

# Texture et Microstructures naturelles de carbonate de calcium: Etude de la coquille du gastéropode *Ranella olearia olearia*

S. OUHENIA<sup>a</sup>, D. CHATEIGNER<sup>b</sup>, I. BELLABAS<sup>a</sup>, H. SOUCI<sup>a</sup>, K. BOUFALA<sup>a</sup>, S. GASCOIN<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire de Physico-Chimie des Matériaux et Catalyse. Faculté des Sciences Exactes. Université Abderrahmane Mira, Bejaïa (06000), Algérie.

<sup>b</sup> Laboratoire CRISMAT, IUT Caen, Normandie Université, CNRS UMR 6508, ENSICAEN, 6 Boulevard Maréchal Juin, 14050 Caen Cedex, France .

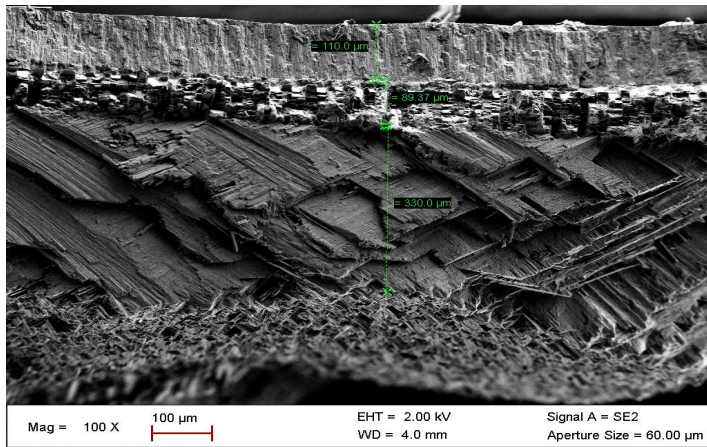
## Résumé de la présentation

Les coquilles de mollusques sont des exemples fascinants de la haute performance mécanique des matériaux biocomposites organiques/inorganiques. Bien que la composante organique ne représente qu'approximativement 1 à 5% du poids de la coquille [1], elle fournit une précision au moins nanométrique dans le contrôle de la croissance des coquilles et est responsable de l'amélioration remarquable de la dureté et de l'élasticité du matériau comparé au minéral géologique. La résistance à la fatigue de la nacre de l'Abalone rouge, *Haliotis rufescens*, est 3000 fois plus importante que celle de l'aragonite pure [2,3,4]. Les coquilles de mollusques sont principalement construites sur la base de deux polymorphes de carbonate de calcium: la calcite et l'aragonite. La plus grande partie de la phase organique est localisée entre les cristallites (inter-cristallines), mais quelques molécules organiques (intra-cristallines) sont aussi intercalées dans le réseau cristallin. Récemment, en utilisant des mesures de synchrotron très précises et travaillant sur des coquilles broyées, Pokroy et coll. [5] ont montré que la maille biogénique est déformée de façon anisotrope par rapport à la maille non-biogénique. Cette distorsion a été attribuée par ces auteurs aux molécules organiques intra-cristallines.

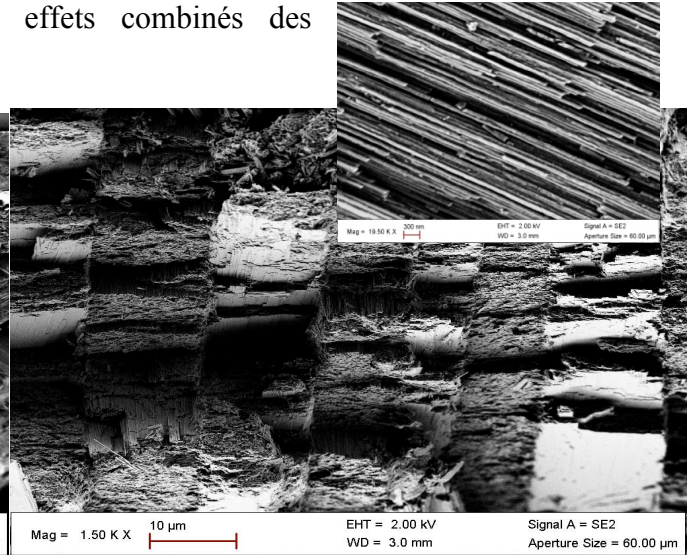
Dans le travail que allons présenter, l'orientation cristalline préférentielle des cristaux d'aragonite de la coquille du Gastéropode *Ranella olearia olearia* (un grand mollusque gastéropode carnivore de la Méditerranée) est examinée par diffraction des rayons X (Une grille de mesure  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$  de l'inclinaison (*tilt*) et de l'angle azimutal a été imposée pour couvrir la figure de pôles en entier, ce qui a résulté en  $4 \times 936$  diagrammes mesurés pour chaque couche) et affinement combiné texture-structure. Cette approche a été choisie car elle autorise le travail sur couches réelles sans nécessité de broyage, et fournit les distributions d'orientation dans les couches de la coquille, l'affinement des paramètres de maille et des positions. Les distorsions anisotropes des mailles élémentaires et l'aplatissement des groupements  $CO_3$  sont discutés en relation avec les influences des matières inter-cristallines et intra-cristallines.

La méthode combinée texture-microstructure-structure utilisée conjointement avec les observations MEB ont permis de caractériser les trois différentes couches de la coquille. Les images MEB révèlent que cette espèce est composée de trois couches distinctes. Une couche interne composée de lamelles, une autre couche intermédiaire à lamelles croisées et une couche externe à lamelles croisées (figure 1, figure 2). En utilisant l'analyse combinée et le programme Maud sur données de diffraction des rayons X, nous avons déterminé quantitativement les

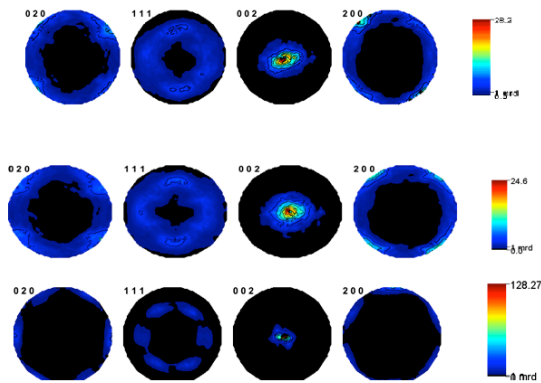
textures des trois couches (figure 3), la distorsion des mailles des couches respectives. Les textures des trois couches sont très fortes. Cette force de texture devient très forte pour la couche interne située près de l'animal. Les couches externe et intermédiaire présentent des textures régulières pour des lamelles croisées, avec des axes  $c$  normaux à la coquille, et un maillage pour l'axe  $a$ . Une distorsion anisotrope de la maille est mesurée pour les trois couches n'ayant pas subi un broyage. Ces distorsions sont attribuées aux effets combinés des macromolécules intra-cristallines et inter-cristallines.



**Figure 1:** image MEB d'une section de la coquille de *Ranella olearia*



**Figure 2:** image MEB de lamelle croisées de la couche intermédiaire chacune des lamelles est composés de lamelles secondaires (en haut à droite de la figure).



**Figure 3:** figure de pôles des couches externes (haut) intermédiaire et internes (bas)

### Références:

- [1] Hare P.E., Abelson P.H., 1965.. Year book-Carnegie *Inst. Washington* , 65,223-232.
- [2] S. Ouhenia, D. Chateigner, M. A. Belkhir, E. Guilmeau. *Journal of Structural Biology*, Volume 163, Issue 2, August 2008, Pages 175-184.
- [3] D. Chateigner, S. Ouhenia, C. Krauss, M. Belkhir, M. Morales. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, Volume 268, Issues 3-4, February 2010, Pages 341-345.
- [4] D. Chateigner , S. Ouhenia, C. Krauss, C. Hedegaard , O. Gil, M. Morales, L. Lutterotti, M. Rousseau and E. Lopez., *Materials Science and Engineering: A*.
- [5] Pokroy, B., Zolotoyabko, E., Adir, N. ( 2006). *Biomacromolecules*, 7, (2006) 550-556.