

SUJET de STAGE - MASTER 2 Recherche ou Ingénieur

Nom des proposant

Philippe Lasaygues (lasaygues@lma.cnrs-mrs.fr)

Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, LMA UMR 7031 CNRS Aix-Marseille Université, Centrale Marseille, Marseille

Tel : +33 (0)484 524 283

Collaborations

Jennifer Weil Accardo

Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement, CEREGE UMR7330, CNRS, AMU, CdF, IRD, Aix-en-Provence

Cécile Baron

Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Équilibre, IRPHE, UMR 7342 CNRS Aix-Marseille Université, Centrale Marseille, Marseille

Titre du sujet

Caractérisation non destructive par ultrasons de microatolls coralliens : Modélisation numérique et expérimentale

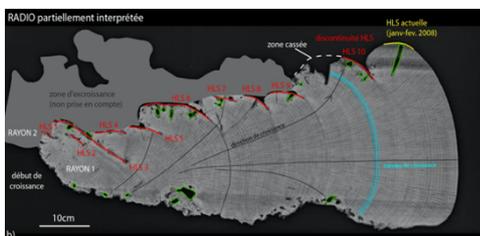
Résumé

L'augmentation globale du niveau des mers et des océans, conséquence du changement climatique, fait peser de nombreuses menaces sur la population mondiale, particulièrement pour les régions côtières. L'accumulation de données sur le niveau marin est capitale pour une meilleure évaluation du dérèglement climatique, mais du fait des variations hétérogènes spatialement, acquérir des données à l'échelle globale est nécessaire. L'étude de la croissance des microatolls coralliens (figure 1), véritables marégraphes naturels, répond à ce besoin en apportant un éclairage unique sur



Aron J. Meltzner and Colin D. Woodroffe, Coral microatolls, Chapter 8, *Handbook of Sea-Level Research*, 1st ed. by Ian Shennan, Antony J. Long, and Benjamin P. Horton. Wiley, 2015

les fluctuations relatives du niveau marin avec une précision centimétrique. Cependant, l'étude d'un microatoll nécessite son échantillonnage à la scie hydraulique, de manière à obtenir une tranche sur



Vue radiographique d'une tranche de corail extraite d'un microatoll. Jennifer Weil Accardo, CEREGE.

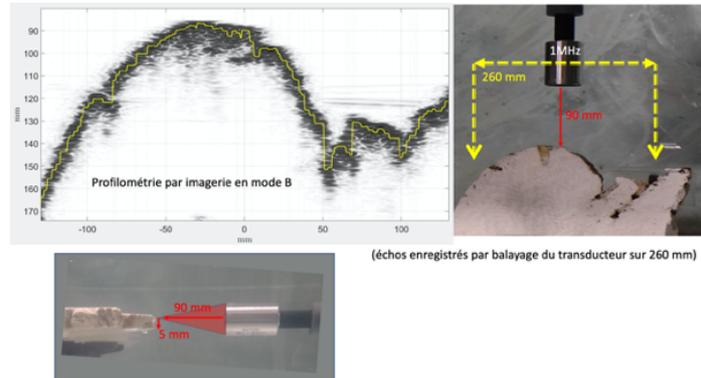
laquelle on peut identifier, en laboratoire, après découpe fine par un marbrier et l'obtention d'images X issues de scanners médicaux (figure 2), des anomalies de croissance, marqueurs des fluctuations du niveau relatif. Cette méthode implique une logistique complexe et chronophage, et génère surtout, un stress pour la colonie corallienne, ainsi que pour la faune et la flore vivant à proximité. Cela implique également la mort de la partie de la colonie prélevée. Il y a donc aujourd'hui un

grand intérêt à proposer des techniques alternatives d'examen qui soient non destructives, in situ, et qui limiteraient au maximum les prélèvements par échantillonnage et découpe. L'une des méthodes envisagées est l'imagerie ultrasonore qui consiste à visualiser telle une échographie médicale, l'intérieur

d'un microatoll. Des premiers essais d'imagerie (figure 3) de la subsurface d'une tranche de microatoll ont été réalisés en utilisant des configurations à 500 kHz et 1 MHz qui ont permis de mettre en évidence les performances de la méthode acoustique mais aussi ses limites qu'il convient de comprendre et de corriger.

C'est dans ce cadre que le projet est proposé.

Le travail est décomposé en 2 actions complémentaires. Premièrement, un modèle numérique "jumeaux" des premières expériences sera développé avec ComsolTM multiphysics, permettant (1) de reproduire les signaux observés, et (2) de tester plusieurs configurations acoustiques en termes de forme d'onde, de fréquences et de puissances. L'objectif est de comprendre les phénomènes physiques mis en jeu lorsqu'une onde acoustique se propage dans un microatoll corallien.



Cet outil de simulation numérique permettra aussi d'adapter différentes géométries de microatolls pour in fine appréhender une exploration de terrain.

Deuxièmement, et pour valider les modélisations et les simulations numériques, des essais expérimentaux parallèles seront entrepris sur des échantillons prélevés, particulièrement sur une tranche de microatoll à l'échelle 1, et sur de plus petites pièces découpées permettant une étude multi-échelle et multi-physique, en associant des instruments de laboratoire tels que les scanners d'imagerie et d'interférométrie ultrasonore et le nano-indenteur du LMA, et le nano-microtomographe X de la Fédération Fabri de Peiresc. Ces moyens permettront d'expérimenter plusieurs configurations, de produire des cartographies ultrasonores en mode B, et d'évaluer les propriétés physiques (masses volumiques) et acoustiques (vitesses et atténuations des ondes) de microatolls coralliens.

Résultats attendus : À notre connaissance, ce projet serait un premier transfert interdisciplinaire entre l'imagerie acoustique utilisée en médecine et en géophysique, et pour laquelle le LMA est spécialiste, et l'étude des microatolls coralliens ; écosystèmes marins, véritables "traducteurs" de la dynamique des océans et de l'impact du changement climatique. Ce travail reposera sur une étude bibliographique précise, sur la mise en œuvre d'un outil de simulation numérique "jumeau" d'un sondage acoustique réaliste, et discutera des cartographies ultrasonores réalisées sur des pièces réelles. Nous prévoyons sur l'année 2024 voire 2025, a minima, une communication dans un congrès et la publication d'un article dans une revue à comité de lecture.

Financement du stage

Financement par l'Institut "Sciences de l'Océan", suivant la réglementation en vigueur.