

Proposition de stage

Parcours Master 2 « Microbiologie, Environnement, Santé »

Responsables : Dr. Fabien JOUX (SU) / Pr. Cécile BERNARD (MNHN)

1. Laboratoire / Entreprise d'accueil :

Intitulé : UMR7265 BIAM

Adresse : CEA Cadarache, 13108 St Paul lez Durance

Responsable du Laboratoire / Entreprise : David Pignol

Responsable de l'encadrement : Christopher Lefèvre

Téléphone : 06 34 55 36 39

E-mail : christopher.lefevre@cea.fr

Co-encadrant éventuel : Caroline Monteil, post-doctorante dans l'équipe d'accueil

2. Description du stage (2 pages maximum) :

Titre : Ecologie et biodiversité des bactérie magnétotactiques produisant des carbonates de calcium intracellulaires

Mots clés : Bactéries magnétotactiques, magnétosomes, carbonate de calcium, biominéralisation, Lac Pavin

Contexte et objectifs généraux :

La formation de carbonate de calcium (CaCO_3) par les bactéries a reçu une grande attention de la part des scientifiques du fait de son potentiel impact sur les cycles géochimiques du carbone et du calcium (1, 2), sa capacité à cimenter/stabiliser les sédiments et sols (3) ou pour bioremédier des sites pollués par des alcalino-terreux (e.g., isotopes radioactifs ^{90}Sr , ^{226}Ra ou le baryum) (4). Le processus de calcification a été considéré quasi-exclusivement comme un mécanisme passif, extracellulaire et résultant d'une modification du milieu environnant. Cependant, des études récentes ont montré que plusieurs espèces de cyanobactéries (5, 6) et une espèce de gammaprotéobactérie non cultivée du genre *Achromatium* (7), contrôlent la formation de CaCO_3 intracellulaire. Les déterminants génétiques et environnementaux à l'origine de la formation des carbonates intracellulaires restent incertains chez ces organismes. De même, la fonction de ces inclusions de CaCO_3 reste à l'heure actuelle hypothétique (5, 8).

Projet de stage :

Récemment, nous avons fait la découverte de bactéries magnétotactiques (9) environnementales ayant la capacité de produire des inclusions intracellulaires de CaCO_3 amorphes. Différents morphotypes bactériens ont été identifiés, dont certains ont la quasi-totalité du cytoplasme occupé par ces inclusions (Figure). Ces bactéries sont très prometteuses pour étudier les mécanismes impliqués dans la formation des CaCO_3 car i) elles sont variées d'un point de vue morphologique et phylogénétique, ii) elles sont faciles à concentrer, purifier et observer du fait de leur magnétotactisme et iii) le lac où elles sont rencontrées est largement étudié géochimiquement.

Ce stage aura pour but de révéler la biodiversité et de caractériser les niches écologiques des bactéries magnétotactiques produisant des inclusions de CaCO_3 .

Pour cela, l'étudiant(e) sera amené(e) à réaliser des échantillonnages de sédiments lacustres. Des approches de microscopie optique, confocale et électronique en transmission, de tri cellulaire (*single-cell sorting*) seront utilisées pour la caractérisation du comportement magnétotactique et de l'ultrastructure des organismes ainsi que pour la validation de leur identité taxonomique au préalable déterminée par des approches de biologie moléculaire. L'ensemble des données génétiques sera traité par des outils de bioinformatique et de phylogénie moléculaire.

Les objectifs de ce stage M2 sont :

Ce projet aura pour but de caractériser la biodiversité et l'écologie de ces bactéries magnétotactiques produisant des inclusions de CaCO₃. L'étudiant(e) en master aura pour objectifs principaux: 1) de mener des études de terrain afin d'isoler les différentes populations de ces bactéries et de caractériser leur environnement, 2) de caractériser leur diversité morphologique et spécifique, et 3) d'isoler leur ADN génomique pour le séquençage de leur génome.

Bibliographie :

1. Z. Liu *et al.*, *CATENA*. 170, 64–72 (2018).
2. V. Herve *et al.*, *Geomicrobiol. J.* 35, 31–39 (2018).
3. D. Terzis, L. Laloui, *Sci. Rep.* 8 (2018).
4. L. A. Warren, P. A. Maurice, N. Parmar, F. G. Ferris, *Geomicrobiol. J.* 18, 93–115 (2001).
5. E. Couradeau *et al.*, *Science*. 336, 459–462 (2012).
6. K. Benzerara *et al.*, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 111, 10933–10938 (2014).
7. V. Salman *et al.*, *ISME J.* 9, 2503–2514 (2015).
8. N. Gray, I. Head, in *The Prokaryotes: Gammaproteobacteria*, E. Rosenberg, E. F. DeLong, S. Lory, E. Stackebrandt, F. Thompson, Eds. (Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2014), pp. 1–14.
9. C. T. Lefèvre, D. A. Bazylinski, *Microbiol Mol Biol Rev.* 77, 497–526 (2013).

Sélection d'autres publications de l'équipe sur le sujet:

- C. T. Lefèvre *et al.*, *Science*. 334, 1720–1723 (2011).
 C. T. Lefèvre *et al.*, *ISME J.* 6, 440–450 (2012).
 C. L. Monteil *et al.*, *Environ. Microbiol.* 20, 4415–4430 (2018).
 C. L. Monteil *et al.*, *Nat. Microbiol.* 4, 1088–1095 (2019).

Ce stage peut-il se poursuivre par une thèse ? : Ce projet pourra être développé par la suite en thèse. En effet, le séquençage des génomes des différents morphotypes de ces bactéries sera effectué à la fin du stage de M2 et permettra d'envisager de nombreuses perspectives pour des travaux de thèse.

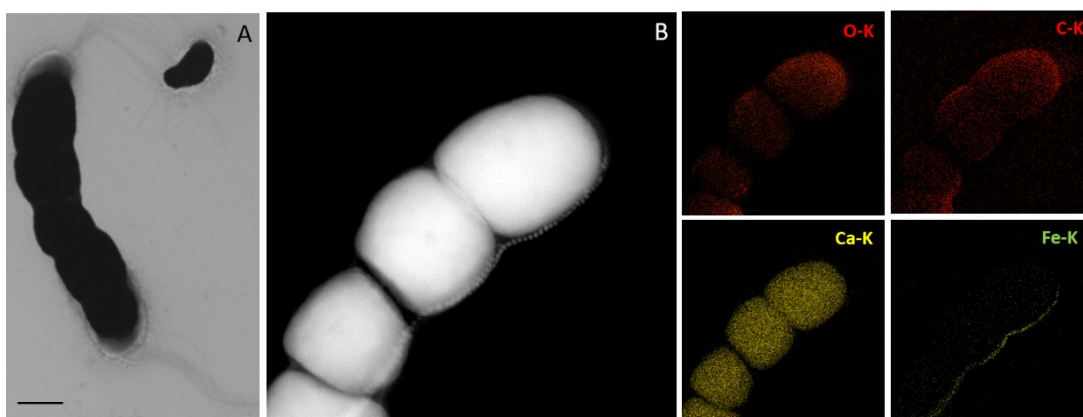


Figure de microscopie électronique en transmission (A) et à balayage (B) d'un des morphotypes de bactéries magnétotactiques biominéralisant des inclusions de CaCO₃. Ce bâtonnet contient cinq inclusions de CaCO₃, denses aux électrons, avec un aspect très contrasté en microscopie électronique. Les panels de droite représentent les images d'analyses dispersives en énergie indiquant la présence de carbone, d'oxygène et de calcium dans ces inclusions. Cette bactérie biominéralise une chaîne de magnétosomes visible en (B) et dans la cartographie chimique du fer. La barre représente 1 µm.