



CHRONIQUE DU CSM

# Les cristaux du vivant

**Les Nations-Unies ont déclaré l'année 2014, année internationale de la cristallographie. Afin de participer à cet évènement, le Centre Scientifique de Monaco organise du 8 avril au 3 juin prochain dans la galerie du Parking des Pêcheurs, une exposition entre Art et Science de structures biocristallines. L'occasion de revenir sur le phénomène de biominéralisation, déjà évoqué dans cette chronique\*.**

L'origine des cristaux est restée longtemps mystérieuse. Jusqu'au XVII<sup>ème</sup> siècle, on imaginait que

les cristaux avaient une origine organique et se reproduisaient entre eux. Pline l'Ancien écrit ainsi dans son *Histoire Naturelle* que « certaines pierres en enfantent d'autres » et au XIV<sup>ème</sup> siècle, l'explorateur Jean de Mandeville écrivait que les diamants « croissent ensemble, mâles et femelles, et se nourrissent de la rosée du ciel ». Le médecin et mathématicien italien Jérôme Cardan assure même que les pierres « non seulement vivent mais encore sont sujettes aux maladies, à la vieillesse et à la mort ». Le lien entre le vivant et le minéral se retrouve également dans la légende de l'origine du corail rouge : c'est en effet Persée qui, d'après la mythologie grecque, au cours d'une terrible bataille avec la Gorgone, lui trancha la tête et la déposa sur un lit d'algues marines. Les algues recouvertes par le sang qui coula abondamment de la tête de la Gorgone se pétrifièrent et devinrent du corail dont la semence se répandit à travers les ondes.

### Verre ou cristal

Cependant, l'origine du cristal peut être totalement indépendante de la vie. En effet, le refroidissement ou la déshydratation d'un liquide

conduit à sa solidification. Si le processus est rapide, les particules contenues dans ce liquide se disposent au hasard, le solide sera ap-

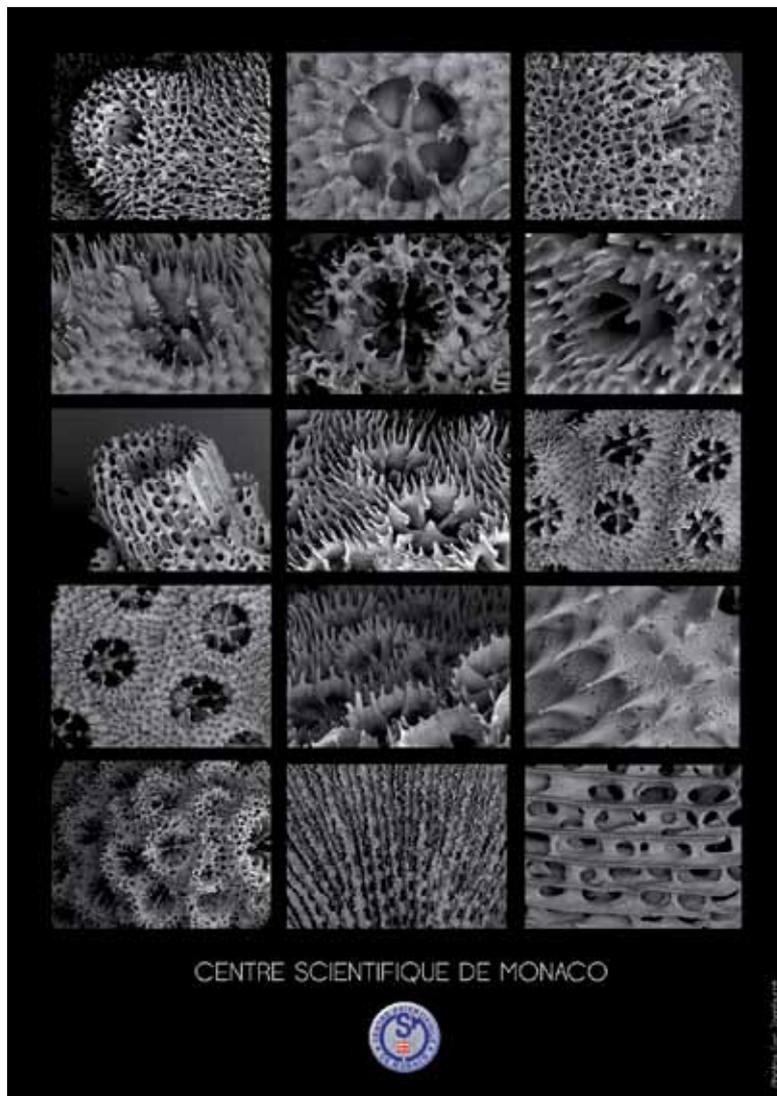
ganismes vivants. Le squelette des coquillages ou des coraux en est un exemple. Mais leur formation et leurs caractéristiques sont alors

très éloignées du cristal géologique : si celui-ci nécessite souvent des pressions et des températures élevées (le diamant nécessite des températures comprises entre 1 100 et 1 400°C et des pressions 10 000 fois supérieures à la pression atmosphérique), le biocristal est déposé à température et pression ambiantes. D'autre part, il peut atteindre de grandes dimensions (l'épine d'oursin est ainsi formée d'un seul cristal de calcite) alors que la majorité des cristaux d'origine géologique se présente plus fréquemment sous une forme dite polycristalline correspondant à un ensemble compact et désordonné de petits cristaux dont la taille individuelle est généralement inférieure au millimètre. Les biocristaux possèdent en outre des propriétés de résistance bien supérieures aux cristaux géologiques : la nacre formée par l'ormeau a une résistance à la fracture 3 000 fois supé-

rieure à l'aragonite pure, cristal dont elle est pourtant formée.

### Le biocristal

Quelle est l'origine de ces propriétés uniques ? Beaucoup de questions restent malheureusement sans réponse, mais l'originalité du biocristal vient de sa struc-



pelé roche ou verre. Si le processus est lent, les particules se disposent dans un ordre déterminé, formant un cristal, constitué d'un réseau de motifs identiques répétés un grand nombre de fois et arrangés de façon stricte dans l'espace. Mais le cristal peut être aussi biologique : il est alors formé par les or-

ture composite contrôlée par le vivant. Le biocristal est, en effet, constitué d'une fraction minérale et d'une fraction organique, certes minoritaire (de 0,1 à 30% dans l'os humain), mais dont le rôle est majeur : cette « matrice organique » va constituer l'équivalent des fers dans le béton armé, renforçant la résistance du cristal. Mais elle va également contrôler l'initiation de la formation du cristal (nucléation), sa nature cristallographique (aragonite, calcite...), la morphologie du cristal puis du biominéral. Cette matrice organique est non seulement présente autour des unités cristallines, mais également dans le cristal lui-même. Les ingénieurs aimeraient comprendre les mécanismes de cette association intime afin de fabriquer des matériaux plus résistants et à moindre coût. Un plastique aussi résistant que l'acier s'inspire d'ailleurs de la structure de la nacre. Comme elle, il est constitué de fines couches de plastique (ici 300 couches de PVA) associant de l'argile et des nanoparticules. Mis au point par des ingénieurs de l'Université de Michigan à Ann Arbor en 2007, ce nouveau matériau est en cours d'utilisation pour des gilets pare-balles et bientôt pour fabriquer des capteurs biomédicaux.

Observées au microscope électronique à balayage, la finesse et la précision des biocristaux apparaissent et deviennent œuvre d'art. C'est à cette découverte entre art et science, entre minéral et organique, que l'exposition\*\* « Entre Art et Science : Le Corail en Images, de l'Animal au Cristal » vous convie grâce à des photos de macroscopie à fluorescence et de microscopie électronique à balayage, réalisées dans les laboratoires du CSM par le docteur Eric Tambutté, chargé de recherche au sein du département de biologie marine.

● Professeur Denis ALLEMAND

Directeur scientifique du Centre Scientifique de Monaco

Retrouvez la Chronique du CSM et d'autres informations sur [www.centrescientifique.mc](http://www.centrescientifique.mc)

\* Voir *La Gazette* de novembre 2008.

\*\* Cette exposition bénéficie du soutien du gouvernement princier, de la Fondation Paul Hamel, de la direction de l'Environnement, de la direction des Affaires culturelles et de la délégation permanente de Monaco auprès de l'UNESCO.

“ *Le biocristal est constitué d'une fraction minérale et d'une fraction organique, certes minoritaire mais dont le rôle est majeur.* ”

**ASCOMA** PRIVATE  
WEALTH INSURANCE

*Une signature*  
pour des **Clients Exclusifs**



**ASCOMA**  
Jutheau Husson  
COURTAGE D'ASSURANCES ET DE REASSURANCES

24 boulevard Princesse Charlotte  
98000 MONACO

Tél. : (+ 377) 97 97 50 95  
Fax : (+ 377) 97 98 63 78

E-mail : [ascoma-private@ascoma.com](mailto:ascoma-private@ascoma.com)

[www.ascoma-private.com](http://www.ascoma-private.com)