Proposition de stage de recherche M2

Où : au laboratoire de Géologie de Lyon, Terre, planètes, environnement - UMR 5276 <http://lgltpe.ens-lyon.fr/>

Campus de la Doua et Ens de Lyon

Encadrement : Isabelle Daniel, Professeure, Géologie - minéralogie expérimentale

Isabelle.daniel@univ-lyon1.fr

en collaboration avec Muriel Andreani et Julien Alleon

Thématique : Diversité des molécules organiques abiotiques dans le système C-O-H-**N**, en contexte profond

Le cycle géologique des éléments volatils est indissociable de la tectonique des plaques, ainsi que de l’apparition et du maintien de la Vie sur Terre. L’eau est évidemment indispensable, de même que le carbone et un certain nombre d’éléments légers essentiels à la vie, dont l’azote (LEVEs, Life-essential Volatile Elements, dans la littérature). Reconnaître la diversité des molécules organiques pouvant se former par des réactions abiotiques, et en comprendre les mécanismes de formation est essentiel pour de multiples raisons : (i) contraindre les conditions redox des enveloppes terrestres au cours des temps géologiques, (ii) identifier les conditions dans lesquelles la vie qui est établie dans le registre organique s’est potentiellement développée, (iii) contraindre les limites de la biosphère profonde susceptible de tirer son énergie et sa matière plus profondément qu’il ne l’a été envisagé jusqu’à présent, (iv) lever l’ambiguïté sur les origines de la matière organique condensée dans le registre géologique ancien, le cas échéant, en enfin (v) identifier des mécanismes réactionnels naturels qui pourraient être mis à profit pour des synthèses organiques avec une empreinte énergétique minimisée.

On sait que ces molécules organiques abiotiques sous forme diverses, volatiles, immiscibles ou solides. Si on a à présent une première idée de la diversité dans le système CHO, tout reste à faire en incluant l’azote présent dans toutes les molécules biologiques. C’est l’objet de ce travail.

Méthodologie : expérimentation en conditions hydrothermales à haute pression et haute température (150-300°C, 300 bars – 4 GPa), en cellule à enclumes diamant ou en réacteur gros volume ; analyses par spectroscopie Raman in situ, analyses en microscopie électronique à balayage et en transmission (MEB & MET), nanoSIMS.

Résultats attendus : la composition élémentaire et moléculaire des composés CHON synthétisés, permettra d’évaluer la diversité des composés organiques susceptibles de se former de manière abiotique en subsurface, jusqu’aux conditions de la subduction, avec des implications importantes pour le cycle géologie de l’azote, la biosphère profonde, l’émergence de la vie, la recherche et l’interprétation de traces de vie anciennes sur Terre et au-delà.

Références :

Debret, B. et al., Science Advances 8, eabo2397 (2022) [High-pressure synthesis and storage of solid organic compounds in active subduction zones](https://www.science.org/doi/full/10.1126/sciadv.abo2397).

Andreani, M and Menez, B., (2019) [New perspectives on abiotic organic synthesis and processing during hydrothermal alteration of the oceanic lithosphere](https://www.cambridge.org/core/books/deep-carbon/new-perspectives-on-abiotic-organic-synthesis-and-processing-during-hydrothermal-alteration-of-the-oceanic-lithosphere/A5D606A890244645BD109DDA6059349C), *in Deep Carbon: Past to* *Present* B. N. Orcutt, I. Daniel, R. Dasgupta, Eds. (Cambridge Univ. Press), pp. 447–479.