Livres et médias

Livres

De l'alchimie à la chimie

Olivier Lafont
Ellipses (coll. L'esprit des Sciences)
Paris, 2000

L'alchimie a toujours été considérée comme une discipline mystérieuse, à la limite entre philosophie et sciences. Elle est née des plus anciennes civilisations. Par son langage ésotérique, ses symboles mystérieux, ses représentations énigmatiques, elle était réservée à des adeptes, pour lesquels la recherche de la pierre philosophale, conduisant à la médecine universelle et autorisant la transmutation du plomb vil en or lors du Grand Œuvre, n'était que l'aspect matériel des choses, car par là-même, ayant obtenu la pierre philosophale, l'homme étant transcendé, transformé par cette transmutation mystique qui lui conférait la connaissance suprême, la Gnose, et le mettait en communication avec le Créateur.

Le véritable adepte rejetait par suite les charlatans, les « souffleurs », qui n'envisageaient la transmutation que dans un but mercantile. Si l'obtention de la pierre philosophale et la réalisation du Grand Œuvre sont restées une chimère, en revanche, les alchimistes, par la somme considérable d'expériences réalisées, ainsi que par les techniques et les appareils mis au point, ont apporté, inconsciemment le plus souvent, une contribution scientifique certaine dont les chimistes bénéficieront par la suite.

Dans son ouvrage *De l'alchimie à la chimie*, l'auteur n'aborde (volontairement) que peu les aspects spirituels de l'alchimie, préférant analyser plus spécifiquement les apports de l'alchimie pratique et montrer comment au début du XVIIe siècle, s'est constituée la chimie, science expérimentale à la naissance de laquelle l'alchimie n'a pas été étrangère, mais qui reposait sur des faits précis, des expériences clairement rapportées, la constitution progressive d'un corps de doctrines à support expérimental. L'hermétisme, comme le mythe de la pierre philosophale et du Grand Œuvre, avaient cessé de vivre et les ouvrages de Béguin, Glaser, Nicolas Lémery et Boyle, entre autres, sont là pour témoigner de ce divorce entre alchimie et chimie.

Sept chapitres forment la matière de cet ouvrage, qui constitue une excellente approche du sujet : la connaissance de la matière avant l'apparition de l'alchimie ; la naissance et le développement de l'alchimie ; la doctrine alchimique ; le matériel et les techniques ; la révolution paracelsienne ; la séparation de la chimie et de l'alchimie ; l'opinion de quelques chimistes sur l'alchimie.

Très documenté, assorti d'une bibliographie sélectionnée, d'un précieux index des noms patronymiques cités, d'une iconographie intéressante, et présenté d'une manière agréable et soignée, ce petit ouvrage offre un intérêt indéniable pour tout lecteur qui souhaite découvrir ou mieux comprendre ce qu'était l'alchimie et ce qu'elle a apporté à la chimie.

Claude Viel

Arago 25 : Biomimétisme et matériaux

OFTA, Paris, janvier 2001

La parution d'un ouvrage de l'OFTA (Observatoire Français des Techniques Avancées) est sans conteste un évènement scientifique très intéressant, car le choix des sujets de la collection Arago est toujours lié à un problème d'actualité qui mérite analyse, réflexion et débat. Rappelons le fonctionnement de l'OFTA : après avoir choisi un thème, le directeur Marc Dupuis réunit une équipe autour d'un coordinateur et le groupe, constitué de spécialistes, travaille avec des réunions régulières pendant environ 2 ans, avant de publier l'état du domaine considéré et des recommandations pour ce qui concerne les évolutions envisagées. Il s'agit donc d'un document de prospective scientifique.

Arago 25, qui fait l'objet de cette chronique, est consacré au biomimétisme pour la conception de matériaux. La coordination a été confiée à Clément Sanchez et le groupe était constitué de 18 personnalités du monde universitaire et industriel français.

L'ouvrage comprend trois parties principales et les conclusions du groupe.

La première partie (d'environ 100 pages) est consacrée à la description des matériaux de base rencontrés dans le monde vivant animal : chitine et collagène, les constituants des membranes plasmiques, couches protéiques ou polysaccharides pour les procariotes et systèmes composites pour les eucariotes ; mais aussi les différentes morphologies d'ADN en milieu dense. Le rôle de ces matériaux organiques dans les procédés de biosylilation, de cristallisation et d'organisation des sels de calcium (phosphates et carbonates) pour la formation des os des carapaces et coquillages, etc. est passionnante : on apprend, par exemple, comment une biocatalyse par deux sites de la silicatéine produit la silice des diatomées, comment une matrice organique comme le collagène structure la cristallisation de l'hydroxyapatite pour la formation de l'os ou de l'aragonite pour créer la nacre. Et bien d'autres exemples sont donnés. La biominéralisation procède d'une manière générale de l'organisation contrôlée des minéraux par des protéines selon un mécanisme de nucléation-croissance. Cette partie s'achève par quelques illustrations montrant la parfaite adéquation de certains biomatériaux aux fonctions qu'ils sont sensés remplir : les ailes de papillons, la peau de dauphin, le fil d'araignée… On remarque que les matériaux du monde vivant végétal ne sont pratiquement pas traités dans cet ouvrage.

La seconde partie (de presque 190 pages) est dédiée aux travaux basés sur des approches biomimétiques. En ce qui concerne les matériaux minéraux poreux, les stratégies de préparation seront différentes selon qu'il s'agit de systèmes micro (0,5 à 1 micron), méso (2 à 50 microns) ou macro (au-delà de 50 microns). La méthodologie générale est basée sur la recherche d'empreintes organiques nécessaires à la structuration du réseau minéral et sur l'utilisation de techniques de chimie douce, c'est-à-dire des réactions en solution à température proche de l'ambiante. Des travaux ont été réalisés surtout avec des silices mais aussi avec des silicates, oxydes ou phosphates.

La partie consacrée aux matériaux polymères montre les différentes façons de créer et de contrôler les morphologies dans le cas des polymères semi cristallins, des copolymères à blocs et des mélanges de polymères. Ces méthodes, qui n'ont pas un caractère réellement biomimétique, permettent cependant d'optimiser les propriétés de ces matériaux.

Les articles suivants traitent de deux exemples de texturation de matériaux à partir de solutions par simple évaporation, et nous sommes à nouveau dans des conditions qui rappellent le monde vivant. Le premier cas est l'évaporation d'une solution d'un précurseur de silice ; la structuration s'effectue grâce à la présence d'un tensio-actif qui s'organise sur la surface avant la formation du réseau de silice. L'autre cas intéresse la matière molle puisqu'il s'agit de la transformation par cisaillement d'une phase lamellaire en objet sphérique dit en oignon.

La troisième partie traite du fonctionnement biomimétique de certains matériaux. Il est montré que les défauts de structure dans les membranes cellulaires jouent un rôle dans la formation des composites naturels que sont les os, squelettes et autres carapaces. Si l'on considère des agents structurants de synthèse tels que les cristaux liquides, il est possible de contrôler des défauts en imposant des contraintes de champs électriques ou magnétiques, et l'on voit ainsi des possibilités de contrôle des morphologies des matériaux obtenus par techniques biomimétiques.

Différents aspects de la chimie supramoléculaire sont traités dans l'ouvrage : modèles enzymatiques avec la chimie des cyclodextrines, autoassemblage de complexes organométalliques simples ou en hélices, complexes d'ADN et de tensioactifs cholestériques pour le transfert transmembranaire. Tous ces exemples illustrent un comportement biomimétique de produits de synthèse. La technique de l'empreinte moléculaire peut être considérée aussi sous l'angle de la chimie supramoléculaire : il s'agit de rechercher des matériaux macromoléculaires capables d'accueillir des molécules cibles grâce à des sites récepteurs. Ces empreintes peuvent servir en chromatographie d'affinité, pour des tests immunologiques, comme capteurs, mais aussi comme lieu de synthèse grâce à une pré-organisation des réactifs.

Un aspect fascinant du biomimétisme est observé avec les polymères stimulables. Certains polymères hydrophiles présentent des discontinuités de comportement lorsqu'ils sont soumis à des variations de pH, de force ionique ou de température. On peut alors observer des variations importantes de viscosité ou de formation réversible de gels.

Le livre traite aussi de la protection de réactifs biochimiques ou biologiques, par l'immobilisation sur des supports ou par encapsulation. Ces opérations se font soit sur des silices, soit sur des polymères, et servent à réaliser des biocapteurs, des systèmes pour la catalyse enzymatique des réactions antigène/anticorps. Cette démarche est en pleine évolution pour la réalisation d'outils de diagnostics et la vectorisation de gènes.

On trouve dans le livre, et en particulier dans la dernière partie, des exemples d'applications industrielles de matériaux et de systèmes réalisés selon une démarche biomimétique : les bétons ductiles sont des matériaux comportant des renforcements multiéchelles avec des fibres de différentes natures ; en cosmétologie, des liposomes ou des nanocapsules sont utilisés pour le transport de principes actifs ; dans le domaine des matériaux, les polymères biodégradables ont été imaginés pour une durée de vie programmée et les matériaux autonettoyants sont conçus sur le modèle de certaines feuilles possédant des surfaces hydrophobes.

Ce livre est une très belle synthèse de l'approche biomimétique pour la réalisation de matériaux structuraux et, au-delà, de systèmes adaptatifs, c'est-à-dire capables de réagir à une sollicitation (en émettant un signal ou en fournissant un travail, par exemple).

Les recommandations du groupe offrent au lecteur une synthèse des réflexions d'équipes pluridisciplinaires sur ce qui peut être l'évolution de la recherche dans ce domaine.

Cet ouvrage est destiné aux spécialistes de la recherche, mais il semble indispensable aux enseignants et, en particulier, à ceux du 3e cycle des formations doctorales orientées vers les matériaux.

Bernard Sillion

A signaler

Plantes toxiques. Végétaux dangereux pour l'Homme et les animaux
Jean Bruneton
576 p., 670 FF., EMInter, 2001

Biopolymers (10 vol. prévus)
1. Lignin, humic substances and coal
2. Polyisoprenoides
498 DM le volume. Wiley-VCH, **avril 2001**

Techniques de l'ingénieur
- Sciences fondamentales, 8 580 FF,
- Constantes physico-chimiques, 5 990 FF,
- Analyse et caractérisation, 8 190 FF,
- Génie des procédés, 9 480 FF,
- Mesures et contrôle, 10 110 FF,
- Environnement, 3 950 FF.

(les prix ci-dessus HT comprennent le prix de l'ouvrage et de l'abonnement).

Revues

BUP (Bulletin de l'Union des Physiciens)

Sommaire du n° 833, avril 2001

- « L'expérience de Franklin », encore..., par Étienne Bolmont.
- Effet de serre et climat : l'influence humaine, par Yves Fouquart.
- Météorologie et enseignement : le site Educnet-météo, par Jean Cassanet.
- Météorologie et enseignement : expériences simples de sciences physiques, par Yves Corboz.
- Vous avez dit : « U = R.I » ?, par Didier Malafosse, Jean-Michel Dusseau.
- Comment résoudre un problème d'électrocinétique ?, par Jean-Noël Beury.
- Les premiers pas de l'éclairage électrique au XIXe siècle, par Jean-Pierre Caron.
- Résistance sur mesure, par Dany Launer.
- Défense absolue de toucher aux fils électriques même tombés à terre..., par El Hassane Boubcheur.
- Le circuit électrique d'une voiture, par Florence Jutard.
- Oxydation vive de l'aluminium, par Roger Marical.
- « La main à la pâte », un exemple de coopération en Seine-Saint-Denis, par Renaud Carpentier, Cyril Bolis.
- Enseigner les sciences en section littéraire et économique, par François Saint-Jalm.
- La « culture scientifique » vue par nos voisins européens, par Claudine Hermann.