
Détecter la biogénicité de structures sédimentaires fossiles : les défis conceptuels et techniques d'un terrain du Permien (Mérifons, Hérault)

Liza Alexandra Fernandez^{*1,2}, Dov Corenblit², Florent Arrignon³, Frédéric Azémar², Thierry Otto², Romain Walcker², Erwan Roussel¹, Jean-Pierre Toumazet¹, and Johannes Steiger¹

¹Université Clermont Auvergne – Université Clermont Auvergne, CNRS, GEOLAB, Clermont-Ferrand, France. – France

²Université de Toulouse – Université de Toulouse, CNRS, INPT, CRBE, Toulouse, France. – France

³MAD-Environnement – MAD-Environnement, S.A.R.L. Nailloux, France. – France

Résumé

La reconstitution de paléoenvironnements et leurs surfaces (pré)biotiques se heurte à la difficulté de distinction des signaux abiotiques et biotiques, particulièrement sur des systèmes planétaires différents de la Terre (Corenblit *et al.*, 2023). Le développement d'outils d'imagerie comme sur les rovers (p. ex. Curiosity) rend possible l'étude du cas martien pour la recherche de potentielles signatures biotiques en surface au vu de son début d'histoire similaire à la Terre, > 3.7 Ga (Lapôtre *et al.*, 2022). En plus de conditions environnementales favorables comme des paléolacs (Mangold *et al.*, 2023), des structures géologiques polygonaux intéressantes ont été détectées dans le cratère Gale, entre 3,6 et 3,8 Ga, (Rapin *et al.*, 2023).

Parmi les différentes signatures de vie terrestres connues et discutées pour un contexte martien, les *Microbially Induced Sedimentary Structures* "MISS" (Noffke, 1997), semblent être des candidats pertinents. L'analogie entre deux systèmes planétaires implique le principe d'inférence abductive postulant que des processus (bio)géomorphologiques similaires donnent des structures similaires (Corenblit *et al.*, 2019). Cependant, le fonctionnement par analogie comporte des limites et nécessite le développement d'un cadre conceptuel standardisé pour comparer des structures géologiques, actuelles ou fossiles, et distinguer des modalités biotiques (Davies *et al.*, 2016).

Ce travail étudie un registre fossile de terrain à Mérifons (Hérault) présentant des affleurements à la base du Permien caractéristiques d'environnements propices au développement de MISS. La richesse de ce site a permis la collecte de nombreuses images de structures de surface de modalités (a)biotiques plus ou moins marquées et plus ou moins érodées.

La reconstitution de modèles photogrammétriques 3D permet des études statistiques des microreliefs des surfaces et d'en étayer une classification à l'aide de l'intelligence artificielle, comme vu lors de travaux expérimentaux en laboratoire (Arrignon *et al.*, 2025). Ces analyses permettent de mieux comprendre les distinctions et similitudes entre structures le long d'un gradient de détermination entre une origine abiotique ou biotique. Les cas problématiques mélangeant les deux modalités de biogénicité et présentant un biais d'analyse (érosion, dépôt sédimentaire et variation de luminosité) sont analysés de manière explicite et seront discutés dans le cadre de cette présentation.

*Intervenant

Mots-Clés: Signatures de vie, Analogue, Mars, Microbially Induced Sedimentary Structures (MISS), Modélisation, Intelligence artificielle