

Etude des déterminants environnementaux et de l'anoxie dans la formation des microbialites

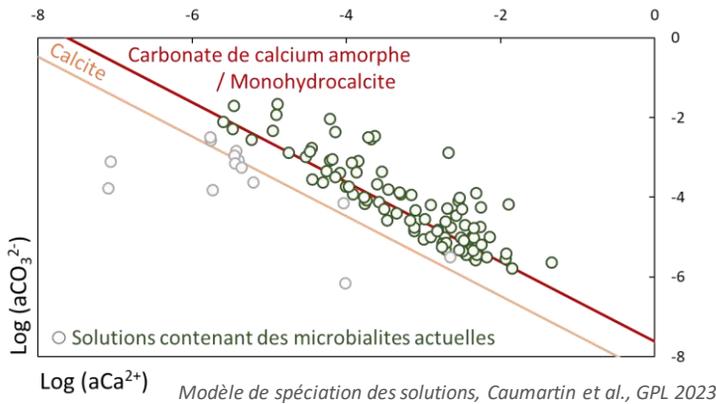
Thèse effectuée par Jeanne Caumartin à l'Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie (Sorbonne Université/CNRS/MNHN) et au laboratoire Ecologie, Société et Evolution (Université Paris-Saclay), dirigée par Karim Benzerara et Purificación López-García.

Les microbialites, roches formées par des microorganismes, se sont globalement formés en anoxie pour les plus anciens d'entre eux. Or les microbialites actuels connus se développent le plus souvent en milieu oxique. Cette différence limite la valeur analogique des microbialites actuels et les interprétations paléoenvironnementales qui peuvent en être faites.

Cette thèse s'est appuyée sur la découverte de microbialites actuels subissant des conditions saisonnièrement anoxiques. Ces objets ont été étudiés à l'aide d'analyses minéralogiques, microbiologiques et géochimiques.



1. Notre base de données montre que les microbialites actuels ne se forment que dans des environnements fortement sursaturés, proches de la solubilité des carbonates de calcium amorphes et de la monohydrocalcite.



2. Nos analyses minéralogiques et géochimiques montrent le remplacement diagenétique précoce de phases primaires (aragonite et hydromagnésite) par un carbonate rare, la huntite ($\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_4$) dans les microbialites profonds.

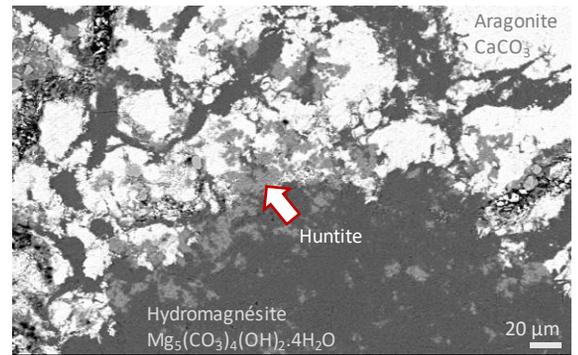
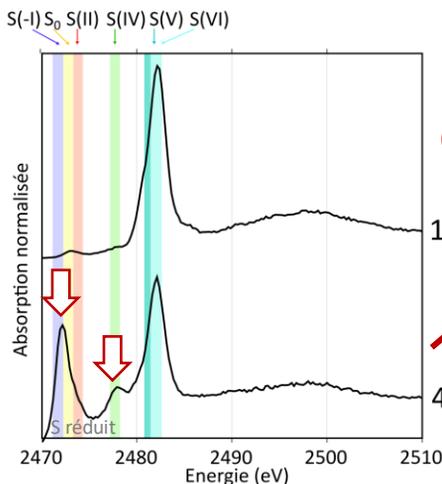


Image MEB en électrons rétrodiffusés de la huntite (gris) à l'interface entre l'aragonite (blanche) et l'hydromagnésite (gris foncée) dans une microbialite profonde, Caumartin et al., ACS Earth and Space Chem 2025

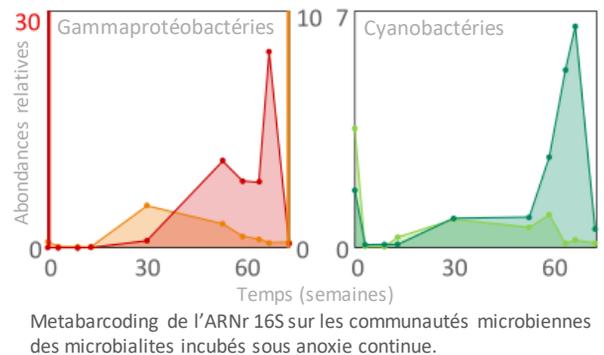
3. Nos analyses synchrotron (nano-XRF et nano-XAS) de la spéciation du soufre montrent que l'anoxie saisonnière est enregistrée par les microbialites profonds.



O₂
Spectres XANES au seuil K du soufre pour un microbialite à 10 m de profondeur, en oxie permanente vs. un microbialite de 40 m de profondeur en anoxie saisonnière. Les pics à plus basse énergie sont caractéristiques d'espèces réduites du soufre.

∅₂

4. Nos analyses moléculaires et microbiologiques montrent une augmentation de l'abondance relative des phototrophes anoxygéniques dans les microbialites en réponse à l'anoxie.



Metabarcoding de l'ARNr 16S sur les communautés microbiennes des microbialites incubés sous anoxie continue.

L'ensemble de ces résultats montrent que les conditions environnementales comme la chimie de la solution et la fugacité en oxygène sont clés dans les processus et les produits de la formation des microbialites, ouvrant une discussion sur les processus impliqués au Précambrien.