juin Washington (U.S.A.)	Congrès international sur la corrosion biologique. Rts : Meetings Department, Nace, P.O. Box 218340, Houston Texas, 77218, U.S.A. (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 120).	15-19 juillet Reading (G.-B.)	7 ^e Symposium international IUPAC sur les interactions soluté-soluté-solvant. Rts : Dr A. D. Pethybridge, Dpt. of Chemistry, The University of Reading, Whiteknights, Reading, Berkshire, RG7 2AD, Angleterre (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 72).
16-22 juin Monte-Carlo	5 ^e Congrès de l'Association Internationale de la Couleur. Rts : Congrès Service, 1, rue Jules-Lefebvre, 75009 Paris (<i>L'Actualité Chimique</i> , juin-juillet 1984, p. 61).	22-25 juillet Prétoria (Afrique du Sud)	6 ^e Symposium international IUPAC sur les mycotoxines et phycotoxines. Rts : Dr P. S. Steyn, National Chemical Research Laboratory, Council for Scientific and Industrial Research, POB 395, Pretoria 0001, République Sud Africaine (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 73).
19-21 juin Rouen	Colloque européen sur l'analyse spectrométrique industrielle en ligne. Rts : Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 15).	23-25 juillet Oxford (G.-B.)	9 ^e Symposium international de synthèse en chimie organique. Rts : Dr J. F. Gibson, The Royal Society of Chemistry, Burlington House, London W1V 0BN, Grande-Bretagne (<i>L'Actualité Chimique</i> , septembre 1984, p. 76).
24-27 juin Strasbourg	7 ^e Conférence internationale sur le zirconium dans l'industrie nucléaire. Rts : Roland Tricot, Tour Manhattan Cedex 21, 92087 Paris La Défense (<i>L'Actualité Chimique</i> , décembre 1984, p. 72).	25-27 juillet Londres (G.-B.)	Marichem 85. Rts : Brian Singleton, Marichem Secretariat, 2 Station Road, Rickmansworth, Herts. WD3 1QP, Royaume-Uni (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 121).
24-28 juin Postdam (U.S.A.)	5 ^e Conférence internationale IUPAC sur la science des surfaces et des colloïdes. Rts : Prof. E. Matijević, Institute of Colloid and Surface Science, Clarkson University, Postdam, N.Y. 13676, U.S.A. (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 72).	4-9 août Berkeley (U.S.A.)	10 ^e Colloque sur la dynamique des explosions et des systèmes réactifs. Rts : J.-C. Leyer, Université de Poitiers, ENSMA, rue Guillaume VII, 86034 Poitiers (<i>L'Actualité Chimique</i> , juin-juillet 1984, p. 62).
1 ^{er} -4 juillet Schenectady (U.S.A.)	2 ^e Conférence internationale sur les films de Langmuir. Blodgett. Rts : Dr G. L. Gaines Jr., General Electric R and D, Schenectady, N.Y. 12301, U.S.A. (<i>L'Actualité Chimique</i> , septembre 1984, p. 76).	12-15 août Iéna (R.D.A.)	7 ^e Symposium international IUPAC sur la polymérisation cationique et procédés annexes. Rts : Prof. G. Heublein, Sektion Chemie, Friedrich-Schiller-Universität, DDR-6900 Iéna, R.D.A. (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 73).
1-5 juillet Edimbourg (Ecosse)	9 ^e Symposium international de chromatographie en phase liquide. Rts : 9 th ISCLC Secretariat, CEP Consultants Ltd, 26, Albany Street, Edinburgh BH1 3QH, Royaume-Uni (<i>L'Actualité Chimique</i> , novembre 1984, p. 72).		
1-5 juillet Eindhoven (Pays-Bas)	7 ^e Symposium international IUPAC sur la chimie des plasmas. Rts : C. J. Timmermans, Eindhoven University of Technology, Dpt of Physics, Den Dolech 2, P.O. Box 513, 5600 M. B. Eindhoven, Pays-Bas (<i>L'Actualité Chimique</i> , décembre 1984, p. 110).		

18-23 août La Haye (Pays-Bas)	30 ^e Symposium international IUPAC sur les macromolécules. Rts: Dr J. A. M. Smit, Gorlaeus Laboratories, University of Leiden, Dpt of Chemistry, P.O. Box 9502, NL-2300 RA Leiden, Pays-Bas (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 73).	16-20 septembre Grenoble	3 ^e Symposium européen sur les glucides. Rts: J. Defaye, Centre de Recherche sur les Macromolécules Végétales, CNRS-Grenoble, 68X, 38402 Saint-Martin d'Hères (<i>L'Actualité Chimique</i> , novembre 1984, p. 73).
19-23 août Bratislava (Tchécoslovaquie)	8 ^e Conférence internationale IUPAC sur l'analyse thermique. Rts: Dr P. K. Gallagher, Rm 6D-311 Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey 07974, U.S.A. (<i>L'Actualité Chimique</i> , novembre 1984, p. 73).	16-20 septembre Strasbourg	40 ^e Réunion internationale de chimie physique. Rts: Cl. Troyanowsky, SFC-Chimie physique, 10, rue Vauquelin, 75005 Paris (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 86).
1 ^{er} septembre Reims	1 ^{re} Conférence européenne sur la spectroscopie biomoléculaire. Rts: Professeur M. Manfait, UER de pharmacie, spectroscopie biomoléculaire, 51096 Reims Cedex (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 121).	16-20 septembre Birmingham (G.-B.)	Interplas 85. Rts: Edit Expo International, 12, rue Léon-Cogniet, 75017 Paris (<i>L'Actualité Chimique</i> , décembre 1984, p. 110).
1 ^{er} -6 septembre Aussais	GECCO XXVI. Rts: Professeur A. A. Pavia, Laboratoire de chimie bio-organique, Faculté des Sciences, 33, rue Pasteur, 84000 Avignon (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 121).	16-20 septembre Ferrare (Italie)	6 ^e Symposium européen sur les inhibiteurs de corrosion. Rts: Centro Studi Corosione « A. Dacco », Istituto Chimico Università via L. Borsari, 46, I-44100 Ferrare, Italie (<i>L'Actualité Chimique</i> , avril 1984, p. 81).
2-6 septembre Paris	5 ^e Symposium international de chimie marine. Rts: Dr A. Ahond, ICSN/CNRS, 91190 Gif-sur-Yvette (<i>L'Actualité Chimique</i> , novembre 1984, p. 73).	17-18 septembre Saint-Denis	1 ^{er} Colloque francophone sur l'ignifugation des polymères. Rts: M. Martel, IUT Saint-Denis, place du 8-Mai-1945, 93200 Saint-Denis Cedex (<i>L'Actualité Chimique</i> , septembre 1984, p. 76).
2-6 septembre Orsay	IV ^e Symposium international sur les cycles inorganiques. Rts: Prof. Dr Garcia Fernandez, IRIS 1985, 129, rue A.-Briand, 91400 Orsay (<i>L'Actualité Chimique</i> , juin-juillet 1984, p. 62).	22-28 septembre Massachusetts (U.S.A.)	Chemrawn IV. Rts: J. R. Moore, Marine Science Institute, University of Texas, Austin, TX 78712, U.S.A. (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 73).
2-6 septembre Aix-en-Provence	4 ^e Symposium européen de chimie organique (ESOC IV). Rts: J. Metzger, Université de Provence Saint-Jérôme, rue Henri-Poincaré, 13397 Marseille Cedex 9 (<i>L'Actualité Chimique</i> , septembre 1984, p. 9).	25-27 septembre Nancy	Bio + 85. Rts: Chambre de Commerce et d'Industrie de Meurthe-et-Moselle, 54000 Nancy (<i>L'Actualité Chimique</i> , septembre 1984, p. 77).
2-10 septembre Salamanque (Espagne)	Ecole d'été sur les états de surface et la liaison chimique. Rts: J.-P. Crousier, École d'été méditerranéenne, Université de Provence, 13331 Marseille Cedex 3 (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 121).	30 septembre-3 octobre Venise (Italie)	2 ^e Congrès mondial sur la métallurgie et applications du cobalt. Rts: C.D.L., rue Ravenstein 3, 1000 Bruxelles-B, Belgique (<i>L'Actualité Chimique</i> , septembre 1984, p. 77).
8-13 septembre Swansea (G.-B.)	10 ^e Symposium international IUPAC sur la spectrométrie de masse. Rts: Prof. J. H. Beynon, Royal Society Research Unit, University College of Swansea, Swansea SA2 8PP, Grande-Bretagne (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 73).	30 septembre-4 octobre Pont-à-Mousson	6 ^e Colloque de biologie prospective. Rts: 30, rue Lionnois, B.P. 292, 54005 Nancy Cedex (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 121).
9-11 septembre Orléans	Conférence internationale « Science of Ceramics 13 ». Rts: P. Odier, CNRS-CRPHF, ID, av. de la Recherche scientifique, 45045 Orléans Cedex (<i>L'Actualité Chimique</i> , septembre 1984, p. 76).	1 ^{er} -4 octobre Nancy	Colloque international sur les mécanismes de concentration de l'uranium. Rts: SFMC, Tour 16, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05 (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 121).
9-13 septembre Manchester (G.-B.)	30 ^e Congrès international IUPAC de chimie pure et appliquée. Rts: The Royal Society of Chemistry, Burlington House, London W1V 0BN, Grande-Bretagne (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 73).	1 ^{er} -4 octobre Le Touquet	II ^e Journées françaises des cristaux liquides. Rts: Marc Warenghem, Dynamique des cristaux moléculaires UST Lille, B.P. 5, 59655, Villeneuve d'Ascq (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 121).
10-13 septembre Louvain (Belgique)	5 ^e Conférence internationale sur la chimie pour la protection de l'environnement. Rts: K. VIV Jan van Rijswijcklaan 58, B-2018, Anvers, Belgique (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 74).	7-9 octobre Berlin	Congrès Surtex et exposition. Rts: Company for Exhibitions, Fair and Congresses, M3/Surtec, Postfach 19-1740, D-1000 Berlin 19 (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 121).
10-13 septembre Caen	X ^e Colloque Franco-Polonais sur la catalyse. Rts: J.-C. Duchet, Laboratoire de catalyse, ISMIRA, Université de Caen, 14032 Caen Cedex (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 121).	8-10 octobre Hanovre (R.F.A.)	Biotechnica 85. Rts: R. Haake, Compagnie commerciale continentale, 16, rue Vézelay, 75008 Paris (<i>L'Actualité Chimique</i> , décembre 1984, p. 110).
15-21 septembre Garnisch-Partenkirchen (R.F.A.)	24 ^e Colloque International de spectroscopie. Rts: Gesellschaft Deutscher Chemiker, Abteilung Tagungen, P.O. Box 90 04 40, D-6000 Frankfurt am Main 90, R.F.A. (<i>L'Actualité Chimique</i> , novembre 1984, p. 73).	9-11 octobre Anvers (Belgique)	6 ^e Conférence internationale sur les grandes installations chimiques. Rts: K.VIV, Jan van Rijswijcklaan 58, B-2018 Anvers, Belgique (<i>L'Actualité Chimique</i> , juin-juillet 1984, p. 97).
		14-18 octobre Veldhoven (Pays-Bas)	ECASIA 85. Rts: QLT Convention services, Keizersgracht 792, 1017 EC Amsterdam, Pays-Bas (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 121).
		15-19 octobre Prétoria (Afrique du Sud)	Symposium de chimie analytique (exploitation minière et traitement de la matière). Rts: 3328, CSIR, P.O. Box 395, Prétoria 0001 Afrique du Sud (<i>L'Actualité Chimique</i> , mai 1984, p. 61).

28 octobre-1 ^{er} novembre Sydney (Australie)	Conférence internationale de l'Agence Internationale de l'Energie sur la science du charbon. Rts : P.O. Box 1441, G.P.O., Sydney, N.S.W. 2001, Australie (<i>L'Actualité Chimique</i> , octobre 1984, p. 74).	19-21 novembre Nice	7 ^e Congrès européen de corrosion. Rts : Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris (<i>L'Actualité Chimique</i> , septembre 1984, p. 90).
Novembre Poitiers	Colloque international Enseigner la chimie en langue française. Rts : Secrétariat ReCoDic, Laboratoire chimie XIII, 40, av. du Recteur-Pineau, 86022 Poitiers Cedex (<i>L'Actualité Chimique</i> , décembre 1984, p. 111).	2-5 décembre Singapour	Chemasia 85. Rts : Mike Eaton, Chatsworth House, 59 London Road, Twickenham, Middx, TW1 3SZ, Royaume-Uni (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 122).
3-8 novembre Cannes	Conférence mondiale sur les huiles et corps gras. Rts : AOCS, 508 S Sixth St., Champaign, Il. 61820 U.S.A. (<i>L'Actualité Chimique</i> , janvier-février 1985, p. 122).	2-6 décembre Paris	Mesucora 85. Rts : SEPIC, 17, rue d'Uzès, 75002 Paris (<i>L'Actualité Chimique</i> , novembre 1984, p. 73 et décembre 1984 p. 119).

2^e Journée nationale du CNRS

23 avril 1985, Paris

Conformément à la décision du Conseil des Ministres du 4 janvier 1984, relative à l'organisation, par les organismes de recherche, de Journées nationales en vue d'explicitier leur politique, le CNRS organisera, le 23 avril 1985, sa deuxième Journée nationale.

En 1984, la première Journée avait été placée sous le signe de la communication, puisqu'elle se situait dans le contexte des opérations conduites sur ce thème, trois semaines durant, par le CNRS.

Elle avait permis, en outre, à M. Pierre Papon, Directeur général du CNRS, de faire le point sur la politique de l'organisme et de préciser ses missions et ses enjeux et, à M. Laurent Fabius, de définir (en un important discours) la politique française en matière de recherche.

En 1985, l'approche sera différente, aussi bien sur le plan du contexte (puisque'il s'agira d'une journée unique, indépendante de toute autre manifestation), que des thèmes, du programme et des publics concernés.

1. Objectifs

Le CNRS est une Institution carrefour, qui détient le privilège de couvrir l'ensemble du champ scientifique. Il est le lieu où convergent les grands débats scientifiques et où se forgent les connaissances pour préparer le futur. C'est donc sous le signe de l'excellence scientifique et de la préparation de l'avenir, que le CNRS veut s'adresser à nouveau au Pays, et à sa jeunesse en particulier.

2. Thèmes stratégiques

Cette Journée sera l'occasion, pour le CNRS, de présenter un schéma prospectif à 5/7 ans, expliquant sa politique et ses priorités.

Les thèmes retenus sont des thèmes fédérateurs, destinés à bien situer le CNRS dans l'avancée de la science.

Ces thèmes sont très variés et, bien entendu, non exhaustifs. Certains sont en prise directe sur les grands enjeux économiques, comme la filière électronique, d'autres touchent à des domaines bien connus du grand public, comme les économies d'énergie ou les biotechnologies.

D'autres présentent, en revanche, un caractère futuriste et relèvent de la recherche fondamentale, c'est le cas, notamment, des plasmas de fusion.

Ces thèmes sont réunis dans une vision prospective à assez long terme, puisqu'il s'agit d'un schéma à 5/7 ans, lui-même soutenu à plus court terme par un schéma directeur à 3 ans, document d'action appelé à être réactualisé chaque année.

3. Programme de la Journée

Il est conçu à l'intention de personnalités scientifiques et politiques, aux représentants du monde socio-économique et industriel, mais aussi, grâce aux médias, qui seront largement conviés, à l'ensemble des publics.

A Paris, la Journée se déroulera au siège du CNRS et débutera par trois conférences, chacune sur un des 3 thèmes choisis parmi les 21 que comporte le schéma prospectif :

- optique : nouvelles sources et nouveaux matériaux,
- télédétection et milieu naturel,
- évolution.

Ces conférences s'achèveront vers 16 heures.

A 17 h 30, intervention de M. Pierre Papon ; puis, M. Hubert Curien, Ministre de la Recherche et de la Technologie, clôturera la Journée en prononçant une allocution.

Dans les régions, cette Journée sera relayée par les correspondants locaux du CNRS, soit le même jour, soit à une date proche de celle du 23 avril.

Interface chimie biologie

Appel d'offres

L'Action de recherche intégrée à l'interface chimie-biologie se propose de favoriser la collaboration d'équipes de chimistes et de biologistes afin de développer une approche commune des problèmes concernant la structure, les interactions, la dynamique et l'activité des systèmes biologiques.

Tout projet associant des équipes de chimie et de biologie et comportant un programme de recherche innovateur en chimie sera examiné par le Comité scientifique de l'action intégrée Chimie-Biologie. Cet appel d'offres s'adresse aux laboratoires relevant des organismes publics de recherche ou des Universités :

les projets de collaboration peuvent également concerner des laboratoires industriels.

A titre tout-à-fait indicatif, les projets portant sur les familles moléculaires suivantes pourront être pris en considération :

- Peptides modifiés : liens pseudo-peptidiques et amino-acides non codés.
- Glyco- et lipo-peptides.
- Oligonucléotides naturels ou modifiés.
- Oligosaccharides.
- Analogues de substrats enzymatiques et de ligands protéiques en général, permettant, par exemple, le marquage covalent de récepteurs, la confection de colonnes d'affinité, les études cinétiques...
- Enzymes artificielles.
- Effecteurs membranaires.

Aucune limitation n'est imposée en ce qui concerne les thèmes biologiques abordés (par exemple, régulation de l'expression génétique ; hormones, médiateurs et récepteurs ; système nerveux et cardiovasculaire ; association chimie-physiologie ; toxicologie moléculaire ; ...).

Seront également examinées les demandes qui émaneraient :

- soit d'équipes de chimistes qui souhaitent orienter leur activité vers des problèmes d'intérêt biologique en mettant à profit leurs compétences dans un domaine chimique bien défini, mais qui n'ont pas encore de partenaires du secteur « Biologie » ;
- soit d'équipes de biologistes dont les orientations nécessitent la mise en œuvre de programmes de synthèse chimique *originale* pour lesquels elles ne possèdent pas de partenaires du secteur

« Chimie » (il ne s'agit pas de refaire la synthèse de molécules déjà commercialisées ou décrites dans la littérature).

Ne seront pas pris en compte les projets déjà soutenus par le PIRMED et au titre des appels d'offres :

- enzymologie,
 - biotechnologies,
 - interactions plantes-insectes,
 - pharmacologie moléculaire et neurotransmission,
 - génie biologique et médical — Biomatériaux,
- pour lesquels des ATP ou des actions spécifiques sont déjà engagées par le CNRS et auxquels participe l'interface Chimie-Biologie.

Les déclarations d'intention (2 pages maximum) doivent être adressées avant le 30 mars 1985 à : M. C. Hélène, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de biophysique, 61, rue Buffon, 75005 Paris.

Ces déclarations d'intention doivent comporter :

- le nom des laboratoires proposant le projet commun et de leurs responsables ;
- la liste nominative des chercheurs et ITA impliqués dans chaque laboratoire ;
- un exposé scientifique, d'une page environ, décrivant le projet et les rôles respectifs des équipes de recherche concernées ;
- une estimation réaliste des moyens nécessaires (fonctionnement, équipement, postes chercheurs et ITA) pour développer le projet commun sur une période de 2 à 4 ans (à préciser dans la déclaration d'intention).

Règles de nomenclature pour la chimie organique

Section D : Composés organiques contenant des éléments qui ne sont pas exclusivement le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, les halogènes, le soufre, le sélénium et le tellure.

Section E : Stéréochimie.

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

Membres de la S.F.C. : 80 F.

Non membres de la S.F.C. : 170 F.

Une commande, pour être agréée, devra être accompagnée du règlement correspondant, sous forme de chèque bancaire ou de chèque postal (7078-60 U Paris), à l'ordre de la Société Française de Chimie.

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

Un livre édité par la Société Chimique de France

XXI^e Séminaire spectrochimique V^e Réunion franco-italienne de spectrométrie atomique

Frascati (Italie), 4-7 juin 1985

Changement de date

La 5^e Réunion franco-italienne, collaboration de la Commission de Spectrométrie atomique du GAMS et du Centre de Recherche Spectrochimique de l'Association Italienne de Métallurgie, aura lieu, du 4 au 7 juin 1985, à Frascati près de Rome, et non pas du 27 au 30 mai 1985, comme précédemment annoncé. Ces dates sont définitives.

La première journée traitera des : *Applications analytiques de la source laser et technique d'analyse par télédétection*, à l'ENEA, où une visite des laboratoires sera organisée. Sont déjà prévus les exposés suivants :

- les applications et techniques du laser en chimie analytique dans l'industrie nucléaire,
- la fluorimétrie de l'uranium avec description d'une manipulation en boîte à gants en milieu radioactif.

Les trois autres journées seront consacrées aux arguments les plus traditionnels de la spectrochimie avec l'accent sur la détermination des éléments traces, l'analyse des surfaces, les

applications dans le domaine de l'environnement, etc.

Une session de communications par affiches sera également organisée.

Une exposition présentera les appareils concernant la spectrochimie.

Toute personne désirant présenter une communication dans le cadre de la manifestation est priée de bien vouloir adresser (à : AIM Centro Ricerche Spettrochimiche, Piazzale R. Morandi 2, I-20121 Milano Italie) un résumé assez important (environ 2 pages avec tableaux et figures si nécessaires) de son exposé avant le 30 avril 1985 et d'en adresser copie au GAMS, 88, boulevard Malesherbes, 75008 Paris.

Le programme complet sera disponible au GAMS vers la mi-mars, ainsi que des renseignements pratiques concernant les possibilités de logement, les moyens de transport, et le montant des frais d'inscription.

Secondes Journées d'études sur les aérosols

Paris, 19-20 novembre 1985

Les secondes Journées d'études sur les aérosols du Comité Français d'Études et de Recherches sur les Aérosols (COFERA), organisées par le GAMS, se tiendront les 19 et 20 novembre 1985, à Paris (dans l'amphithéâtre Tisserand de l'Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard).

Dès à présent, deux conférences plénières sont prévues :

- *Métrie des aérosols submicroniques*, par M. Madelaine (CEA, Fontenay-aux-Roses).
- *Dépôt des aérosols dans les voies respiratoires*, par M. Guichard (IRCHA, Vert-le-Petit).

Les communications porteront sur la physique, la chimie des aérosols, la filtration et l'épuration de l'air, les applications en médecine, pharmacie et en biologie, les problèmes de contamination liés aux aérosols, etc.

Appel aux communications

Les personnes désirant présenter une communication à cette réunion sont invitées à en adresser le titre et un résumé de 300 à 500 mots (1 à 2 pages), avant le 15 mai 1985, au GAMS, 88, boulevard Malesherbes, 75008 Paris.

Mesucora 85

A l'occasion de la 9^e Exposition internationale Mesucora-Physique 85, qui se tiendra à Paris, Porte de Versailles, du 2 au 6 décembre 1985, le GAMS organisera deux sessions sur le thème : *L'automatisation au service de la chimie analytique.*

Avantages et limites.

1. Applications à la spectrométrie d'absorption atomique.
2. Applications à la chromatographie.

Programme de la session de la Commission de Chromatographie

Mardi 3 décembre 1985

14 h 30, *Conséquences de l'automatisation sur la chromatographie.* par Cl. Guillemain, Rhône-Poulenc Recherches, Aubervilliers.

15 h 30, *Choix d'un système multi-colonnes à connection automatisée en chromatographie liquide haute pression pour l'analyse de médicaments dans les milieux biologiques.* par H. Febvre et J. B. Lecaillon, Centre de Recherche Biopharmaceutique Ciba-Geigy, Rueil-Malmaison.

16 h 15, *Comparaison de méthodes de purification automatique de l'échantillon lors de l'analyse de trace par CLHP.* par Cl. Tillier et Ph. Devaux, Centre de Recherche Roussel-Uclaf, Romainville.

17 h 15, *OPTIM : nouvelle voie vers l'optimisation automatique des séparations en CLHP.* par H. Brenner, Spectra-Physics, France.

Renseignements complémentaires : GAMS, 88, boulevard Malesherbes, 75008 Paris. Tél. : (1) 563.93.04.

Offre d'emploi

C h i m i e f i n e

Directeur de production

Sud France - 300 000 F+

La filiale chimique d'un groupe pharmaceutique privé, opérant largement hors frontières, recherche son Directeur de la Production, responsable des différentes activités de fabrication, de la planification et de l'ordonnancement, et assurant les lancements (en liaison étroite avec la recherche et le développement). Cette filiale dynamique, équipée d'installations modernes, est servie par des professionnels à la fois jeunes et enthousiastes.

Un ingénieur (ou docteur) en chimie, spécialisé en génie chimique, ayant pratiqué la production ou l'ingénierie chimique, au moins 4 ou 5 ans, anglophone courant,

habitué à travailler en équipe pluridisciplinaire, bon animateur, sachant faire preuve de sociabilité et d'ouverture d'esprit, de préférence en milieu de trentaine, devrait pouvoir s'affirmer et s'épanouir sans difficulté dans cette fonction, susceptible d'évolution à terme.

Merci de bien vouloir adresser votre candidature manuscrite accompagnée d'un C.V. détaillé et d'une photographie, indiquant vos coordonnées téléphoniques complètes et votre rémunération actuelle, sous pli confidentiel, en mentionnant la référence 3394/AC à

 **MEDIA PA.**
9, Bd des Italiens 75002 Paris
qui transmettra

AN/MEDIA PA

PETITES ANNONCES

• J. H. biochimiste, 7 ans de laboratoire en immunologie et cancer (Villejuif), hormonologie (FRH) et biochimie (La Pitié-Salpêtrière) cherche emploi dans tous Laboratoires ou comme Enseignant pour cours de recyclage.

Écrire à M. R. Hassoux, 11, rue du Chemin-Vert, Bât. B, 94100 Saint-Maur. Tél. : (1) 886.61.17.

• Chimiste DUT, 22 ans, cherche place stable. Tél. : (1) 541.04.06.

• J. F. 29 ans D.E.A. de Physico-Chimie Appliquée à la Biologie, Maîtrise de Sciences et Techniques, Génie Biologique et Biochimique, Expérience Mise au point de Méthodes H.P.L.C. cherche un emploi pluridisciplinaire en Recherche ou Labo-

ratoire de Mesures Analytiques. S'adresser Soc. Chim., n° 296.

• A vendre *Chemical Abstracts*, des années 1972 à 1980 :

1) Années 1972 à 1976, sans tables.

2) Années 1977 à 1980, avec tables semestrielles.

Ecrire à Société Française de Chimie n° 295.

• A vendre

Annual Reports, série B, 63 à 82 ; *Coll. Czech. Chem. Comm.*, 65 à 73 ; *J. Amer. Chem. Soc.*, 75 à 80 ; *Israël J. Chem.*, 70 ; *J. Chem. Soc. (B)*, 70 ; *Chem. Eng. News*, 75 à 79 et 83.

S'adresser à M. D. Lefort : CNRS, LECSO, 2, rue Henri-Dunant, 94320 Thiais. Tél. (1) 687.33.55, p. 23.

• A vendre

La lutte contre le cancer, 1963-1984 ; *European Journal of Medicinal Chemistry*, 1983-1984 ; *Helvetica Chimica Acta*, 1971-1972 ; *Acta de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 1953-1972 ; *Experientia (Suisse)*, 1947-1952 ; *Advances in Virus Research*, 1953-1958 ; *Journal de Biologie et Médecine Nucléaire*, 1968-1970 ; *Ciencia e Investigación (Buenos-Aires)*, 1948-1956 ; *Boletín de la Sociedad Chilena de Química*, 1949-1959 ; *Oesterreichische Chemikerzeitung*, 1947-1967 ; *Oesterreichische Chemiezeitschrift*, 1974-1983 ; *Allgemeine und praktische Chemie (Autriche)*, 1966-1973 ; *Monatshefte f. Chemie (Autriche)*, 1946-1952. S'adresser à M.N. Eugène Iesz, 71, avenue de Wagram, 75017 Paris.

Table des annonceurs

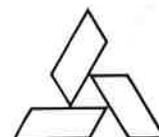
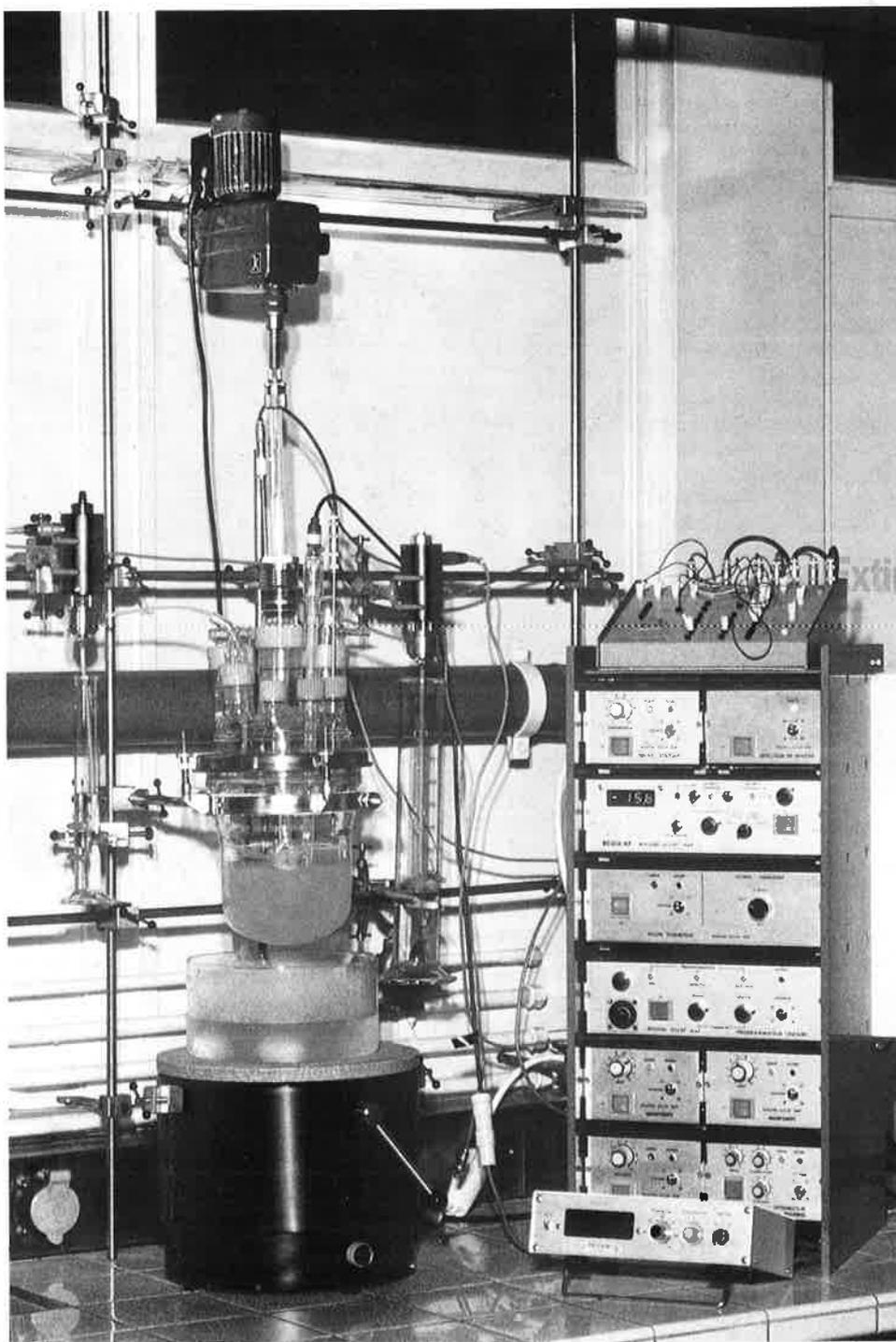
ENTROPIE	4
IDEXPO	38
JOUAN	2 (Couv. 2)
ROUSSEL-UCLAF	100 (Couv. 4)
SCIENTIFIC GLASS ENGINEERING	5, 7, 9
S.P.I.....	90-91
TECHNISCIENCES.....	86

LOGILAP UNE REALISATION ORIGINALE ROUSSEL UCLAF

Ensemble d'éléments électroniques, électro-mécaniques et pneumatiques permettant l'automatisation des réactions chimiques au niveau du laboratoire.

L'ensemble représenté ci-dessous permet le contrôle de la réduction d'une imine par le borohydure de sodium à pH ($7,5 \leq \text{pH} \leq 8$) et température ($t < 20^\circ$) déterminés. Ce contrôle agit sur l'introduction des réactifs (NaBH_4 et HCl) et la manœuvre du bain réfrigérant ; il stoppe la réaction lors de la formation de mousses ou d'incidents techniques (arrêt de la fourniture d'eau ou d'électricité).

Pour tous renseignements supplémentaires, contacter :
ORSO ELECTRONIQUE
15, Passage de la Main d'Or.
75011 Paris
Tél. : (1) 355.79.95.



Groupe Roussel Uclaf
Division Scientifique
35, bld des Invalides
75007 Paris