

## **Sujet de stage de M2** **Année 2020-2021**

### **Titre**

**Influence des paramètres environnementaux sur la distribution des foraminifères (zooplancton) : Modélisation et comparaison croisée avec une nouvelle base de données faunistique (FORCIS)**

### **Thématique**

Les émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> entraînent un réchauffement des océans et une diminution du pH des eaux de surface. On sait qu'une telle acidification des océans affecte les groupes de plancton calcifiants, un élément clé de la pompe à carbonate. Les coquilles fossilisées des foraminifères planctoniques constituent un flux important de carbonate vers les profondeurs de l'océan, ce qui rend la compréhension de leur dynamique d'une importance vitale pour déchiffrer l'évolution du climat global. Les changements historiques des assemblages de foraminifères planctoniques n'ont pas encore été synthétisés à l'échelle mondiale, malgré de nombreux efforts de collecte individuels. Le projet [FORCIS](#) (2019-2022), financé par la [Fondation pour la Biodiversité](#) et hébergé au [CESAB](#), comble cette lacune critique par une synthèse mondiale à l'aide d'outils numériques modernes de gestion et d'analyse des données. FORCIS évalue les recensements et les données hydrographiques depuis le début des années 1950 afin d'obtenir des informations sur les principales mesures de la biodiversité au cours des dernières décennies et d'améliorer ainsi les modèles éco-physiologiques et de dynamique des populations.

L'objectif de ce stage est d'améliorer notre connaissance des conditions environnementales qui gouvernent la distribution des différentes espèces de foraminifères dans l'océan mondial, et ce sur la période historique d'observation. La démarche mise en œuvre lors de ce stage consiste à améliorer un modèle existant de foraminifères en le confrontant à la toute nouvelle base de données FORCIS.

Phase 1 : implémenter et reproduire la démarche du modèle FORAMCLIM (Lombard et al., 2011 ; Roche et al., 2018), établissant la distribution des espèces de foraminifères à partir de fonctions de taux de croissance, combinées à des conditions environnementales (température, food-availability, luminosité, ...). L'originalité de ce projet consistera à évaluer le modèle par une comparaison modèle-données avec la nouvelle base de données FORCIS (filets à plancton, pièges à sédiment, CPR) qui couvre toute la période historique. Cette étape considère les 8 espèces initialement calibrées par le modèle.

Phase 2 : inversion de la démarche. La base de données FORCIS est riche d'un grand nombre d'espèces. Cette étape consistera à extraire les conditions environnementales (température, chlorophylle, ...) des ré-analyses océanographiques disponibles (NCEP, ECMWF, ...), correspondantes au lieu et au moment des observations d'abondances de foraminifères faites et rapportées dans la base FORCIS. Forts de ces informations d'abondances et des conditions environnementales, une démarche d'inversion du modèle permettra de retrouver les paramètres requis pour les fonctions de taux de croissance pour l'ensemble des espèces. L'évaluation de cette étape se fera par l'analyse des paramètres plausibles ou aberrants (dépendance à la température, ...).

L'étudiant.e participera au workshop de printemps du groupe de travail international FORCIS à Montpellier (printemps 2021).

## **Méthodes**

Le code du modèle FORAMCLIM est disponible et sera implémenté soit sur le cluster de calcul de l'OSU Pythéas soit sur un ordinateur individuel pour les phases de développement.

L'étudiant.e aura de bonnes connaissances en programmation scientifique (pour la modélisation et pour l'extraction de données), avec de préférence une expérience en langage Python.

Une connaissance des problématiques environnementales et océanographiques est vivement souhaitée (Master d'Océanographie, Master de Paléo-climatologie, ou équivalent).

Un bon niveau en anglais est nécessaire pour la participation aux discussions et au workshop international.

## **Mots-clefs**

Foraminifères, Écosystème, Changement climatique, Modélisation, Comparaison modèle-données, Base de données

## **Lieu**

L'étudiant.e travaillera au sein de l'équipe Climats, au CEREGE, sur l'Europôle de l'Arbois, Aix-en-Provence. Il ou elle passera également une semaine à Montpellier au CESAB pour le workshop de printemps.

## **Encadrants et contacts**

Les candidatures sont à envoyer aux adresses suivantes :

- Sonia Chaabane - Post-Doctorante FRB - chaabane@cerege.fr
- Thibault de Garidel – DR CNRS - PI du projet FORCIS - garidel@cerege.fr
- Xavier Giraud - MdC AMU - giraud@cerege.fr

## **Financement**

Le financement est assuré par la FRB, dans le cadre du projet FORCIS.

## Internship subject M2 Year 2020-2021

### Title

**Influence of environmental parameters on the distribution of the foraminifera (zooplankton): modelling and cross-comparison with a new wildlife database (FORCIS)**

### Theme

Anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions lead to oceanic warming, and a decrease in surface water pH. Such ocean acidification is known to affect calcifying plankton groups, a key component of the carbonate pump. Fossilized shells of planktonic foraminifera comprise a major carbonate flux to the deep sea, which makes understanding their dynamics vitally important to decipher in a rapidly changing global climate. Historical changes in planktonic foraminiferal assemblages have not yet been synthesized globally, despite numerous individual collection efforts. The [FORCIS project](#) (2019-2022), funded by the [Fondation pour la Biodiversité](#), and hosted at [CESAB](#), is filling this critical gap with a global synthesis with modern digital tools of data management and analysis. **FORCIS** assesses census counts and hydrographic data since the early 1950's to yield insights into key biodiversity metrics over the past decades, and thus also improve eco-physiological and population dynamics models.

The **objective of this research internship** is to improve our knowledge of the environmental conditions that drive the distribution of the different species of foraminifera in the world ocean over the historical period of observations through a modelling approach. The overarching strategy will be to improve an existing model of foraminifera by comparing it with the new FORCIS database.

Phase 1: Implement and reproduce the FORAMCLIM model approach (Lombard et al., 2011; Roche et al., 2018), establishing the distribution of foraminifera species based on growth rate functions, combined with environmental conditions (temperature, food-availability, luminosity, ...). The novelty consists in evaluating the model by a model-data comparison with the new FORCIS database (plankton nets, sediment traps, CPR) which covers the entire historical period. This step considers the 8 species initially calibrated by the model.

Phase 2 : Inversion of the approach. The FORCIS database is rich in a large number of species. This step will consist in extracting the environmental conditions (temperature, chlorophyll, ...) from the available oceanographic re-analyses (NCEP, ECMWF, ...), corresponding to the place and time of the observations of foraminifera abundance made and reported in the FORCIS database. Based on this abundance distribution and the environmental conditions, a model inversion approach will allow to find the parameters required for the growth rate functions for all species. The evaluation of this step will be done by the analysis of plausible or aberrant parameters (temperature dependence, ...).

The student will participate in the spring workshop of the international working group FORCIS in Montpellier (spring 2021).

### Methods

The FORAMCLIM model code is available and will be implemented either on the OSU Pytheas computing cluster or on a personal computer for the development phases.

The student will have a good knowledge of scientific programming (for modeling and data extraction), preferably with experience in the Python language.

A knowledge of environmental and oceanographic issues is highly desirable (Master of Oceanography, Master of paleoclimatology, or equivalent).

The group is international, and a good level in English is expected.

### **Keywords**

Foraminifera, Ecosystem, Climate change, Modeling, Model-Data Comparison, Database

### **Location**

The student will work in the Climate team, at the CEREGE, on the Europôle de l'Arbois, Aix-en-Provence. The student might attend a one-week workshop in Montpellier with all participants of the FORCIS consortium.

### **Supervisors and contacts**

Applications should be sent to the following addresses:

- Sonia Chaabane - Post-Doctoral FRB - chaabane@cerege.fr
- Thibault de Garidel - DR CNRS - PI of the FORCIS project - garidel@cerege.fr
- Xavier Giraud - Mdc AMU - giraud@cerege.fr

### **Funding**

Funding is provided by the FRB, as part of the FORCIS project.