

Sujet stage M2: *La tomographie par rayons X des foraminifères révèle leur réponse à l'acidification (FOXTROT)*

M2 internship topic: Foraminifera X-ray tomography reveals response to acidification (FOXTROT)

For the english version, see below

Durée : 5 mois (possibilité de prolongation)

Lieu : LPG Angers

Encadrantes : Constance Choquel, Inge van Dijk

Collaboration : Université de Lund, Suède

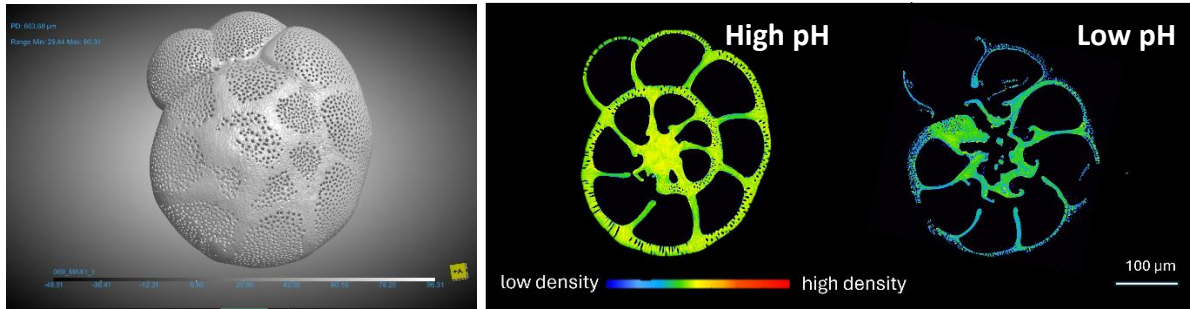
Financement : acquis

Version française

Les études sur le terrain et en laboratoire, ainsi que les modèles climatiques, suggèrent fortement que les changements générés par l'acidification en cours des océans (AO) auront des répercussions importantes sur les organismes marins et, par conséquent, sur les écosystèmes marins et les cycles biogéochimiques. Afin de mieux reconstituer les changements proposés dans le cycle futur du carbone, nous devons être mieux informés sur la sévérité de cet impact sur les organismes calcifiants, qui jouent un rôle important dans le cycle du carbone océanique et qui seraient affectés négativement par l'AO actuelle et future. Notre étude peut apporter une contribution importante, car nous nous concentrons sur l'un de ces importants producteurs de calcite, les foraminifères. Les foraminifères calcaires jouent un rôle majeur dans le cycle du carbone océanique, car ils contribuent à près de 25 % de la production totale de carbonate dans l'océan (Langer, 2008). Nous devons comprendre comment les paramètres de l'AO influencent la production de carbonate des foraminifères en analysant les propriétés de leur coquille (test), telles que la densité et l'épaisseur, en relation avec l'AO, afin de comprendre les changements futurs dans la contribution des foraminifères au flux de carbone dans les océans.

Dans ce but, nous avons préalablement incubé différentes espèces de foraminifères dans le cadre d'une expérience de croissance contrôlée. Nous avons reproduit différents scénarios d'AO dans deux configurations expérimentales (huit conditions au total), ce qui nous a permis de dissocier autant que possible les différents composants du système carbonaté. Nous avons inclus des individus de cinq espèces différentes de foraminifères présentant des signatures géochimiques, des voies de biominéralisation et des habitats contrastés (c'est-à-dire des environnements tropicaux, continentaux et profonds). Les spécimens issus de cette expérience ont été scannés à la plateforme ANATOMIX du synchrotron Soleil afin d'étudier les changements dans la morphologie des coquilles.

L'étudiant **développera et améliorera le traitement et l'exploration de ces analyses tomographiques acquises**. Les données seront segmentées, ce qui donnera lieu à une pile de coupes d'images binaires pouvant être utilisées pour des reconstructions 3D μ CT. Elles aideront à **développer un protocole permettant de dériver plusieurs propriétés morphologiques des coquilles, telles que leur volume, leur surface et, surtout, leur épaisseur et leur densité**, qui seront normalisées à l'aide du matériel de référence. À l'aide de ce protocole, ils **étudieront comment l'épaisseur et la densité des coquilles ont évolué en fonction des conditions expérimentales d'acidification des océans**.



L'ensemble de données produit sera d'une valeur inestimable : les foraminifères benthiques, bien qu'ils constituent le plus grand groupe de foraminifères en termes de nombre d'espèces, ne font pas souvent l'objet de ce type d'analyse, de sorte que presque toutes ces espèces n'ont jamais été imagées par microtomographie auparavant. De plus, grâce à la configuration de notre expérience, nous pouvons pour la première fois séparer l'effet du pH et du DIC (Carbone Inorganique Dissous) sur l'épaisseur et la densité de la coquille. Nous émettons l'hypothèse que 1) les spécimens cultivés réagiront aux conditions de laboratoire par des changements dans l'épaisseur et/ou la densité de leur coquille. 2) les coquilles seront plus fines et/ou moins denses dans des conditions plus extrêmes (par exemple, pH et DIC plus faibles). 3) La gravité de l'impact sera spécifique aux espèces étudiées, en fonction de la morphologie et de la composition chimique de leur coquille.

Profil : La personne qui effectuera le stage devra avoir des compétences en écologie marine, une capacité à travailler de manière rigoureuse, ainsi qu'un réel intérêt pour l'analyse d'images sur Dragonfly. Des notions de programmation en R ou Python sont les bienvenues.

Merci d'envoyer votre CV, relevé de notes L3-M1 et lettre de motivation à :

inge.vandijk@univ-angers.fr

constance.choquel@univ-angers.fr

English version :

Duration: 5 months (possibility of extension)

Location: LPG Angers

Supervisors: Constance Choquel, Inge van Dijk

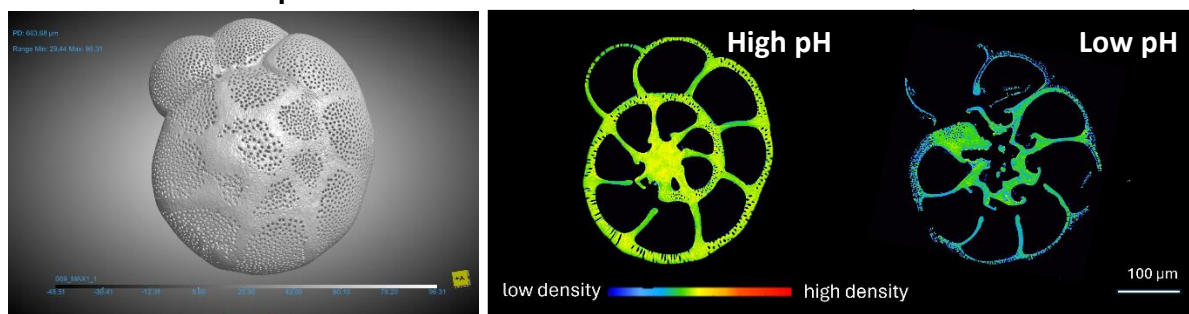
Collaboration: University of Lund, Sweden

Funding: acquired

Field and laboratory studies, as well as climate models, strongly suggest that the changes caused by ongoing ocean acidification (OA) in the oceans will have large impacts on marine organisms, and consequently marine ecosystems and biogeochemical cycles. To better reconstruct the proposed changes in the future carbon cycle, we need to be better informed about the severity of this impact on carbonate precipitating organisms, which are important players in the ocean's carbon cycle and are thought to be negatively impacted by ongoing and future OA. Our study can make an important contribution by focusing on one of the key calcite producers, foraminifera. Calcareous foraminifera play a major role in the ocean's carbon cycle, as they contribute up to almost 25% of the total carbonate production in the ocean (Langer,

2008). We need to understand how OA parameters impact foraminiferal carbonate production by analyzing shell properties, such as density and shell thickness, in relation to OA, to understand future changes in the foraminiferal contribution to the carbon flux in the ocean. For this aim, we have previously incubated different species of foraminifera in a controlled growth experiment. We mimicked different OA scenarios in two experimental set-ups (eight conditions in total), which allowed us to decouple as much as possible the individual components of the carbonate system. We included individuals of five different species of foraminifera with contrasting geochemical signatures, biomineralization pathways and habitat occupations (i.e., tropical, continental shelf, and deep-sea environments). Specimens from this experiment have been scanned at ANATOMIX at the synchrotron Soleil to investigate changes in shell morphology.

The student will **develop and improve the treatment and exploration of these acquired tomography analyses**. The data will be segmented, resulting in a stack of binary image slices that can be used for 3D μ CT reconstructions. They will help to **develop a protocol to derive several morphological properties of the shells, such as shell volume, surface area, and most importantly, shell thickness and density**, which will be standardized using reference material. Using this protocol, they will **investigate how shell thickness and density changed in relation to the experimental ocean acidification conditions**.



The produced dataset will be of extreme value: Benthic foraminifera, although the biggest group of foraminifera in terms of number of species, are not often targeted for this type of analysis, so almost all of these species have never been imaged with μ CT before. Furthermore, due to the setup of our experiment, we can for the first time separate the effect of pH and DIC (Dissolved Inorganic Carbon) on shell thickness and density. We hypothesize that 1) cultured specimens will respond to the laboratory conditions by changes in shell thickness and/or density. 2) The shells will be thinner and/or less dense under more extreme conditions (e.g., lower pH and lower DIC). 3) The severity of the impact will be specific to the species investigated, based on their shell morphology and chemical composition.

Profile: The intern must have expertise in marine ecology, the ability to work rigorously, and a genuine interest in image analysis using Dragonfly. Basic programming skills in R or Python are welcome.

Please send your CV, L3-M1 transcript, and cover letter to:

inge.vandijk@univ-angers.fr

constance.choquel@univ-angers.fr