



Marqueurs biogéochimiques des composants minéralogiques de coquilles de bivalves : Les fluctuations environnementales sont-elles fidèlement enregistrées pour des milieux marins différents ?

Biogeochemical proxies in bivalve shell mineral components: Are environmental fluctuations from marine settings faithfully recorded?

Adresse courriel du contact scientifique laurent.emmanuel@sorbonne-universite.fr / vincent.mouchi@sb-roscoff.fr

Description du projet de thèse :

Les marqueurs géochimiques issus des carbonates biogéniques présentent encore des incertitudes qui entravent leur utilisation précise pour estimer les paramètres physicochimiques de l'environnement pour les temps anciens. Les coquilles de bivalves sont des matériaux très prometteurs en termes de résolution temporelle pour la reconstruction climatique en raison de leur croissance rapide sur plusieurs années. Toutefois, l'exactitude des mesures isotopiques classiques (p. ex. $\delta^{18}\text{O}$) diffère selon la saison dans les environnements estuariens en raison de fortes fluctuations de salinité. Sur la base d'études montrant que l'incorporation du Mg dans la calcite inorganique était thermodépendante, le rapport Mg/Ca dans les biominéraux a été couramment utilisé. Cependant, en comparant les différents modèles du Mg/Ca disponibles dans la littérature, il apparaît que, pour une même gamme de températures, le Mg/Ca montre des valeurs et une amplitude différente selon les études. Ces différences peuvent s'expliquer par le fait que ces modèles sont construits pour différents types de localités. Une relation empirique entre le régime de salinité (milieux estuariens et marins ouverts) et l'amplitude du Mg/Ca dans les coquilles a pu donc être proposée mais n'a jamais été proprement étudiée. Étrangement, la concentration en Mg est plus élevée dans les coquilles issues d'environnements estuariens (alors que la salinité est plus faible voire équivalente). Il semble ainsi que la concentration de Mg dans l'eau de mer ne soit pas le principal facteur d'incorporation dans les coquilles. D'autres paramètres doivent donc être explorés pour expliquer cette relation, comme le pH et la biodisponibilité du Mg dans le milieu. Il a également été suggéré que le métabolisme (gamétogénèse et budget énergétique) pouvait avoir une influence sur la composition de la coquille, induisant un biais dans l'utilisation de ces marqueurs. Cette hypothèse n'a jamais été correctement étudiée, et d'importantes questions restent sans réponse : quels marqueurs isotopiques et élémentaires sont les meilleurs éléments d'analyse pour caractériser les principaux paramètres de l'environnement ? Y a-t-il une spécificité taxonomique de l'incorporation élémentaire dans les coquilles bivalves d'un même site ? Quel est l'impact des apports des eaux continentales dans l'environnement côtier sur l'enregistrement par les coquilles de l'eau de mer ?

Ce projet doctoral a pour but **d'évaluer le véritable potentiel des rapports élémentaires en tant que marqueurs environnementaux**, en étudiant les facteurs contrôlant l'incorporation du Mg dans les coquilles d'huîtres de divers milieux naturels (estuaires, milieu marin ouvert, lagune). Ainsi, les questions suivantes seront abordées :

Q1: La relation empirique entre le régime de salinité et la teneur en Mg dans les coquilles est-elle légitime ?

Q2: Y a-t-il une spécificité taxonomique de l'incorporation du Mg dans les coquilles pour une même localité géographique ?

Q3 : L'incorporation du Mg est-elle conditionnée par des facteurs endogènes (« horloge biologique ») ou environnementaux ?

Q4 : Quels sont les marqueurs géochimiques (éléments majeurs et traces, isotopes stables) les plus précis pour reconstruire les environnements modernes à partir de l'analyse de coquilles de bivalves ?

Q5: Les marqueurs géochimiques étudiées sont-ils appropriés pour les reconstitutions paléoenvironnementales ?

Des huîtres (*Ostrea edulis* et *Magallana gigas*) seront implantées sur trois sites du littoral Français possédant des régimes de salinité différents (Géfosse et Grandcamp, Baie des Veys, Normandie ; Lagune de Salses-Leucate, Occitanie), avec la collaboration de l'IFREMER. Tous les sites ont été sélectionnés en raison de leur accès restreint au public. Les spécimens seront issus de lots préexistants d'huîtres. Les spécimens seront ensuite élevés pendant 1 an ½ à 2 ans. Pour chaque espèce de chacun des sites, 120 spécimens devront être déployés afin de procéder aux prélèvements prévus tout au long de la période du projet doctoral.

Sur tous les sites, les huîtres seront marquées à l'aide d'une eau de mer enrichie en manganèse selon le protocole décrit par Lartaud et coll. (2010). A chaque période de marquage (c.-à-d. tous les deux mois), 10 spécimens de chaque espèce seront prélevés pour mesurer le budget énergétique (protéines, lipides, glucides). Un échantillonnage d'eau de mer sera également systématiquement prélevé et immédiatement filtré et acidifié pour l'analyse en éléments majeurs et traces par ICP-OES, en isotopes stables (O et C), et de carbone inorganique dissous (DIC). Ces mêmes éléments chimiques seront également mesurés *in situ* dans les coquilles par LA-ICP-MS à partir de lames minces du crochet. Des analyses microscopiques en cathodoluminescence seront effectuées pour localiser et identifier chaque marquage au Mn dans les coquilles suivant la méthode de Lartaud et coll. (2010). Sur chaque site d'élevage, le temps d'immersion, la température et la salinité seront surveillés quotidiennement à l'aide de sondes électroniques directement placées sur les tables d'élevage. En tant que solution de repli, les données seront récupérées sur le site Web du suivi de la température de la mer, grâce aux stations qui surveillent les rives depuis des décennies (<https://www.seatemperature.org/europe/>). Pour la plupart des spécimens, les différentes analyses porteront sur les derniers mois de vie. Cela aidera à caractériser, au cours de l'expérience, l'impact de l'état physiologique sur la composition des coquilles. Les spécimens qui seront recueillis en dernier feront l'objet d'une analyse de leurs coquilles sur toute la période expérimentale.

Le projet de recherche doctoral comportera également une courte application fossile grâce à une transposition des modèles de reconstruction environnementale résultant de ces travaux. Le matériel d'étude consistera en l'analyse de coquilles d'huîtres disponibles de l'optimum climatique médiéval (X^e-XIV^e siècle) et du petit âge glaciaire (XIV^e-XIX^e siècle). Des mesures isotopiques et élémentaires seront ainsi effectuées pour reconstituer les fluctuations de température au cours du dernier millénaire.

Compétences et connaissances requises :

Le projet de recherche doctoral nécessitera à la fois des travaux de terrain (expériences d'élevage et de surveillance sur sites) et en laboratoire (analyses physiologiques et géochimiques) au sein des différentes institutions partenaires.

Le/La candidat(e) retenu(e) devra détenir un Master en géosciences et géochimie avec un vif intérêt pour l'analyse des systèmes biologiques et les statistiques. Le candidat devra détenir des compétences en langue anglaise pour la réalisation de publications et de communications scientifiques futures.