STAGE DE RECHERCHE DE MASTER 2ème ANNEE
« PARCOURS DE PLANETOLOGIE ILE-DE-FRANCE»

Année Universitaire 2026-2027

LABORATOIRE : IPAG (Grenoble)

TITRE DU SUJET DE STAGE :
Analyse par spectrométrie de masse de la complexité moléculaire de la matière organique soluble issue d'un fragment de l'astéroïde Bennu

COORDONNEES DU RESPONSABLE :
Nom – Prénom : Vuitton Véronique / Bonal Lydie
Grade : Directrice de Recherche / Astronome
Adresse : 124 rue de la Piscine, 38400 St-Martin d'Hères
E-mail : veronique.vuitton@univ-grenoble-alpes.fr / lydie.bonal@univ-grenoble-alpes.fr

NATURE DU SUJET :
~~Modélisation~~ analyse de données ~~instrumentation~~ expérimentation en laboratoire

SUJET :

Les chondrites carbonées, objets primitifs du Système Solaire, contiennent jusqu'à 4% en poids de carbone, principalement sous forme organique. Les précurseurs de cette matière organique, partiellement hérités du milieu interstellaire et/ou synthétisés dans le disque protoplanétaire, ont pu subir des modifications lors des processus d'altération secondaire ayant eu lieu sur leur corps-parent astéroïdal. La matière organique chondritique est étudiée en laboratoire depuis plus d'un siècle et de nombreuses études ont démontré son origine abiotique. D'un point de vue expérimental, on distingue la fraction organique soluble (SOM, dans l'eau et les solvants organiques) et la fraction organique insoluble (IOM, dans les acides). Ces deux fractions diffèrent par leur abondance, leur structure moléculaire et leur composition chimique. La fraction organique soluble, d'intérêt pour ce sujet de stage, est composée d'une très grande diversité de molécules organiques. Les analyses récentes des échantillons des astéroïdes Ryugu et Bennu, respectivement rapportés par les missions Hayabusa2 (JAXA) et OSIRIS-REx (NASA), ont permis de confirmer l'origine abiotique et la diversité remarquable de ces composés solubles dans des échantillons astéroïdaux ayant échappé à la traversée atmosphérique, et pour lesquels les interactions avec l'environnement terrestre sont minimisées.

C'est à l'analyse de la SOM d'un grain de Bennu que nous souhaitons travailler dans le cadre de ce stage. L'étudiant.e sera tout d'abord amené.e à compléter une analyse systématique et comparative de la diversité moléculaire de 15 chondrites carbonées (9 CM, 3 CI, 3 CR) mesurée avec un spectromètre de masse à ultra haute résolution (FT-ICR 18T). Un important travail de développement méthodologique (logiciel DataAnalysis de Bruker et codes Python) a préalablement été mené pour permettre la caractérisation moléculaire des composés polaires. Nous nous intéresserons lors de ce stage à l'analyse des données acquises pour les moléculaires apolaires, pour lesquelles les méthodes de traitement devront être adaptées. Nous acquerrons ensuite et traiterons les mêmes jeux de données pour la SOM issue d'un grain de Bennu, déjà disponible au laboratoire. Les résultats obtenus seront interprétés par comparaison au jeu de données existant, les chondrites étudiées couvrant une large gamme de degrés d'altération secondaire (altération aqueuse, chauffage, impacts). Si la durée du stage le permet, des analyses complémentaires de la composition élémentaire (%N et %C) et isotopique ($\delta^{15}N$ et $\delta^{13}C$) d'une série de chondrites CI pourront être effectuées. Le stage se déroulera à l'IPAG (Université Grenoble Alpes, CNRS), avec une mission de quelques jours au laboratoire CARMeN (Université de Rouen Normandie, INSA Rouen Normandie, CNRS).

POURSUITE EN THESE :
Ce stage peut-il donner lieu à un sujet de thèse ? OUI