



Lundi 26 septembre 2016 à 14h30, Amphi B ENSEIRB-MATMECA
(Bordeaux INP).

Structures et processus de minéralisation et de diagenèse des tapis microbiens actuels en domaines hypersalins continental et marin.

par Aurélie PACE

Membres du jury :

| | | |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Karim BENZERARA (Pr.) | Université Pierre et Marie Curie | Rapporteur |
| Raphaël BOURILLOT (Dr.) | Bordeaux INP Ensegid | Co-directeur scientifique |
| Adrian CEREPİ (Pr.) | Bordeaux INP Ensegid | Directeur de thèse |
| Christophe DUPRAZ (Dr.) | Université de Stockholm | Examineur |
| Anneleen FOUBERT (Pr.) | Université de Fribourg | Rapporteur |
| Serge GALAUP (Dr.) | Bordeaux INP Ensegid | Encadrant |
| Emmanuelle VENNIN (Pr.) | Université de Bourgogne | Co-directrice scientifique |
| Aurélien VIRGONE (Dr.) | TOTAL Sa | Invité |
| Pieter.T. VISSCHER (Pr.) | Université du Connecticut | Examineur |

Résumé

Les microbialithes sont des dépôts organosédimentaires benthiques résultant de la minéralisation et de la lithification de tapis microbiens, et dont les plus anciennes formes, se développant il y a 3.4 Ga, constituèrent les premiers écosystèmes terrestres. Ils forment alors une archive sédimentaire unique incluant des périodes clés de l'histoire géologique.

Dans ce travail de thèse, je propose d'analyser et de comparer les processus et produits de minéralisation dans les tapis microbiens actuels de deux environnements contrastés : un exemple de lac intracontinental hypersalin, le Grand Lac salé (GSL) aux USA ; une lagune hypersaline à alimentation marine, à Cayo Coco (Cuba ; CCLN). Le devenir des minéraux au cours de la diagenèse précoce, ainsi que leur potentiel

d'enregistrement de biosignatures seront particulièrement analysés. Cette thèse se focalisera spécialement sur l'influence de trois facteurs majeurs contrôlant la minéralogie et la fabrication des microbialithes : (i) le rôle de la chimie du milieu (ii) le rôle des métabolismes microbiens (le moteur de l'alcalinité) ; (iii) le rôle de la production et de la dégradation des matrices organiques extracellulaires (EOM).

Les deux cas d'études démontrent un rôle prépondérant de la production d'EOM par les cyanobactéries et leur dégradation par les bactéries hétérotrophes dans la minéralisation : (1) Dans les deux systèmes, la première phase minérale à précipiter sur les EOM alvéolaires est une phase riche en magnésium et en silicium. Ce type de minéraux nécessite des pH > 8.6-8.7 pour cristalliser. (2) Une autre observation commune est que les carbonates cristallisent souvent dans des zones de forte activité des bactéries sulfato-réductrices (SRB). Notre hypothèse est que les SRB dégradent les EOM, libérant des cations (Mg^{2+} et Ca^{2+}) disponibles pour la cristallisation des carbonates.

Dans les tapis du CCLN et contrairement au GSL, nos résultats démontrent une forte activité de photosynthèse anoxygénique par les bactéries pourpres sulfureuses (PSB). La limite entre la zone oxic et la zone anoxique est caractérisée par un pH maximum et coïncide avec la formation d'une lamelle de carbonates. Deux différences majeures sont observées entre les paragenèses du GSL et du CCLN : (1) le locus initial de la précipitation des carbonates. Dans le GSL, l'aragonite précipite dans les cyanobactéries, perminéralise leur paroi et enfin la matrice organique. Pour Cuba, une calcite magnésienne péloïdale précipite sur les EOM puis remplit les bactéries ; (2) la minéralogie et l'évolution des carbonates lors de la diagenèse précoce. Les microbialithes du GSL montrent une aragonite partiellement dissoute et une dolomite venant se développer à sa périphérie. Au CCLN, de l'aragonite se développe en surcroissance des péloïdes de HMC précédemment formés. Les différences minéralogiques des carbonates entre les deux systèmes pourraient s'expliquer par un changement du rapport Mg/Ca.

Les résultats pourront être utilisés afin de mieux interpréter les conditions paléoenvironnementales et les processus microbiens en jeu dans des microbialithes de registres fossiles analogues.

Mots-clés : Tapis microbiens, microbialithes, minéralisation, diagenèse, milieux hypersalins lacustres, milieu hypersalins lagunaires, microbiologie, Cuba, Grand lac Salé (USA), carbonates

Abstract

Microbialites are benthic organosedimentary deposits resulting of the mineralization and lithification of the microbial mats, and the most ancient forms, developing there are 3.4 Ga, are the first earthly ecosystem. They form a unique sedimentary archive including key periods of the geological history.

In this study, we propose to analyze and compare the processes and the products of mineralization in the modern microbial mats of two different environments: an example of intracontinental modern lake, the Great Salt Lake (USA; GSL); a lagoonal marine sea fed in Cayo Coco (Cuba; CCLN). The mineral product during of the primary diagenesis, as that them potential of biosignatures recording will be particularly detailed. This work will be focus on the influence of three major factors controlling the mineralogy and the fabric of the microbialites: (i) environment chemistry role, (ii) microbial metabolisms role, (iii) role of the production and degradation of the extracellular organic matrix (EOM).

Both environments studied show a high role of the EOM production by cyanobacteria and them degradation by the heterotrophic bacteria in the mineralization: (1) In both systems, the first phase to precipitate on the alveolar EOM is a rich magnesium and silica phase. This type of mineral needs pH around 8.6/8.7 to precipitate. (2) Another common observation is that carbonate precipitate generally in the high sulfate-reducing activity zones. Our hypothesis is that the sulfato-reducing bacteria (SRB) degrade the EOM, releasing cations (Mg^{2+} and Ca^{2+}) available for carbonate crystallization. The limit between the oxic and anoxic zones is characterized by maximum pH coinciding with the precipitation of carbonate lamina. Two mains differences have been observed between the paragenesis both systems: (1) initial locus of the carbonate precipitation. In the GSL, the aragonite precipitates in the bacteria and then permineralizes the wall of bacteria and then the EOM network. In Cuba, the peloidal magnesian calcite precipitates on the EOM then fill the bacteria; (2) the mineralogy and the evolution of the carbonate during the preliminary diagenesis. The microbialithes of GSL show the aragonite partly dissolved and a dolomite developing next to the aragonite. In the CCLN, aragonite developing around the magnesian calcite peloids. The mineralogical carbonate differences between both systems could explain by a change of the Mg/Ca.

The results could be used to better understand and interpret the paleoenvironmental conditions and the microbial processes stake in ancient microbialite analogs.

Key words: Microbial mats, microbialites, mineralization, diagenesis, lacustrine hypersaline environments, lagoon hypersaline environments, microbiology, Cuba, Geat Salt Lake (USA)