

## **De l'Astrochimie à l'Astrobiologie : une approche méthodologique ?**

**Louis Le Sergeant d'Hendecourt**, « Astrochimie et Origines », Institut d'Astrophysique Spatiale, CNRS et UPS, Campus d'Orsay

L'astrochimie, branche de l'astrophysique, pose le problème, au-delà de la nucléosynthèse stellaire, du devenir des éléments sous forme moléculaire c'est-à-dire de l'évolution chimique de la Galaxie et de l'apparition progressive de la complexité moléculaire. Si la nucléosynthèse permet de connaître les abondances relatives des éléments, ceux entrant dans la composition du vivant (H, O, C, N, S, P) étant parmi les plus abondants, les propriétés physiques de ces éléments vont conditionner leur possibilité de former des molécules organiques complexes. Le milieu interstellaire, les nuages moléculaires et les disques où se forment les planètes sont le théâtre d'une chimie complexe, observée en radioastronomie ainsi que par spectroscopie infrarouge. La formation de glaces « sales » est observée largement dans les régions de formation d'étoiles et les comètes, dans notre système solaire, constituent les véhicules privilégiés de la complexité moléculaire vers les planètes internes telles que cela a pu être le cas pour la Terre primitive. Les simulations de ces glaces en laboratoire mènent à quantité de « briques » nécessaires au vivant, par exemple les acides aminés, permettant d'étendre l'expérience de Miller (1953), non plus à une seule planète mais bien à des systèmes planétaires entiers. La relation entre cette chimie extraterrestre et la chimie du vivant reste cependant toujours une hypothèse de travail car le passage entre les deux se fait par l'intermédiaire de la chimie prébiotique, une chimie très spécifique et encore très mal connue où les phénomènes de contingence sont nécessairement nombreux. Cet exposé s'efforcera de présenter les hypothèses et les possibilités qui pourraient permettre de comprendre la transition de la chimie vers la biologie dans le cadre des lois physiques connues qui organisent l'évolution de notre univers..

### **From Astrochemistry to Astrobiology: a methodological approach?**

Astrochemistry is a well-recognized branch of astrophysics. Beyond the problem of stellar nucleosynthesis of all the elements, astrochemistry is involved in the formation of molecules and thus in the chemical evolution of our Galaxy and the progressive built-up of molecular complexity, including the organic one. If nucleosynthesis allows to understand the relative abundances of the elements, those entering the composition of the living matter (H, O, C, N, S and P being actually the most abundant ones), the physical properties of the elements are of extreme importance to allow the formation of very complex organic structures, even in the very special conditions of various extraterrestrial environments. The interstellar medium, the molecular clouds as well as disks where planets do form, are places where an extremely rich and complex chemistry do take place, observed by radioastronomy but also from infrared spectroscopy. The "universal" formation of dirty ices is observed, mainly in regions of star formation and comets, at least in our own solar system, are considered as more than probable suppliers of water and organic matter to inner planets such as the primitive Earth was 4.5 billion years ago. These ices and their photochemical evolution can be simulated in the laboratory and many organic molecules, such as amino-acids for example, bricks from living systems are then produced during these simulations allowing thus a kind of cosmic generalization of the famous Miller-Urey experiment (1953) which may thus not be limited to one planet but rather to many planetary systems. However, the relationship between this extraterrestrial chemistry and the chemistry of life remains hypothetical essentially because the link between the two must take into account prebiotic chemistry, a rather specific chemistry which is rather unknown and probably depends on many, and not necessarily recognized yet, contingent parameters. This talk will present recent results and discuss various hypotheses and possible experiments which may one day allow bridging the gap between chemistry and biology, within the framework of the known physical laws governing our universe.