

La Journée de printemps de la division Chimie organique

Paris, 23 mars 1999

La journée de printemps de la division de Chimie organique s'est tenue le 23 mars dernier, dans les locaux de l'ENSCP. Première manifestation organisée par le nouveau bureau, elle a d'abord été l'occasion, pour le président Michel Pereyre, de présenter la composition de sa nouvelle équipe, mais aussi et surtout de rendre hommage au travail effectué par l'équipe précédente, et au dévouement de Jean-Pierre Genêt, de Monique Savignac et de Christine Greck.

Le programme scientifique, fortement orienté vers les méthodologies de synthèse, a permis d'entendre alternativement des scientifiques confirmés, conférenciers prestigieux tels Ian Paterson, Jean-Marie Beau puis, en fin de journée, Shu Kobayashi, conférencier Merck SFC 99, ainsi que de plus jeunes talents, lauréats 98 des prix attribués par la division. On trouvera ci-dessous des résumés des trois conférences telles qu'elles ont été ressenties par de jeunes auditeurs, tandis que les résumés des interventions des lauréats de prix seront publiés prochainement, dans la mesure du possible, dans un numéro qui regroupera les contributions des prix décernés par la SFC pendant l'année 1998. Cette journée fut également l'occasion d'entendre Maurice Petitou (Sanofi Recherche), lauréat du prix industriel de la division, dans un remarquable exposé sur les nouveaux composés antithrombotiques ; l'article correspondant à ce prix sera intégré dans le numéro spécial dans le cadre de l'« Année internationale de la Chimie » qui paraîtra en novembre.

Un grand merci à ceux qui ont permis la réalisation de cette journée scientifique, à la direction de l'ENSCP et à Mme Moreau de la société Merck.

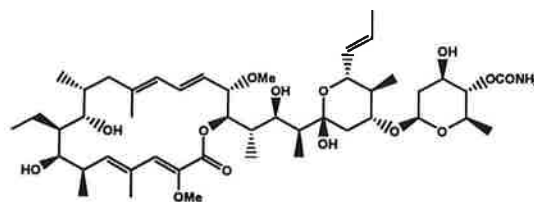
Le point de vue de jeunes chimistes

Ian Paterson (University of Cambridge, G.-B.)

Stereocontrolled synthesis of bioactive macrolides

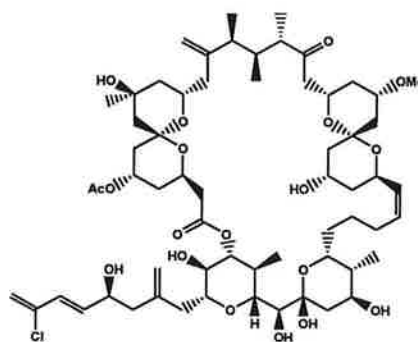
C'est avec beaucoup d'enthousiasme et de pédagogie que le professeur Paterson nous exposa les défis rencontrés lors de la synthèse de molécules telles que la Concanamycine A et la Spongistatine 1, qui sont des molécules biologiquement actives.

La Concanamycine A est un antibiotique macrocyclique, inhibiteur puissant et spécifique de l'H⁺-ATPase des vacuoles, et sa structure est à même d'exciter l'imagination du chimiste organicien. En effet, cette molécule possède, d'une part, une lactone tétraénique hautement fonctionnalisée et, d'autre part, une chaîne latérale hémicétalique β-hydroxylée incorporant un substituant rhamnose.



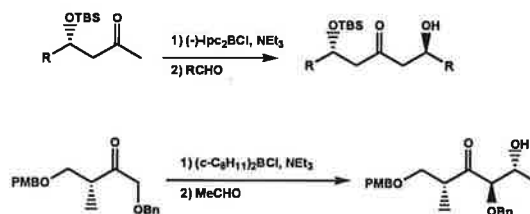
Concanamycin A

Quant à la Spongistatine 1, elle est extraite d'éponges sous-marines et présente une activité cytotoxique importante contre une grande variété de cellules cancéreuses. Cette molécule se lie à la tubuline, empêchant la formation du fuseau mitotique, et bloque ainsi la division cellulaire. D'un point de vue structural, la Spongistatine 1 est une macrolactone à 51 atomes de carbone, 6 cycles pyraniques dont 2 unités spirocétaliques et une fonctionnalité chlorodiène, qui n'a été observée, jusqu'alors, dans aucun autre produit naturel.



Spongistatine 1

La construction de ces molécules se fait grâce à des réactions d'aldolisation hautement sélectives entre un énolate de bore optiquement actif et un aldéhyde. La configuration absolue des centres formés et la stéréochimie relative des différents groupements sont contrôlées à l'aide d'auxiliaires chiraux portés par l'atome de bore ou à l'aide de borolanes optiquement actifs.



Cette réaction d'aldolisation conduit à des excès diastéréo- et énantiomériques généralement élevés et démontre les potentialités synthétiques des énolates de bore (voir Paterson, I. ; Cowden C. J., *Org. Reactions*, **1998**, *51*, p. 1).

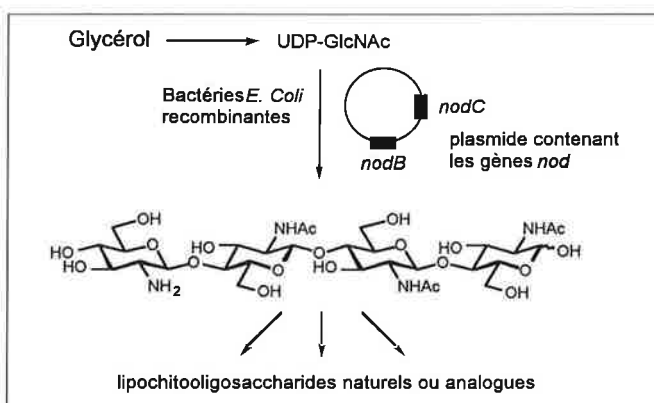
D. Bauer (Laboratoire de chimie organique, ESPCI, Paris)

Jean-Marie Beau (ICMO, Paris-Sud)

De l'utilisation de plasmides à celle du samarium divalent dans la construction d'outils chimiques pour les glycobiochimistes

Les oligosaccharides représentent la classe d'oligomères naturels possédant la plus grande diversité structurale et, en cela, portent un potentiel informationnel considérable en biologie. Cela a motivé depuis longtemps le développement de méthodes chimiques et biochimiques de synthèses sélectives. Une collection d'oligomères complexes a ainsi aidé la biologie, maintenant appelée glycobiochimie, à clarifier nombre d'événements importants, notamment dans leur phase précoce de reconnaissance cellulaire (interactions sucres-protéines ou sucres-sucres). Une conséquence logique est l'évaluation thérapeutique de ces substances ou, mieux, d'analogues stables aux métabolisations *in vivo*. La synthèse de C-oligomères, mimes dans lesquels l'oxygène inter-monomères est remplacé par un atome de carbone, s'est ainsi largement développée. Ces composés, stables aux enzymes de dégradation, conservent les propriétés conformationnelles des composés naturels parents, donc leurs propriétés de reconnaissance. Dans la construction de telles espèces, les chimistes se tournent maintenant vers des stratégies plus efficaces et l'exposé présente les études récentes du laboratoire dans ce domaine.

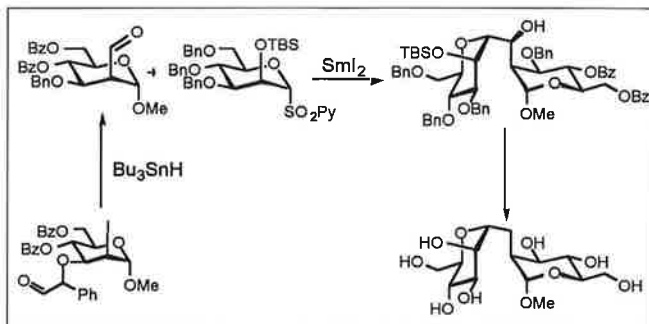
Plutôt que de suivre une synthèse multiétapes efficace mais laborieuse, un squelette osidique peut être élaboré par une bioconversion programmée. C'est la voie qui a été adoptée dans la synthèse d'analogues de facteurs de nodulation bactériens, signaux moléculaires initiateurs de la symbiose fixatrice d'azote chez les légumineuses. Les gènes codant pour les enzymes de biosynthèse de la molécule sont intégrés sous forme de plasmide dans une bactérie *E. Coli* qui, à partir d'une culture à haute densité optimisée, produit un tétramère aminé précurseur. Cette technique de production d'oligosaccharides « recombinants » est le résultat d'un travail pluridis-



Production de facteurs de nodulation ou analogues.

ciplinaire remarquable du CERMAV à Grenoble (*Carbohydr. Res.*, **1997**, *302*, p. 35). La transformation du précurseur par des réactions chimiques régiosélectives conduit aux structures glycolipidiques naturelles, à des analogues ou des sondes moléculaires utiles aux biologistes.

L'approche est toute différente pour la synthèse d'analogues C-glycosidiques. Elle exploite la réactivité particulière des organosamariens anomères. Un exemple représentatif est la synthèse d'un C-dimère, analogue du disaccharide D-Mannose($\alpha 1 \rightarrow 2$)-D-Mannose, principal motif moléculaire terminal des lipopolysaccharides de surface des mycobactéries pathogènes. La méthode consiste en la samariation réductrice à température ambiante de 2-pyridyl-sulfones anomères en présence d'un dérivé carbonyle approprié. Le procédé, rappelant celui de la O-glycosylation standard, est remarquable en ce qu'il conduit instantanément aux dérivés C-glycosidiques 1,2-trans uniques et sans la réaction concurrente de β -élimination du réactif organosamarié (*Chem. Eur. J.*, **1998**, *4*, p.655 et **1999**, *5*, p. 430).



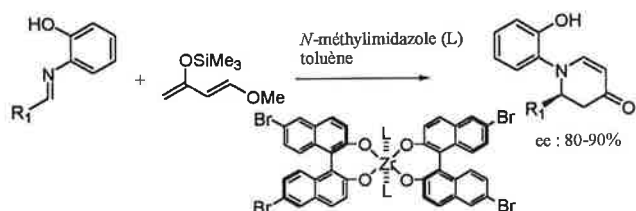
Construction du dimère carboné analogue de D-Mannose ($\alpha 1 \rightarrow 2$)-D-Mannose.

Shu Kobayashi (University of Tokyo), conférencier Merck 99

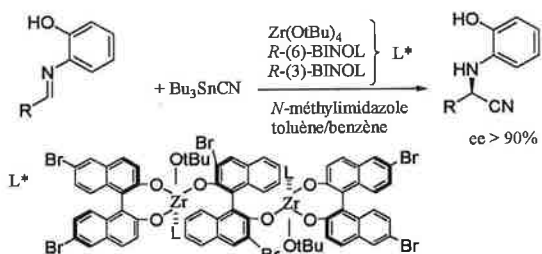
New dimension of Lewis acid catalysis in organic synthesis

Le professeur Shu Kobayashi a présenté une conférence sur l'utilisation d'acides de Lewis en synthèse organique. Dans un premier temps, il a exposé des réactions de Mannich, des réactions d'aza Diels-Alder et de Strecker catalysées par des complexes optiquement actifs du zirconium et de l'ytterbium. Par exemple, des β -amino-alcools optiquement actifs ont été synthétisés par réaction entre des aldimes et des éthers d'énols, catalysés par des dérivés du zirconium (préparés à partir de ligands de type binaphtol) (*J. Am. Chem. Soc.*, **1998**, *120*, p. 431).

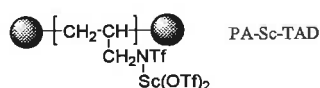
Des réactions d'aza Diels-Alder entre des imines et le diène de Danishefsky, en présence d'une quantité catalytique (10 mol %) de complexe de zirconium obtenu à partir de Zr(OtBu)₄ et du (*R*)-6,6'-dibromo-1,1'-binaphtol et du ligand *N*-méthylimidazole, ont conduit à des dérivés 2,3-dihydro-4-pyridone avec d'excellents excès énantiomériques (*Angew. Chem. Int. Ed.*, **1998**, *37*, p. 979). La modification du ligand binaphtol permet d'inverser l'énantioselectivité. Ces mêmes réactions sont également catalysées par des dérivés de l'ytterbium.



Des α -amino-nitriles optiquement actifs ont été préparés par réaction de type Strecker, avec comme source d'ion cyanure TMS-CN ou Bu_3SnCN (*Angew. Chem. Int. Ed.*, **1998**, 37, p. 3186). Le catalyseur utilisé est alors un complexe binucléaire du zirconium formé *in situ* à partir de $\text{Zr}(\text{OtBu})_4$, de (*R*)-6,6'-dibromo-1,1'-binaphtol et de (*R*)-3,3'-dibromo-1,1'-binaphtol.

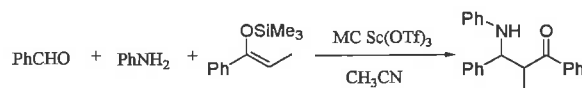


La deuxième partie de la conférence du professeur S. Kobayashi a été consacrée à l'utilisation des acides de Lewis en synthèse combinatoire. Ainsi, des réactions entre des aldéhydes, des amines et le cyclopentadiène, catalysées par le triflate d'ytterbium ou de scandium ont été réalisées pour préparer des bibliothèques de quinolines. Par ailleurs, un nouveau type de catalyseur supporté de scandium, le polyallyl scandium triflylamide ditriflate (PA-Sc-TAD), a été utilisé pour de nombreuses réactions de type aza Diels-Alder, de type Mannich ou de Strecker (*J. Am. Chem. Soc.*, **1996**, 118, p. 8977).



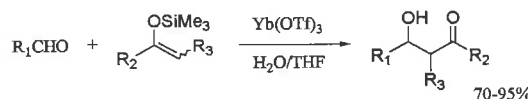
Une amélioration de l'immobilisation du catalyseur a consisté en la microencapsulation du triflate de scandium. Les microcapsules de $\text{Sc}(\text{OTf})_3$ ont été facilement préparées

à partir de polystyrène dans le cyclohexane et de $\text{Sc}(\text{OTf})_3$ en poudre (*J. Am. Chem. Soc.*, **1998**, 120, p. 2985). Ce nouveau catalyseur s'est avéré très efficace pour de nombreuses réactions telles que les réactions aldoliques, réactions de Michael, de Mannich... De plus, ces microcapsules sont recyclables.

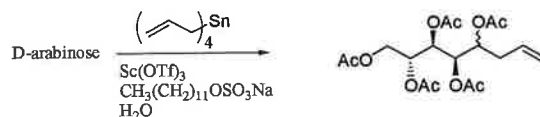


La microencapsulation du tétraoxyde d'osmium a également été développée, permettant ainsi d'obtenir un réactif de choix non toxique pour la dihydroxylation des oléfines. Aucune trace de OsO_4 n'a été observée dans les diols synthétisés (*J. Org. Chem.*, **1998**, 63, p. 6094).

En dernier lieu, l'utilisation des triflates de lanthanides et de scandium permettant une catalyse en milieu aqueux a été évoquée, ouvrant la voie vers une chimie plus respectueuse de l'environnement. En effet, la stabilité de ces triflates en présence d'eau, solvant peu coûteux et non polluant, les rend particulièrement intéressants. Des réactions aldoliques dans un milieu THF/eau ont été catalysées avec de bons rendements par le triflate d'ytterbium (*Synlett*, **1994**, p. 689).



De nombreuses réactions aldoliques et d'allylation de sucres ont pu être catalysées par $\text{Sc}(\text{OTf})_3$, dans l'eau, grâce à l'utilisation de surfactants.



Enfin, un catalyseur combinant surfactant et acide de Lewis : le trisdodécylsulfate de scandium, a été mis au point pour réaliser des réactions dans l'eau.

Cette conférence nous a donc permis de mieux appréhender les nombreuses potentialités offertes en synthèse organique par les acides de Lewis.

Sarah His (Laboratoire de chimie organique, ESPCI, Paris)

Les manifestations de cette rubrique peuvent être consultées sur le serveur de la SFC : <http://www.sfc.fr/manifestations>

Rappel des manifestations organisées par la Société Française de Chimie ou sous son parrainage

20 octobre 1999

Visite Synthélabo

Bagneux

Club de jeunes de Rouen

(*L'Act. Chim.*, avril 1999, p. 61)

- Sylvie Colin. Tél. : 02.35.52.24.45.

25-29 octobre 1999

17e Symposium international sur les composés aromatiques (ISPAC 17)

Bordeaux

(*L'Act. Chim.*, mai 1999, p. 49)

- P. Garrigues. Tél. : 05.56.84.63.05.
E-mail : ispac17@lptc.u-bordeaux.fr

26-31 octobre 1999

5th FGIPS Meeting in inorganic chemistry/ European mediterranean Conference in inorganic chemistry

Toulouse

(*L'Act. Chim.*, juin 1999, p. 47)

- FGIPS 5. Tél. : 05.61.33.31.76.
E-mail : fgips5@lcc-toulouse.fr

27-28 octobre 1999

7e Journées de formulation

Villeneuve d'Ascq

Groupe Formulation

(*L'Act. Chim.*, août-sept 1999,
p. 51)

- ENSCL. Tél. : 03.20.33.64.18.
E-mail : Alain.Carette@ensc-lille.fr

27-31 octobre 1999

5th FGIPS Meeting in inorganic chemistry

Toulouse

(*L'Act. Chim.*, novembre-

décembre 1998, p. 60)

- G. Balavoine. Tél. : 05.61.33.31.65.

4 novembre 1999

Conférence Grand public : l'industrie chimique en chiffres

Dijon

Club de jeunes de Dijon

(*L'Act. Chim.*, août-sept. 1999, p.
51)

- Stéphane Bredeau.
Tél. : 03.80.39.61.04.
E-mail : sfcjdij@u-bourgogne.fr ou
Stephane.Bredeau@u-bourgogne.fr

15-17 novembre 1999

ERIG 99 - Énergétique et réactivité des ions en phase gazeuse

Gif-sur-Yvette

Division Chimie physique

(*L'Act. Chim.*, avril 1999, p. 60)

- Jacqueline Mettoux.
Tél. : 01.69.33.48.77.
E-mail : jm@dcmr.polytechnique.fr

16-18 novembre 1999

Video-controlled materials testing systems - International workshop

Nancy

(*L'Act. Chim.*, mai 1999, p. 59)

- Ghislaine Beyel. Tél. : 03.83.61.44.41.
E-mail : apollor@apollor.com

18-19 novembre 1999

Nourrir les hommes, hier et demain. Apports de la chimie

Paris

Club d'Histoire de la chimie

(*L'Act. Chim.*, janvier 1999,
p. 51)

- Chantal Iannarelli.
Tél. : 01.47.71.90.04.
E-mail : c2s@club-internet.fr

23-25 novembre 1999

29e Colloque national annuel du GFP : Les matériaux polymères et leur mise en œuvre

Nantes

Division Matériaux polymères et
élastomères

(*L'Act. Chim.*, août-sept. 1999,
p. 49)

- Gérard Froyer. Fax : 02.40.37.39.91.
E-mail : gfp99@cnrs-imn.fr

26 novembre 1999

9e Journée Chimie Grand Sud-Ouest

Montpellier

Section Aquitaine/Languedoc-
Roussillon/Midi-Pyrénées

(*L'Act. Chim.*, août-sept. 1999,
p. 50)

- J.L. Olivé. E-mail : olive@cit.enscm.fr

2-3 décembre 1999

Chimiométrie 99 : de la mesure à l'information

Paris

Division Chimie analytique/SCI

(*L'Act. Chim.*, avril 1999, p. 59)

- SCI. Tél. : 01.53.59.02.10.
E-mail : sci.fr@wanadoo.fr

6-8 décembre 1999

Entretiens J. Cartier : Procédés propres et environnement, la solution catalytique

Lyon

(*L'Act. Chim.*, juin 1999, p. 47)

- J.M. Basset. Tél. : 04.72.43.17.94.
E-mail : cartier@coms1.cpe.fr
Serveur :
<http://www.cpe.fr/lcoms/cartier>

17-20 juillet 2000

5th European biological inorganic chemistry Conference (Eurobic-5)

Toulouse

Section Midi-Pyrénées

(*L'Act. Chim.*, avril 1999, p. 59)

- B. Meunier. Tél. : 05.61.33.31.46.
E-mail : eurobic5@lcc-toulouse.fr

24-28 septembre 2000

ISCD 12 - Chirality 2000

Chamonix-Mont Blanc

(*L'Act. Chim.*, juin 1999, p. 47-48)

- André Collet.
E-mail : Andre.Collet@ens-lyon.fr

Calendrier des manifestations à venir

Octobre-décembre 1999

École doctorale de chimie de l'université Claude Bernard et de l'ENS de Lyon

Lyon

Toutes les conférences auront lieu à
16 h dans le petit amphithéâtre de
l'École Supérieure de Chimie,

Physique et Électronique de Lyon
(CPE Lyon, Campus de la Doua,
43, bd du 11 Novembre 1918,
Villeurbanne) à l'exception de la
conférence du Pr Grubbs qui aura
lieu dans le grand amphithéâtre de
cette même école.

- Jeudi 28 octobre 1999, *New multi-
component receptors based on*

*polyoxapolyaza macrocycles : de-
sign, synthesis and complexation
studies*, par Silvio Quici (univ. de
Milan).

- Jeudi 4 novembre 1999, *Oxaziri-
dines pour l'amination électrophile.
Application à la synthèse de molé-
cules bio-actives*, par Joelle Vidal
(ENS de Lyon).

- Jeudi 18 novembre 1999, *Réac-
tions de Wittig non convention-
nelles*, par Yves Chapleur (univ. de
Nancy).

- Jeudi 25 novembre 1999, *Méca-
nisme d'action d'hormones pepti-
diques amidées. Conception et syn-
thèse d'antagonistes*, par Jean
Martinez (univ. de Montpellier).

- Jeudi 9 décembre 1999, conférence de Robert H. Grubbs (Caltech Univ., États-Unis, récipiendaire du prix Rhône-Poulenc/SFC) (titre non connu à ce jour).

- **Renseignements :** Bernard Langlois, Université Claude Bernard-Lyon I, Équipe SERCOF (UMR 5622), bât 303, 5e étage, 43, bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex. Tél. : 04.72.44.81.63. Fax : 04.72.43.13.23. E-mail : Bernard.Langlois@univ-lyon1.fr

18 octobre 1999

La chimie dans l'image

Paris

La journée est organisée dans le cadre de l'Année internationale de la chimie et des Rencontres internationales de l'audiovisuel scientifique « Image et Science », en collaboration avec le CNRS Images/Media Femis-CICT. Elle se tiendra dans l'auditorium CNRS, 3, rue Michel Ange, 75016 Paris.

Matin : de 10 h à 13 h

- Ouverture : Jean-Claude Bernier, directeur du département des Sciences chimiques du CNRS.
- Problématique : Paul Caro, directeur de recherche au CNRS et délégué des affaires scientifiques à la Cité des Sciences et de l'Industrie.
- Les relations science et médias : Paul Braffort, membre du Collège de philosophie et membre de l'Oulipo.
- 150 ans d'images publiques de la chimie : Georges Bram, professeur de chimie à l'université de Paris-Sud. Intervention accompagnée d'une sélection d'images de Daumier à Binet.

Après-midi : de 14 h 30 à 18 h

- La chimie comme ressort romanesque : projection d'extraits de films suivie d'un dialogue entre Jean Tulard (professeur d'histoire à la Sorbonne, membre de l'Institut), Georges Bram et Paul Caro.
- Projection en avant-première d'une des émissions d'« Archimède ».
- Image de la chimie à la télévision : Jean-Jacques Henry, responsable des émissions scientifiques sur Arte et Pierre-Oscar Lévy et Jonas Rosales, directeurs artistiques du magazine « Archimède », et Hervé This, rédacteur en chef de *Pour la Science*.
- La chimie dans le cinéma industriel : Georges Pessis, réalisateur,

membre du bureau de la SCAM.

- Agir sur l'opinion : Agnès Garcia-Gibot, responsable de la communication de Elf Atochem.
- Images de la chimie : fantasmes et réalité : table ronde avec les intervenants de la journée.
- **Renseignements :** Séverine Duparcq. Tél. : 01.44.96.46.06. E-mail : severine.duparcq@cnrs-dir.fr

18-24 octobre 1999

Semaine de la science

Ce rendez-vous annuel aura lieu dans toute la France. Cette manifestation émanant du ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, vise à apporter au plus grand nombre une véritable information sur la science, son évolution et ses implications pour la société.

Deux axes sont privilégiés :

- informer le grand public,
- sensibiliser les jeunes aux études scientifiques.

Cette année, le comité scientifique national, piloté par Guy Ourisson, président de l'Académie des sciences, a souhaité que le milieu industriel soit largement associé à la manifestation. Par ailleurs, le comité a suggéré quelques thèmes parmi lesquels l'espace, les thérapies géniques, la mémoire, les nouvelles chirurgies, les réseaux de communication, l'eau, les formes d'énergie, l'environnement...

- Le programme détaillé, région par région, est disponible à partir de septembre 1999 :
- sur le site web du ministère <http://www.education.gouv.fr/salon/1999/science.htm>
- sur minitel : 3614 semaine de la science.

19 octobre 1999

Chimie, vie quotidienne et société

Paris

Cette demi-journée est organisée, dans le cadre de la Semaine de la science, à l'auditorium du CNRS (3, rue Michel-Ange, Paris 16e), conjointement par La Société Française de Chimie et le département des Sciences chimiques du CNRS.

Cette matinée sera consacrée aux lycéens : chronique d'une journée ordinaire : toilette, petit-déjeuner, habillement, transport, déjeuner,

travail, communication, etc. Des scènes de la vie quotidienne seront simulées par un comédien, Daniel Raichvarg, et commentées par des scientifiques (Jacqueline Belloni, Mireille Blanchard-Desce, Georges Bram, Paul Caro, Emmanuel Eastes, Pierre Lazlo, André Picot, Pierre Potier, Bernard Sillion).

- **Renseignements :** Laurence Mordenti, Département des Sciences chimiques du CNRS. E-mail : laurence.mordenti@cnrs-dir.fr

22 octobre 1999

150e Anniversaire du CNISF

Paris- La Défense

- **Renseignements :** CNISF, 7, rue Lamennais, 75008 Paris. Tél. : 01.44.13.66.88. Fax : 01.42.89.82.50. <http://www.cnisf.org>

28 octobre 1999

Journée technique sur l'échantillonnage dans les procédés industriels

Aix-Les-Bains

- **Renseignements :** M. Di Benedetto, École des Mines de Saint-Étienne, Club Échantillonnage Rhône-Alpes, 158, cours Fauriel, 42023 Saint-Etienne Cedex 02. Tél. : 04.77.42.01.53. Fax : 04.77.42.00.00. www.icor.fr/critt73

Novembre 1999

Réunions des Clubs du Cercle des Sciences analytiques

Paris

Elles se tiendront à l'Institut National Agronomique.

- 4 novembre 1999, club Méthodes séparatives : *Nouveaux développements en chromatographie gazeuse : analyses ultra-rapides*, par P. Sandra.
- 5 novembre 1999, club Environnement et club Méthodes séparatives : *La dioxine : évaluation des risques et textes réglementaires, méthodes d'analyses*, par P. Sandra.
- 17 novembre 1999, club Chimio-métrie et assurance qualité : *Nouveaux signaux en chimie analytique : nouveaux traitements*, par M.H. Feinberg.
- 23 novembre 1999, club Spectro-

métrie atomique : *Développements récents en ICP et ICP/MS*, par J.-M. Mermet.

- 25 novembre 1999, club Analyse sensorielle : *Accréditation et qualification des essais interlaboratoires*, par M. Danzart.

- **Renseignements :** J. Dang, CSA, 16, rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : 01.47.07.18.99. Fax : 01.47.07.33.17. E-mail : c-cube@formation-conseil.com

3 novembre 1999

Séminaire du département de Chimie organique de l'université de Versailles

Versailles

- *The peptide 310-helix : historical background and recent structural studies and applications*, par Claudio Toniolo (université de Padoue).

La conférence aura lieu à 16 h 30, bât. Lavoisier, 45, avenue des États-Unis, salle de réunion (2e étage).

- **Renseignements :** Michel Wakselman. Tél. : 01.39.25.43.65. Fax : 01.39.24.44.52. E-mail : michel.wakselman@chimie.uvsq.fr

5-8 novembre 1999 (au lieu de 30 octobre-2 novembre 1999)

Journées nationales de l'Union des Physiciens

Bordeaux

Le thème de ces journées est : Du silex au laser mégajoule.

- **Renseignements :** Daniel Marsan, Lycée M. Montaigne, 118, cours V. Hugo, 33075 Bordeaux Cedex. E-mail : u.d.p.bordeaux@wanadoo.fr

8-9 décembre 1999

Réacteurs chimiques, de la maquette au réacteur industriel : méthodes de diagnostic

Solaize

- **Renseignements :** Marie-France Baltus, IFP, 1-4, avenue de Bois-Préau, 92852 Reuil Malmaison. Tél. : 01.47.52.67.13. Fax : 01.47.52.70.96. <http://www.ifp.fr>