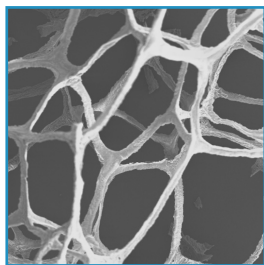


Recherche et développement

Chimie intégrative : une évolution des concepts de chimie douce et de chimie supramoléculaire



Exemple d'architecture complexe obtenue par chimie intégrative : mousse de dioxyde de titane (TiO₂) à cellules polygonaux.

Les concepts et les pratiques en chimie ne cessent d'évoluer. En

1977, Jacques Livage invente la chimie douce avec l'ambition de synthétiser des matériaux en s'inspirant des capacités d'être vivants produisant du verre à partir de silicates en solution, à température ambiante. Jean-Marie Lehn formalise les concepts de la chimie supramoléculaire, dont le principe est d'utiliser des briques moléculaires qui, une fois mélangées en solution, s'assemblent pour donner des édifices de taille nanométrique. Dans la chimie actuelle qui vise à concevoir, à différentes échelles, des architectures de plus en plus complexes, émerge le concept de chimie intégrative, développé en particulier par Rénal Backov au Centre de Recherche Paul Pascal (Unité propre du CNRS de Bordeaux) [1].

À l'heure actuelle, on demande au chimiste d'élaborer des systèmes de formes et de natures variées, présentant des fonctions déterminées que l'on doit pouvoir contrôler. Il doit également être capable de maîtriser la taille et la morphologie de ces systèmes, à différentes échelles. La réalisation d'architectures aussi complexes implique des modes de synthèse transversaux, regroupant des compétences faisant appel à différents domaines de la chimie : chimie douce, supramoléculaire, physico-chimie des systèmes biologiques et des fluides complexes, etc.

On peut considérer la chimie intégrative

comme un mélange et une évolution des concepts de « chimie douce » et de « chimie supramoléculaire ». Les synthèses, réalisées à température ambiante (principe de la chimie douce), vont permettre de faire interagir des systèmes organiques, biologiques et inorganiques en y associant les structures complexes de la matière molle, sans destruction de la matière organique particulièrement sensible aux élévations de température. Par auto-assemblage *via* des liaisons faibles (principe de chimie supramoléculaire), la matière organique va s'organiser et imposer sa morphologie aux entités inorganiques en croissance. C'est le couplage entre matière organique et fluides complexes qui, par exemple, pourra servir d'empreinte à la matière inorganique (dioxyde de titane, silice, etc.), c'est-à-dire lui donner sa forme définitive : ruban, mousse, fibre, bille... La possibilité de faire varier l'empreinte organique et la souplesse des modes d'organisation à différentes échelles permettent littéralement de ciseler la matière et d'imaginer une infinité de morphologies.

Ce nouveau concept de chimie intégrative est, sous certains aspects, une extension des stratégies de synthèses bio-inspirées [2]. D'ailleurs, en sciences du vivant, « physiologie intégrative » et « biologie intégrative » sont aujourd'hui des disciplines affirmées et reconnues, ce qui ne saurait tarder pour la chimie intégrative. Aux États-Unis, la National Science Foundation (NSF) a intégré cette discipline au sein de sa division de chimie sous l'appellation « Integrative Chemistry Activities ».

C. Cartier dit Moulin et M. Hasler
(Département de chimie du CNRS, Communication)

[1] Backov R., *Soft Matter*, 2006, 2, p. 452.

[2] a) Sanchez C., Arribart H., Giraud-Guille M.M., *Nature Materials*, 2005, 4, p. 277; b) Mann S., Burkett S.L., Davis S.A., Fowler C.E., Mendelson N.H., Sims S.D., Walsh D., Whilton N.T., *Chem. Mater.*, 1997, 9, p. 2300.

Des ciseaux innovants pour couper les molécules

Faire de l'ammoniac nécessite de couper l'une des plus fortes liaisons chimiques connues : la triple liaison qui relie les deux atomes d'azote dans la molécule de diazote. Les catalyseurs qui accomplissent cette coupure impliquent toujours plusieurs centres métalliques. L'équipe de Jean-Marie Basset et leurs collègues du CNRS⁽¹⁾ ont observé un autre mécanisme de clivage, qui repose sur un seul centre métallique.

En effet, pour la première fois, ces chimistes lyonnais ont réussi à dissocier la molécule d'azote sur un seul centre métallique au lieu de plusieurs nécessaires dans le procédé actuel. Il s'agit d'un atome de tantale, très pauvre en électrons, lié à la surface d'une silice par deux liaisons SiO-Ta selon un processus très original. La synthèse de ce type de catalyseurs extrêmement réactifs est le résultat de longues années de recherches en chimie organométallique de surface. Cette discipline a déjà permis de réaliser de nouvelles réactions catalytiques sur d'autres molécules très difficiles à activer, tels le méthane et les alcanes. Notamment, les chimistes lyonnais ont réussi à dépolymériser le polyéthylène, afin de le recycler par exemple. Ils ont également utilisé le méthane pour construire des alcanes plus longs (à plusieurs atomes de carbone), perçus comme l'une des énergies nouvelles de demain. Cette découverte élargit le champ d'application de la chimie organométallique de surface aux produits azotés et aux enjeux industriels et sociétaux qu'ils représentent. Ce travail a été publié dans la revue *Science* du 24 août 2007⁽²⁾.

(1) Laboratoire Chimie, catalyse, polymères et procédés (CNRS/Université Lyon 1/CPE Lyon), Laboratoire de chimie (CNRS/ENS Lyon) et Institut Charles Gerhardt (CNRS/Université Montpellier 2/ENSCM).

Affiches Nobel 2005 et 2006

Les affiches des prix Nobel 2005 et 2006 en chimie et en physique sont arrivées à la SFC :

- Métathèse : une danse moléculaire (chimie 2005)
- Les deux visages de la lumière (physique 2005)
- Le lecteur d'ADN de nos cellules (chimie 2006)
- La première lumière dans l'univers (physique 2006)

• Pour décorer vos bureaux, vos salles de TP, vos couloirs..., vous pouvez les obtenir en envoyant à la SFC (250 rue Saint-Jacques, 75005 Paris) une enveloppe timbrée à votre adresse (format minimum : 35x25 cm, affranchie à 2,11 € pour une ou deux affiches et 2,90 € pour trois ou quatre affiches). Une diffusion sera aussi organisée dans les sections régionales.

CHROMOPTIC
Le spécialiste en colonnes et accessoires de chromatographie

Sa réactivité, son service technique, ses délais de livraison courts, son **partenariat avec les plus grands constructeurs** (AGILENT, BIOTAGE, CHROMACOL, La-Pha-Pack, SGE...), sa gestion rigoureuse, font de **CHROMOPTIC, une société proche de ses clients.**


Warner Reifferscheidt GmbH


Agilent Technologies


CHROMACOL


SGE Analytical Science


Biotage


VICI International

La Maison Des Services — ZAC De Villejust — Avenue Des 2 Lacs
91971 COURTABOEUF CEDEX

Téléphone : **01 69 31 41 65**
Télécopie : **01 60 14 46 92**
Messagerie : **chromoptic@wanadoo.fr**
www.chromoptic.com

(2) Avenier P., Taoufik M., Lesage A., Solans-Monfort X., Baudouin A., de Mallmann A., Veyre L., Basset J.-M., Eisenstein O., Emsley L., Quadrelli E.A., Dinitrogen dissociation on an isolated surface tantalum atom, *Science*, 2007, 317(5841), p. 1056.

- Source : CNRS, 23/08/2007.
<http://www2.cnrs.fr/presse/communiquer/1165.htm?&theme=5>

Collaboration CNRS/Rhodia



Rhodia et le CNRS ont renouvelé, pour une durée de cinq ans, leur accord cadre de collaboration. Cet accord, signé par Catherine Bréchnignac, présidente du CNRS, Arnold Migus, directeur général du CNRS, et Jean-Pierre Clamadieu, directeur général de Rhodia, marque une nouvelle étape de ce partenariat privilégié.



© Xavier PIERRE/CNRS 2007.

Cette collaboration entre un industriel et le CNRS, initiée en 1975, n'a cessé de se renforcer et de démontrer la complémentarité et les synergies existantes entre la recherche publique et la recherche privée. Dès les années 80, les laboratoires de Rhodia ont accueilli des chercheurs du CNRS pour travailler sur des thèmes aussi variés que la dépollution automobile, les catalyseurs pour la chimie fine ou la modification des surfaces.

Aujourd'hui des chercheurs du CNRS et de Rhodia coopèrent dans trois unités mixtes de recherche : le « Complex Fluid Laboratory » à Bristol (PA, EU), créé en 1996 (physico-chimie des fluides et surfaces), le Laboratoire du Futur à Pessac (microfluidique, voir brève ci-après) et le Laboratoire Polymères et matériaux avancés à Lyon, créé en 2006.

Au cours des années, la coopération entre Rhodia et le CNRS a également pris la forme de consultations régulières, d'intégration chez Rhodia de jeunes chercheurs après des formations par des thèses ou post-doctorats et des contrats de recherches dans les laboratoires du CNRS.

- Source : CNRS, 20/07/2007.
<http://www2.cnrs.fr/presse/communiquer/1153.htm>

Erratum

Dans le dernier numéro, « Chimie et patrimoine culturel », tableau I page 87 de l'article d'Ina Reich *et al.*, les concentrations en carbone et en azote sont respectivement de 60 000 ppm et 40 000 ppm (et non de 6 000 et 4 000).

Industrie

Rhodia crée le Pôle Innovation Pierre-Gilles de Gennes

À l'occasion du 75^e anniversaire de la naissance de Pierre-Gilles de Gennes, prix Nobel de physique 1991, Rhodia a annoncé fin octobre la création du Pôle Innovation Pierre-Gilles de Gennes sur son site de Pessac, dans l'agglomération bordelaise. L'établissement sera officiellement baptisé lors d'une cérémonie le 11 décembre prochain.

Le groupe rend ainsi hommage à cet éminent chercheur qui, pendant vingt ans, a fortement contribué à la stratégie scientifique et technique de Rhône-Poulenc, puis de Rhodia, en tant que membre du Conseil scientifique et du Conseil d'administration.

Pendant toutes ces années, il avait mis son esprit brillant, son rayonnement personnel et son talent pédagogique au service de l'animation scientifique des équipes de recherche, illustrant sa conviction profonde du besoin d'alignement entre enjeux scientifiques, académiques, sociétaux et industriels.

Ce nouveau pôle a pour ambition de devenir la plate-forme d'accueil des nouveaux grands projets d'innovation de Rhodia. Il s'appuiera sur une véritable pépinière de talents dans le domaine de la physico-chimie et des microtechnologies, et accueille déjà le Laboratoire du Futur, une des unités mixtes Rhodia/CNRS/Université de Bordeaux 1, également soutenu par la région Aquitaine et l'État.

Après trois années d'existence, le Laboratoire du Futur est aujourd'hui reconnu internationalement pour le développement de méthodes et de tests originaux miniaturisés permettant d'accélérer la mise au point de nouveaux produits et procédés. Il s'appuie fortement sur l'électronique et l'informatique, et de nouvelles technologies telles que la microfluidique ou la robotique.

Sécurité et environnement

Retour sur le symposium Éco-conception

Le symposium « Innover par l'éco-conception pour une chimie durable » a eu lieu les 14 et 15 juin 2007 au Corum de Montpellier, organisé par la Fédération Française pour les Sciences de la Chimie (FFC) avec la Chaire Européenne de Chimie Nouvelle pour un Développement Durable. Cette première manifestation en France sur cette thématique a rassemblé environ 120 participants de six

pays différents, provenant de l'industrie, multinationales ou PME issues de tous les secteurs de la chimie, de l'enseignement supérieur et de la recherche et des organismes publics.

À l'issue des conférences d'ouverture de François Guinot, président de l'Académie des technologies, d'Yves Piétrasanta, premier vice-président de la Région Languedoc-Roussillon, et d'Isabelle Rico-Lattes, directrice du programme interdisciplinaire du CNRS « Chimie pour le développement durable », la première journée de conférences a permis de positionner les enjeux de l'éco-conception dans le contexte d'un développement durable et de dresser un état actuel des méthodes et des référentiels utilisés pour éco-concevoir des produits ou des procédés.

L'éco-conception est en effet une démarche globale centrée sur le produit. Dans son principe, elle consiste à prendre en compte des critères environnementaux et humains dès la phase de conception d'un produit. Ces critères concernent généralement l'ensemble des phases du cycle de vie du produit, à savoir sa production, sa distribution, son utilisation et sa fin de vie.

La deuxième journée a été dédiée à la présentation de succès d'éco-conception qui ont permis de conduire à des innovations stratégiques chez des industriels dans des secteurs très différents de l'amont à l'aval de l'industrie chimique et de remporter des avantages concurrentiels sur leurs marchés respectifs.

Ce symposium a de plus été une réelle tribune d'échanges sur des thèmes et des enjeux d'actualité : des méthodes d'analyse de cycles de vie aux éco-labels en passant par les filières de fin de vie et de valorisation.

L'ampleur des enjeux du développement durable conduit à une « re-conception » des produits et services. L'éco-conception est la voie pour innover et communiquer dans ce contexte. Les thèmes forts de ce symposium ont montré que l'éco-conception présente une réelle dynamique en expansion dans tous les secteurs de l'industrie. Les acteurs de cette démarche ont exprimé le besoin de conforter la méthode, de développer les outils d'analyse de cycle de vie et les bases de données correspondantes. Ils appellent à des collaborations avec la recherche publique. À tous les niveaux, la chimie possède les éléments-clés pour répondre à ces enjeux.

Une deuxième édition est envisagée avec pour objectif de faire le suivi de la mise en œuvre des avancées dans le domaine.

- www.fcc-asso.fr/eco-conception