



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2017

TITRE du SUJET : Biominéralisation de sulfures de fer par les bactéries sulfato-réductrices : approche minéralogique et isotopique

Directeur :

BUSIGNY Vincent, fonction (MCF P7, HDR), busigny@ipgp.fr

Co-encadrant :

MIOT Jennyfer, fonction (MCF MNHN), jmiot@mnhn.fr

Equipe d'accueil :

**IPGP- Equipe de Géochimie des isotopes stables – UMR 7154
IMPIC – Equipe de Géobiologie – UMR 7590**

Financement :

Contrat doctoral avec mission d'enseignement

*Plus de renseignement voir : <http://ed560.ipgp.fr>, Rubrique : Offres_de_thèse
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'Ecole doctorale*

Développement du Sujet (1 à 2 pages) :

Les bactéries sulfato-réductrices ont probablement joué un rôle central au cours de l'histoire de la Terre, en couplant les cycles biogéochimiques du carbone, du fer et du soufre. Par ailleurs, les sulfures présents dans le registre géologique sont des marqueurs importants des conditions redox de surface de la Terre. Pour retracer l'évolution du vivant et reconstituer les paléoenvironnements dans lesquels les sulfures de fer se sont formés, il est nécessaire de disposer de critères de biogénicité forts, permettant de discriminer des sulfures d'origine biologique de ceux formés en conditions abiotiques (par des processus purement chimiques). Pour cela, l'étude au laboratoire de systèmes modèles de la biominéralisation de sulfures est une première étape incontournable pour la détermination de biosignatures de la sulfato-réduction bactérienne.

L'objectif de cette thèse est d'étudier les processus de biominéralisation de sulfures de fer, dans des systèmes microbiens modèles. Dans un premier temps, des souches microbiennes sulfato-réductrices seront isolées du lac Pavin, un lac méromictique présentant des analogies avec l'océan précambrien. Des cultures de ces bactéries sulfato-réductrices isolées seront ensuite réalisées à l'IMPIC. Leurs capacités métaboliques seront évaluées (nature des accepteurs / donneurs d'électron métabolisables, cinétiques de réduction des sulfate et d'oxydation de la matière organique,...). Elles seront suivies (croissance, chimie des solutions) dans différentes conditions de culture. De plus, les produits minéralogiques seront caractérisés par microscopies électroniques (à balayage et à transmission), diffraction des rayons X, spectro-microscopie Raman et spectroscopie d'absorption X (EXAFS, à ELETTRA, Italie et/ou à SOLEIL). En complément, des expériences de microscopie X (Scanning Transmission X-ray Microscopy, à SOLEIL ou Saskatoon/Canada) seront programmées, afin de caractériser la spéciation conjointe du fer, du soufre et du carbone à l'échelle de la dizaine de nanomètres. Les propriétés des biominéraux formés seront comparées à celles de phases synthétisées en conditions abiotiques. Les signatures isotopiques en Fe et S des solutions et des phases minérales

produites lors des cultures bactériennes seront déterminées dans les laboratoires de l'IPGP. Elles permettront de calculer les fractionnements isotopiques associés à la sulfato-réduction, mais aussi (et surtout) à la biominéralisation dans différentes conditions de culture.

Pour finir, les effets de la diagenèse seront évalués. Les sulfures de fer abiotiques et biominéralisés seront soumis à des conditions de pression et température typiques de la diagenèse dans des autoclaves (IMPMC). Les produits obtenus seront caractérisés par les différents outils d'analyse des solides préalablement évoqués, et les fractionnements isotopiques induits seront calculés (IPGP).

Le couplage des techniques de caractérisation minéralogique et d'isotopie permettra d'établir des critères robustes d'identification des sulfures produits par les bactéries sulfato-réductrices. Les expériences de fossilisation expérimentale permettront de déterminer si ces biosignatures potentielles peuvent être préservées dans l'enregistrement géologique.