

Chimie des interactions moléculaires

M. Jean-Marie LEHN, membre de l'Institut
(Académie des Sciences), professeur

Le cours de l'année 1997-1998 a porté sur une présentation générale de la *Chimie supramoléculaire*. La totalité de l'enseignement a été effectuée hors Paris, à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (3 h), à l'Université Joseph Fourier de Grenoble (3 h) et à la Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, Université d'Aix-Marseille (4 h). Une série de séminaires a été organisée sur les progrès récents en chimie moléculaire et supramoléculaire.

Les cours ont décrit les concepts de base de la chimie supramoléculaire, son développement et ses perspectives, notamment du point de vue de la reconnaissance et de l'information moléculaire, des composants moléculaires et supramoléculaires et de l'autoorganisation.

SÉMINAIRES

A Strasbourg :

— John SCHEFFER (University of British Columbia, Vancouver), *The Ionic Auxiliary Concept in Solid State Organic Photochemistry* (1^{er} octobre 1997).

— Masakazu OKITA (Hokkaido University, Sapporo), *Generation, Spectroscopic Characterization and Reactions of [1.1] Paracyclophanes* (18 novembre 1997).

— Ignacio ALFONSO (Universidad de Oviedo), *Chemoenzymatic Synthesis and Structural Analysis of C₂-Symmetrical Optically Active Azamacrocycles* (24 novembre 1997).

— John SCHEFFER (University of British Columbia, Vancouver), *In the Footsteps of Pasteur : Asymmetric Synthesis Using Crystalline Ammonium Carboxylate Salts* (9 janvier 1998).

— Elena BOLDYREVA (Institute of Solid State Chemistry, Novosibirsk), *Non-Covalent Interactions and Solid-State Reactivity* (12 janvier 1998).

— K.C. NICOLAOU (The Scripps Research Institute, University of California, San Diego), *Chemical Synthesis and Chemical Biology of Natural and Designed Molecules* (27 janvier 1998).

— Alberto CIFERRI (Université de Gênes), *Supramolecular Polymerization* (4 février 1998).

— Martin KARPLUS (ISIS, ULP), *Molecular Recognition : Free Energy Simulations & Combinatorial Ligand Design* (9 février 1998).

— Teodor Silviu BALABAN (Laboratoire de Chimie Bioorganique, école Supérieure de Biotechnologie de Strasbourg), *Self-Assembly of Bacteriochlorophyll c in Vivo and in Vitro* (17 février 1998).

— John SCHEFFER (University of British Columbia, Vancouver), *Solution Phase and Solid State Photochemistry of 10-Membered Ring Ketones* (11 mars 1998).

— Alexandre A. VARNEK (Université Louis Pasteur, Strasbourg), *Computations in Chemistry : Science or Videogames ?* (7 avril 1998).

— Olof RAMSTRÖM (Lund University, ISIS, ULP Strasbourg), *Molecular Imprinting Technology* (21 avril 1998).

— Michael J. PFAMMATER (Université de Bern, ISIS, ULP Strasbourg), *Synthesis and Molecular Recognition of Vitamin B12 and Methylmalonyl Derivatives* (6 mai 1998).

— Vitaly SOLOVIEV (Institute of Physiologically Active Compounds, Chernogolovka), *Computational Tools in Host-Guest Chemistry* (13 mai 1998).

— Enrico CLEMENTI (Université Louis Pasteur, Strasbourg), *Chemical Binding : Valency Bond Versus Molecular Orbitals — Lewis Versus Mulliken* (26 mai 1998).

— Stanislas LEIBLER (Princeton University, European Molecular Biology Laboratory, Heidelberg (EMBL)), *Towards Supramolecular Biology* (26 juin 1998).

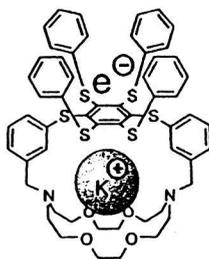
RÉSUMÉ DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE

A) LABORATOIRE DE CHIMIE SUPRAMOLÉCULAIRE (Université Louis Pasteur, Strasbourg et UPRES-A 7006 du CNRS)

I. — *Cryptates* — *Propriétés électroniques et optiques*

La synthèse, la caractérisation et l'étude des propriétés physiques du cryptate de potassium d'un ligand macrobicyclique contenant un groupe accepteur d'élec-

tron hexakis(phénylthio)benzène ont été publiés. L'espèce neutre formée par réduction monoélectronique représente une entité « métal éclaté » de type « cryptatium » (1).

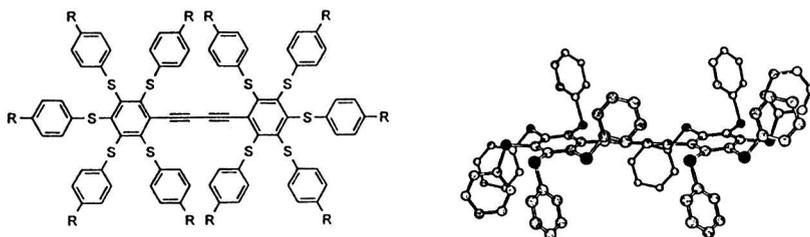


II. — Composants moléculaires et supramoléculaires

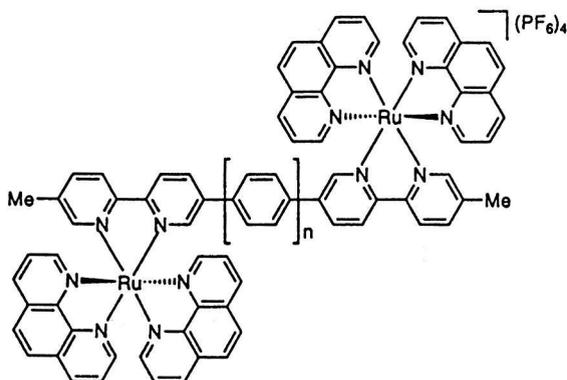
1) Composants électroniques

Les composés aromatiques poly(phénylthio) représentent une nouvelle classe d'accepteurs d'électrons. Leur réduction est grandement facilitée par rapport aux composés parents non-substitués (2).

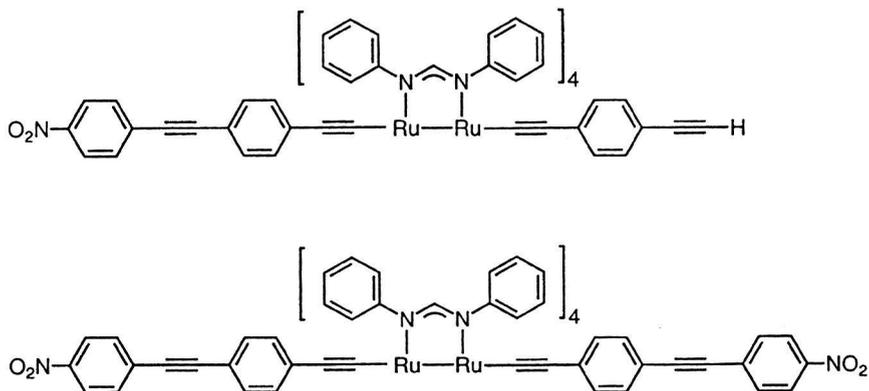
La connexion de plusieurs unités polythiaarènes par un groupe éthyne fournit des barres moléculaires rigides. Leur structure a été déterminée et leur caractère accepteur d'électrons leur confère les caractéristiques de fils moléculaires réductibles de dimension nanométrique (3).



La fixation d'entités $\text{Ru}^{\text{II}}(\text{phen})_2$ énantiomériquement pures sur des ligands rigides bis-bipyridine conduit à des barres rigides électroactives et photoactives portant deux sites métalliques (4).



L'exploration d'une nouvelle classe de fils moléculaires métallo-organiques a été poursuivie. Elle repose sur la connexion en ligne de groupes bimétalliques — $M(-)_nM$ —. Des espèces de différentes longueurs jusqu'à environ 50 Å ont été obtenues. L'étude de leur propriétés électrochimiques et optiques est en cours (K. T. WONG).



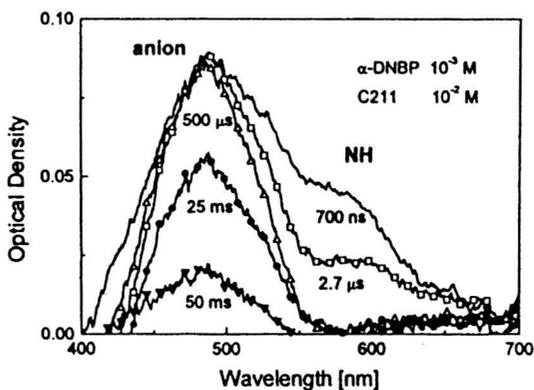
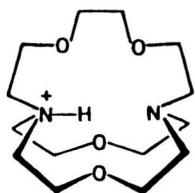
2) Composants dynamiques

Des complexes métalliques présentant des mouvements de déplacement interne d'un groupe coordonné métallique le long d'un ligand organique rigide ont été synthétisés. Le déplacement d'une unité $W(CO)_5$ a été mis en évidence par RMN. D'autres systèmes sont aussi à l'étude. Ils représentent des prototypes de dispositifs dynamiques mettant en œuvre le déplacement d'un site métallique pour la génération d'états interconvertibles (D. FERNANDEZ, L. CUCCIA).

3) *Processus photo-protoniques*

Une nouvelle approche de la stabilisation d'états à séparation de charge résultant d'un transfert de proton photoinduit a été explorée. Elle repose sur l'utilisation d'un cryptand dont la protonation produit un cryptate de proton où le proton est contenu au sein de la cavité intramoléculaire, créant ainsi une barrière à la déprotonation.

Effectivement l'irradiation de l' α -dinitrobenzyl pyridine (α -DNBP) en présence de cryptand [2.1.1] donne lieu à une séparation de charge avec formation d'un anion coloré (α -DNBP⁻) et d'un cation cryptate [2.1.1, H⁺]. Le transfert en retour du proton est fortement ralenti, augmentant la durée de vie de l'état ionique d'un facteur de l'ordre de 10^3 (5).



III. — *Autoorganisation de systèmes inorganiques*

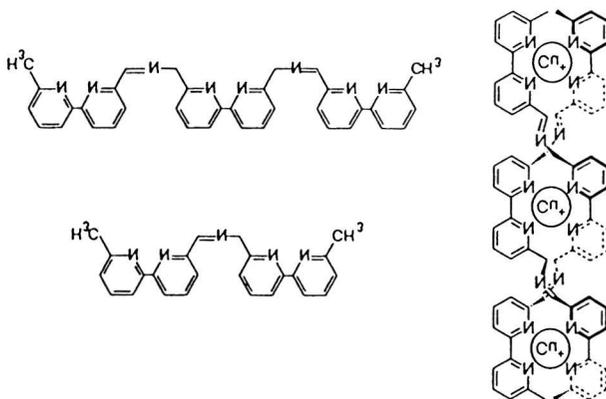
1) *Hélicates — Complexes métalliques hélicoïdaux*

Hélicates linéaires

La synthèse de ligands oligopyridines contenant des ponts esters a été poursuivie dans le but de les mettre en œuvre dans des processus d'autoréplication (A. MARQUIS).

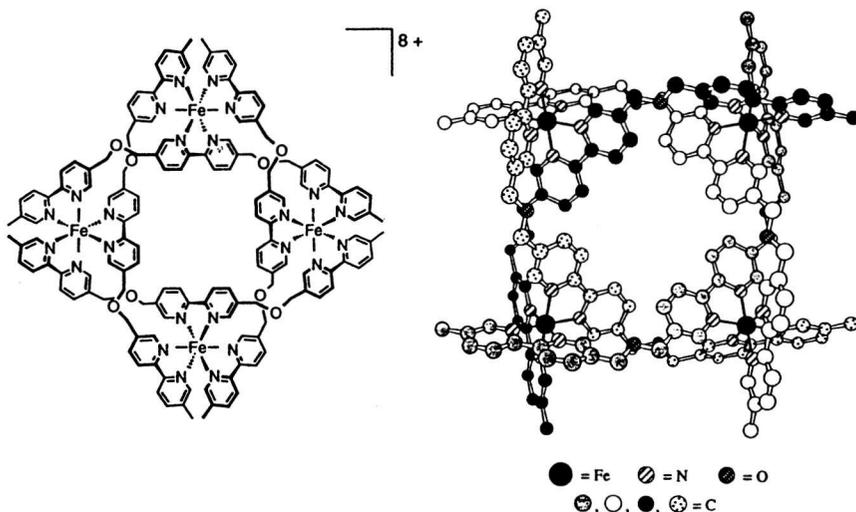
Une unité complexante chirale pouvant fournir des ligands et des hélicates optiquement actifs est à l'étude (M.-N. LALLOZ).

La synthèse et les propriétés d'hélicates formés à partir de ligands à pont imine et d'ions Ag(I) et Cu(I) ont été publiées (6).



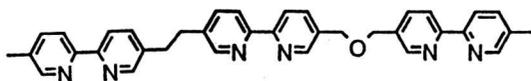
Hélicates circulaires

L'autoassemblage d'hélicates circulaires du Fe(II) dépend de la nature à la fois du ligand et de l'anion X du sel FeX_2 utilisé. Ainsi, tandis que le pentahélicate est obtenu avec FeCl_2 , le sulfate fournit l'hexahélicate circulaire de forme hexagonale. Par ailleurs un ligand plus souple rend possible l'assemblage d'un tétrahélicate de géométrie carrée (7).



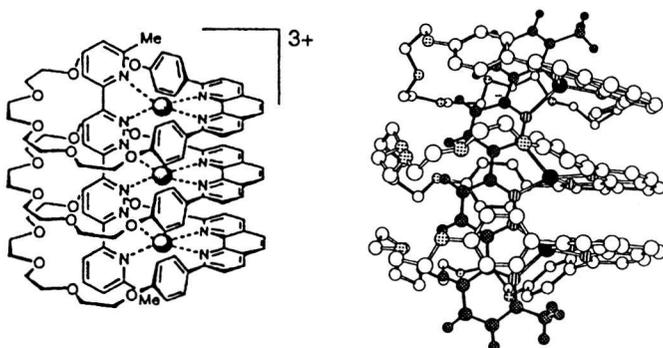
Un ligand trisbipyridine dissymétrique a été synthétisé et ses propriétés complexantes sont à l'étude, en particulier dans le but d'augmenter la diversité

moléculaire des hélicates circulaires accessibles de façon combinatoire à partir d'un mélange de ligands (M. CHOWDHRY).

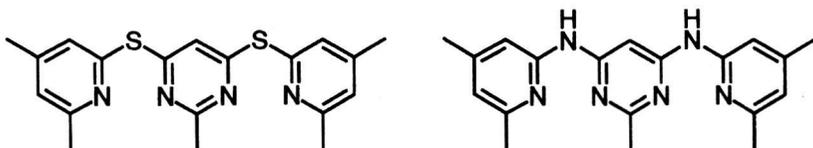


2) Superstructures en « râtelier » et en « échelle »

L'assemblage multicomposants de ligands linéaires rigides avec des macrocycles contenant un site phenanthroline et des ions cuivre(I) conduit à la formation de rotaxanes di- et trinucéaires (8, 9).

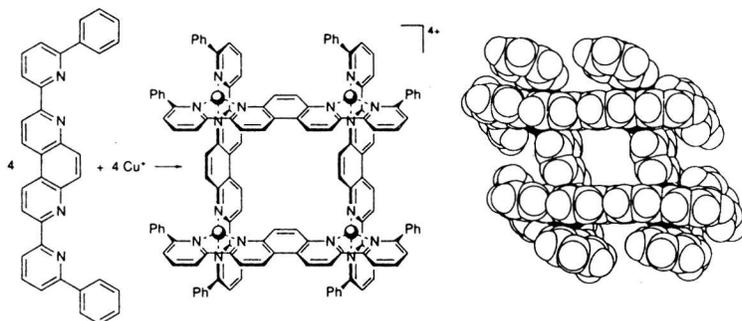


Des ligands linéaires à sites pyridine et pyrimidine pontés par des hétéroatomes N ou S ont été synthétisés en vue de leur mise en œuvre dans des assemblages inorganiques (10).

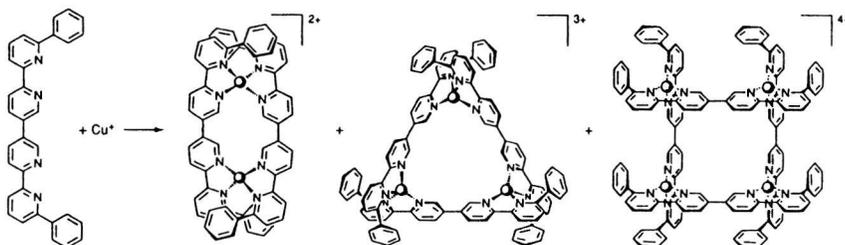


3) Superstructures en « grille »

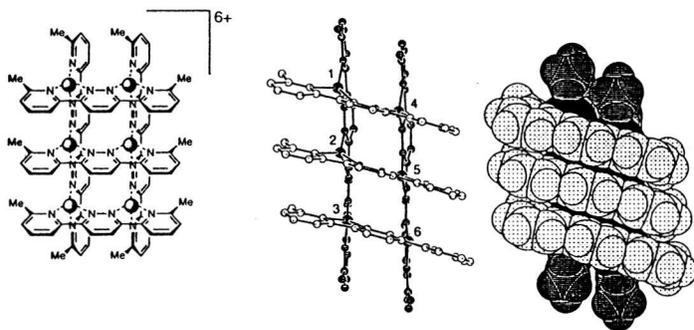
L'autoassemblage d'une « boîte » inorganique tétranucléaire a été réalisé (11).



Lorsqu'un ligand semblable mais plus flexible est utilisé, une collection de complexes en équilibre est obtenue ; ils forment en solution un ensemble dynamique qui se transforme entièrement en l'un des constituants, de structure en double hélice, par cristallisation (12).



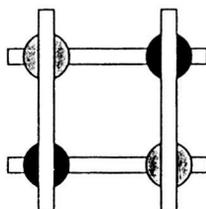
L'autoassemblage d'une grille hexanucléaire [2 x 3] étudié précédemment a été publié (13), ainsi que la formation et la structure de la grille [2 x 2] à quatre sites octaédriques cobalt(II) (14).



Un travail effectué sur cette dernière espèce a permis de montrer que l'ultra-centrifugation analytique peut être un outil intéressant pour l'étude de la nature d'assemblages supramoléculaires formés en solution (15).

En raison de leur intérêt à la fois du point de vue de leur autoassemblage et de celui de leurs utilisations potentielles les travaux sur les structures en « grille » ont été poursuivis dans plusieurs directions :

- la formation de grilles [2 x 2] à sites Zn(II) et Co(II) à partir de ligands substitués (J. ROJO, F. ROMERO SALGUERO) ;
- la formation d'une grille [2 x 2] à sites Cu(II) pontés par un groupe phénolate (J. ROJO) ;
- la synthèse de ligands susceptibles de former des grilles [2 x 2] pouvant s'empiler dans la troisième direction (U. ZIENER) ;
- la mise au point de ligands portant des sites de reconnaissance moléculaire, destinés à la formation de grilles [2 x 2] pouvant s'organiser dans deux dimensions par liaison hydrogène (E. BREUNING, U. ZIENER) ;
- l'autoassemblage de grilles multinucléaires contenant des ions Cu(I), Ag(I) (P. W. N. BAXTER) ou Pb(II) et Cd(II) (A. M. GARCIA COLLAZO) ;
- la mise au point d'une stratégie de synthèse permettant la synthèse dirigée de grilles [2 x 2] hétéronucléaires de géométrie *anti*, par exemple Ru₂Fe₂ ou Ru₂Co₂ (D. BASSANI).



Par ailleurs un polymère inorganique soluble de haut poids moléculaire a été obtenu et étudié par spectrométrie de masse (J. ROJO).

4) Superstructures inorganiques cylindriques

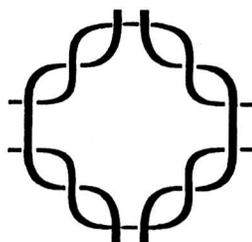
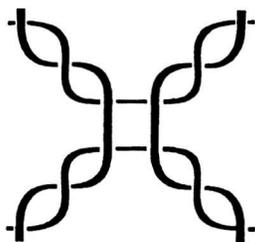
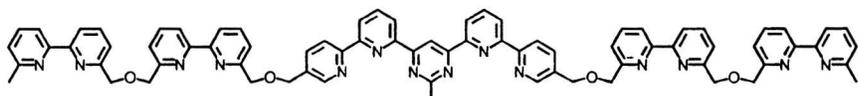
L'exploration de l'autoassemblage de diverses structures inorganiques d'architecture cylindrique a été poursuivie en mettant en œuvre des sites de coordination soit tétraédriques (P. W. N. BAXTER) soit octaédriques (A. M. GARCIA COLLAZO). Dans ce dernier cas en particulier des structures multinucléaires à sites Pb(II) ont été obtenues et sont à l'étude.

5) Autoassemblage à sous-programmes multiples

L'exploration du comportement de ligands contenant des sites multiples correspondant à différents programmes d'assemblage a été poursuivie. Plusieurs

ligands ont été synthétisés. En particulier il a pu être montré que le ligand suivant fournit des architectures différentes suivant la nature des ions utilisés pour lire le « programme de coordination ».

La structure de droite est obtenue avec quatre ions de coordination octaédrique et huit tétraédriques, tandis que celle de gauche requiert huit ions pentacoordinés et quatre tétraédriques. Il est ainsi possible de contrôler le devenir du système par la nature des ions utilisés (D. FUNERIU).

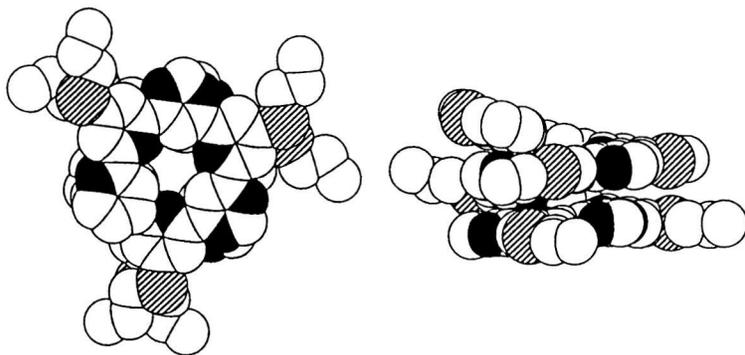


IV. — Autoorganisation de systèmes organiques

1) Autoorganisation de chaînes polyhétérocycliques

Les études portant sur la mise en œuvre du principe général d'induction d'hélicité dans une chaîne polyhétérocyclique ont été poursuivies.

La structure hélicoïdale à deux tours obtenue précédemment a été confirmée par radiocristallographie ; elle donne lieu à d'intéressantes propriétés spectroscopiques (16, 17).



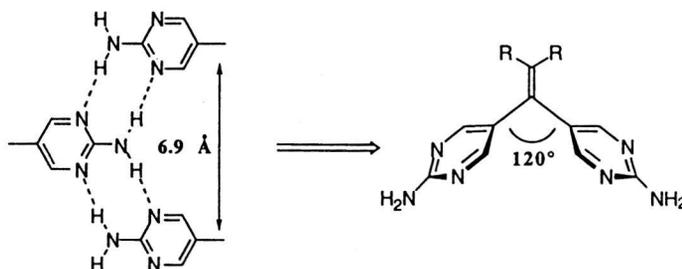
L'extension à des chaînes plus longues a été entreprise. en particulier de premiers résultats ont été obtenus sur une espèce hélicoïdale à trois tours et demi (M. OHKITA).

De même une première chaîne contenant des groupes triazine et destinée à la formation d'une hélice de plus grand diamètre a été synthétisée (L. CUCCIA).

2) Autoassemblage par liaisons hydrogène

L'autoassemblage d'architectures supramoléculaires liées par liaison hydrogène repose sur la mise en œuvre de groupes de reconnaissance moléculaire présentant une séquence donnée de sites accepteurs et donneurs.

L'utilisation de l'unité 2-aminopyrimidine a été explorée en vue de définir les facteurs qui régissent la formation d'une superstructure donnée. Plusieurs dérivés alkylidène portant deux groupes de reconnaissance et divers substituants ont été synthétisés, cristallisés et leur structure cristalline déterminée. La formation de feuillets plissés a été réalisée et les facteurs structuraux requis ont été analysés (M. KRISCHE).



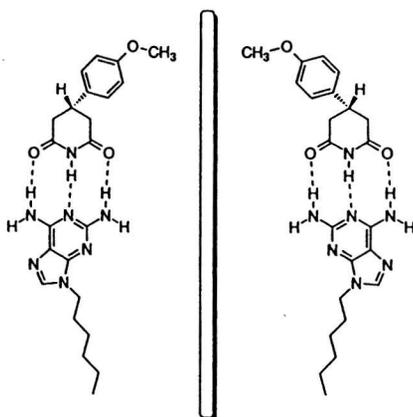
Diverses extensions vers la génération de polymères supramoléculaires sont en cours (M. KRISCHE). Des porphyrines fonctionnalisées ont été synthétisées dans le but de les introduire comme groupes photoactifs dans des arrangements supramoléculaires (S. BALABAN).

Par ailleurs, la formation séquentielle de cristaux liquides discotiques a été réalisée par autoassemblage de trois unités lactame-lactime de la phtalhydrazide en un disque supramoléculaire, suivi de l'empilement de ces disques en une phase colonnaire (M. SUAREZ).

La synthèse de molécules bicycliques destinées à la formation de canaux supramoléculaires par autoassemblage a été poursuivie ; diverses voies d'approche ont dû être explorées du fait des difficultés rencontrées et une solution est en vue (E. PITSIKOS).

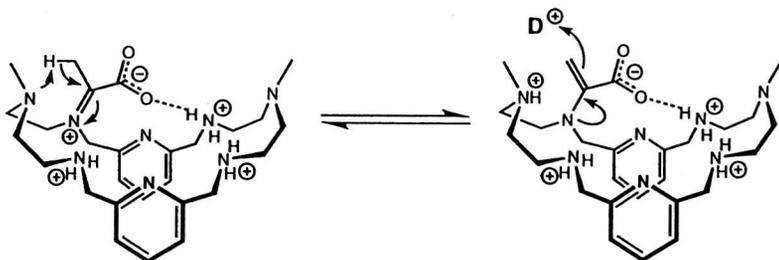
L'association de molécules achirales peut conduire à des supermolécules chirales si le mode d'interaction rend l'espèce résultante asymétrique (18). Par

ailleurs, l'autoassemblage de brins supramoléculaires à partir de constituants complémentaires racémiques donne lieu à une sélection chirale (19).



V. — Réactivité, catalyse et chimie combinatoire supramoléculaires

L'étude de la catalyse supramoléculaire de l'échange H/D dans le pyruvate par des polyamines macrocycliques a été publiée. Elle a permis de mettre en évidence la formation de formes réactives iminium intermédiaires (20).



Les travaux portant sur la chimie combinatoire dynamique et les bibliothèques combinatoires virtuelles ont été poursuivis dans plusieurs directions :

- l'utilisation de complexes métalliques pour disposer des groupes de reconnaissance moléculaire (I. HUC, V. MACHADO) ;
- la mise en œuvre d'hydrazones portant des groupes de reconnaissance pour la formation réversible de récepteurs (V. BERL) ;
- la génération de différentes formes moléculaires sur la base d'équilibres conformationnels (T. BUNYAPAIBOONSRI) ;

— la production d'une collection de groupes de reconnaissance oligosaccharides (O. RAMSTRÖM).

Des textes généraux sur la chimie supramoléculaire ont été publiés (21, 22, 23).

PUBLICATIONS

1. M. MAYOR, J.-M. LEHN, *Potassium Cryptate of a Macrobicyclic Ligand Featuring a Reducible Hexakis(phenylthio)benzene Electron-Acceptor Site* (Helv. Chim. Acta, 80, 2277-2285, 1997).

2. J.H.R. TUCKER, M. GINGRAS, H. BRAND, J.-M. LEHN, *Redox Properties of Polythiaarene Derivatives. A Novel Class of Electron Acceptors* (J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2, 1303 — 1307, 1997).

3. M. MAYOR, J.-M. LEHN, K.M. FROMM, D. FENSKE, *Reducible Nanoscale Molecular Rods Based on Diacetylene-Linked Poly(phenylthio)-Substituted Benzenes* (Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 36, 2370-2372, 1997).

4. K. WÄRNMARK, P. N. W. BAXTER, J.-M. LEHN, *Stereoselective synthesis of linear bipyridyl-phenylene based ruthenium rods from enantiopure building blocks* (Chem. Commun., 993-994, 1998).

5. K. KULDOVÁ, A. CORVAL, H.P. TROMMSDORFF, J.-M. LEHN, *Photoinduced Generation of Long-Lived Proton Transfer States : Photoinduced Proton Transfer from 2-(2',4'-Dinitrobenzyl)pyridine to a Proton Cage, the [2.1.1] Cryptand* (J. Phys. Chem. A, 101, 6850-6854, 1997).

6. R. STILLER, J.-M. LEHN, *Synthesis and properties of silver(I) and copper(I) helicates with imine-bridged oligobipyridine ligands* (Eur. J. Inorg. Chem., 977-982, 1998).

7. B. HASENKNOFF, J.-M. LEHN, N. BOUMEDIENE, A. DUPONT-GERVAIS, A. VAN DORSSLAER, B. KNEISEL D. FENSKE, *Self-Assembly of Tetra — and Hexanuclear Circular Helicates* (J. Am. Chem. Soc., 119, 10956-10962, 1997).

8. P. N. W. BAXTER, H. SLEIMAN, J.-M. LEHN, K. RISSANEN, *Multicomponent self-assembly : generation and crystal structure of a trimetallic [4]pseudorotaxane* (Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 36, 1294-1296, 1997).

9. H. SLEIMAN, P. N. W. BAXTER, J.-M. LEHN, K. AIROLA, K. RISSANEN, *Multicomponent self-assembly : generation of rigid-rack multimetallic pseudorotaxanes* (Inorg. Chem. 36, 4734-4742, 1997).

10. T. TUNTULANI, D. VOLKMER, D. FENSKE, J.-M. LEHN, *Novel N-Donor Heterocyclic Ligands and their Coordination Chemistry towards a Cu(II) Salt* (J. Sci. Soc. Thailand, 23, 185-198, 1997).

11. P. N. W. BAXTER, J.-M. LEHN, B. O. KNEISEL, D. FENSKE, *Self-Assembly of a Symmetric Tetracopper Box-Grid with Guest Trapping in the Solid State* (Chem. Commun., 2231-2232, 1997).

12. P. N. W. BAXTER, J.-M. LEHN, K. RISSANEN, *Generation of an equilibrating collection of circular inorganic copper(I) architectures and solid-state stabilisation of the dicopper helicate component* (Chem. Commun., 1323-1324, 1997).

13. P. N. W. BAXTER, J.-M. LEHN, B. O. KNEISEL, D. FENSKE, *Multicomponent self-assembly: preferential generation of a rectangular [2x3]G grid by mixed-ligand recognition* (Angew. Chem. Int. Ed. Engl., 36, 1978-1981, 1997).

14. G. S. HANAN, D. VOLKMER, U. S. SCHUBERT, J.-M. LEHN, G. BAUM, D. FENSKE, *Coordination arrays: Tetranuclear cobalt(II) complexes with [2x2]-grid structure* (Angew. Chem. Int. Ed. Engl., 36, 1842-1844, 1997).

15. D. SCHUBERT, J. A. VAN DEN BROEK, B. SELL, H. DURCHSCHLAG, W. MÄCHTLE, U. S. SCHUBERT, J.-M. LEHN, *Analytical Ultracentrifugation as a Tool in Supramolecular Chemistry: A Feasibility Study Using a Metal Coordination Array* (Progr. Colloid Polym. Sci., 107, 166-1714, 1997).

16. D. M. BASSANI, J.-M. LEHN, G. BAUM, D. FENSKE, *Designed self-generation of an extended helical structure from an achiral polyheterocyclic strand* (Angew. Chem. Int. Ed. Engl., 36, 1845-1847, 1997).

17. D. M. BASSANI, J.-M. LEHN, *Synthesis and helical self-organization of achiral polyheterocyclic pyridine-pyrimidine strands* (Bull. Soc. Chim. Fr., 134, 897-906, 1997).

18. M. SUÁREZ, N. BRANDA, J.-M. LEHN, A. DECIAN, J. FISCHER, *Supramolecular Chirality: Chiral Hydrogen-Bonded Supermolecules from Achiral Molecular Components* (Helv. Chim. Acta, 81, 1-13, 1998).

19. K. C. RUSSELL, J.-M. LEHN, N. KYRITSAKAS, A. DECIAN, J. FISCHER, *Self-Assembly of Hydrogen-Bonded Supramolecular Strands from Complementary Melamine and Barbiturate Components with Chiral Selection* (New. J. Chem. 123-128, 1998).

20. H. FENNIRI, C. DALLAIRE, D. P. FUNERIU, J.-M. LEHN, *Supramolecular catalysis of H/D exchange in pyruvate by macrocyclic polyamines involving a reactive iminium intermediate* (J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2, 1997, 2073-2081).

21. J.-M. LEHN, *Chimie Supramoléculaire: Les nouveaux chemins de la recherche fondamentale en chimie* (Bulletin de l'Union des Physiciens, 91, 1665-1694, 1997).

22. J.-M. LEHN, *Supramolekulare Chemie. Chemische Grundlagenforschung auf neuen Wegen* (Nova Acta Leopoldina NF 76, Nr.303, 313-341, 1997).

23. J.-M. LEHN, *Supramolekulare Chemie: Chemische Grundlagenforschung auf neuen Wegen* (Naturw. Rdsch. 50, 421-435, 1997).

24. R. ODA, I. HUC, S. J. CANDAU, *Gemini-Surfactant, the Effect of Hydrophobic Chain-Length and Dissymmetry* (Chem. Commun. 2105, 1997).

25. A. LOPINET-SERANI, F. CHARBONIER, C. ROLANDO, I. HUC, *The Role of Lactam vs. Lactim Tautomers in 2-(1H)-Pyridone Catalysis of Aromatic Nucleophilic Substitution* (J. Chem. Soc., Perkin 2, 937, 1998).

26. B. DIETRICH, M.W. HOSSEINI, *Historical view on the development of anion coordination chemistry*, in « Supramolecular Chemistry of Anions », (Eds. A. Bianchi, K. Bowman-James, E. Garcia-España, Wiley — VCH, p. 45, 1997).

BREVET

— V. BERL, M. KIRCH, J.-M. LEHN, Dépôt de la Marque « MOLEKO », Enregistrement national n° 97698452, 6.10.1997, Institut National de la Propriété Industrielle, Strasbourg (I.N.P.I.) ; enregistrement international n° 689373, 20.3.1998, Organisation Mondiale de la Propriété Industrielle (O.M.P.I.).

ACTIVITÉS ÉDUCATIVES : MOLEKO

Un jeu moléculaire dénommé « MOLEKO » a été mis au point. Il est destiné à familiariser de manière ludique les élèves des écoles et collèges ainsi que le grand public avec la notion de molécule en tant que construction à partir d'atomes. Il comprend en particulier un ensemble de modèles moléculaires et un livret explicatif réalisé en trois langues, français, allemand, anglais (V. BERL, en collaboration avec M. KIRCH, Université Louis Pasteur, Strasbourg). Sa production a été prise en charge par CNRS Édition.

CONFÉRENCES PRÉSENTÉES SUR INVITATION

Professeur Jean-Marie LEHN

— Journées de Chimie Organique Fine, IRCOF Intra Muros, Faculté des Sciences, Mont Saint Aignan, 30 juin 1997, *Perspectives en Chimie Supramoléculaire : De la Reconnaissance Moléculaire à l'Auto-Organisation*.

— Gordon Research Conferences on Polymers, Chantilly, 1^{er} juillet 1997, *Supramolecular Chemistry : Molecular Information and the Design of Supramolecular Materials*.

— Genes, Membranes and Molecular Recognition, École Supérieure de Biotechnologie, Strasbourg, 4-5 juillet 1997, *Bioorganic, Supramolecular Chemistry — Recent Advances*.

— Congrès de la Société Française de Physique, Paris, 10 juillet 1997, *Chimie Supramoléculaire et électronique Moléculaire*.

— ESBA 97, 2^e Congrès Européen de Biophysique, Orléans, 13 juillet 1997, *Perspectives in Supramolecular Chemistry : From Molecular Recognition Towards Self-Organization*.

— Stevenage Research Colloquium, Glaxo Wellcome, Stevenage, 21 juillet 1997, *From Molecular Recognition to Self Assembly*.

— Unilever Science Review 1997, Port Sunlight, 22 juillet 1997, *Supramolecular Chemistry*.

— 3rd International Conference on Materials Chemistry, The Royal Society of Chemistry, University of Exeter, 24-25 juillet 1997, *Perspectives in Supramolecular Chemistry : Self-Assembly and the Design of Supramolecular Materials*.

— Rhône-Poulenc Lecture 1997, Dagenham, 28 juillet 1997, *Molecular Recognition and Self-Assembly*.

— 25th International Conference on Solution Chemistry, Vichy, 26 août 1997, *Perspectives in Supramolecular Chemistry : Self-Assembly in Solution*.

— GECO XXXVIII, Mittelwihr, 29 août 1997, *Perspectives en Chimie Supramoléculaire : Vers l'Auto-Organisation*.

— Electrochemical Society — International Society of Electrochemistry 1997 Joint International Meeting, Paris, 1^{er} septembre 1997, *Towards Molecular and Supramolecular Electronic Devices*.

— Conférence de parrainage IUT Chimie, Castres, 11 septembre 1997, *La Chimie Supramoléculaire : Concepts et Perspectives*.

— Congrès de la Société Française de Chimie SFC 1997, Bordeaux-Talence, 12 septembre 1997, *Perspectives en Chimie Supramoléculaire : De la Reconnaissance Moléculaire à l'Auto-Organisation*.

— International Conference on f Elements (ICFE3), Paris, 15 septembre 1997, *Light Conversion Devices : Luminescent Cryptates and Related Systems*.

— Lycée Lavoisier, Auchel, 15 septembre 1997, *De la Matière à la Vie : la Chimie ? !*

— XXXIII^{es} Rencontres Internationales de Chimie Thérapeutique, Reims, 16 septembre 1997, *Chimie supramoléculaire : aspects bioorganiques*.

— Vorträge des Sonderforschungsbereichs 424 « Molekulare Orientierung als Funktionskriterium in chemischen Systemen », Université de Münster, 30 septembre 1997, *Von der molekularen Erkennung zur Selbstorganisation*.

— Joint Congress of the German Societies of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine on Molecular Diagnostics, Université de Münster, 30 septembre 1997, *Supramolecular Chemistry : From Molecular Recognition to Diagnostic Technology*.

— Xerox Distinguished Lecturer, Xerox Research Centre of Canada, Toronto, 7 octobre 1997, *Perspectives in Supramolecular Chemistry : Towards the Generation of Supramolecular Nanostructures and Devices by Self-Assembly*.

— University Lecture Series in Chemistry, Boston College, Boston, 8-10 Octobre 1997, *Supramolecular Chemistry : Concepts and Perspectives ; Molecular and Supramolecular Devices ; From Molecular Recognition towards Self-Organization*.

— 1997 Robert Burns Woodward Visiting Professor, Harvard University, Cambridge, 2 lectures, 14 and 16 octobre 1997, *Programmed Supramolecular Systems-Controlled Organic and Inorganic Self-Assembly Processes*.

— Arthur D. Little Lectures, Northeastern University, Boston, 20-21 octobre 1997, *Supramolecular Chemistry : Concepts and Perspectives ; The Design of Molecular and Supramolecular Devices*.

— Colloque Le Jeune Chimiste et l'Industrie en Mutation, école de Chimie de Mulhouse, Université de Haute-Alsace, Mulhouse, 24 octobre 1997, *Chimie et Information*.

— Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF), München, 30 octobre 1997, *Perspektiven der supramolekularen Chemie : von der molekularen Erkennung zur Selbstorganisation*.

— Institut Français, Athènes, 3 novembre 1997, *De la Matière à la vie : La Chimie ? !*

— NATO Workshop ARW, « Current Challenges on Large Supramolecular Assemblies », Athènes, 4 novembre 1997, *Assembly and Self-Assembly*.

— Symposium « Perspectives in Chemistry », National Center for Scientific Research « Demokritos », Athènes, 5 novembre 1997, *Perspectives in Supramolecular Science and Engineering*.

— Electroforèse Forum'97, Strasbourg, 25 novembre 1997, *Supramolecular Chemistry of Ionic Superstructures*.

— Vidéotransmission interactive, antenne CNED et Institut International Prospective du Futuroscope, Académie de Poitiers, 28 novembre 1997, *De la Matière à la Vie*.

— Conférence publique, Palais des Congrès, Poitiers, 28 novembre 1997, *De la Matière à la Vie*.

— Weihnachtskolloquium 1997 des Graduiertenkollegs « Selektivität in der Organischen und Metallorganischen Synthese und Katalyse », 9 décembre 1997, Heidelberg, *Supramolekulare Chemie — Von molekularer Erkennung zur Selbstorganisation*.

— Bruno-Werdelmann-Vorlesung, Fachbereich Chemie, Universität GH Essen, 10 décembre 1997, *Supramolekulare Chemie-Konzepte und Perspektiven*.

— Ortsverband der GDCh, 11 décembre 1997, Krefeld, *Supramolekulare Chemie — Von Molekularer Erkennung zur Selbstorganisation*.

— Ortsverband Bochum der GDCh, Fakultät für Chemie, Ruhr — Universität Bochum, 11 décembre 1997, *Supramolekulare Chemie — Von Molekularer Erkennung zur Selbstorganisation*.

— The Zeneca Pharmaceutical Lecture, The 31th Annual Meeting on « Modern Aspects of Stereochemistry », The University of Sheffield, 16 décembre 1997,

Perspectives in Supramolecular Chemistry : From Molecular Recognition towards Self-Organisation.

— Colloque de Chimie Organique, The Chemical Society Zürich, Universität Zürich, ETHZ Zürich, 28 janvier 1998, *Perspektiven der supramolekularen Chemie : von molekularer Erkennung zur Selbstorganisation.*

— 33rd Winter Seminar on Molecular Biology and Biophysical Chemistry of the Cell, Klosters, 29 janvier 1998, *Supramolecular Self-Assembly Systems.*

— Congrès du 60^e anniversaire de la SIDPE (Société des Ingénieurs Diplômés par l'état), Paris, 14 février 1998, *De la Matière à la Vie : La Chimie ? !*

— « Les Frontières de la Chimie Inorganique », Université Pierre et Marie Curie, Paris, 20 février 1998, *Autoorganisation de Systèmes Inorganiques.*

— Symposium « Reconnaissance Moléculaire et Transmission de l'Information ; De la Chimie à la Biologie », CIS bio international, Marcoule, 5 mars 1998, *Chimie Supramoléculaire — La Chimie des Interactions.*

— Lycée Fabert, Metz, 13 mars 1998, *De la Matière à la Vie : La Chimie ? !*

— X^e anniversaire des Prix Solvay pour la Recherche en Sciences Chimiques, Barcelone, 30 mars 1998 : Museo de la Ciencia, Barcelone, *From Matter to Life : Chemistry ? !* ; Faculté de Chimie, Université de Barcelone, *Perspectives in Supramolecular Chemistry.*

— EQAS/ELAS '98, Heriott-Watt University, Edinburgh, 17 avril 1998, *Supramolecular Chemistry : From Molecular Recognition to Diagnostic Technology.*

— Walker Memorial Lecture, Edinburgh University Chemical Society, 17 avril 1998, *Perspectives in Supramolecular Chemistry.*

— Symposium Materials for the 21st Century & Beyond, Hunter College, City University of New York, 29 avril 1998, *Towards Programmed Self-Assembly of Supramolecular Materials.*

— The 1998 Stauffer Symposium, University of Southern California, Los Angeles, 30 avril 1998, *Towards Programmed Self-Organizing Chemical Systems.*

— John D. Roberts Lecture, California Institute of Technology, Pasadena, 1^{er} mai 1998, *From Physical-Organic Chemistry to Supramolecular Chemistry : A Tribute to J.D. Roberts.*

— Amgen Lecture, UCLA, Los Angeles, 1^{er} mai 1998, *Perspectives in Supramolecular Chemistry : Towards Self-Organization.*

— Amgen Lecture, Amgen, Thousand Oaks, California, 4 mai 1998, *Supramolecular Chemistry : Selected Topics at the Interface with Biology.*

— Perspectives in Chemistry, The Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem, 17-22 mai 1998, *Extending the Frontiers of Chemistry : Towards Complexity and Information Science.*

— Ehrendoktorwürde, Festkolloquium, Fakultät für Chemie, Bielefeld, 9 juin 1998, *Von Materie zum Leben : Chemie ? !*

— Forum « Physics and Chemistry », Université Charles, Prague, 17 juin 1998, *Self Assembly of Supramolecular Nanostructures*.

— Xth International Symposium on Molecular Recognition and Inclusion, Varsovie, 20 juin 1998, *Perspectives in Supramolecular Chemistry*.

Docteur Bernard DIETRICH, DR2 CNRS

— Cours de Chimie Bioorganique et Bioinorganique, Université Louis Pasteur Strasbourg (Maîtrise de Chimie et de Chimie Physique, Magistère de Chimie Biologie).

Docteur Ivan HUC, CR2 CNRS

— Institut de Chimie Inorganique, Université de Fribourg (Suisse), 11 novembre 1997, *Template Effects and Information Transfer in Dynamic Combinatorial Libraries*.

— Département de Chimie, Université de Twente, Enschede, 27 février 1998, *Template Effects and Information Transfer in Dynamic Combinatorial Libraries*.

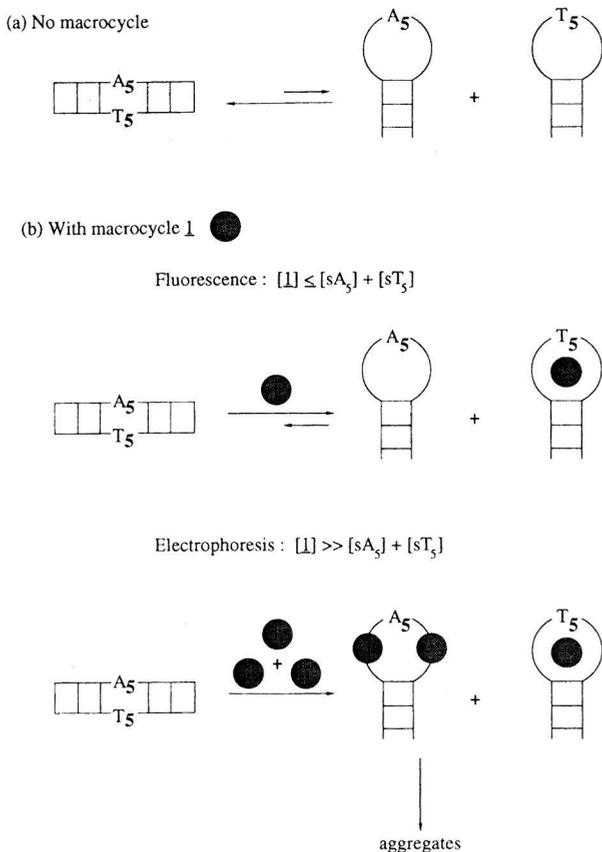
— Centre de Recherche Paul Pascal, Bordeaux, 16 mars 1998, *Diversité et Aspects combinatoires en Chimie Supramoléculaire*.

B) LABORATOIRE DE CHIMIE DES INTERACTIONS MOLÉCULAIRES —
UPR 285 DU CNRS
COLLÈGE DE FRANCE

I. — *Récepteurs moléculaires — Reconnaissance moléculaire*

1) *Récepteurs moléculaires de type cyclo-bisintercalant*

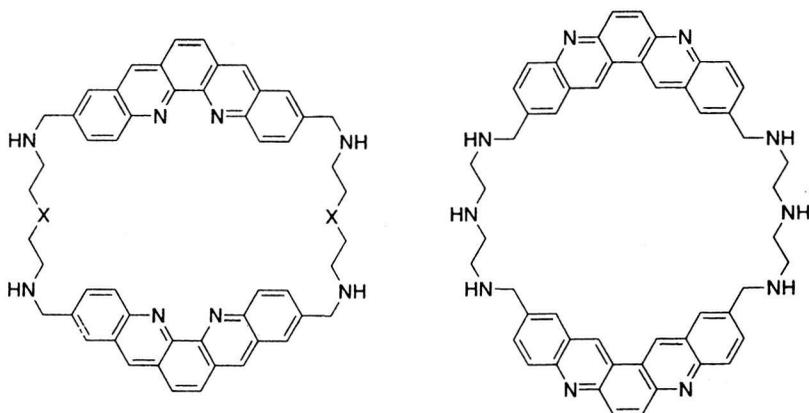
Le macrocycle bis-acridine obtenu précédemment montre une forte sélectivité de fixation sur les acides nucléiques à simple brin par rapport aux domaines en double hélice. De ce fait, il déplace les équilibres de la forme duplex vers la structure en boucle « hairpin » (27).



Diverses études, notamment spectroscopiques, ont montré que ce même macrocycle présente une fixation sélective sur les sites abasiques (M.-P. TEULADE-FICHO, J.-P. VIGNERON, en collaboration avec le Laboratoire du Professeur J. LHOMME, Université Joseph Fourier, Grenoble).

Finalement, ce composé déplace aussi un oligonucléotide fixé sur un plasmide circulaire à simple brin, mimant ainsi l'action de protéines SSB (simple strand binding protein) (M.-P. TEULADE-FICHO, en collaboration avec M. FAUQUET, Laboratoire de Biochimie Cellulaire, Collège de France).

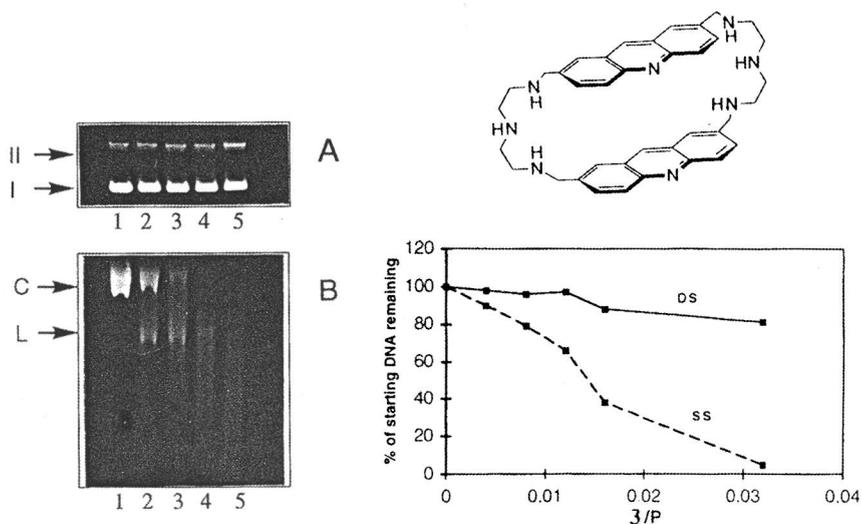
La synthèse et les propriétés physicochimiques d'un macrocycle cyclo-bisintercalant contenant deux sous-unités de type dibenzophénanthroline ont été publiées. Une voie d'accès générale à des dérivés disubstitués de cette classe de composés hétérocycliques a été mise au point. L'intérêt des macrocycles obtenus réside en particulier dans leur aptitude, du fait de la grande surface des sous-unités, soit à lier une paire de base, soit à se fixer sur une triple hélice (28).



L'étude de la complexation de nucléotides par les récepteurs macrocycliques a été poursuivie, en particulier par analyse des courbes de dosage et des spectres de masse. Les résultats obtenus confirment la formation de complexes avec deux nucléotides GPM (O. BAUDOIN, en collaboration avec le Laboratoire de Spectrométrie de Masse de l'Université Pierre et Marie Curie).

Il a aussi été confirmé que ces macrocycles stabilisent très notablement les triples hélices d'acides nucléiques (O. BAUDOIN, M.-P. TEULADE-FICHO, en collaboration avec le Laboratoire du Professeur Cl. HÉLÈNE, Muséum d'Histoire Naturelle, Paris).

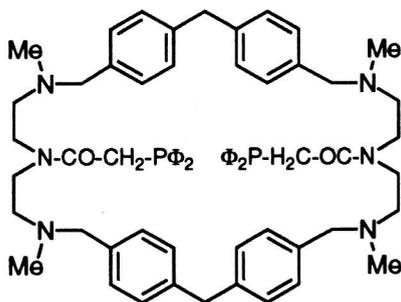
Le macrocycle bis-acridine effectue une photocoupage sélective des acides nucléiques à simple brin par rapport à ceux à double brin. En effet, une étude comparative de deux plasmides circulaires PUC18 (DS, A ci-dessous) et M13mp18 (SS, B ci-dessous) a montré que ce dernier subissait une dégradation efficace alors que le premier était peu affecté dans les mêmes conditions (29).



L'extension de ces propriétés de réactif sélectif des domaines à simple brin est en cours (M.-P. TEULADE-FICHOU).

2) Catalyse supramoléculaire

Les travaux visant à introduire des sites catalytiques métalliques dans la cavité de récepteurs macrocycliques ont été poursuivis (M. DHAENENS, R. MÉRIC, TH. PARIS, J.-P. VIGNERON). Le greffage de chaînes latérales — PPh_2 a rencontré de nombreuses difficultés et plusieurs voies de synthèse ont été explorées. Une issue positive est en vue actuellement. Il s'agira ensuite d'introduire un site métallique en particulier : Rh(I).



Le macrocycle bis-acridine montre une forte sélectivité de complexation parmi les divers isomères ortho, meta, para et les formes cis, trans des acides azobenzène dicarboxyliques. De plus, une étude physicochimique détaillée a montré que la complexation de ces substrats influence notablement l'isomérisation photochimique cis, trans et catalyse la conversion thermique de la forme cis en forme trans. Le composé modèle mono-acridine acyclique présente des propriétés sem-

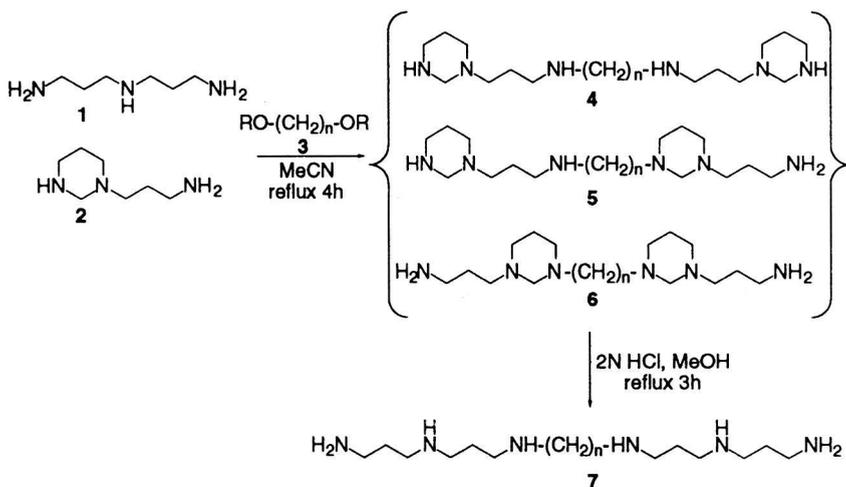
blables (P. CUDIC). La mise au point d'un réactif dihydropyridine dérivé du même macrocycle susceptible d'effectuer la réduction de substrats complexés est aussi en cours (P. CUDIC).

3) Récepteurs polycationiques et transfert de gènes

Les résultats très prometteurs obtenus antérieurement sur le transfert de gènes *in vitro* et *in vivo* par des vecteurs artificiels combinant des groupes guanidinium et cholestérol ont été confirmés, notamment pour le BGTC. Des études de caractérisation des espèces formées par interaction du BGTC avec les acides nucléiques ont été menées. Des résultats remarquables ont aussi été obtenus avec ce même composé par une autre équipe (C. DENSMORE, Baylor College of Medicine, Houston). Une collaboration a été entamée avec les laboratoires de Rhône-Poulenc-Rorer afin d'explorer diverses applications.

La synthèse d'autres composés susceptibles d'agir comme vecteurs de transfert de gènes a été continuée. En particulier, des unités polyguanidinium ont été introduites et le greffage de groupes de ciblage a été entrepris. Les propriétés biologiques de ces composés sont en cours d'évaluation (J.-P. VIGNERON, S. ROQUIER, M. CUDIC, en collaboration avec le groupe du Dr P. LEHN, Hôpital Robert Debré — Paris et M. FAUQUET, Collège de France).

Une méthode efficace de préparation de polyamines bolaphiles linéaires et macrocycliques a été mise au point (30).



II. — Phases organisées supramoléculaires

1) *Autoassemblage par reconnaissance moléculaire*

La synthèse de divers composants entrant dans la formation de polymères supramoléculaires et d'assemblées moléculaires fonctionnalisées a été poursuivie. Il s'agit en particulier de dérivés lipidiques diacétyléniques polymérisables de nucléosides et de dérivés de nucléobases destinés à servir de groupes de reconnaissance moléculaire par liaison hydrogène (J. BRIENNE, J. GABARD).

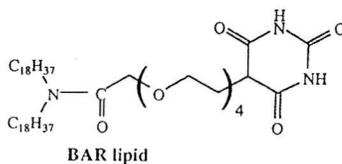
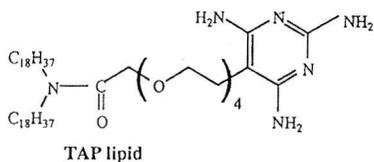
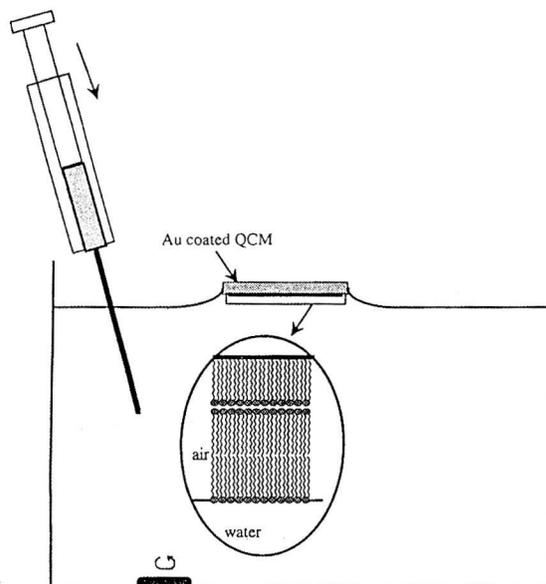
L'étude de la photodimérisation d'une lactame a été poursuivie (Y.-H. JACQUET).

2) *Vésicules fonctionnalisées*

L'étude de l'interaction entre vésicules bicouches incorporant des lipides à groupes de reconnaissance complémentaires a été poursuivie dans le but de définir les conditions donnant lieu soit à une agrégation, soit à une fusion. Dans ce dernier cas il peut y avoir en principe fusion des membranes avec ou sans mélange des contenus. Diverses méthodes de mise en évidence de la nature de la fusion ont été explorées, mettant en jeu, en particulier, des processus optiques et enzymatiques (J. SANDERSON).

Par ailleurs, des lipides réactifs dérivés de la cystéine et des bolamphiphiles à groupes de reconnaissance moléculaire par liaisons hydrogène multiples ont été synthétisés ; leur incorporation dans des vésicules est à l'étude (J. SANDERSON).

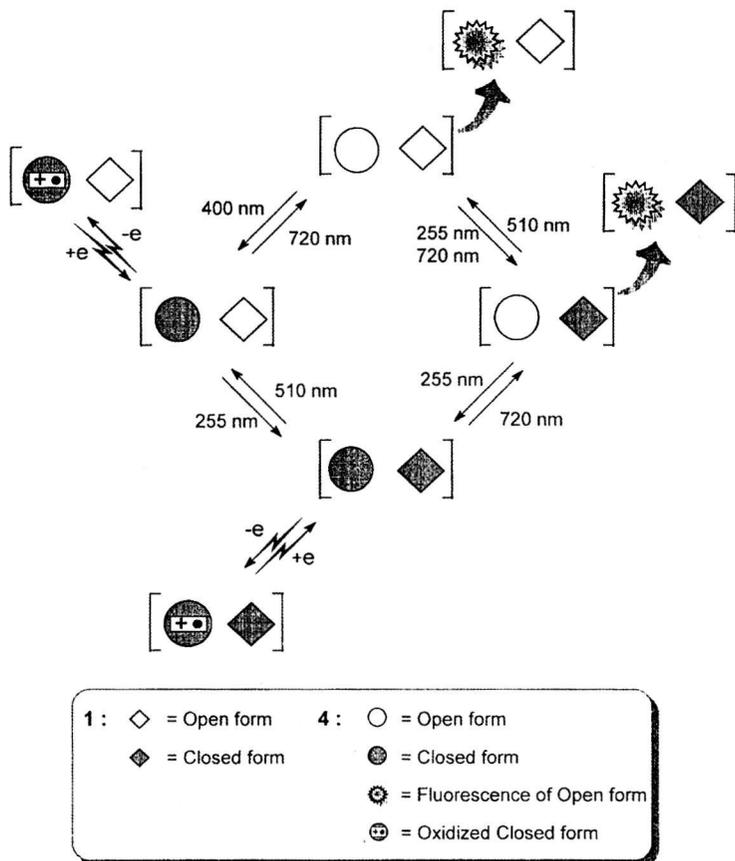
Les résultats obtenus antérieurement sur l'interaction entre vésicules et couches lipidiques complémentaires ont été mis en forme (V. MARCHI-ARTZNER, en collaboration avec T. KUNITAKE, Université de Kyushu, Fukuoka).



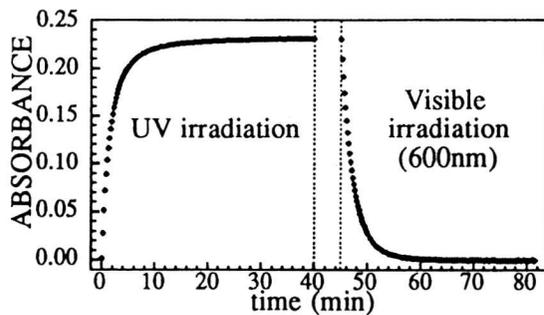
III. — Chimionique

1) Photochromes — Commutateurs moléculaires

Le mélange de photochromes présentant des propriétés électrochimiques et optiques (absorption, émission) différentes dans leurs deux états commutables permet d'obtenir des systèmes multiplexes. Ainsi un ensemble à huit éléments caractéristiques a été obtenu. Il comprend quatre états, interconvertibles par irradiation à différentes longueurs d'onde, présentant six effets optiques (quatre en absorption et deux en émission) et deux comportements électrochimiques différents (31).

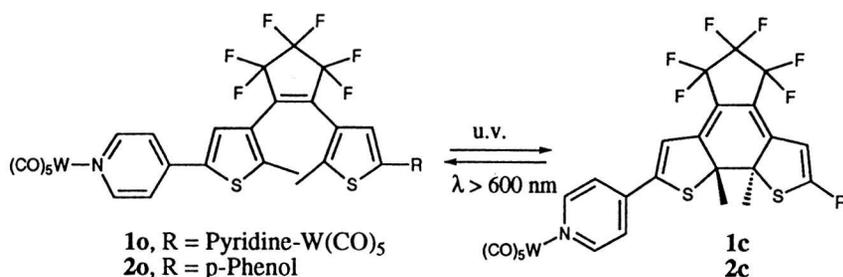


Des dérivés dithiényléthènes ont été incorporés dans des matrices sol-gel et leur photochromisme a été étudié. Ces matériaux sous forme de films minces donnent lieu à des interconversions optiques et un changement important de leur indice de réfraction a été mis en évidence (32).



Ces propriétés pouvant donner lieu à des applications potentielles, un brevet a été pris dans ce sens. D'autres matériaux sol-gel sont à l'étude (A. FERNANDEZ-ACEBES, en collaboration avec le Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, École Polytechnique).

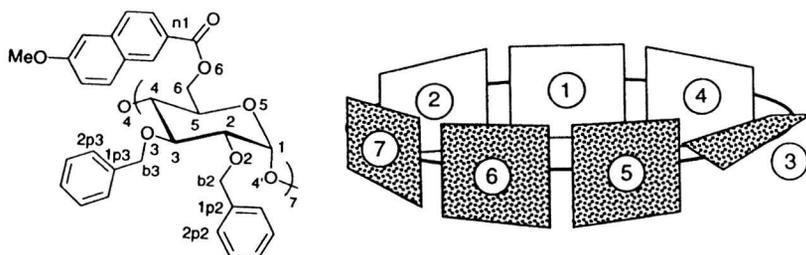
Les complexes métalliques photochromes représentent une classe de substances spécialement intéressante du fait de leurs multiples propriétés optiques et électrochimiques potentielles. Des complexes contenant le groupe $W(CO)_5$ ont été obtenus et leurs propriétés optiques, notamment la commutation de leur fluorescence, ont été étudiées. La forme « fermée » s'est révélée présenter une fluorescence beaucoup plus intense que la forme « ouverte », un comportement complémentaire de celui observé antérieurement pour d'autres photochromes. La modulation optique d'autres propriétés physiques (magnétiques, électroniques) est aussi à l'étude (A. FERNANDEZ-ACEBES).



La synthèse d'éléments constitutifs des photochromes dithiényléthènes a été poursuivie (V. BLOY).

2) Systèmes photoactifs

L'analyse conformationnelle par RMN et par modélisation moléculaire du dérivé photoactif heptanaphtoyl de la β -cyclodextrine a révélé que ce composé existe sous forme d'un mélange de deux conformères en échange lent (33).



L'interaction entre des substituants donneurs et accepteurs d'électron portés par un groupe ferrocène a été analysée par la méthode des orbitales frontières (34).

PUBLICATIONS

27. A. SLAMA-SCHWOK, F. PERONNET, E. HANTZ-BRACHET, E. TAILLANDIER, M.-P. TEULADE-FICHO, J.-P. VIGNERON, M. BEST-BELPOMME, J.-M. LEHN, *A macrocyclic bis-acridine shifts the equilibrium from duplexes towards DNA hairpins*, Nucleic Acids Research, **25**, 2574-2581, 1997.

28. O. BAUDOIN, M.-P. TEULADE-FICHO, J.-P. VIGNERON, J.-M. LEHN, *Cyclo-bisintercaland macrocycles : Synthesis and physicochemical properties of macrocyclic polyamines containing two crescent-shaped dibenzo-phenanthroline subunits*, J. Org. Chem., **62**, 5459-5470, 1997.

29. A. J. BLACKER, M.-P. TEULADE-FICHO, J.-P. VIGNERON, M. FAUQUET, J.-M. LEHN, *Selective Photocleavage of Single-Stranded Nucleic Acids by Cyclo-bis-intercaland Molecules*, Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, **8**, 601-606, 1998.

30. J.-C. BRADLEY, J.-P. VIGNERON, J.-M. LEHN, *A rapid and efficient preparation of linear and macrocyclic polyamine bolaphiles*, Synthetic Communications, **27**, 2833-2845, 1997.

31. G. M. TSIVGOULIS, J.-M. LEHN, *Multiplexing optical systems : multicolor-bifluorescent-biredox photochromic mixtures*, Adv. Mater. **9**, 627-630, 1997.

32. J. BITEAU, G. M. TSIVGOULIS, F. CHAPUT, J.-P. BOILOT, S. GILAT, S. KAWAI, J.-M. LEHN, B. DARRACQ, F. MARTIN, Y. LEVY, *Photochromism of dithienylethene derivatives trapped in sol-gel matrices*, Mol. Cryst. Liq. Cryst., **297**, 65-72, 1997.

33. L. CATOIRE, V. MICHON, L. MONVILLE, A. HOCQUET, L. JULLIEN, J. CANCEILL, J.-M. LEHN, M. PIOTTO, C. HERVÉ DU PENHOAT, *Dynamic behavior of a perfunctionalized β -Cyclodextrin as probed by NMR and molecular modeling*, Carbohydrate Research **303**, 379-393, 1997.

34. Y-S. JIANG, X.-D. CHAI, W.-S. YANG, D. ZHANG, T.-J. LI, J.-M. LEHN, *Frontier orbital interactions of electron pushing and drawing substituents with ferrocenyl group*, Science in China (Series B), **27**, 181-188, 1997 (en chinois) and **40**, 236-244, 1997 (en anglais).

35. J. JACQUES, *Autoportrait de Pierre-Louis Dulong (1785-1938) en jeune homme*, C.R. Acad. Sci. Paris, **324**, série II b, 1997, p. 781.

36. J. JACQUES, *Explosions historiques*, C.R. Acad. Sci. Paris, **325**, série II b, 1997, p.99.

37. G. BRAM, J. JACQUES, *Georges Urbain (1872-1938) et l'unification des théories chimiques*, C.R. Acad. Sci. Paris, **325** série II b, 1997, p. 27.

38. J. JACQUES, *Le vrai faux problème de l'« égalité » des quatre valences du carbone*, C.R. Acad. Sci. Paris, 1, série II c, 1998, p. 69

BREVETS

— J.-M. LEHN, S. K. KAWAI, S. GILAT, Préparation of 1,2-bis(heterocyclyl)-cyclopentenes and analogs as photochromic compounds, Département des brevets de CIBA SC, WO9507275, 16.3.1995.

— J. BITEAU, F. CHAPUT, J.-P. BOILOT, J. PERETTI, V. SAFAROV, Y. LÉVY, B. DARRACQ, G. TSIVGOULIS, J.-M. LEHN, Matériau photochromique à variation stable d'indice de réfraction et/ou de biréfringence, N° 9802123, 19.2.1998, Ecole Polytechnique

THÈSES

Thèse de doctorat de l'Université Paris 6

— Valérie MARCHI-ARTZNER, *Reconnaissance moléculaire entre membranes pourvues de sites complémentaires* (Université Paris 6, 13 novembre 1997).

CONFÉRENCES PRÉSENTÉES SUR INVITATION

Professeur Jean-Marie LEHN

— Les conférences présentées (voir ci-dessus) ont porté à la fois sur les travaux réalisés au Collège de France et à l'université Louis Pasteur.

Docteur Jean-Pierre VIGNERON, DR2 CNRS

— Keystone Symposia on Molecular and Cellular Biology : Synthetic Non-Viral Gene Delivery Systems, Keystone, Colorado (USA), 19-25 janvier 1998 : *Guanidinium-cholesterol cationic lipids : Efficient vectors for the transfection of eukaryotic cells ; their use for gene delivery into airway epithelial cells in vitro and in vivo.*

Docteur Marie-Paule TEULADE-FICHO, CR2 CNRS

Journées SFC/Groupe de Photochimie, 17 novembre 1997, Paris (ENS-Cachan), *Photocoupages sélective d'acides nucléiques simples brins pour un macrocycle bisacridine.*

— Département de Chimie, Université Pierre et Marie Curie, 9 février 1998, *Bisacridines macrocycliques, synthèse et propriétés complexantes.*

— Institut de Chimie moléculaire d'Orsay, Université Paris-Sud, 10 février 1998, *Récepteurs cyclo-bis-intercalants : synthèse, complexation d'anions et interaction avec les acides nucléiques.*

— RECOB 7 (7^e Rencontre de Chimie Organique Biologique), 8-12 mars 1998, Aussois : *Reconnaissance sélective d'acides nucléiques non appariés par des macrocycle cyclo-bis-intercalants*.

Olivier BAUDOIN

— Journées de Chimie organique du campus Jussieu, Université Pierre et Marie Curie, 22-23 septembre 1998, *Synthèse de polyamines macrocycliques contenant deux sous-unités dibenzophénanthroline en forme de croissant*.

Thierry PARIS

S.E.C.O. XXXV, Dourdan, 24-30 mai 1998, *Structures cristallines des complexes d'inclusion des dianions téréphthalate et isophthalate dans un macrocycle de type cyclo-bis-intercalant*.

AFFECTATIONS ET ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES DES CHERCHEURS AYANT QUITTÉ
LES LABORATOIRES EN 1997-1998

- Dario BASSANI, CR1 CNRS, Université de Bordeaux.
- Daniel A. FERNANDEZ, Chercheur, University of Buenos Aires, Argentine.
- Guido KURZ, Chercheur, Pharmacia Upjohn, Stockholm, Suède.
- Valérie MARCHI-ARTZNER, Post-Docteur, Technischen Universität von München, Allemagne.
- Francisco ROMERO-SALGUERO, Chercheur, Universidad de Córdoba, Espagne.

DISTINCTIONS — PRIX — NOMINATIONS

J.-M. LEHN a été nommé Docteur Honoris Causa de l'Université de Bielefeld, Allemagne. Il a aussi été nommé Directeur de l'Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires (ISIS) en cours de réalisation à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg ainsi que membre du Directoire de l'Institut de Nanotechnologie nouvellement créé au Centre de Recherches de Karlsruhe, Allemagne. Il a reçu la Médaille Davy de la Royal Society (1997), et la Médaille Lavoisier 1997 de la Société Française de Chimie.