

## **Projet MA1 (2 à 4 mois)**

### ***"Projet POLIRAMA : Optimisation et calibration des spectromètres PORTABLES LIBS et RAMAN pour la discrimination de roches MAGMATIQUES"***

*Promoteur : Antoine TRIANTAFYLLOU, Maître de Conférences au Laboratoire de Géologie de Lyon : Terre, Planètes et Environnement (LGLTPE), Université Claude Bernard Lyon I.*

*Lieu : Laboratoire de Géologie de Lyon : Terre, Planètes et Environnement (LGLTPE), Université Claude Bernard Lyon I, Villeurbanne.*

L'émergence de dispositifs analytiques portables tels que la spectrométrie sur plasma induit par laser (pLIBS) et la spectrométrie Raman, permet de disposer d'outils non-invasifs et rapides pour réaliser des mesures minéralogiques et géochimiques sur le terrain, à même l'affleurement et avec une préparation minimale des échantillons. Ces outils ont des applications dans plusieurs domaines des géosciences, dont la recherche en géoarchéologie, l'exploration spatiale (e.g., *Curiosity, Perseverance, MarsCoDe*) ou la pétrologie magmatique ou économique. Avant d'être utilisé sur le terrain, ces outils de pointe nécessitent d'être optimisés et calibrés en laboratoire. L'objectif du projet POLIRAMA est de créer des méthodes d'analyse et de quantification pour les minéraux feldspathiques (e.g. plagioclases, feldspaths alcalins, etc.), étant des constituants majeurs et ubiquistes des roches magmatiques de composition variée (mafique, intermédiaire à felsique). Dans le cadre de ce stage, l'étudiant.e apprendra à manipuler ces instruments (LIBS et Raman portables), à en traiter les spectres brutes, à construire des courbes de calibrations, à tester et valider ses résultats sur des échantillons inconnus-connus.

## Projet MA2 (TFE Master : 6 mois)

### **« Projet CLI-NIF : Découverte et caractérisation de NIFs (Neoproterozoic Iron Formations) pour tracer les événements CLImatiques majeurs »**

*Promoteur : Antoine TRIANTAFYLLOU, Maître de Conférences au Laboratoire de Géologie de Lyon : Terre, Planètes et Environnement (LGLTPE), Université Claude Bernard Lyon 1 ; Nadine MATIELLI, Professeur ULB, Laboratoire GTIME.*

L'atmosphère terrestre a connu des variations majeures de sa composition au cours des temps géologiques. L'oxygène libre (O<sub>2</sub>) par exemple, un de ses composants primordial aujourd'hui, est le résultat de plusieurs épisodes d'oxygénation d'une atmosphère primitive qui en était presque dépourvue. Plusieurs enregistrements géologiques témoignent de ces conditions anoxiques précoces, dont un des marqueurs exceptionnels est la formation de BIF, pour *Banded Iron Formations*. Il s'agit de roches sédimentaires de fonds marins très particulières, issues de la précipitation chimique alternée de niveaux riches en Si (40-60 wt% de SiO<sub>2</sub>) avec des niveaux riches en Fe (15-40 wt% de Fe). C'est au Néoprotérozoïque, après un hiatus de près de 1000 Ma, que s'observe une résurgence soudaine des BIFs (déposés entre 800 et 600 Ma) spécifiquement appelés NIFs pour *Neoproterozoic Iron Formations*. Contrairement à leurs homologues anciens, les NIFs se sont développés dans des conditions de pression en O<sub>2</sub> atmosphérique significativement plus élevées. Ce sont des unités rares et exceptionnelles qui témoignent d'une vaste réapparition de bassins anoxiques et riches en Fe au Néoprotérozoïque probablement liée au bouleversement du contexte géodynamique et d'une activité magmatique intense et aux changements paléoclimatiques extrêmes ayant mené à trois épisodes glaciaires. Une étude fine des NIFs et de leur distribution sont la clé pour la compréhension des modalités d'oxygénation globale de l'atmosphère et des océans terrestres au Néoprotérozoïque. Dans le cadre de ce stage, l'étudiant.e sera amené à étudier deux sites de NIFs encore méconnus dans l'Anti-Atlas marocain. Le stage comporterait trois approches : (i) Une étude pétrographique et minéralogique fine et l'analyse chimique *in situ* en éléments majeurs de phases minérales clés (i.e. amphiboles, chlorites) à la microsonde électronique (EPMA) afin d'estimer les conditions de température enregistrées au cours et postérieurement à la mise en place des NIFs marocains. (ii) l'analyse des inclusions fluides piégées lors de la croissance des grains de quartz constitutifs des NIFs par microthermométrie et spectrométrie Raman permettant d'estimer la température de piégeage des inclusions et la nature des fluides synchrone à la mise en place des NIFs. (iii) l'analyse *in situ* des rapports isotopiques U-Pb d'apatites constitutives des niveaux riches en Si. Ces analyses seront effectuées à l'aide d'un ICP-MS haute résolution couplé à un système d'ablation laser (LA-HR-ICPMS) et permettront d'obtenir un âge de refroidissement des apatites et de formation des NIFs et/ou éventuellement d'épisodes métamorphiques subséquents.