

Compte rendu

SFC 2000

1) Participation et indices de satisfaction

L'analyse de la répartition des origines des participants (1 348 personnes en tout) montre :

- un excellent taux de participation des jeunes sociétaires, puisque plus de 700 inscriptions ont été enregistrées. Les frais réduits à 0 F pour les étudiants jusqu'au DEA compris et 400 F pour les doctorants expliquent ce niveau, qui a dépassé l'objectif initialement prévu ;

- des taux plus nuancés pour les autres catégories, en regrettant que les sociétaires « seniors » et les industriels ne se soient pas davantage impliqués.

Il est à noter les taux de participation élevés pour les deux régions regroupées au sein de la section régionale de la SFC : si l'organisation matérielle a beaucoup fait appel aux représentants rennais, la délégation regroupant les Pays de la Loire se classe en quatrième position, ce qui est très bon en regard des « poids scientifiques » des régions Ile-de-France et Rhône-Alpes, respectivement première et troisième.

- une participation non négligeable des pays francophones, participation favorisée par une politique volontariste de la SFC envers les sociétés chimiques des pays en développement francophones.

Le dépouillement de l'enquête (un grand merci aux 166 sociétaires qui ont répondu) indique un taux de satisfaction générale (« bien à très bien ») de 65 % :

- le programme scientifique a été très largement apprécié (84 % de « bien à très bien »), tout comme les actions engagées pour les jeunes (78 %). La journée commune a été très prisée (82 %) et une forte majorité se dégage pour sa programmation en début de congrès. Une préférence se dégage pour trois sessions parallèles, avec des « blocs » de 120 minutes, le tout en 3 ou 4 jours au maximum : dur, dur pour les futurs organisateurs qui devront également tenir compte des avis équilibrés pour la présence permanente des affiches (50 %) ou en rotation sur un ou deux jours (44 %) !

- l'accueil des participants, les moyens audiovisuels sont jugés très satisfaisants (60 à 80 %), bien qu'un effort supplémentaire aurait pu être consenti pour l'information sur site (58 % quand même). La fourniture des actes du congrès sous forme d'un document papier et d'un CD-Rom serait appréciée (69 %).

Les deux points (très) noirs ont porté sur l'implantation des affiches (92 % d'insatisfaits) et le couplage avec la pause pour les buffets du milieu de journée (76 % contre). Enfin, les avis sont très partagés sur différents aspects conviviaux. Si le « fest noz » et le buffet ont été prisés

(respectivement 64 et 74 %), une excursion (58 % de oui) et un banquet (48 % de oui) ne seraient pas pour déplaire ! La tâche des organisateurs de SFC 2002 sera donc rude...

2) Activités scientifiques

Le colloque d'ouverture du 18 septembre a connu un grand succès puisque trois amphithéâtres ont pu accueillir les congressistes grâce à la vidéotransmission. Les cinq thèmes retenus : sciences de la vie et agroressources, nanotechnologies pour l'information et la communication, matériaux, énergie et environnement, formulation, ont bien répondu à l'attente du public grâce à la qualité des conférenciers pressentis, pour moitié responsables de la recherche industrielle, pour moitié chercheurs de niveau international. La conférence de clôture a été prononcée par F. Albert Cotton, à la suite de la remise de la médaille Lavoisier dont il a été le récipiendaire pour l'année 2000. Le texte de cette conférence (cf. p. 3 de ce numéro) peut être consulté sur le site de la SFC.

Vingt colloques, essentiellement interdisciplinaires, se sont tenus en parallèle sur les trois jours et demi suivants, avec un succès dépassant parfois les espérances puisque les marches des amphithéâtres affichaient souvent « complet ». La plus grande partie d'entre eux ont associé des conférenciers « seniors » français (50) et étrangers (30) qui ont établi l'état de la recherche dans des sujets d'actualité ou porteurs de fortes promesses, et des jeunes chercheurs présentant les résultats de leurs travaux originaux (59 interventions).

3) Relations avec les PME-PMI

La table ronde PME-PMI du mardi 19 septembre proposait une rencontre entre des chercheurs du secteur public, généralement responsables d'unités de recherche du CNRS, et des responsables de PME-PMI. L'objectif n'a été qu'en partie atteint.

Un effort important avait été consenti par la SFC pour sensibiliser les industriels régionaux aux apports des sciences chimiques dans leurs activités de production et de transformation. Compte tenu de la structure régionale des industries chimiques, ce sont les PME-PMI qui ont été particulièrement ciblées. Un appelé scientifique du contingent a passé cinq semaines dans les deux régions pour présenter le Congrès, les sujets qui y seraient abordés et, d'une manière générale, l'aide que pouvait apporter la SFC en liaison avec les chambres syndicales. Sur près des 75 entreprises ainsi démarchées (57 en région Bretagne et 18

en région Pays-de-la-Loire), seules 19 étaient effectivement représentées.

4) Jeunes chercheurs

Une session particulière a permis à plus de 600 jeunes de participer aux tables rondes sur « les jeunes et les métiers de la chimie ». Une table ronde « plénière » a abordé les principales interrogations que se posent les jeunes au sujet de l'emploi. Quatre tables rondes ont ensuite développé des aspects plus concrets en décrivant l'expérience vécue par des jeunes récemment embauchés dans le secteur industriel et en suscitant des questions de l'auditoire dans une atmosphère conviviale.

En outre, tout au long du congrès, 170 jeunes ont pu

converser avec des industriels pour discuter de leur curriculum vitæ et de leur avenir professionnel.

5) Francophonie

Un effort spécifique a été accompli pour ouvrir ce congrès aux membres des sociétés chimiques francophones en leur proposant des conditions exceptionnelles. En outre, pour une douzaine d'entre eux, des bourses de voyages ont été accordées. Le congrès a ainsi été l'occasion de réunir les présidents ou les secrétaires généraux des principales sociétés francophones (Afrique noire, Maghreb, Viêt-nam) et de discuter des moyens que peut leur apporter la SFC.

Compte rendu de la journée commune de SFC 2000

Le caractère emblématique de l'an 2000 a conduit à proposer une journée commune à toutes les divisions de la SFC sur le thème de « la chimie face aux attentes industrielles du XXI^e siècle ». Le succès remporté par cette formule conduira très certainement à son renouvellement, avec naturellement d'autres thématiques.

Cinq thèmes ont été développés au cours de sessions introduites par un conférencier du monde industriel qui présentait les enjeux industriels et soulignait les défis scientifiques. Un conférencier du monde académique proposait des voies envisageables pour relever ces défis.

• Sciences de la vie et agroressources

La conférence de Joseph A. Miller (DuPont Research & Development) a bien situé les défis économiques dans ces domaines en situant la position de l'industrie des biotechnologies aux États-Unis : triplement à hauteur de 24 milliards de dollars en 2006 pour la pharmacie ; progression encore plus rapide pour les agroressources qui passeront de 0,3 à 1,8 milliard de dollars en 2006. Après une introduction sur la philosophie de la DuPont en recherche « inspirée par les applications », deux exemples de travaux liés aux biotechnologies et agroressources ont été présentés : préparation du 5-cyanovaléramide à partir de l'adiponitrile (intermédiaire pour herbicide), du 1,3-propandiol à partir du glucose (intermédiaire pour polyesters) par oxydation enzymatique.

La réponse de Jean-Marie Lehn (université Louis Pasteur et Collège de France) a montré que trois des fonctions essentielles de la chimie supramoléculaire : reconnaissance moléculaire, réactivité et transport, offrent des réponses effectives aux besoins en sciences de la vie. Des exemples en techniques de diagnostic optique, méthodologies de

transfert de gène, ont montré toutes les potentialités, parfois inattendues de ce domaine de la chimie. La conclusion a fait ressortir également les liaisons entre auto-assemblage et biotechnologies et nanotechnologies.

• Nanotechnologies, informatique et communication

La conférence de Stanley Williams (Hewlett-Packard, Palo Alto) a mis en évidence les limites technologiques des circuits intégrés à base de silicium et la nécessité de rechercher de nouvelles techniques de production, à des prix abordables, de composants et circuits électroniques ayant des dimensions de l'ordre de quelques nanomètres. Cependant, le développement de dispositifs moléculaires et la conception des systèmes qui les mettront en relation se heurtent à d'autres contraintes telles que la tolérance de défauts inhérents à la mise en œuvre de processus chimiques à l'échelle nanométrique. L'exposé, appuyé par une remarquable présentation, a montré la possibilité de construire des interrupteurs moléculaires dans un dispositif qui peut être réglé et lu électroniquement, et d'envisager des nanofils capables de lier entre eux ces dispositifs. Il a également montré les efforts à entreprendre par des équipes pluridisciplinaires de chimistes, physiciens et informaticiens, pour parvenir à l'avènement de la nano-électronique.

Un constat similaire a été établi au niveau des nanomachines. Dans son exposé, James K. Gimzewski (IBM Research Division, Rüschlikon) a montré tout le chemin qu'il reste à faire pour relier l'échelle moléculaire aux mondes micro- et macroscopiques. L'association de la mécanique quantique et de la mécanique moléculaire permet de concevoir et modéliser différents dispositifs tels que rotors et interrupteurs moléculaires, amplificateurs électromécaniques. Une première approche de l'élabora-

tion de ces objets utilise les outils de nanomanipulation que sont le microscope à effet tunnel et, de plus en plus, le microscope à force atomique. Une seconde approche, biomimétique, fait appel à la reconnaissance par les biomolécules, développée par le conférencier avec l'emploi des interactions entre l'immunoglobine et les oligonucléotides et protéines.

• Matériaux

En un peu plus d'un siècle d'existence, l'automobile a beaucoup évolué grâce à une production de masse qui a bénéficié de la création et de l'emploi de matériaux de plus en plus performants. Ce constat d'Akiyoshi Morita (Toyota Motor Corp., Toyota) doit maintenant servir à établir des stratégies qui prennent en compte les problèmes environnementaux jusque-là sous-estimés. Son exposé a donc présenté quelques exemples de technologies nouvelles répondant à ces nouveaux impératifs : élimination des oxydes d'azote par cycles de stockage puis de réduction, diminution de la production de gaz d'échappement par l'emploi de l'injection directe « multi-points », recyclage des matériaux polymères (procédé TSOP : Toyota Super Olefin Polymer), alliages pour le stockage de l'hydrogène (piles à combustible). Il s'est conclu avec la présentation de la notion du « plaisir du client » qui traduit l'importance de la qualité dans un monde aux besoins de plus en plus diversifiés mais également de plus en plus globalisés.

Le plaisir du congressiste a vraiment été au rendez-vous, tant par l'humour que par le traitement du sujet, avec la conférence de Philippe Boch (École Supérieure de Physique et Chimie Industrielles et université Pierre et Marie Curie, Paris) qui a remplacé au pied levé Pierre-Gilles de Gennes. Il a montré que les ciments (et les bétons) offrent également ce double aspect d'une production de masse et de matériaux de haute technologie. La présentation très didactique a permis de se familiariser avec ces produits en apparence simples pour lesquels quelques applications inattendues ont été présentées, et de comprendre le rôle des différentes phases minérales mises en jeu et leur évolution au cours des processus de maturation, de prise et de durcissement.

• Énergie et environnement

Dans sa présentation très générale, Thierry Chambolle (Suez-Lyonnaise des Eaux, Paris) a évoqué les relations étroites existant entre la production et la consommation d'énergie et l'environnement. Son exposé a permis de mieux percevoir la philosophie des groupes industriels producteurs de services associant l'eau, l'air et le feu...

L'air a été le vaste sujet abordé par David J. Hoffmann (Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory, NOAA, Boulder) dans sa présentation des analyses chimiques de l'atmosphère reliées à la déplétion de l'ozone, au réchauffement climatique et à la qualité de l'air. La discussion des deux premiers aspects a montré l'importance des données accumulées depuis quelques décennies pour la compréhension des phénomènes mis en jeu, la prédiction de leur

influence pour les années à venir et le contrôle intelligent des émissions. Le troisième aspect abordé a montré l'effet global des phénomènes d'émission : les enregistrements effectués sur le Mauna Loa (Hawaï) montrent ainsi les « retombées » de la pollution industrielle en Asie et sur la côte Ouest des États-Unis, induites par les courants de la haute troposphère. Des phénomènes de transport analogues concernent certainement l'Europe...

• Formulation

Ce dernier thème pouvait être un retour complet à la chimie. Il a montré une fois de plus le rôle de science centrale joué par cette discipline et son intervention dans des domaines extrêmement variés de la vie quotidienne : notre peau était concernée aussi bien que les écailles des poissons d'agrément !

La présentation originale de Claude Fromageot (Yves Rocher, Issy-les-Moulineaux) a mis en lumière les mécanismes subtils mis en œuvre en cosmétologie, décrite comme une vraie science appliquée où le chimiste doit savoir déborder sur d'autres sciences, doit toujours pouvoir dialoguer avec le marketing et le client, bref doit être un « assembleur scientifique ». Dans le cas précis des soins de la peau, une véritable explosion des domaines scientifiques sollicités est observée, où les aspects biologiques deviennent prépondérants. Elle se traduit par de gros enjeux au niveau de l'importance du criblage de composés actifs et de la vectorisation.

Cette nécessaire démarche « parallèle » et non « linéaire » a également été défendue par Didier Roux (Centre de Recherches Paul Pascal, CNRS, Pessac) dans sa présentation qui a concerné en grande partie la vectorisation. Dans les exemples proposés, celle-ci se traduit d'un point de vue scientifique par la physico-chimie et d'un point de vue industriel par la galénique (vecteurs non viraux pour la thérapie génique), la formulation de produits chimiques (micro-émulsions, micro-encapsulation). En conclusion de cette présentation, Didier Roux a montré que des travaux fondamentaux peuvent conduire à la création d'entreprises de haute technologie, novatrices dans des domaines aussi différents que les poissons (bien) rouges et l'instrumentation scientifique !

Cette journée bien chargée s'est terminée par la remise de la médaille Lavoisier au Prof. F. Albert Cotton par le Président Desmarescaux. Dans son allocution de remerciement, F. Albert Cotton a résumé en français toute la thématique de ce colloque d'ouverture :

- importance de la chimie dans de nombreuses disciplines scientifiques telles que la biologie, la médecine, la génétique, l'écologie, la physique des états condensés, et finalement la science des matériaux,

- rôle central de la chimie dans les différents aspects de la vie quotidienne dans les pays développés,

- discipline à part entière, ouverte sur d'exaltantes aventures intellectuelles et de nouveaux défis fondamentaux.

Ce colloque a été ouvert par Michel Pereyre qui a rendu un hommage à la mémoire d'André Collet. Son œuvre scientifique ainsi que sa personnalité très attachante en avaient fait l'un des meilleurs ambassadeurs de la chimie française.

La première conférence a été donnée par Ryoji Noyori (université de Nagoya, Japon). Le professeur Noyori a décrit les multiples applications des complexes de ruthénium associés au ligand chiral binap en catalyse homogène. Ces catalyseurs permettent d'obtenir des excès énantiomériques proches de 100 %, ainsi que de très hautes activités catalytiques comparables à celles observées avec des enzymes. Le message particulièrement fort de cette conférence a été que la mise au point de catalyseurs capables d'être réellement développés au niveau industriel est un objectif majeur de la catalyse homogène.

Lors de la deuxième conférence, Alex von Zelewsky (université de Fribourg,

Suisse), nous a présenté la synthèse et la chimie de coordination de bipyridines optiquement actives. Ces ligands permettent, via des réactions d'auto-assemblages impliquant des métaux de transition, d'accéder à des architectures chirales telles que des hélices simples et doubles. Le choix judicieux du type de ligand ainsi que de la géométrie du métal conduit à une pléiade d'édifices chiraux très originaux.

Trois jeunes chercheurs ont ensuite présenté leurs travaux. Francine Agboussou (Lille) a utilisé des amino-acides naturels afin de développer une famille de diphosphines optiquement actives. La diversité des structures des amino-acides a conduit à une optimisation des ligands, et ainsi de très hautes énantiosélectivités ont été obtenues pour la réaction d'hydrogénation de cétones fonctionnelles. Eric Manoury (Toulouse) a décrit la synthèse régio- et stéréosélective de dérivés ferrocéniques. Il a, entre autres, développé une méthode de fonctionnalisa-

tion en position 1' du 1,1'-ferrocène dicarboxaldéhyde en version asymétrique. Joëlle Vidal (Lyon) a ensuite présenté les travaux qu'elle a menés dans le groupe d'André Collet. L'amination électrophile de L- ou D-benzylaminoacides à l'aide d'oxaziridines permet un accès direct à des hydrazinoacides énantio-purs, diprotégés de manière orthogonale. Ils peuvent être incorporés dans des pseudopeptides.

La conférence de clôture de ce colloque a été donnée par Henri Kagan. Il a présenté l'utilisation d'auxiliaires chiraux non-énantiopurs dans des réactions de dédoublement cinétique et de catalyse homogène. Les cas d'amplifications asymétriques potentiellement très importants en synthèse et pour les systèmes auto-catalytiques ont été développés. De plus, Henri Kagan a montré que l'étude des effets non linéaires permet d'apporter des informations sur des mécanismes réactionnels.

Colloque 2 - Couches minces

Correspondant et modérateur : A. Perrin (Rennes). E-mail : andre.perrin@univ-rennes1.fr

La croissance de couches minces représente une thématique en très fort développement, tant du point de vue fondamental qu'applicatif, parallèlement à l'importance croissante des nanosciences. Le dépôt de films minces peut être considéré comme une méthode de synthèse à l'état bidimensionnel et un nombre croissant de laboratoires, relevant aussi bien de la chimie du solide que de la chimie organique, s'y intéresse. Un des buts du colloque était de montrer l'émergence d'une nouvelle approche pluridisciplinaire incluant des aspects tels que la stabilisation de phases métastables et les orientations spécifiques induites par les substrats, la réalisation d'intercroissances, la synthèse plan atomique par plan atomique de phases complètement originales et l'extension du concept « couches minces » à des matériaux organiques.

Le colloque a rassemblé plus de quarante contributions incluant deux conférences et six communications orales dédiées à ces thématiques.

La conférence de Philippe Barbox a mis en évidence les potentialités des principales méthodes de dépôt, physiques ou chimiques, pour la croissance d'oxydes, en particulier ceux de structure perovskite. Parmi

les exemples les plus significatifs, on peut citer le contrôle des propriétés magnétiques de manganites par le caractère compressif ou extensif de la contrainte, la formation de phases métastables, l'assemblage artificiel de multicouches et l'apparition de propriétés différentes de celles du matériau massif.

Ces différents concepts ont été illustrés par de nombreuses communications orales ou par affiches portant sur des oxydes, souvent applicatifs, correspondant aux préoccupations les plus actuelles en sciences des matériaux : on peut citer notamment les ferroélectriques ou piézoélectriques, les matériaux magnétiques, les supraconducteurs, les matériaux pour l'optique et l'électrochimie, les matériaux à propriétés mécaniques avancées (couches dures, composites à matrice céramique ou métallique), les catalyseurs et les membranes pour la nanofiltration.

D'autres familles de matériaux ont été abordées dans le cadre de communications portant sur les métaux et alliages, les chalcogénures et les semiconducteurs III-V. Enfin, les concepts liés aux interactions interfaciales films-substrats ont été amplement illustrés : contraintes, croissance dirigée ou nanostructuration, stabilisation

sélective de phases ou disparition de pseudomorphisme.

La conférence d'Albert Figueras a clairement démontré l'apport de la synthèse de couches minces dans le domaine des matériaux purement organiques. Une première illustration concerne le tétrathiafulvalène tétracyano-*p*-quinodiméthane (TTF-TCNQ), bien connu comme étant le premier métal organique : il est possible d'obtenir des films épitaxiés de ce matériau sur des substrats d'halogénures alcalins monocristallins et d'expliquer les orientations de croissance en termes d'énergie d'interaction à l'interface. Un deuxième exemple est le radical magnétique *p*-nitrophényle-nitronyle-nitroxyde (pNPNN) dont la phase α est stabilisée jusqu'à une épaisseur d'environ un micron et se transforme instantanément en phase γ , thermodynamiquement plus stable au-delà.

Les contributions, orales ou par affiches, qui ont suivi ont amplement développé l'impact de la chimie organique dans le domaine des couches minces : nanostructuration de (TTF-TCNQ), auto-organisation d'organosilanes ou de monocouches d'alcanes en fonction de la longueur de la molécule, couches monomoléculaires de polychélates de por-

phyrines, contrôle des propriétés d'oligothiophènes semiconducteurs, structuration organisée de tensioactifs sur une surface hydrophobe ou influence de cette organisation sur la croissance d'un métal. L'apport de la chimie organométallique aux dépôts MOCVD a été soulignée, notamment par la

recherche de nouveaux précurseurs de type « source unique ».

En définitive, ce colloque a été caractérisé par son interdisciplinarité, à l'interface de la physique, de la chimie du solide et de la chimie organique. Sa tenue a également été l'occasion d'honorer les travaux de Philippe

Barboux et d'Antoine Maignan, auxquels les prix de la division Chimie du solide 1999 et 2000 ont été remis en début de session par Michel Pouchard, président de la division.

André Perrin
Maryline Guilloux-Viry

Colloque 3 - Electrochimie analytique

Correspondant : F. Pithon (Villeurbanne). E-mail : francispithon@wanadoo.fr

L'électrochimie est un puissant outil en chimie analytique et sans doute un des plus utilisés. Elle peut apporter des solutions aux contraintes de l'analyse dans les domaines des propriétés des matériaux, du contrôle de qualité ainsi que dans celui de la surveillance de l'environnement.

De nouvelles perspectives sont ouvertes par l'association de l'électrochimie avec d'autres sciences telles que la biochimie qui apporte sa sélectivité à la grande sensibilité de l'électrochimie. L'utilisation des technologies de la miniaturisation permet de développer de petits capteurs économiques. Ceci est bien illustré par les communications présentées dans le cadre de ce colloque :

- Ultramicroélectrodes : nouvelles perspectives et nouveaux enjeux, par Christian Amatore (1)

- Méthodes électrochimiques de séparation et de détection pour les microsystèmes d'analyse, par Hubert Girault (2)

- Le rôle clé de la chimie dans l'élaboration des puces à ADN, par Éliane Souteyrand (3)

- Électrochimie et technique *in situ* appliquées à l'étude de biocapteurs polypyrrroles/ADN, par Éric Vieil (4)

- Conception et élaboration de matériaux d'électrodes dérivés de polymères conducteurs électrogénérés, par Jean Roncali (5)

- Une nouvelle approche de la corrosion électrochimique : le livre multimédia de la corrosion, par Sylvain Audisio (6)

• Les propriétés exceptionnelles des ultramicroélectrodes leur ont permis de pénétrer peu à peu les différents domaines de l'électrochimie analytique et moléculaire. Ces propriétés s'appuient principalement sur le fait que l'emploi de ces électrodes micrométriques permet de réduire considérablement les difficultés liées à la chute ohmique et aux constantes de temps (1).

Les faibles dimensions physiques de ces électrodes ouvrent de nouvelles perspectives expérimentales :

- En voltamétrie cyclique dans la gamme des millions de volts par seconde. A ces vitesses, les couches de diffusion ne sont que de quelques nanomètres.

- Pour l'exploration de la composition de couches de diffusion créées par une autre électrode (ou d'ailleurs par tout type d'interface produisant ou consommant une espèce électroactive : catalyse hétérogène, par transfert de phase, interfaces liquide-liquide, corrosion, etc.).

- Pour les neurones artificiels. Le comportement dynamique spécifique des assemblages de microélectrodes permet leur association en vue de transmettre et traiter un signal électrique selon les grandes étapes physico-chimiques conditionnant la transmission d'informations entre neurones du cerveau. (1)

• La miniaturisation des systèmes d'analyse ouvre de larges perspectives pour le développement des méthodes électrochimiques, que ce soit au niveau de :

- la microfluidique (pompage électro-osmotique, pompage Marangoni...) pour la méthode d'injection et de distribution des échantillons,

- la méthode de séparation (électrophorèse capillaire ou en gel, chromatographie ionique...),

- la méthode de détection (ampérométrie redox ou ionique, potentiométrie, conductométrie, nanospray pour couplage avec la spectrométrie de masse),

- la nouvelle méthode de séparation de protéines sur la base de leur point isoélectrique appelée « électrophorèse off-gel ».

Ces méthodes sont mises en œuvre par la fabrication de puces plastiques avec électrodes incorporées par photo-ablation laser

ou par plasma etching et la fabrication d'un micro CE-EC à usage unique (capillary electrophoresis with electrochemical detection) (2).

• Les puces à ADN sont des systèmes à l'échelle micrométrique permettant l'analyse simultanée d'un très grand nombre de séquences d'ADN. L'élaboration de ces puces consiste à fixer sur des zones localisées et bien repérées d'un support solide (verre ou silicium) de simples brins d'ADN de séquences connues. Ces brins servent de sondes pour la reconnaissance du brin complémentaire. Chaque zone comporte un type de séquence. Le support est placé ensuite dans une solution contenant les cibles à détecter. Lorsqu'il y a complémentarité entre sondes et cibles, l'hybridation s'effectue sur le support indiquant la reconnaissance biochimique. La détection, l'identification et/ou la quantification des espèces cibles est effective grâce à un marquage préalable des cibles par un groupement fluorescent ou radioactif. Les domaines d'application concernent aussi bien la recherche médicale, la pharmacogénomique, l'agro-alimentaire, que l'environnement.

L'élaboration des puces nécessite la combinaison de procédés chimiques couplés à des procédés issus de la microtechnologie. La chimie a un rôle clé dans cette élaboration (3).

La reconnaissance de séquences d'oligonucléotides (ODN), constitutifs de brins individuels d'ADN, par des techniques électroanalytiques est un enjeu fort pour les électrochimistes. En effet, celles-ci fournissent en temps réel directement un signal électrique utilisable par un système électronique d'acquisition et se prêtent théoriquement à la miniaturisation requise par l'industrie du diagnostic biomédical.

Malheureusement, la reproductibilité et la sensibilité ne sont pas encore suffisantes et le recours au couplage avec des techniques comme la microbalance à quartz, l'ellipsométrie ou la photoampérométrie s'avère nécessaire. Ces techniques ont été employées sur un capteur composé d'un film de copolymère de pyrrole et de pyrrole greffé à un ODN (4).

• Les polymères conducteurs synthétisés par électropolymérisation de dérivés thiophéniques fonctionnalisés en font des matériaux particulièrement intéressants pour la réalisation d'électrodes modifiées pour

l'électrocatalyse ou de capteurs électrochimiques spécifiques.

L'utilisation de précurseurs bithiophéniques permet à la fois d'abaisser le potentiel de polymérisation et de moduler la largeur de bande interdite et donc la fenêtre d'électroactivité du polymère. L'électropolymérisation de précurseurs comporte plusieurs sites de polymérisation et conduit à la mise en évidence d'effets originaux (reconnaissance ionique, empreinte moléculaire) et enfin l'introduction de groupes fonctionnels dans une boucle parallèle à la chaîne conjuguée (5).

L'apport de l'informatique dans l'apprentissage du savoir est considérable ainsi que dans l'acquisition et le traitement des données. Il permet d'atteindre sans trop d'effort un renseignement se trouvant dans une base de données, de choisir ses propres itinéraires dans l'univers de la connaissance, de mémoriser plus facilement grâce aux médias, sons, animations et images. Le CDRom « *Le Livre multimédia de la corrosion* » est une excellente illustration des NTIC mis au service de l'électrochimie analytique (6).

Francis Pithon

Colloque 4 - Lasers et industrie

Correspondant : F. Piuze (Saclay). E-mail : fpiuze@cea.fr

Les différents exposés ont permis un survol (certes non exhaustif en raison du temps limité du colloque) des nouvelles applications des lasers ainsi que de l'amélioration des performances des techniques existantes. La caractéristique de ce colloque a été la grande diversité des applications, de la technique de routine concernant les fromages à pâte molle, au diagnostic cérébral *in vivo*.

Bien que certaines des applications présentées en soient encore au stade de la technique de laboratoire, d'autres ont atteint une maturité qui leur permet de postuler à une utilisation routinière dans l'industrie.

C'est par exemple le cas de l'analyse par microablation laser, présentée par Jean-Luc Lacour, basée sur l'analyse spectroscopique de l'émission du plasma généré par l'interaction du faisceau laser focalisé à la surface de l'échantillon. Cette méthode permet de déterminer rapidement la composition élémentaire de la surface d'un solide avec une résolution de 3 μm sans requérir de préparation de l'échantillon et de contact avec celui-ci. La concentration de plusieurs éléments (10 maximum) peut être déterminée et la réalisation d'une cartographie multiélémentaire de la surface de l'échantillon est possible par le déplacement en x,y du faisceau laser. L'absence de contact direct avec l'objet de la mesure, propriété intrinsèque de cette technique, a rendu possible son application à la détection d'impuretés dans des liquides, en particulier les huiles.

Une autre application parvenue à maturité est l'utilisation de l'effet photoacoustique qui permet la détection de faibles

niveaux de traces. Frans J.M. Harren, pionnier de cette méthode non destructive, nous en a présenté les derniers développements. L'application à la détection de l'éthylène (au niveau de quelques ppb) présent dans l'air expiré par des personnes soumises au rayonnement solaire est très intéressante, car elle permet d'envisager la mesure en temps réel de l'efficacité des crèmes solaires en utilisant l'éthylène comme témoin. Par ailleurs, l'utilisation d'une cellule en contact avec la peau permet de réduire sensiblement le temps de réponse. Une autre application intéressante est la détection des gaz émis (toujours à des niveaux de concentration très bas) par les fruits dans les entrepôts et qui permet de suivre leur mûrissement. Le point crucial du dispositif expérimental reste le laser infrarouge ; Franz J.M. Harren nous a indiqué qu'il vient d'achever la mise au point de nouveaux types de lasers infrarouge d'une utilisation plus simple (son site internet www.sci.kun.nl/tracegasfac vaut le détour).

Stéphane Mottin nous a présenté l'application des lasers à impulsions ultracourtes (dans le domaine de la picoseconde à la femtoseconde - $1\text{fs} = 10^{-15}\text{s}$). La brièveté de l'émission implique que l'interaction avec l'échantillon n'est plus dominée par des échanges thermiques mais conduit, à cause d'une densité de puissance crête très élevée, à une volatilisation efficace de l'échantillon, aboutissant par exemple à des applications dans le domaine du perçage en microélectronique ou à la découpe laser « athermique » en microchirurgie.

Cette brièveté conduit également à des applications en photodiagnostic utilisant la microscopie confocale et/ou la spectroscopie de fluorescence résolue temporellement (avec la possibilité d'une absorption multiphotonique efficace) ou à de l'imagerie en milieu diffusant et absorbant comme le milieu vivant. Stéphane Mottin nous a illustré l'utilisation de ces impulsions ultracourtes délivrées par fibre optique en neuroimagerie au travers de l'exemple concernant le suivi du fonctionnement énergétique cérébral du cerveau d'un rat mettant en évidence des phases de rêve. Le site Internet du laboratoire est également remarquable :

www.univ-st-etienne.fr/opt-diag/mottin1/neurobiophotoniquein vivo.

Jacques Barbillat nous a présenté différents développements instrumentaux récents qui ont rendu possible un élargissement important du domaine d'application de la spectrométrie Raman. Cette technique, également non destructive, couplée à des techniques confocales, est désormais utilisée en routine pour des analyses d'échantillons microscopiques avec une résolution spatiale de l'ordre du μm^3 (microspectrométrie Raman). Son utilisation dans l'industrie se développe notamment par l'utilisation de fibres optiques permettant l'analyse à distance. Enfin, il a évoqué l'émergence d'une spectrométrie Raman résolue en temps, rendue possible par l'utilisation de lasers impulsions comme source d'excitation avec des impulsions de l'ordre de la picoseconde ;

l'étude des intermédiaires de réaction à courte durée de vie constituant l'application principale de cette technique.

L'exposé de Daniel Gallant a concerné les possibilités de la microscopie confocale à balayage laser, basée sur la détection de la fluorescence, pour l'analyse de la microstructure et de la microcomposition des tissus végétaux, animaux et des denrées alimentaires. Les caractéristiques de ces échantillons (composition complexe, forte opacité), demandent la mise au point de modes opératoires spécifiques (aussi bien dans la préparation de l'échantillon que dans le traitement de l'image confoca-

le obtenue), de manière à obtenir des images sources d'information quantitative. Le but final est, comme illustré par l'exemple des fromages à pâte molle, d'aboutir à relier ces données aux informations issues des dégustations. L'amélioration du contraste des images dépend de plusieurs paramètres dont, en particulier, le choix du traceur fluorescent.

Faisant suite à l'évocation par Jean-Marie Lehn, au cours de son exposé de la veille, des aspects fondamentaux des cryptates de terre rare ainsi que de leur application aux dosages immunologiques, Dominique Nuti nous a présenté les aspects

techniques de ce type d'analyse, basée sur un transfert d'énergie intermoléculaire entre le cryptate (donneur) et une deuxième molécule fluorescente acceptrice utilisée comme marqueur des substances biologiques. L'excitation du cryptate est réalisée par un laser à azote et la détection de la partie temporelle utile de la fluorescence est réalisée par comptage de photons. Les contraintes imposées rendent cruciaux les choix techniques qui concernent l'architecture et les éléments de la tête de lecture. Nous avons ainsi pu appréhender le long cheminement entre l'étude fondamentale et la réalisation d'une application industrielle.

Colloque 5 - Catalyse et polymères

Correspondant : O. Lavastre (Rennes). E-mail : olivier.lavastre@univ-rennes1.fr

Cette session organisée à l'initiative de la Société Française de Chimie et du Groupe Français des Polymères (Roger Spitz, Olivier Lavastre correspondant local) était consacrée à des aspects actuels de la chimie des polymères. La catalyse, hétérogène au départ, joue depuis longtemps un rôle important dans la synthèse des polymères. Elle est souvent seule capable de polymériser des monomères peu réactifs comme l'éthylène et le propylène, dans des conditions limitant les réactions secondaires, pour en faire des polymères réguliers à chaînes longues. Après la polymérisation des diènes conjugués, la polymérisation des oléfines cycliques par métathèse (ROMP) a été l'un des premiers grands succès en polymérisation de la catalyse homogène par les complexes de coordination. L'obtention des performances ultimes des polymères suppose d'avoir une organisation parfaite des unités enchaînées et l'utilisation des catalyseurs de coordination est une des méthodes permettant d'atteindre cet objectif. Deux avancées ont confirmé ce potentiel : la découverte d'une activation spectaculaire des catalyseurs par la formation d'un complexe cationique du métal actif, c'est-à-dire par la création d'un site libre, le contre-ion, non coordinant, ne rentrant pas en compétition avec le monomère pour ce site de coordination. En utilisant des catalyseurs métallocènes de titane et de zirconium activés par le méthylaluminosane, Walter Kaminsky a ouvert la voie depuis 1979 à une multitude de systèmes fonctionnant selon ces principes et différant par le métal, les ligands ou les activateurs. Les bases théoriques de la

stéréochimie de ces systèmes ont été rapidement converties en réalisations concrètes par Walter Kaminsky et Hermann Brintzinger d'une part, John Even et Abas Razavi d'autre part, en permettant de préparer avec une sélectivité remarquable aussi bien le polypropylène isotactique, déjà produit par catalyse hétérogène, que le polypropylène syndiotactique. Les oléfines, plus marginalement le styrène et les diènes, restaient les monomères de prédilection de cette catalyse qui, à partir de 1995, s'est étendue vers de nouveaux métaux, essentiellement Pd, Ni, Co et Fe.

La session occupant une journée et demie au total a été l'occasion de faire l'état des lieux de ce domaine de recherche et l'état de la participation française à une compétition internationale particulièrement développée depuis 5 ans, à cause des enjeux non seulement scientifiques mais aussi économiques. La présence de 2 conférenciers américains a été l'occasion de faire le point sur 2 aspects essentiels de ces recherches : la complexité des réactions et la richesse des perspectives. L'apparente simplicité des concepts et des systèmes catalytiques mis en œuvre se paie au prix d'une grande complexité dans le détail des réactions. C'est le cas du système de catalyseurs de Ni et de Pd à ligands diimines α -encombrées développé par Maurice Brookhart à l'université de Caroline du Nord à Chapel Hill. Cette complexité de détail ne peut être négligée dans le cas de la polymérisation car elle s'inscrit dans la structure des chaînes polymères et modifie leurs propriétés. Le message inscrit peut se décrypter par des méthodes analytiques et donne ainsi

accès au mécanisme de la polymérisation. M. Brookhart, avant d'être fait docteur honoris causa de l'université de Rennes, a su mettre en évidence la subtilité des compétitions d'insertion et d'isomérisation qui conduisent à la formation de polymères très ramifiés et permet la copolymérisation d'oléfines internes. Richard Jordan (université de Chicago) a présenté un projet très ambitieux : celui d'étendre la polymérisation catalytique au chlorure de vinyle. Bien que cette recherche n'ait pas encore abouti, et après avoir montré les erreurs des précurseurs qui ont pensé avoir réussi, il a établi qu'il était possible de coordiner le monomère, de former alors du propylène qui s'oligomériserait en polypropylène si l'on n'arrive pas à éviter la principale réaction secondaire : l'élimination du chlore en position β du métal.

Les communications présentées par des représentants des principaux laboratoires français engagés en catalyse de polymérisation se sont situées également sur ces terrains de l'innovation et du mécanisme. Jérôme Claverie (LCPP, Lyon) a montré que du latex de polyéthylène, caractérisé pour la première fois, pouvait être préparé par voie catalytique en émulsion dans l'eau en utilisant des complexes neutres de nickel dont la performance peut être améliorée par une modification de la richesse en électrons du ligand. Jean-François Carpentier (Laboratoire de catalyse de Lille) a présenté une nouvelle famille de catalyseurs lanthanides de polymérisation de l'éthylène où les ligands dérivés du cyclopentadiène sont remplacés par des alkoxydes. Henri Cramail (LCPO, Bordeaux) a présenté

une approche originale et efficace de la caractérisation des centres actifs cationiques (postulés mais jamais caractérisés auparavant) des catalyseurs métallocènes de zirconium par spectrométrie UV visible. Frédéric Perruch (ICS Strasbourg) a amélioré le contrôle de la polymérisation « vivante » par addition du norbornène en favorisant l'étape d'amorçage. Véronique Dufaud (LCOMS, Lyon) a présenté un thème apparenté : l'hydrogénolyse catalytique du polyéthylène par un catalyseur hydrure de zirconium supporté opérant dans des conditions modérées. Une

étude sur un petit polymère modèle permet de caractériser puis de modéliser les cinétiques de disparition et d'apparition d'alcane au cours de la décroissance des masses molaires. Enfin, le troisième conférencier invité, Yves Gnanou (LCPO, Bordeaux), a clos la session avec une démarche mariant polymères et catalyse en montrant comment la catalyse de polymérisation par métathèse pouvait, par son caractère contrôlé, permettre la préparation de macromonomères et donner accès à de multiples architectures macromoléculaires dans des conditions plus simples

que les réactions anioniques plus généralement utilisées.

Il apparaît sur cet ensemble de présentations que la catalyse, par le développement sophistiqué des catalyseurs et de leur contrôle, est bien une des grandes voies d'avenir de la synthèse des polymères et peut-être plus prospectivement de leur conversion ultime en petites molécules. La recherche française n'a pas engagé sur ce terrain de très gros bataillons, mais elle occupe une place respectable dans les efforts pour comprendre et améliorer les synthèses macromoléculaires.

Colloque 6 - Matériaux pour l'optique

Correspondant : J.-L. Adam (Rennes). E-mail : jean-luc.adam@univ-rennes1.fr

Le colloque « Matériaux pour l'optique » s'adressait à l'importante communauté scientifique intéressée par les matériaux à fonctions optiques, qu'ils soient organiques, inorganiques, cristallins ou vitreux. Trois conférences invitées, cinq communications orales et une trentaine de communications par affiche ont assuré le succès du colloque.

Les conférences plénières se sont articulées autour des matériaux optiques du futur : des fibres optiques aux nanosources, par Bernard Jacquier de l'université de Lyon I, des matériaux multifonctionnels pour l'optique non linéaire et les lasers, par Daniel Vivien de l'ENSC-Paris et des polymères optiques à propriétés électroactives et électroluminescentes, par Bernard Kippelen de l'université d'Arizona-Tucson.

En résumé, l'intérêt des verres non-silice dopés terres rares a été montré pour l'amplification optique large bande. Ces systèmes, en configuration fibres ou guides d'onde planaires, permettront d'exploiter au mieux les qualités de transparence des fibres de silice et de répondre aux besoins toujours croissants des télécommunications optiques.

Le GdCOB:Nd, matériau optique multifonctionnel, est un matériau laser émettant à 1 060 ou 1 090 nm. Taillé à l'angle d'accord de phase pour le doublage de fré-

quence, il devient un matériau laser auto-doubleur capable de produire directement un faisceau laser vert. Les applications se situent dans les domaines du traitement optique de l'information, des télécommunications sous-marines, de l'affichage...

Quant aux polymères optiques, ils présentent non seulement des propriétés plastiques qui permettent leur intégration dans des dispositifs flexibles, mais ils possèdent de plus les propriétés optiques et électriques nécessaires au développement de dispositifs à fonctions complexes : sources, détecteurs, mémoires, afficheurs. Deux classes de polymères ont été évoquées : les polymères photoréfractifs, permettant l'inscription d'images holographiques, et les polymères à propriétés électroluminescentes.

Par ailleurs, par le biais des communications orales et des affiches, les participants ont pu être informés des derniers développements de la recherche française dans les domaines très diversifiés des matériaux pour l'optique :

- Multicouches de silicium poreux à propriétés ultra-réfléchissantes.
- Modulation optique de la conduction ionique des polymères.
- Verres et cristaux de borates : génération de second harmonique, poudres et

couches minces préparées par voie sol-gel, luminescence.

- Propriétés magnéto-optiques de complexes métalliques.

- Calixarènes : matériaux limiteurs optiques, optique non linéaire.

- Verres thiohalogénés et verres d'oxydes de métaux lourds pour la transmission infrarouge.

- Photochromisme des spiropyranes cationiques dans des matrices sol-gel.

- Matrices laser solides : lasers à l'ytterbium, lasers accordables dans le proche infrarouge : $\text{Li}_2\text{MgSiO}_4:\text{Cr}^{4+}$.

- Greffage de complexes d'euporium (III) dans la silice mésoporeuse.

- Nouveaux chromophores : les hydrazones organométalliques, les bis(thiényl)phospholes.

- Verres de chalcogénures pour la transmission dans l'infrarouge moyen : fibres optiques, capteurs chimiques, propriétés non linéaires.

- Verres oxyfluorés photosensibles.

- Verres de fluorures : guides d'onde planaires.

- Spectroscopie optique de cristaux nanoscopiques de polydiacétylènes.

Une copie des résumés peut être obtenue auprès de Jean-Luc.Adam@univ-rennes1.fr.

* * *

Ce colloque, mis en place par la division Chimie de coordination en coopération avec la division Chimie organique, a permis de présenter quelques aspects d'un domaine en croissance forte, la chimie bioinorganique. Cette partie de la chimie de coordination, œuvrant au contact de la biologie, a parmi ses objectifs l'étude du rôle des métaux de transition dans les métalloenzymes, les métalloprotéines et l'étude des interactions des complexes métalliques avec les macromolécules biologiques (protéines, membranes, acides nucléiques).

Deux conférences de 50 minutes (Jean-Louis Pierre et Peter Sadler) et 4 communications de 20 minutes (Isabelle Artaud, Geneviève Blondin, Geneviève Pratviel et Bernadette Tsé Sum Bui) ont illustré certains aspects des évolutions récentes de la chimie bioinorganique.

Au cours de sa conférence, Jean-Louis Pierre (université Joseph Fourier de Grenoble) a fait le point sur le rôle essentiel des transporteurs de fer dans la croissance des plantes. Il a présenté les résultats récents obtenus avec des complexes de type Trensox présentant trois ligands hydroxyquinoline, montrant qu'il est possible d'obtenir des complexes du fer(III) très stables en milieu physiologique et assimilables par des cellules végétales *in vitro* ou sur les plantes en culture. Au-delà de ces résultats sur la croissance végétale, ces complexes du fer peuvent trouver des applications dans le domaine des antioxydants catalytiques (modèles de superoxyde dismutase, catalase) et conduire à des applications thérapeutiques.

La conférence de Peter Sadler (université d'Edimbourg) a permis de présenter les dernières avancées sur le mécanisme d'action des dérivés anticancéreux du platine. Le cisplatine est actuellement le médicament le plus utilisé en chimiothérapie anticancéreuse et de nouveaux analogues sont déjà disponibles en clinique humaine pour lutter contre les cellules cancéreuses résistantes aux composés du platine de première génération. De nouveaux complexes métalliques du platine, du titane ou du ruthénium sont

en cours d'essais et devraient élargir considérablement la gamme des complexes métalliques utilisés comme médicaments. Peter Sadler a également montré que la complexation des dérivés de l'or sur les protéines riches en cystéines ne se faisait pas avec ces acides aminés, comme on pouvait s'y attendre selon la classification des ligands d'après Pearson, mais avec un résidu histidine accessible.

Isabelle Artaud (université René Descartes, Paris) a présenté ses derniers résultats sur la modélisation de la nitrile hydratase, une enzyme ayant un seul atome de fer au sein de son site actif, et dans laquelle l'entourage du fer est assuré par des azotes d'histidine et de plusieurs cystéines dont deux oxydées (une situation rare dans les métalloenzymes à fer). Jusqu'à présent, on ne connaît pas de catalyseurs efficaces de l'hydratation des nitriles, une réaction qui serait très utile pour la préparation simple d'amides et d'acides à partir de nitriles.

Au cours de sa communication, Geneviève Blondin (université de Paris-Sud) a fait le point des connaissances actuelles sur le site présentant deux paires de deux atomes de manganèse du centre d'oxydation de l'eau en oxygène moléculaire au sein du photosystème II. Un exposé très détaillé de spectroscopie paramagnétique électronique a mis en évidence toutes les capacités de cette méthode utilisée au meilleur niveau pour assurer la caractérisation de complexes binucléaires du manganèse(II) au sein d'un modèle élaboré du PSII.

L'oxydation de l'ADN à l'aide d'un complexe porphyrinique métal-oxo a été présentée par Geneviève Pratviel (Laboratoire de chimie de coordination du CNRS à Toulouse). Un tel complexe très réactif est capable d'arracher deux électrons sur les résidus guanine de l'ADN double-brin conduisant, non pas à la 8-oxo-7,8-dihydroguanine, mais à un mélange de composition variable selon la séquence et les conditions expérimentales et constitué d'imidazolone, de 5,8-dihydroxoguanine et de déshydroguanidinohydrodantoïne. Ces résultats mon-

trèrent que l'oxydation de la guanine sur l'ADN double-brin n'est pas un phénomène simple et que seule la connaissance complète des lésions sur l'ADN permettra de connaître les relations entre les dommages créés par oxydation et les systèmes de réparation de l'ADN.

Les progrès récents sur la biosynthèse de la biotine, en particulier les étapes conduisant à l'insertion du soufre dans deux liaisons C-H aliphatiques de la déthiobiotine, ont été présentés par Bernadette Tsé Sum Bui (université Pierre et Marie Curie de Paris). Cette étape met en jeu un système multienzymatique capable d'utiliser un atome de soufre d'un cluster protéinique contenant 4 atomes de fer et 4 atomes de soufre. De telles métalloprotéines étaient connues pour assurer des transferts d'électrons ou des réactions d'isomérisation (aconitase), mais pas pour jouer le rôle de donneur d'atome de soufre (la S-adénosylméthionine étant un donneur classique de soufre dans les organismes vivants).

En conclusion, ces exposés ont mis en évidence la nécessité d'associer plusieurs savoir-faire pour assurer des résultats de qualité en chimie bioinorganique : celui de l'art de la synthèse chimique des ligands et des complexes, celui de la physico-chimie de ces composés, celui de l'étude de leur réactivité, de leur interaction avec les milieux biologiques, en bref l'addition de plusieurs talents est nécessaire pour participer à cette passionnante aventure scientifique qu'est la chimie bioinorganique !

Il a été rappelé au début de ce colloque que son thème, comme celui consacré aux molécules et à la lumière, avait été choisi par notre regretté collègue Olivier Kahn. Avec lui, la chimie de coordination française a perdu, en 1999, un de ses plus brillants et dynamiques maîtres des 20 dernières années.

Bernard Meunier

Président

division Chimie de coordination

* * *

Ce colloque a permis de faire le point sur le domaine foisonnant des nanosciences, c'est-à-dire les recherches mettant en jeu des objets de taille nanométrique. La conférence de Christian Joachim a présenté un panorama des réussites et aussi des difficultés dans le domaine des propriétés électriques des assemblages métal-molécule-métal impliquant une molécule unique (électronique moléculaire). Parmi les objets nanométriques, les nanotubes de carbone, comme l'a montré Laszlo Forró, présentent d'exceptionnelles propriétés électroniques et mécaniques, et des applications où ils sont utilisés comme émetteurs d'électrons ou de lumière commencent à voir le jour. Dans le domaine des propriétés optiques, l'exposé de Thomas W. Ebbesen sur les « tamis à photons » a montré que des films métalliques opaques percés de trous sublongueur d'onde pouvaient laisser passer beaucoup plus de lumière que ce qui est prévu d'après leur surface. Ceci est dû au couplage de la lumière incidente avec des plasmons de surface, et cet effet semble également porteur d'un important potentiel technologique.

Du côté des nouvelles molécules, la chi-

mie des dendrimères, exposée par Anne-Marie Caminade, apparaît comme un secteur riche en innovations, en raison de l'extrême versatilité des structures obtenues par fonctionnalisation en surface ou dans des cavités internes. Les applications possibles concernent la biologie, la nanoélectronique, les matériaux, la catalyse.

Un exemple de molécule complexe auto-assemblée a été présenté par Mario Ruben. La présence de 4 atomes métalliques pouvant être oxydés ou réduits, ou pouvant donner lieu à une transition de spin, conduit à un riche comportement redox et magnétique qui pourrait être intéressant pour le stockage de l'information. Corinne Martineau a fait état de molécules originales où des entités C_{60} sont connectées par des fragments de polymère conducteur.

L'assemblage de clusters métalliques ou de fragments d'oxydes avec des parties organiques a été évoqué par Nadège Cordente et Richard Frantz. Dans le premier cas, des particules de nickel et d'oxyde de nickel de taille nanométrique bien définie sont stabilisées par un polymère ; dans le second cas, on parvient à des assemblages

hybrides organiques-inorganiques présentant une grande diversité de propriétés.

Des couches auto-assemblées, obtenues par greffages de ligands sur des surfaces variées (verre, alumine, or, platine), puis complexation par des macrocycles au ruthénium, ont été présentées par Serge Palacin. La méthode permet le dépôt séquentiel de couches monomoléculaires différentes.

Dans le domaine de la catalyse, traité par Jean-Claude Bertolini, la microscopie à effet tunnel permet l'observation d'espèces adsorbées et même des sites catalytiques. On peut ainsi comparer la réactivité des marches atomiques à celle des terrasses, mettre en évidence l'arrangement des atomes en surface pour des alliages binaires, étudier les effets de la nanostructure sur les propriétés catalytiques.

De nombreux autres aspects ont été illustrés dans les séances de posters, qui ont fait état de nouveaux assemblages ou structures nanométriques obtenues par des techniques de la chimie moléculaire ou de la chimie du solide.

Colloque 9 - Chimie sur support solide et chimie combinatoire

Correspondant : J. Martinez (Montpellier). E-mail : martinez@colombe.pharma.univ-montp1.fr

La synthèse sur support solide et la chimie combinatoire ont connu un développement très important au cours des dix dernières années. La synthèse parallèle a été un développement logique de ces efforts avec comme conséquence la mise au point de méthodes d'automatisation, de synthèse et de screening à haut débit ainsi que de gestion informatique des données. Tous les domaines de la chimie sont maintenant concernés par ces méthodologies depuis la chimie organique jusqu'aux matériaux en passant par la catalyse. Plusieurs domaines ont été illustrés au cours de ce colloque. L'identification d'inhibiteurs de métalloprotéases à zinc par criblage de banques de peptides phosphiniques obtenues par une approche « pool and split » a été présentée par Vincent Dive (Département d'ingénierie et d'études des protéines, CEA Saclay). Des inhibiteurs très puissants de cette famille d'enzymes ont été ainsi identifiés et constituent des bons mimés de la structure du substrat à l'état de transition. Leur étude *in vivo* ouvre des perspectives intéressantes pour

l'utilisation de cette classe d'inhibiteurs comme agents thérapeutiques. La chimie des peptides a également été illustrée par Oleg Melnyk (UMR 8525, Institut Pasteur, Lille) qui a présenté un nouveau linker à base d'acide tartrique pour la synthèse en parallèle sur phase solide de dérivés de l'acide glyoxylique et en particulier de peptides fonctionnalisés sur la partie C-terminale par une fonction α -oxo-aldéhyde. Les applications sont très diverses, de la synthèse de banques combinatoires à l'élaboration de macromolécules de type dendrimériques. Les développements méthodologiques concernant la synthèse sur support solide sont évidemment essentiels. L'étude de la réaction d'hétéro Diels-Alder sur phase solide a été réalisée par Gilles Dujardin (UMR 6011, université du Maine, Le Mans). Ce type de cycloaddition peut être favorablement transposé sur support solide. La réaction [4 + 2] du *E*-benzylidènepyruvate de la résine de Wang avec différents éthers d'énols est très efficacement catalysée par l' $Eu(fod)_3$ avec un haut degré de

sélectivité endo et un bon contrôle facial. Cette séquence sur support solide fournit de plus les produits à l'état brut avec des puretés tout à fait satisfaisantes et permet le recyclage du catalyseur. A. Dömling (Morphochem GmbH, Martinsried, Allemagne) a présenté brillamment tout l'intérêt que peuvent présenter les réactions multicomposants en chimie combinatoire et plus particulièrement la réaction « one pot » de Ugi impliquant les isonitriles. Ces réactions offrent la simplicité de mise en œuvre, de très vastes possibilités de variations structurales et permettent l'accès à une très grande diversité. Enfin, l'approche combinatoire de la catalyse a été abordée. L'approche combinatoire à la catalyse hétérogène sous-entend la préparation et l'évaluation rapide et efficace d'un grand nombre de catalyseurs. Le réacteur pulsé TAP (temporal analysis of products) développé à l'IRC, Lyon par l'équipe de M.M. Schuurman et Mirodatos a été présenté. Cette technique permet de tester un grand nombre de catalyseurs en un minimum de

temps et constitue donc une avancée intéressante dans ce domaine. La conférence de clôture de ce colloque a été donnée par Henry W. Weinberg, vice-président de la société Symyx (Los Angeles, États-Unis) et a permis de se rendre compte des immenses développements technologiques qui ont été

accomplis dans le domaine de la synthèse et des tests à haut débit de catalyseurs homogènes et hétérogènes. En particulier, des exemples de catalyseurs pour l'oxydation et les couplages ont été présentés. Au total, quelques aspects (pas tous) des développements de la chimie combinatoire ont été

exposés. Cela aura permis de se rendre compte qu'enfin la communauté des chimistes français commence à s'ouvrir à ces nouvelles technologies. Les conférences de nos collègues étrangers ont également permis d'appréhender les immenses développements que l'on peut en attendre.

Colloque 10 - Chimie verte et environnement

Correspondant : P. Garrigues . E-mail : p.garrigues@lptc.u-bordeaux.fr

La session « Chimie verte et environnement » a donné lieu à la présentation de six présentations orales et de plus de 30 affiches. Ce thème nouveau a attiré plusieurs dizaines d'auditeurs dans les amphithéâtres réservés aux présentations. De nombreuses discussions ont aussi eu lieu autour des posters dédiés à cette session.

La conférence plénière de Josef Pacyna (Norwegian Institute for Air Research, Kjeller, Norvège) a été consacrée aux flux de contaminants chimiques (métaux traces, hydrocarbures et composés organochlorés). Un premier modèle nommé « popcycling », basé sur le concept de fugacité, a été conçu pour le devenir des polluants organiques persistants (POP) et a été appliqué au flux et aux transports de ces contaminants en mer Baltique. Un deuxième modèle, dédié au mercure et appelé « MAMCS », a été développé pour évaluer le transfert atmosphérique et les transformations physico-chimiques du mercure en mer Méditerranée.

David Amouroux (Laboratoire de chimie analytique, bioinorganique et environnement, UMR 5034, CNRS, Pau) a présenté le rôle important des métaux et métalloïdes qui peuvent se retrouver sous différentes formes chimiques (spéciation) dans les divers compartiments de l'environnement. La nécessité de développer des protocoles analytiques spécifiques à la détection des espèces organométalliques a été présentée. Des applications analytiques et environnementales concernant le mercure, le sélénium, l'étain et le cadmium ont ensuite été développées.

Nathalie Karpel Vel Leitner (Laboratoire de chimie de l'eau et de l'environnement, UPRESA 6008, ESIP, Poitiers) a abordé les mécanismes d'oxydation en milieu aqueux des composés organiques. Plusieurs produits d'oxydation ont été présentés et des exemples montrés, concernant l'oxydation par les radicaux hydroxyles de l'atrazine, d'acides carboxyliques et d'acides aminés.

Hélène Budzinski (Laboratoire de physico-toxicochimie, UMR 5472, CNRS, université de Bordeaux I) a exposé l'utilisation du couplage chromatographie-spectrométrie de masse isotopique (GC/RMS) pour l'étude de l'origine et du devenir des hydrocarbures aromatiques polycycliques et des hydrocarbures saturés dans l'environnement marin côtier. Une démonstration exemplaire a été faite par l'observation du rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ sur des hydrocarbures provenant de boules de goudron, de plumes d'oiseaux marins mazoutés ou du fioul de l'Erika (catastrophe pétrolière de décembre 1999), et ceci afin d'identifier l'origine des hydrocarbures.

La conférence de Walter Leitner (Max Planck Institut, Mülheim an der Ruhr, Allemagne) a porté sur la synthèse organique en milieu dioxyde de carbone supercritique (scCO_2). Ce fluide non toxique est facile à utiliser et peut voir ses propriétés changer dans de faibles intervalles de température ou de pression. Les travaux présentés ont eu trait à l'utilisation des métaux de transition comme catalyseurs en milieu scCO_2 et ont été comparés aux résultats observés en milieux solvants conventionnels. Des méthodes de réactivation et de recyclage de catalyseurs en utilisant le scCO_2 ont aussi été présentées.

Paul-Alain Jaffres (ISMRA, École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen, UMR 6507 CNRS et UMR 6508 CNRS-université de Caen) a présenté la synthèse et les applications en catalyse des matériaux de type phosphonates et phosphates de zirconium. Les résultats présentés sur ces matériaux lamellaires ont porté sur la synthèse et l'utilisation, d'une part de matériaux de type phosphate de zirconium porteur de ligands triphénylphosphine (utilisation dans la réaction de type Heck), d'autre part de matériaux de type phosphate de zirconium échangé avec le potassium (utilisation dans la réaction de Knoevenagel).

L'exposé de Cédric Robillot (Laboratoire environnement et chimie analytique, ERS 657 CNRS, Neurobiologie et diversité cellulaire, UMR 7637 CNRS-ESPCI, Laboratoire de cryptogamie, MNHM, Paris) a porté sur la caractérisation des toxines secrétées par certaines cyanobactéries responsables des efflorescences algales. La caractérisation structurale des microcystines a aussi été réalisée par la combinaison de plusieurs techniques analytiques : ESI-MS, MALDI-TOF-MS/MS. Ces techniques, sophistiquées et complexes, sont peu applicables sur le terrain et y sont remplacées par différents bioessais (tests enzymatiques, inhibition de protéines spécifiques). Les résultats observés par ces bio-tests au niveau de l'identification de la contamination des plans d'eau français ont aussi été présentés.

Fabienne Quilès (Laboratoire de chimie physique pour l'environnement, UMR 7564 CNRS) a présenté l'utilisation de la spectroscopie vibrationnelle (IR-ATR ; Raman) dans l'étude des interactions floculats d'acides humiques-extraits métalliques. Différentes structures de complexes appliqués au cas du Cu^{2+} , UO_2^{2+} , de l'ion mercurique et du cation aluminium ont ainsi été exposés.

Les communications par affiche ont proposé de nombreux sujets d'études très divers : oxydation chimique ou biologique de polluants organiques, complexation et piégeage de métaux, traitement et valorisation de résidus de fumées industrielles, nouvelles voies de synthèse. Cette session « Chimie verte et environnement » se tenait pour la première fois au congrès de la SFC. En phase avec les préoccupations du moment, elle mérite d'être présente au prochain congrès SFC 2002.

Le colloque « Verres et céramiques » du congrès 2000 de la SFC était dédié aux matériaux fonctionnels, qu'ils soient vitreux, amorphes ou cristallins. Il a intéressé un public nombreux, venu rencontrer une communauté scientifique soucieuse de présenter ses derniers résultats concernant les fibres optiques, les composites thermo-mécaniques, les électrodes céramiques, les verres d'oxycarbure de silicium ou encore les récents progrès dans l'étude des propriétés d'échelle des matériaux amorphes.

Les verres constituent une classe de matériaux intéressante à plus d'un titre. Ainsi, à l'échelle macroscopique, leur caractère isotrope permet d'envisager leur utilisation comme vecteur de l'information dans le secteur des télécommunications ou encore comme matrice pour les composites thermostructuraux. A l'inverse, à l'échelle microscopique, ils peuvent constituer des exemples « d'école » de milieux hétérogènes réels à structure fractale, c'est-à-dire posséder des propriétés d'invariance par dilatation d'échelle. Le choix des deux conférences plénières présentées dans le cadre de ce colloque a été fortement influencé par le souci de souligner cette « dualité d'échelle ».

C'est ainsi que Jacques Lucas, de l'université de Rennes I, a présenté les travaux du groupe « Verres pour l'optique » de l'UMR 6512 dont il est par ailleurs le directeur. Il a brillamment conjugué exotisme et recherche scientifique en montrant l'existence de niches technologiques, notamment dans le domaine de la photonique, où les fonctions souhaitées ne peuvent être assurées qu'en utilisant des compositions vitreuses non conventionnelles à base de fluorures ou de chalcogénures. A cette occasion, la SFC lui a décerné le prix Süe, récompensant ainsi sa grande contribution à la connaissance fondamentale du verre et des propriétés optiques de ce matériau. *L'Actualité Chimique* a par ailleurs relaté cet événement dans son numéro d'octobre 2000.

Marie Forêt, du Laboratoire des verres de l'université de Montpellier II (UMR 5587), a présenté des travaux réalisés, pour

l'essentiel, sur des matériaux de très grande porosité synthétisés par voie sol-gel, à savoir les aérogels de silice. Les propriétés exceptionnelles de ces solides (faible densité, surface spécifique élevée, modules élastiques faibles, coefficient d'isolation thermique élevé, etc.) sont intimement liées à leur structure à l'échelle microscopique. C'est ainsi que de récentes études quant à cet aspect ont permis de montrer le caractère relatif de la notion conjuguée d'ordre et de distance habituellement admise dans le cas de matériaux amorphes ou vitreux.

Les conférences présentées par la suite ont été choisies dans le but de privilégier l'aspect fonctionnel des matériaux. Ainsi, Fernand Chassagneux du Laboratoire des multimatériaux et interfaces de l'université Claude Bernard-Lyon I (UMR 5615) a montré tout l'intérêt qu'on pouvait attendre de la réalisation de composites BN/BN en lieu et place de composites C/C, ceci en raison des propriétés remarquables de la forme hexagonale du nitrure de bore. Toutefois, la pureté des précurseurs et les procédures expérimentales adoptées pour chaque étape du procédé conditionnent les qualités des fibres comme leur résistance à la rupture. Des analyses approfondies, notamment par MET, ont permis de préciser la structure et la texture des différentes fibres, en accord avec les propriétés mécaniques du matériau fini.

C'est également la finalité de l'étude menée dans le cadre d'un projet européen et présentée par Florence Babonneau, du Laboratoire de chimie de la matière condensée à l'université Pierre et Marie Curie à Paris. Ce travail, qui a mobilisé quinze chercheurs de sept laboratoires, a permis de caractériser structurellement des verres d'oxycarbure et de silicium préparés par pyrolyse de polysiloxanes. L'insertion de carbone dans le réseau de silice se fait en cours de pyrolyse par des réactions de réticulation autour des atomes de carbone, ce qui modifie considérablement les propriétés thermomécaniques des verres, notamment leur résistance à l'oxydation.

Néanmoins, le verre reste un matériau

fragile. Cette fragilité se manifeste en particulier par une mauvaise résistance à la propagation des fissures ou encore par une grande sensibilité à l'endommagement de surface par indentation ou rayage. Mais qu'est ce qu'une rayure ? Ceci constitue l'essentiel des travaux présentés par Sébastien Deriano de l'équipe Mécanique des matériaux fragiles de l'université de Rennes I, associé pour l'occasion au Laboratoire verres et céramiques de la même université. A cet effet, un banc d'essai de rayage a été conçu et réalisé ; les premiers essais ont montré la diversité des régimes d'endommagement et son évidente corrélation avec la composition chimique des verres étudiés.

La dernière conférence de la session a été présentée par Michael Guillodo du Laboratoire d'électrochimie et de physico-chimie des matériaux et des interfaces (UMR 5631 ENSEEG) à St Martin d'Hères. Ces travaux, menés en collaboration avec le centre de recherches de la société Air Liquide à Jouy-en-Josas, concernent la potentialité de production d'oxygène pur à partir de mélanges gazeux par une pompe électrochimique. Celle-ci est constituée d'un électrolyte solide de type Bicuvox associée à différentes architectures d'électrodes à base de manganate de lanthane dopé strontium et de type structural perovskite. Ces électrodes ont été étudiées à des températures variables par spectroscopie d'impédance mais aussi en voltamétrie cyclique à 773 K afin de caractériser leurs performances électrochimiques. Les mesures de densité de courant ont permis de montrer tout l'intérêt des électrodes « stratifiées » par rapport aux électrodes céramiques conventionnelles.

En ce qui concerne les communications par affiches, leur nombre, la diversité des thématiques abordées et la qualité des études présentées montrent l'intérêt des chimistes du solide pour ce qui peut répondre au vocable de physico-chimie des matériaux.

Colloque 12 - Catalyse industrielle 2000 : progrès récents et perspectives

Correspondant : S. Paysant (SCI, Paris). E-mail : stephanie.paysant@wanadoo.fr

Ce colloque a été organisé conjointement par les divisions Chimie physique et Chimie de coordination. Les communications orales, au nombre de six, concernaient aussi bien les interactions lumière-molécules que la génération de lumière à partir de systèmes moléculaires soumis à une perturbation.

La session a commencé par un hommage au professeur Olivier Kahn, disparu brutalement lors de la préparation de ce congrès. Jacques Livage, du Laboratoire de chimie de la matière condensée (UPMC, Paris), nous a parlé de l'homme et du scientifique brillant et passionné qu'était Olivier Kahn, et des travaux qu'il a réalisés au cours de sa carrière.

Deux communications concernant des conversions de spin photoinduites, effet qui peut conduire à des applications dans le domaine de l'affichage et du stockage optique de l'information, ont ensuite été présentées.

La communication de Jean-François Létard (Laboratoire des sciences moléculaires de l'ICMCB, Bordeaux) concernait les propriétés photomagnétiques de composés formés d'ions métalliques fer(II) dans un environnement octaédrique. Certains de ces composés présentent deux états de spin différents (spin fort HS et spin faible BS), suivant les valeurs relatives de l'intensité du champ de ligand et de l'énergie d'appariement électronique, et peuvent commuter, en phase solide, de l'un vers l'autre sous excitation lumineuse. Jean-François Létard nous a montré qu'en contrôlant la nature des interactions entre centres métalliques et la variation de la distance métal-ligand, la température critique pour laquelle l'état HS relaxe thermiquement a été fortement augmentée, jusqu'à atteindre la valeur de 105 K.

Marie-Laure Boillot, du Laboratoire de chimie inorganique (université Paris-Sud, Orsay) a elle aussi présenté des résultats relatifs aux conversions de spin induites par la

lumière, sur des complexes d'ions fer(II) et fer(III). L'approche qu'elle utilise pour induire un changement de spin durable de l'ion métallique à « haute température » consiste à modifier l'énergie du champ de ligand par l'utilisation d'une réaction photochimique du ligand. Cette approche déjà utilisée pour des complexes de fer(II) a été étendue à des complexes d'ions fer(III) à ligands photo-isomérisables, pour lesquels une modification des propriétés magnétiques a été caractérisée à température ambiante.

Olivier Stephan (Laboratoire de spectrométrie physique, Grenoble) nous a ensuite parlé de l'électroluminescence de polymères organiques conjugués, conducteurs électroniques ou à conduction mixte ionique/électronique. Ces composés peuvent être utilisés pour la réalisation de dispositifs électroluminescents, dans lesquels la couche de polymère est prise en sandwich entre une anode transparente et une cathode métallique évaporée sous vide. Deux types de dispositifs ont été présentés : les diodes sèches (LED) et les cellules électrochimiques (LEC), et l'accent a été mis sur les mécanismes mis en jeu et sur leurs limitations, ainsi que sur les solutions envisagées pour améliorer leurs performances.

Jean-François Nicoud (IPCM, Strasbourg) a présenté ses travaux sur les matériaux organiques pour l'optique non linéaire quadratique, centrés sur la conception et la synthèse de chromophores hyperpolarisables pour des matériaux polymères ou cristallins. Il a montré comment on est passé des chromophores 1D à l'étude de chromophores multipolaires 2D ou 3D. Le cas des chromophores octupolaires 2D et 3D a été présenté et illustré par des exemples. Des résultats récents obtenus sur des matériaux cristallins élaborés à partir d'un chromophore octupolaire 3D ont montré le grand intérêt de ces nouveaux types de chromophores pour

l'optique non linéaire.

Zoe Pikramenou (université de Birmingham) a axé sa communication sur la conception et la réalisation de systèmes « antennes » miniatures permettant de collecter la lumière à une longueur d'onde, pour la réémettre à une autre longueur d'onde. Les systèmes présentés sont des complexes de lanthanides, fortement luminescents, dans lesquels les unités absorbantes sont les ligands, conçus pour sensibiliser, par transfert d'énergie, l'émission des lanthanides dans le visible. On peut, en mettant trois ligands autour du lanthanide, former une enveloppe hydrophobe qui protège l'ion du milieu aqueux et éviter ainsi le « quenching » par l'eau. Par ailleurs, des complexes hétérobimétalliques de lanthanides ont été étudiés à l'état solide. Ces travaux offrent des perspectives tout à fait intéressantes dans le domaine de la photonique.

La dernière communication de cette session, présentée par Dimitra Markovitsi, du Laboratoire SPAM (DRECAM, CEA-Saclay) était centrée sur l'étude de cristaux liquides colonnaires comme systèmes modèles pour la description quantitative de la migration de l'énergie d'excitation, impliquée dans de nombreux phénomènes biologiques. La combinaison d'expériences de spectroscopie résolue en temps et de simulations numériques a permis de déterminer et de quantifier les différentes composantes du couplage électronique, force motrice du transfert d'énergie. L'étude de l'évolution spatio-temporelle de l'excitation a montré que, pour l'état singulet, l'excitation se propage d'abord à l'intérieur de la colonne puis entre les colonnes, et que le chemin parcouru par l'excitation est typiquement de quelques centaines d'Å. Par contre, à l'état triplet la migration se fait seulement au sein d'une même colonne, sur une distance inférieure à 1 000 Å.

Colloque 14 - Interface chimie organique-biologie

Correspondant : C. Monneret (Paris). E-mail : claudemonneret@curie.fr

La chimie aux interfaces représente l'un des défis majeurs du XXI^e siècle. Les avancées extraordinaires réalisées au niveau de l'interface chimie-biologie se voient confortées par le décryptage du génome qui ouvre désormais des perspectives scientifiques, finalisées et économiques dont les enjeux sont considérables.

Les trois conférences, les trois communications orales et la soixantaine de communications par affiches présentées au cours de ce colloque démontrent que si le criblage des substances naturelles d'origine végétale ou marine demeure une source fondamentale de molécules bioactives, de nouveaux concepts basés sur la modélisation moléculaire,

la cristallisation des protéines, l'imagerie médicale, etc. représentent désormais des outils extraordinaires de compréhension des relations structure-activité biologique, d'orientation pour la synthèse ciblée de nouvelles molécules bioactives et de leur transfert vers les cellules cibles.

Le premier point a été illustré de manière

élégante par la conférence de Jean-Claude Yvin (Laboratoires Goemar, Saint-Malo). La Phycarine est un poly- β (1-3)glucane extrait d'algues dont les potentialités de stimulation des mécanismes de défense des plantes sont désormais bien établies. La chimie trouve ici une place de choix en proposant des voies chimiques et/ou enzymatiques de synthèse d'oligomères de structure bien définie, actifs sur la fécondation et la germination des grains de pollen.

Dans le domaine de la santé humaine, l'utilisation de molécules marquées constitue un outil de pointe dans le domaine du diagnostic et ouvre désormais des perspectives des plus intéressantes dans le domaine de la thérapie. La conférence présentée par Marie-Claire Lasne (UMR 6507 CNRS-ISMRA, Caen) illustre, par des exemples variés, de nouvelles voies de synthèse rapide de radioligands pour l'étude *in vivo* du cerveau humain par tomographie par émission de positons (TEP). Plusieurs communications par affiche illustraient l'importance du radiomarquage (tritium, iode 125) dans le domaine de l'imagerie d'une part et de la boroneurothérapie pour le traitement de cancers résistants d'autre part.

La recherche de nouveaux antitumoraux et l'élaboration d'agents antiviraux restent une préoccupation essentielle des chimistes de synthèse comme en témoigne la trentaine de communications présentées au niveau du colloque. Les taxoïdes constituent tout naturellement les cibles privilégiées au niveau des antitumoraux. La recherche d'agents anti-VIH se diversifie vers l'élaboration de

divers principes actifs (analogues de nucléosides, agents intercalants porphyriniques, analogues de la suramine) susceptibles d'intervenir à divers stades de la réplication du virus.

Le transport des molécules thérapeutiques vers leurs cibles reste un problème crucial qui est loin d'être résolu à ce jour. Une approche basée sur la stratégie ADEPT (antibody direct enzyme prodrug therapy) a été présentée par Frédéric Schmidt (Institut Curie, Paris). Une prodrogue du taxol liée à un résidu glucuronique répond au cahier des charges requis (hydrophilie élevée ; cytotoxicité faible *in vivo*). Cette voie s'avère ainsi complémentaire des stratégies de vectorisation utilisant des vésicules lipidiques fluorocarbonées ou non, des cyclodextrines amphiphiles, etc. présentées par affiches.

La détermination de la structure tridimensionnelle des macromolécules biologiques et de leurs fonctions, l'étude de l'auto-organisation supramoléculaire des biomolécules et une meilleure connaissance des interactions macromolécules-agrégats lipidiques ont été illustrées par une conférence, deux communications orales et plusieurs communications par affiches. Luc Lebeau (UMR 7514 CNRS-université Louis Pasteur, Strasbourg) a présenté une approche originale basée sur l'utilisation de matrices lipidiques pour la cristallisation bidimensionnelle de protéines membranaires et la résolution de la structure d'un transporteur transmembranaire de protons.

La conférence présentée par Olivier Martin (UMR 6005, CNRS-université

d'Orléans) portait sur la synthèse de glycomimétiques, analogues de substrat, pour l'étude des glycosidases et des glycosyl transférases qui restent encore très mal connues malgré l'importance des processus biologiques (maturation des glycoprotéines, catabolisme des glycoconjugués, dégradation des polysaccharides) dont elles sont responsables. Le développement de peptidomimétiques constitue une approche complémentaire pour la préparation d'inhibiteurs de peptidases.

La communication présentée par Thierry Benvegna (UMR 6052, CNRS-ENSC, Rennes) apportait une contribution intéressante à la synthèse de nouveaux analogues de glycolipides membranaires d'archaebactéries thermophiles, à l'étude de l'architecture de leurs agrégats supramoléculaires et de la thermostabilité de ces agrégats en fonction de la structure des monomères.

Les présentations orales et par affiches du colloque mettent bien en évidence la diversité et la complexité des problèmes qui restent à résoudre au niveau de la chimie du vivant. Elles démontrent, par ailleurs, la nécessité de développer de réels réseaux de collaborations entre chimie de synthèse, tests biologiques et pharmacologiques, déterminations structurales, physico-chimie des systèmes moléculaires organisés et biophysique.

Daniel Plusquellec
Claude Monneret

La Société de Secours aux Ingénieurs Chimistes

Créée en 1937, la Société de Secours aux Ingénieurs Chimistes a pour but de venir en aide à des ingénieurs chimistes ou à leur famille dans le besoin. Elle peut attribuer un secours non remboursable ou un prêt sans intérêt jusqu'à 20 000 francs sur une période de deux à trois ans.

La présentation de la demande est faite de préférence par l'intermédiaire de l'association des anciens élèves de l'école de chimie de l'intéressé.

Conditions d'obtention d'un secours ou d'un prêt sans intérêt :

- être de nationalité française,
- avoir exercé pendant plusieurs années la profession d'ingénieur chimiste ou de chimiste,
- être privé d'emploi ou traverser une période difficile, souhaiter développer ou créer une activité nouvelle même en dehors de la chimie,
- ou être dans le besoin pour d'autres raisons.

Vous pouvez aider la Société de Secours :

- en la faisant connaître à des camarades en difficulté (les demandes sont étudiées avec la plus grande discrétion) ;
- en y adhérant. La cotisation annuelle minimale est de 150 francs (un reçu fiscal est envoyé).

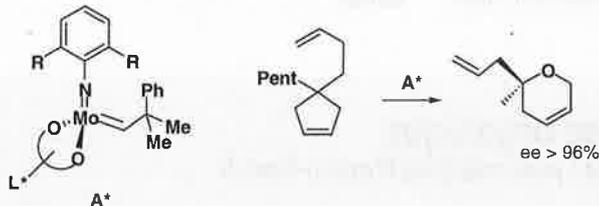
Société de Secours aux Ingénieurs Chimistes, Maison de la Chimie, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris.
<http://www.sfc.fr/Services.htm>

La métathèse d'oléfines est une réaction qui permet un réarrangement de liaisons carbone-carbone en présence de complexes métal-carbènes. Cette réaction générale était utilisée dans la chimie des polymères et en particulier dans la polymérisation par métathèse d'ouverture de cycles (ROMP), et est devenue une réaction très utile en synthèse dans la préparation de molécules de bas poids moléculaire. A l'heure actuelle, cette réaction demande la synthèse de nouveaux catalyseurs pour rendre les réactions de cyclisation, d'ouverture de cycles et de cross-métathèse chimio- stéréo-, diastéro- et énantiosélectives.

La synthèse de nouveaux catalyseurs a fait l'objet de 2 conférences (Alfred F. Noels et Amir H. Hoveyda) et d'une communication (Christophe Copéret). Quant à l'utilisation de ces catalyseurs en synthèse, elle a fait l'objet de 2 conférences (Amir H. Hoveyda et Siegfried Blechert) et de 2 communications (Marie-Pierre Heck et Jean-Luc Parrain).

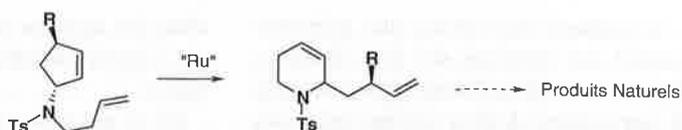
- Alfred F. Noels (université de Liège, Belgique) recherche de nouveaux catalyseurs pour augmenter l'efficacité de la ROMP de cycles tendus et augmenter l'efficacité de formation de cyclooléfines de faible tension. Il a montré que le complexe $RuCl_2(p\text{-cymène})PCy_3$ était un bon catalyseur facile à préparer et très stable à l'air. D'autre part, les catalyseurs de type $RuCl_2(\text{arène})(L)$ (les ligands L peuvent être des phosphanes, arsines, stibines, phosphinoarènes) sont des catalyseurs non seulement efficaces pour la ROMP mais également pour le contrôle de la polymérisation radicalaire des α -oléfines (ATRP).

- Amir H. Hoveyda (Boston College, États-Unis) a développé de nouveaux catalyseurs au molybdène optiquement actifs qui permettent de préparer des composés optiquement actifs (ee > 96 %) par réactions d'ouverture et de fermeture de cycle.



Les applications synthétiques de ces réactions en cascade sont variées.

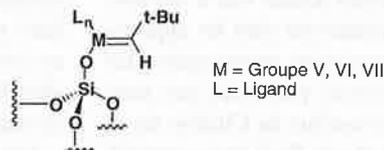
- Siegfried Blechert (université de Berlin, Allemagne) a montré que de nombreux produits naturels pouvaient être obtenus grâce à des réactions de métathèse en cascade (ouverture, fermeture de cycles). Ces réactions sont très sélectives et ont permis de synthétiser l'anaférine, la tétraponensine, la swainsonine, l'halosaline...



Cette réaction de métathèse est également réalisable sur support solide et peut permettre d'obtenir facilement des bibliothèques de molécules.

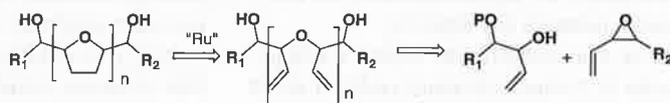
- Communication de Christophe Copéret (LCOMS, Lyon)

La synthèse, la caractérisation et l'utilisation d'une nouvelle classe de catalyseurs hétérogènes de métathèse ont été présentées.



- Communication de Marie-Pierre Heck (CEA, Saclay)

Les synthèses de deux acétogénines naturelles, la muricatacine et la solamine ont été présentées. Les étapes de ces synthèses sont des réactions d'ouverture d'époxydes vinyliques par des alcools et une réaction de métathèse.



- Communication de Jean-Luc Parrain (faculté de Saint-Jérôme, Marseille)



L'application de la réaction de métathèse à ces cyclopropénones protégées en présence d'une oléfine terminale a permis d'obtenir des divinylcétones protégées.

En **conclusion**, les réactions de métathèse sont donc de puissants outils de travail qui permettent d'obtenir une grande variété de synthons et qui permettent également d'accéder à une très grande variété de produits naturels et/ou biologiquement actifs.

Janine Cossy

Prochain congrès de la Société Française de Chimie

SFC 2002
Toulouse
 (dates à préciser)

Ce colloque était adressé plus particulièrement aux chimistes des deux divisions Chimie du solide et Chimie de coordination. Il s'est composé de deux sessions organisées autour de deux conférences plénières. La première, prononcée par Arndt Simon du Max Planck Institut de Stuttgart, a porté sur les « métaux nanoporeux », obtenus dans la chimie des sous-oxydes et sous-nitrures alcalins et alcalino-terreux. Ces composés, basés sur des clusters octaédriques M_6 condensés centrés par des atomes non métalliques, peuvent donner lieu à des propriétés de photoémission dont les applications ont été largement développées. La seconde conférence, présentée par Jean Etourneau de l'Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux, a permis de redéfinir les composés intermétalliques au travers de nombreux exemples, puis a souligné leur importance tant en recherche fondamentale que dans des domaines d'application aussi vastes que les aimants permanents, les supraconducteurs, les matériaux à mémoire de forme, etc.

Ces deux conférences étaient accompagnées de 6 communications orales et de 39 communications par affiche portant sur de nombreux matériaux, obtenus tant en chimie du solide qu'en chimie moléculaire,

allant des agrégats métalliques aux composés à clusters métalliques et aux intermétalliques.

En ce qui concerne les agrégats métalliques, plusieurs contributions ont porté sur des voies de synthèse originales donnant accès à des nanomatériaux et sur des études théoriques permettant de modéliser leur réactivité au cours de réactions catalytiques. Ces diverses présentations ont aussi permis de souligner l'importance que revêtent actuellement les matériaux présentant des nanoparticules métalliques, en raison de leurs nombreuses applications potentielles, en particulier en catalyse ou dans des domaines plus vastes tels que, par exemple, la magnétorésistance géante.

Les composés à clusters, dans lesquels une cage métallique est liée à des ligands minéraux ou organiques, ont également été largement présentés. De nouvelles voies de synthèse ont été abordées ainsi que l'étude des mécanismes mis en jeu au cours des diverses réactions, ceci en vue d'isoler de nouveaux matériaux qui, pour certains, présentent des architectures très complexes. Des structures cristallines nouvelles déterminées par différentes techniques, appuyées par des calculs théoriques permettant de comprendre l'arrangement structural, ainsi

que des propriétés magnétiques originales ont été présentées. Ces travaux très variés montrent l'intérêt que suscite actuellement ce type de matériaux en raison de leurs utilisations potentielles comme précurseurs dans différents processus catalytiques homogènes ou hétérogènes et dans des réactions par chimie en solution, ou comme marqueur pour l'imagerie médicale par exemple.

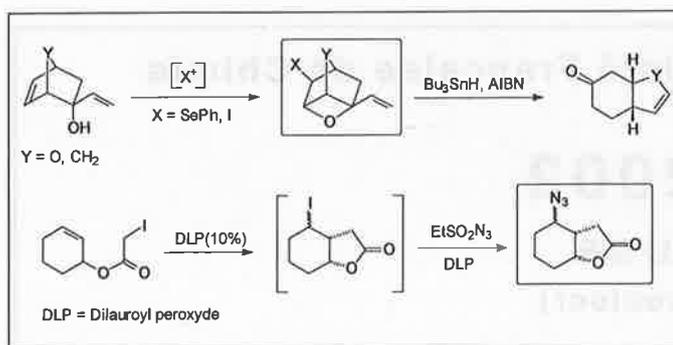
Les composés intermétalliques ont été présentés tant d'un point de vue structural que théorique, ou sous l'aspect de leurs diagrammes de phase. La mise en forme de certains d'entre eux, par exemple en couches minces, a été abordée en raison de leur application en électronique, ouvrant ainsi la voie à une nouvelle ère de composants basés sur le transport d'électrons polarisés.

L'ensemble de ces contributions a montré la grande diversité et l'intérêt croissant que suscite le thème abordé, ainsi que le dynamisme des chercheurs qui y sont impliqués. Les nombreux échanges qu'ils ont eus au cours de ce colloque devraient se poursuivre à travers diverses collaborations interdisciplinaires dont certaines ont déjà largement débuté.

Colloque 17 - Synthèse organique

Correspondant : J. Rodriguez (Marseille). E-mail : jean.rodriguez@reso.u-3mrs.fr

La session a commencé avec Philippe Renaud de l'université de Fribourg (Suisse) qui nous a présenté une compilation de nouvelles réactions radicalaires utilisées pour la synthèse de produits naturels. L'accent a été mis sur le développement de nouveaux processus en cascade en nous montrant l'originalité et les avantages qu'offrent les réactions radicalaires par rapport aux approches classiques. Les exemples choisis ont porté, par exemple, sur une alternative au réarrangement d'oxy-Cope, l'addition conjuguée d'organoboranes et l'amination de radicaux carbonés.



La deuxième intervention de la matinée a été présentée par Andrew E. Greene de l'université Joseph Fourier (Grenoble) qui nous a montré, de manière très élégante, l'efficacité des cétènes dans la synthèse de produits naturels. L'approche générale est basée sur une cycloaddition [2+2] diastérosélective entre un chlorocétène et une oléfine chirale. Les potentialités synthétiques des cycloadduits énantiomériquement purs ainsi obtenus ont été mises à profit pour la synthèse de nombreux composés naturels de type cyclopentanique, γ -butyrolactonique et γ -butyrolactamique (figure 1).

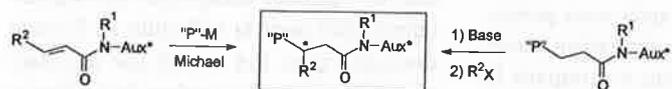
La première communication présentée par Norbert Hoffmann (université de Reims) portait sur l'utilisation de l'addition radicalaire photochimique d'amines tertiaires en synthèse asymétrique. La synthèse de la (+)-laburmine et du (-)-isorétronécanol nous montre l'efficacité de la méthodologie qui peut également être utilisée dans des cyclisations en cascade (figure 2).

David Bonnafé (université de Paris-Sud) a exposé de manière très pédagogique l'apport essentiel de la synthèse organique pour la préparation de néoconjugés mimes de fragments bioactifs en vue de l'étude des interactions glycosaminoglycanes/cytokines. Ceci a été illustré par la préparation de structures oligosaccharidiques se liant à l'interféron- γ en développant un nouvel accès stéréosélectif aux α - ou β -glucosaminides et au L-idose, et en réalisant un couplage effi-

Colloque 17 - Synthèse organique (suite)

cace entre des allyl-glycosides et un espaceur de type polyéthylène-glycol (figure 3).

La dernière communication a été exposée par Xavier Pannecouque (université de Rouen) qui nous a présenté des travaux récents sur la synthèse asymétrique de composés amino-phosphorés. Les stratégies développées utilisent soit une addition 1,4 diastéréosélective de nucléophiles phosphorés sur des amides chirales α,β -insaturées, soit une alkylation diastéréosélective qui permettent l'obtention de composés d'intérêt biologique et de ligands chiraux.



Henk Hiemstra de l'université d'Amsterdam (Pays-Bas) a clôturé ce colloque par la présentation de travaux récents dans le domaine de la synthèse de composés bioactifs à partir d'une méthodologie centrée sur l'intervention d'acyliminiums. La 1-acétyl-5-isopropoxy-3-pyrrolin-2-one, dont les deux énantiomères sont facilement accessibles, constitue le point de départ de la stratégie. Les différentes approches mettent à profit la double liaison conjuguée dans des réactions de type Michael ou de Diels-Alder diastéréosélectives couplées à la chimie des ions *N*-acyliminiums pour aboutir à des 2-pyrrolidones trisubstituées utilisées pour la synthèse de la gelsémine et de la roséophiline (figure 4).

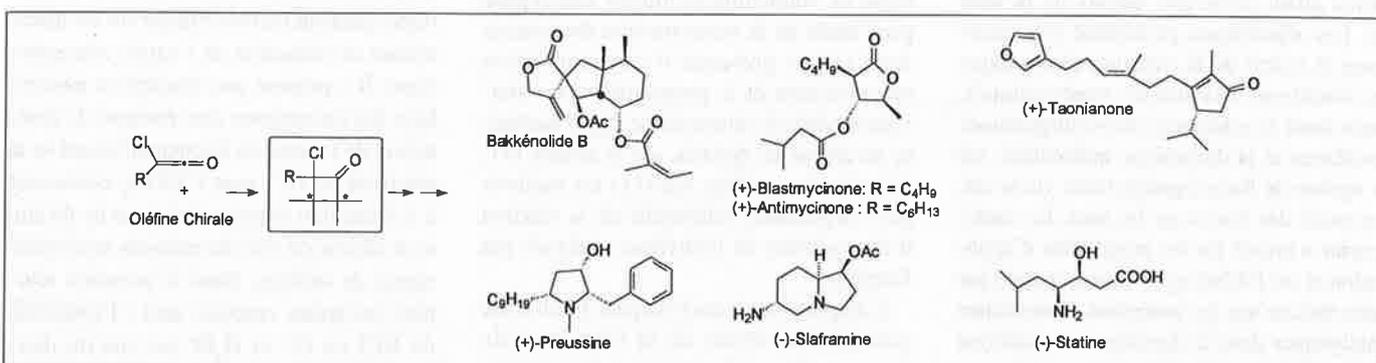


Figure 1.

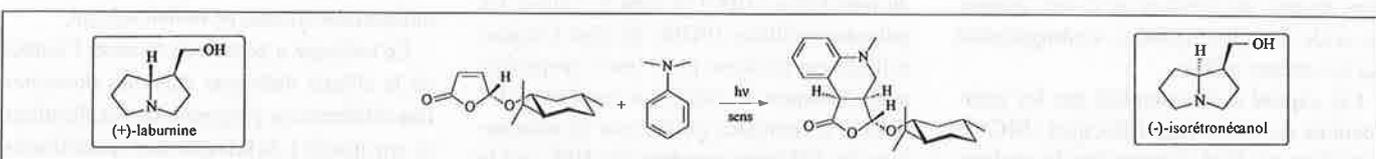


Figure 2.

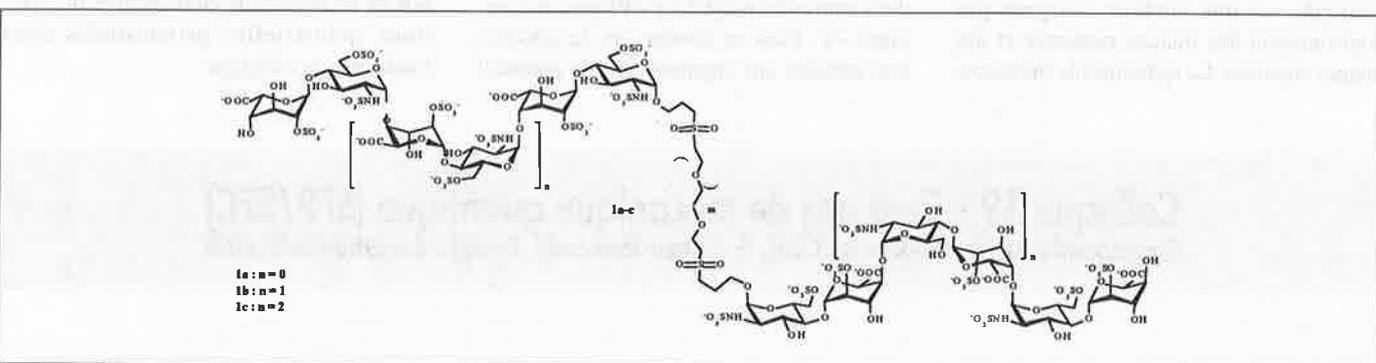


Figure 3.

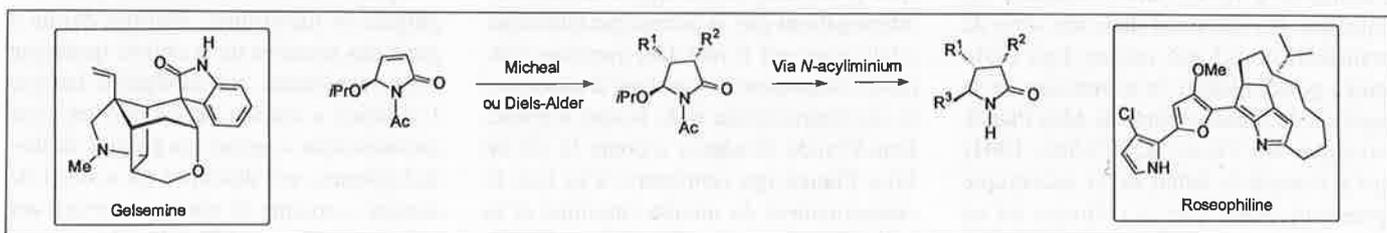


Figure 4.

Le colloque « Modélisation et catalyse » organisé par la division Catalyse et la division Chimie physique a réuni quatre conférenciers pour traiter de solutions apportées par la chimie théorique à des problèmes concrets de catalyse industrielle et d'environnement.

Hervé Toulhouat (IFP) a montré que la théorie de la fonctionnelle de la densité électronique (DFT) conduit à des calculs très précis, même en routine, sur des modèles comprenant plusieurs centaines d'atomes non équivalents et avec des éléments allant jusqu'aux métaux de la série 5d. Les algorithmes permettent non seulement le calcul de la structure électronique en conditions aux limites tripériodiques, mais aussi la relaxation des configurations nucléaires et la dynamique moléculaire sur la surface de Born-Oppenheimer, via le calcul exact des forces sur les ions. Le conférencier a insisté sur les possibilités d'application et sur l'éclairage nouveau apporté par cette théorie sur les processus élémentaires catalytiques dans le domaine de la catalyse hétérogène. Il a illustré son exposé de nombreux exemples de l'industrie du raffinage : hydrodésulfuration sur sulfures de molybdène promus au cobalt et au nickel, craquage acide dans les zéolithes, hydrogénation sur les métaux nobles.

Cet exposé a été complété par les interventions de Marie-Laure Bocquet (IRC) et Jean-François Paul (Laboratoire de catalyse, Lille). La première a été consacrée à la résolution atomique (technique STM) d'un film d'oxyde sur une surface d'argent par confrontation des images mesurées et des images simulées. La technique de microscopie

à effet tunnel, très sensible à la coordination et à la structure électronique des atomes de surface, rend difficile une assignation immédiate des maximums de courant si un grand nombre d'atomes de nature différente sont présents. Associée à l'expérimentation, la simulation d'images STM est un outil discriminant et performant pour résoudre l'image.

Marie-Laure Bocquet, après avoir présenté les améliorations récentes évitant l'artefact de paramétrisation, a comparé la méthode améliorée avec une méthode classique de simulation et illustré son exposé par l'étude de la reconstruction du système Ag(111) en présence d'oxygène à fort recouvrement et la proposition d'un nouveau modèle de monocouche Ag₂O lacunaire en argent en épitaxie sur le réseau 111. L'étude du système Ag(111) est motivée par l'importance industrielle de la réaction d'époxydation de l'éthylène catalysée par l'argent.

L'exposé de Jean-François Paul a été consacré à l'étude de la formation de lacunes et à la détermination des énergies nécessaires à cette création par la méthode DFT dans les hétéropolyanions contenant du molybdène (HPC) de type Keggin et les polyoxométallates (POM) de type Linquist utilisés en catalyse pour leurs propriétés acido-basiques et redox. Le conférencier a discuté d'exemples portant sur la protonation des différents oxygènes des HPC, sur la création de lacunes associées au départ d'une molécule d'eau, et sur la substitution d'un atome de molybdène +VI par un vanadium +V. Dans ce dernier cas, la substitution entraîne une augmentation du potentiel

catalytique lié à une diminution par deux de l'énergie de création de lacunes. Dans le cas où deux atomes de molybdène voisins ont été substitués, le calcul par DFT montre que ces lacunes deviennent thermodynamiquement stables.

L'exposé de James T. Hynes (ENS) a porté sur un sujet général d'actualité en traitant des réactions catalytiques hétérogènes importantes pour la réduction de l'ozone stratosphérique. Il a montré que des réactions hétérogènes à la surface de la glace et d'autres particules des nuages stratosphériques jouaient un rôle critique sur les mécanismes de réduction de l'ozone atmosphérique. Il a proposé une description moléculaire des mécanismes des réactions de diminution de l'ozone en discutant d'abord de la réactivité de HCl avec ClONO₂ conduisant à la formation d'acide nitrique et de dichlore et ensuite du rôle des aérosols stratosphériques de sulfates. Dans la première réaction, les points cruciaux sont : l'ionisation de HCl en Cl⁻ et H₃O⁺ en une ou deux étapes et le fait que la structure de la glace joue un rôle catalytique actif en étant considéré comme acteur de la réaction et non uniquement comme un milieu solvant.

Ce colloque a permis de montrer l'intérêt de la chimie théorique dans des domaines très différents en proposant des explications et un nouvel éclairage aux problèmes d'intérêt général liés à notre environnement, et en permettant une avancée des connaissances de processus élémentaires de réactions industrielles primordiales dans l'industrie du raffinage.

Colloque 19 - Cent ans de mécanique quantique (SFP/SFC) Correspondants : D. Markovitsi (CEA), G. Cohen-Tannoudji. E-mail : d.markovitsi@cea.fr

Ce colloque a été organisé sous l'égide de la division Chimie physique, division commune à la Société Française de Chimie et à la Société Française de Physique. Il s'inscrivait dans une série de manifestations* qui ont eu lieu cette année pour célébrer le centenaire de la parution du fameux article de Max Planck (*Annalen der Physik* 4, 553-563, 1901) qui a marqué le début de la mécanique quantique. Bien que ce colloque ait eu lieu en fin de semaine, il a connu un grand succès avec une affluence importante de

jeunes qui ont participé très activement aux discussions.

Le colloque a démarré par une intervention d'Etienne Klein qui a abordé les interrogations sur la mécanique quantique a fait surgir sur le réel. Ces questions touchent notamment les notions d'objectivité, de déterminisme et de hasard. Ensuite, Jean-Claude Boudenot a conté la vie de Max Planck qui représente à la fois le couronnement du monde classique et la naissance du monde quantique. Par ce biais, il a retracé la chronologie des évé-

nements scientifiques, tels que Planck les a vécus, en les restituant dans leurs contextes politique et social.

Après ces considérations philosophiques et historiques, Philippe Millié a parlé des relations de la chimie quantique avec l'expérience. Il a souligné le fait que l'alliance « station de travail-logiciels commerciaux », grâce aux progrès méthodologiques, est devenue un « outil de mesure » comme un autre, au service des expérimentateurs. D'où la nécessité de repenser l'enseignement à l'université de

cette discipline dans ses aspects les plus modernes. Enfin, Fabio Finocchi a montré sur quelques exemples que la dynamique moléculaire *ab initio* constitue un pont entre chimie quantique et physique

statistique. Cet axe de recherche devrait, pour les systèmes complexes, connaître un très grand développement dans les toutes prochaines années.

* Citons : une journée consacrée à la constante

de Planck, lors des « 7^e Journées de la matière condensée, une conférence intitulée « Le siècle de quanta » organisée par la Société Française de Physique le 15 novembre 2000 à la Bibliothèque Nationale de France, une commémoration au Palais de la Découverte le 14 décembre.

Colloque 20 - Formulation et industrialisation

Correspondants : M. Auroy (Lyon) (SFGP), C. Treiner (Paris) (SFC), E-mail : ctreiner@ccr.jussieu.fr

Pour la première fois, la Société Française de Chimie avait inscrit au programme de son congrès annuel le thème de la formulation. Cette décision s'explique par l'importance de cette activité pluridisciplinaire et par son émergence en tant que discipline scientifique.

Le double caractère industriel et universitaire de la formulation avait été pris en compte dans le choix des thèmes abordés et l'origine des conférenciers. Des chercheurs industriels étaient chargés d'explicitier les démarches d'innovation en s'appuyant sur quelques cas concrets tandis que des enseignants chercheurs devaient plutôt mettre l'accent sur les nouvelles méthodologies disponibles pour aborder les problèmes complexes posés en formulation. Enfin, une table ronde avait été organisée pour permettre un dialogue direct entre les « hommes de l'art » et les participants au congrès. La formulation intervint à deux moments du congrès, lors de la première journée consacrée aux conférences plénières, et pendant la dernière demi-journée où un colloque intitulé « Formulation et industrialisation » était organisé.

Deux conférences plénières sur les dix étaient dédiées à la formulation. Claude Fromageot (Yves Rocher) dressa un tableau poétique et sympathique des processus d'innovation en vigueur dans sa société en évoquant la mise en œuvre du concept « plaisir-technologie », assez inhabituel pour le chimiste mais primordial dans le domaine de la cosmétologie. Le défi auquel est confronté le formulateur consiste en effet à devoir traduire la recherche de plaisir et de confort du consommateur en produits cosmétiques innovants mais respectueux des contraintes biologiques de la peau. Didier Roux, grâce à sa double activité universitaire (CRPP de Bordeaux) et industrielle (Rhodia) était particulièrement bien placé pour évoquer la complexité du transfert des connaissances fondamentales au domaine industriel. Sa thèse, selon laquelle ce transfert ne

s'opère pas linéairement du fondamental vers l'appliqué, fut illustrée brillamment sur trois cas concrets, la mise au point de vecteurs non viraux en thérapie génique, les applications des microémulsions et les écoulements de structures organisées.

Le colloque « Formulation et industrialisation » comportait quant à lui cinq conférences. Jean-Marie Aubry (ENSCL) démontra sur l'exemple des décapants pour peintures, la complémentarité des approches globales et séquentielles pour résoudre les problèmes complexes de formulation. La première, semi-empirique, consiste à tester en application les performances d'un grand nombre de formules candidates, tandis que la deuxième, plus scientifique, focalise l'attention sur les formules les plus prometteuses de façon à identifier le(s) paramètre(s) clé(s) du processus étudié. Pierre Lantéri (CPE Lyon) présenta avec vivacité un vaste panorama des méthodes chimiométriques (plans d'expériences, analyses de données) disponibles en formulation pour repérer rapidement les paramètres de formulation les plus influents ou pour optimiser une formule ou un procédé de fabrication. René Laversanne (Capsulis) reprit un exemple déjà cité par Didier Roux. Il expliqua comment une interrogation fondamentale à propos de l'écoulement d'une phase structurée avait conduit à une observation inattendue, la formation de sphérulites, puis à un nouveau concept de microencapsulation et enfin à la création d'une start-up. Henry Saunal (Sanofi-Synthelabo) détailla tout le processus d'élaboration d'un produit pharmaceutique en partant du principe actif thérapeutique jusqu'au produit commercial. Ce faisant, il mit clairement en évidence les nombreuses compétences maîtrisées par le formulateur : définition du cahier des charges, étude physico-chimique et mise en forme du principe actif, vérification de la compatibilité avec les excipients, conception puis optimisation de la formule et du procédé de préparation. Jean Gauthier-Lafaye

(Rhodia-Chimie) nous fit une démonstration tonique et convaincante de la nécessité d'associer formulation et procédés dès les premiers stades d'élaboration d'une formule. Il commença par citer un exemple culinaire et familial, celui de sa grand-mère échouant dans la préparation d'un gâteau que sa mère réussissait parfaitement alors même que toutes deux disposaient des mêmes ingrédients. Puis il étendit son propos à des exemples pris dans les domaines des anti-mousses, des peintures, de l'étanchéification de surface ou de la coulabilité des poudres.

Enfin, une table ronde, animée par Michel Auroy (SFGP) clôturait le congrès. Une discussion très fournie s'engagea entre les conférenciers et les auditeurs restés nombreux en dépit de l'imminence de la fin du congrès. Beaucoup de questions tournaient autour de la meilleure façon d'enseigner cette nouvelle discipline en fonction des objectifs pédagogiques : simple initiation, spécialisation ou formation continue. Les jeunes présents s'interrogeaient plutôt sur le type et l'ampleur des débouchés ouverts dans ce grand secteur d'activité.

La conclusion générale fut que la formulation, opération industrielle essentielle est désormais reconnue dans l'enseignement, en particulier dans les écoles d'ingénieur de chimie et quelques universités. La prochaine étape concerne son développement dans la recherche publique : il apparaît qu'il y a place pour une recherche en formulation, distincte des pratiques scientifiques traditionnelles, en ce sens qu'elle doit prendre en compte toute la complexité du système pour éviter de le dénaturer par une simplification excessive.

Pour prolonger et approfondir le débat, tous les participants furent invités à se retrouver autour du même thème en venant participer au grand congrès sur la formulation, « Formula III : concepts et stratégies émergents » qui se tiendra du 13 au 16 octobre à la Grande Motte.

Jean-Marie Aubry

Le colloque « Frontières de la catalyse », dédié à la mémoire de John A. Osborn, a regroupé trois conférenciers qui, dans leurs interventions, ont illustré l'apport de la catalyse en synthèse organique ou dans l'élaboration de nouveaux matériaux moléculaires.

Shun-Ichi Murahashi (université d'Osaka, Japon) développe des recherches à l'interface de la chimie des complexes de métaux et de la catalyse pour la chimie fine. Il a présenté ses résultats récents qui constituent une contribution importante pour le développement de procédés catalytiques propres, avec économie de matière, sans formation de sous-produits, donc sans séparations.

Un premier aspect concerne l'utilisation d'acides de Lewis, complexes du ruthénium(II) à 16 électrons, pour l'activation de pronucléophiles à fonction nitrile et la catalyse de réactions de types aldol et Michael.

Un deuxième aspect a été présenté par la mise à profit de précurseurs hydrures du ruthénium et de l'iridium pour catalyser des réactions d'addition de cétones cycliques aux alcènes électrophiles, ou de β -dicétones aux isonitriles pour la formation d'hétérocycles. Il a montré que ces hydrures catalysent la formation intermédiaire d'énolates réactifs.

Sa présentation a montré que de « vieux » complexes à liaisons métal-hydrure pouvaient être transformés en « jeunes » catalyseurs sélectifs pour la combinaison de réactifs en un seul produit sans la production de sels.

John Bradley, (université de Hull, Grande Bretagne) a présenté ses derniers résultats en chimie sol-gel. Ce domaine est reconnu pour son potentiel considérable en vue de l'obtention de nouveaux matériaux et constitue un exemple classique de protocole de « chimie douce » ; en particulier, certains précurseurs moléculaires bien définis peuvent être transformés dans des conditions douces en solides plus élaborés, qui n'étaient accessibles aupa-

avant que par des procédés à haute température utilisés en chimie du solide. Le répertoire des méthodes préparatives valables pour les oxydes métalliques s'est ainsi élargi, permettant l'accès à toute une famille de matériaux de type céramiques.

Après avoir souligné l'intérêt des gels de silice préparés à partir d'oxosilicates, l'intervenant a présenté leur nouvelle méthode d'obtention de gels de type diimide ($\text{Si}(\text{NH})_2$), basée sur une réaction de l'ammoniac avec la tris(diméthylamino)silylamine (TDSA), catalysée par un acide. Après séchage du gel diimide dans des conditions douces sous atmosphère d'ammoniac, il se forme un composé mésoporeux à surface importante ($900 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$), constituant le premier exemple connu de gel poreux à base de silicium et d'azote.

La TDSA s'avère également un excellent précurseur de synthèse de gels imide multimétalliques qui contiennent, outre le silicium et l'azote, le lithium et l'aluminium, avec formation de liaison Si-NH-M'. Dans ce contexte, les composés $\text{M}(\text{NHSi}(\text{NMe}_2)_3)_n$ ($\text{M}' = \text{Ti}$, $n = 4$; $\text{M}' = \text{B}$, Al , $n = 3$) ont été présentés et caractérisés.

Wilhelm F. Maier (Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Allemagne) a abordé ensuite la chimie combinatoire appliquée aux matériaux et à la catalyse. La définition qu'il a donnée à cette nouvelle discipline a retenu l'attention des participants du colloque : « la chimie combinatoire est le premier concept rationnel permettant de canaliser la richesse potentielle de la diversité chimique d'une manière plus systématique ». Sa réussite repose sur l'inaptitude de la recherche conventionnelle à explorer l'éventail des réactions chimiques possibles.

Dans son introduction très actualisée, il a retracé l'histoire de la chimie combinatoire marquée dès 1970 par les travaux de Hanak

qui, en pionnier, amorçait l'ouverture de cette discipline. Ce n'est qu'en 1995 qu'une publication de Schultz dans *Nature* a marqué le début de la chimie combinatoire appliquée aux supraconducteurs.

La nécessité de constituer des « bibliothèques de composés » a stimulé la recherche de méthodes permettant de créer la diversité. L'intervenant a cité, en particulier, la synthèse de nouveaux composés par dépôt en phase vapeur en 1998 par Johnson, ou encore du nouveau matériau luminescent SrCeO_4 obtenu par évaporation d'un faisceau électronique et masquage, ou enfin la technologie de jet d'encre appropriée à la recherche de catalyseurs hétérogènes. Le groupe de Wilhelm Maier s'est consacré dans un premier temps à la recherche de synthèses plus conventionnelles robotisées, adaptées aux techniques en phase liquide (procédé sol-gel). Ultérieurement, le développement d'une synthèse hydrothermique de matériaux solides s'est avéré plus important, associée directement à une analyse à haut débit des produits formés, en utilisant comme outil un microdiffractomètre automatisé. Au cours de son exposé, l'intervenant a signalé systématiquement les avancées parallèles, tel le développement de nouvelles phases chirales pour HPLC ou de nouveaux catalyseurs de polymérisation de l'éthylène.

Enfin, dans la dernière partie de son exposé, Wilhelm Maier a présenté leur technique ultrarapide d'évaluation des catalyseurs obtenus. La thermographie infrarouge équipée d'une caméra s'est avérée particulièrement performante pour détecter tout dégagement de chaleur associé à des réactions catalytiques hétérogènes et a permis une résolution thermique bien supérieure à $0,05 \text{ }^\circ\text{C}$.

Marie-Thérèse Youinou
Pierre H. Dixneuf

Colloque « Les jeunes et les métiers de la chimie »

Correspondant : N. Leray. E-mail : emploi@sfc.fr

Le colloque « Les jeunes et les métiers de la chimie » a été organisé en collaboration avec l'Association Bernard Gregory et tout particulièrement avec l'antenne rennaise de cette association. Les jeunes du club des jeunes sociétaires rennais ont également contribué à la réussite de cette journée, notamment en nous ayant fait part des interrogations qui sont les leurs.

400 jeunes ont activement participé à cette journée.

Lors d'une première table ronde regroupant des personnalités de l'industrie chimique, des universitaires et l'Association Bernard Gregory, l'importance des recrutements en entreprise pour les jeunes diplômés de chimie et les compétences exigées par les entreprises ont été présentées.

Ensuite, d'autres tables rondes ont permis une approche plus concrète du métier et du parcours de jeunes intervenants (cadres de grands groupes et de PME, un créateur

d'entreprise et un scientifique travaillant dans le domaine de la communication).

Enfin, des entretiens individuels avaient été préalablement arrangés entre les 170 jeunes qui en avaient fait la demande et une trentaine d'industriels qui ont accepté de « jouer le jeu ». Un jeu bien ancré dans la réalité puisque dans quatre cas (à notre connaissance), l'interlocuteur industriel a souhaité transmettre immédiatement le CV à sa direction des ressources humaines.