

De la physique à la chimie, et inversement

Jean-Marie Lehn

Au commencement fut le Big Bang, et la physique régna. Puis la chimie parut aux températures plus clémentes ; les particules formèrent des atomes, qui s'unirent pour donner naissance à des molécules de plus en plus complexes, qui s'associèrent à leur tour en agrégats organisés et en membranes, dessinant les cellules primitives d'où émergera la vie [1].

De la matière divisée à la matière condensée, à la matière organisée, à la matière vivante, et jusqu'à la matière pensante, l'Univers a évolué vers une complexification de la matière, par auto-organisation [2-3] sous la pression de l'information.

Comment la matière devient et est devenue complexe est la question la plus fondamentale posée à la science, puisqu'elle demande comment (et pourquoi) l'évolution de l'Univers a donné naissance à un organisme capable de se poser une telle question et de se donner les moyens d'y répondre en créant la science.

Pour autant, on pourrait au moins faire un parallèle entre la formation de la structure à l'échelle de l'Univers et à celle de la matière moléculaire.

L'auto-organisation de l'Univers résulte de l'opération de forces gravitationnelles sur des inhomogénéités initiales en densité ou en vitesse d'expansion au tout début de sa création [4].

L'auto-organisation de la matière moléculaire, vivante et non vivante [2-3] peut être considérée comme le résultat de forces électromagnétiques opérant sur une infinie diversité de combinaisons structurales possibles.

L'auto-organisation du cosmos est ainsi due à la gravitation et celle des molécules à l'interaction électromagnétique (figure 1).

Comprendre cette auto-organisation est, on peut le prétendre, plus fondamental que n'importe quelle autre entreprise scientifique, plus fondamental même que ces monuments de la science que sont la relativité générale et la

mécanique quantique, puisqu'il s'agit de comprendre comment l'évolution de l'Univers en est arrivée à générer une entité capable de créer en premier lieu la théorie de la relativité et la mécanique quantique, une entité capable, dans un raccourci radical, d'interroger l'Univers même dont il est issu !

La chimie, science de la structure et de la matière, a un rôle majeur à jouer dans ce contexte et est au cœur du monde biologique, le niveau de complexité le plus élevé que nous connaissons.

Avant l'évolution biologique, une évolution chimique spontanée a eu lieu, opérant une sélection dans la diversité des structures moléculaires sur la base de l'information moléculaire reposant sur des interactions électromagnétiques spécifiques. La chimie s'efforce de maîtriser la combinaison et la recombinaison des atomes pour former des molécules de plus en plus complexes permettant la mise en œuvre des forces intermoléculaires pour la génération de systèmes informés.

Durant ces 150 dernières années, la chimie moléculaire a développé un puissant arsenal de procédés pour créer ou rompre des liaisons covalentes entre atomes de façon contrôlée et précise et les a utilisés pour construire de nouvelles molécules et de nouveaux matériaux de plus en plus sophistiqués, présentant une gamme de propriétés originales d'un grand intérêt, autant au fondamental qu'à l'appliqué.

Par-delà la chimie moléculaire basée sur la liaison covalente, la chimie supramoléculaire développe des systèmes chimiques plus complexes à partir de composants interagissant *via* des forces intermoléculaires non covalentes [1, 5]. Elle a ouvert la voie à la mise en œuvre du concept d'information moléculaire en chimie, dans le but d'arriver progressivement à contrôler les caractéristiques spatiales (structurales) et temporelles (dynamiques) de la matière ainsi que son auto-organisation [1-3]. Elle explore le stockage de l'information au niveau moléculaire dans les caractéristiques



Figure 1 - Auto-organisation à l'échelle de l'Univers et de la matière moléculaire.

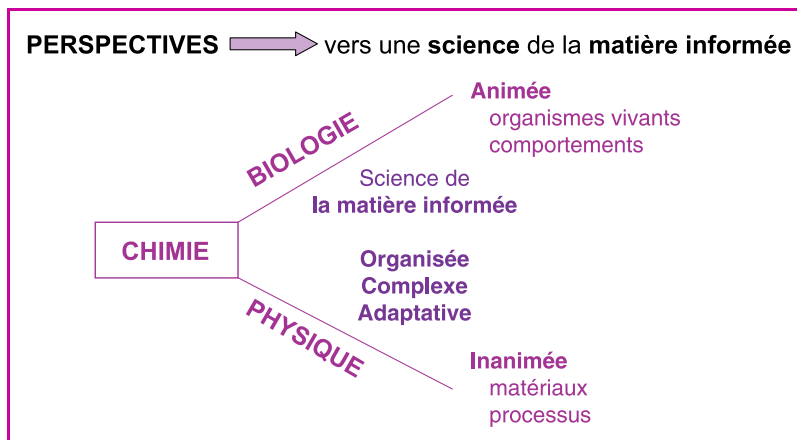


Figure 2 - La chimie comme une science de la matière informée, à l'interface de la biologie et de la physique.

structurales (géométriques et électroniques) des molécules et sa lecture, son transfert et son traitement au niveau supramoléculaire *via* des algorithmes interactionnels opérant à travers les processus de reconnaissance moléculaire.

La chimie trace ainsi les voies et fournit les moyens permettant de révéler progressivement la manière dont s'opère la complexification de la matière par auto-organisation. En synergie avec les champs correspondants de la physique et de la biologie, elle conduit vers une science de la matière complexe, informée, auto-organisée et évolutive (*figure 2*). Le but est, au fur et à mesure, de découvrir, comprendre et

mettre en œuvre les lois qui gouvernent l'évolution de la matière, de l'inanimé à l'animé, et par là, d'acquérir finalement la capacité de créer des formes nouvelles de la matière complexe.

Et c'est ainsi, qu'il y a pu y avoir dans notre Univers, sur la planète Terre, une physique, des physicien(ne)s et une Année mondiale de la physique !

Jean-Marie Lehn,
prix Nobel de chimie 1987
Strasbourg, le 28 octobre 2005



Références

- [1] Lehn J.-M., *Supramolecular Chemistry: Concepts and Perspectives*, VCH Weinheim, **1995**.
- [2] Eigen M., Self-organization of matter and the evolution of biological macromolecules, *Naturwissenschaften*, **1971**, *58*, p. 465 ; *Self-Organizing Systems*, F.E. Yates (ed), Plenum, New York, **1987**.
- [3] Lehn J.-M., Toward complex matter: Supramolecular chemistry and self-organization, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **2002**, *99*, p. 4763 ; Lehn J.-M., Toward self-organization and complex matter, *Science*, **2002**, *295*, p. 2400.
- [4] Rees M.J., *Our Cosmic Habitat*, Princeton, NJ: Princeton University Press, **2003** ; Coles P., *Cosmology: A Very Short Introduction*, Oxford Paperbacks, **2001** ; Ferreira P.G., The cosmic microwave background, *Physics World*, avril **2003**, p. 27.
- [5] *Comprehensive Supramolecular Chemistry*, J.L. Atwood, J.E.D. Davies, D.D. MacNicol, F. Vögtle, J.-M. Lehn (eds), Pergamon, Oxford, **1996**.

SERVIER
La découverte et la vie

www.servier.fr

1^{er} laboratoire pharmaceutique français indépendant

Prix Galien du Médicament 2005
Catégorie médicament utilisé en médecine de ville

- 16 000 collaborateurs
- 2500 chercheurs y préparent les médicaments du futur
- Près de 25% du chiffre d'affaires consacrés à la Recherche et au Développement
- 33 molécules actuellement en Recherche et Développement, dont 3 en phase III, en particulier dans les domaines suivants : diabète, pathologies cardiovasculaires, neurosciences, cancérologie, rhumatologie
22 nouveaux projets de recherche couvrent également ces axes thérapeutiques
- Une présence sur les 5 continents, dans 140 pays
- 80% des médicaments Servier sont consommés à l'International
- Un chiffre d'affaires de 2,5 milliards d'euros

SERVIER – 22, rue Garnier – 92578 Neuilly-sur-Seine Cedex – Tél. 01.55.72.60.00

06 HP 032 IF