

CHRONIQUE DU CSM

# Histoires de lentilles

**L'homme imite souvent la nature dans ses inventions. Les fruits de la bardane qui s'accrochent aux vêtements ont donné à Georges de Mestral l'idée du Velcro (de Vel – velours et Cro – crochets), l'observation des guêpes a permis l'élaboration du papier par les chinois vers le 1<sup>er</sup> siècle après JC, l'oiseau a donné l'idée à Léonard de Vinci d'inventer sa machine volante l'*Ornithoptère*. D'autres exemples liés au monde marin (cf. *La Gazette* n°455 et 456) peuvent être cités.**



Ophiure

l'embranchement des échinodermes (qui comprend, outre les étoiles de mer et les ophiures, les oursins, les holothuries ou concombres de mer et les crinoïdes\*). Comme tous les échinodermes, leur corps est couvert de plaques calcaires formant un test, incluses dans le tissu de l'animal. Parmi les ophiures, une espèce possède un comportement qui a longtemps intrigué les biologistes, *Ophiocoma wendtii*, qui vit dans les zones de récifs coralliens des Caraïbes. En effet, la couleur de cette ophiure

change entre le jour et la nuit, passant du brun-rouge à gris. Ce changement de couleur est lié à la lumière, mais comment l'ophiure « voit-elle » la lumière ?

### Les lentilles de l'ophiure

La réponse est venue du monde de la biominéralisation. Ce processus, dont on a souvent parlé ici car il est l'une des spécialités du Centre Scientifique de Monaco, est à l'origine de la formation de minéraux par les organismes vivants. Dans le cas de notre ophiure, une équipe de chercheurs israéliens et américains a montré que les plaques faites de calcite (CaCO<sub>3</sub>, c'est-à-dire de calcaire similaire à celui qui forme les montagnes autour de Monaco), possédaient une propriété exceptionnelle, elles constituaient de véritables lentilles parfaites. Des milliers de lentilles étaient ainsi dispersées à la surface des bras de l'ophiure en réseau, formant un appareil visuel ultra perfectionné. Les chercheurs ont démontré que ces lentilles étaient fabriquées d'un seul cristal transparent de calcite dont la courbure correspond exactement à

la courbure d'une lentille idéale telle que définie par Descartes et Huygens. En dessous de chacune de ces lentilles, se trouvent des cellules sensorielles capables de capter la lumière. La courbure de ces lentilles permet de concentrer la lumière exactement sur ces cellules sensorielles.

### La chimie douce bio-inspirée

Actuellement, la forme de ces lentilles et leur mode de fabrication sont exploitées par des scientifiques du Max Planck Institute et de Corée du Sud pour le développement de technologies pour la conception de puces dans des réseaux optiques de télécommunication. Normalement fabriquées dans des conditions très contraignantes, ces chercheurs, inspirés par l'ophiure, fabriquent maintenant des lentilles ultra-performantes à température et atmosphère ambiantes et à peu de frais. Une nouvelle discipline, à l'interface entre la biologie, la chimie et la technologie est née : la chimie douce bio-inspirée. Ainsi une recherche purement fondamentale, sans a priori appliqué, peut déboucher sur des réelles applications. Une fois encore, nous voyons que l'ingéniosité du « bricolage de l'évolution » est sans limite et que nous ne faisons que copier ce que la nature a inventé avant nous. Un exemple de plus de l'intérêt de l'étude fondamentale de la biodiversité.

● 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)

\* On retrouve des articles de crinoïdes à l'état de fossiles vers la madone d'Utelle où leur forme pentagonale est à l'origine de la légende de la chute d'étoiles sur ce plateau.

**P**armi les inventions humaines, la lentille optique est particulièrement difficile à fabriquer. Si les premières lentilles datent de l'époque assyrienne (vers -700 av JC), elles n'ont été réellement appliquées à l'optique qu'au Moyen-Âge. Mais ces lentilles donnaient une image imparfaite car leur courbure ne permettait pas aux rayons lumineux de converger en un point unique. L'image était légèrement floue. Le savant hollandais Christian Huygens, aidé par René Descartes qui avait inventé une machine à tailler des lentilles hyperboliques, a fabriqué au XVI<sup>ème</sup> la lentille qui allait permettre de former une image parfaite, où tous les rayons convergent en un point unique, le foyer. Pourtant, cette lentille parfaite existait dans la nature depuis des millions d'années chez un petit invertébré, l'ophiure.

“ Ces lentilles étaient fabriquées d'un seul cristal transparent de calcite dont la courbure correspond à la courbure d'une lentille idéale. ”

### Une histoire ancienne

L'ophiure ressemble à une étoile de mer dont les bras fins sont très mobiles contrairement à leurs cousines. Les ophiures font partie de