|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **C:\Documents and Settings\rageau\Local Settings\Temp\Répertoire temporaire 2 pour Declinaisons LOGO PRES[1].zip\Colle¦Çge doctoral\Utilisable\LOGO-RVB.png** | **Proposition de stage** 2025-2026 |  |

***Chimie analytique appliquée à l’astrochimie***

**Laboratoire** : Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires

**Equipe** : ASTRO

**NOM, Prénom :** DANGER, Grégoire

**Adresse :** Aix-Marseille Université - CNRS - Laboratoire PIIM, équipe ASTRO, service 252 -Saint Jérôme - AVE Escadrille Normandie Niemen - 13013 Marseille

**N° de téléphone :** +33650434595

**E-Mail :** gregoire.danger@univ-amu.fr

L’équipe ASTRO du laboratoire de Physique des Interactions Ionique et Moléculaire de l’université d’Aix-Marseille et du CNRS, s’intéresse à la compréhension de l'évolution de la matière organique lors de la formation du système solaire et au sein des objets interplanétaires. Parmi ces objets, les comètes sont essentielles car elles font partie des objets les moins évolués du système Solaire. A côté de ces comètes, les astéroïdes sont des objets ayant pu subir des altérations après leur formation, notamment par hydrothermalisme. Peu d'informations sont disponibles sur la composition interne de ces objets. Les meilleures informations sont obtenues par l'analyse de météorites sur Terre, dont les corps parents sont les comètes et astéroïdes, ou par retour d’échantillons de ces derniers.

Au sein de notre équipe, nous développons une approche complémentaire qui consiste à mettre en place au sien de notre laboratoire des systèmes expérimentaux permettant de simuler l'évolution de la matière organique lors de la formation de ces objets interplanétaires. Ces expérimentations apportent des informations essentielles sur l'origine de la matière organique détectée dans ces environnements cométaires et astéroïdaux, et servent aussi de support aux missions spatiales. Lors de ces expériences, un analogue de glace astrophysique (incluant par exemple H2O, CO, NH3, CH3OH) est déposé à basse température (10 K) et basse pression (10-9 mbar), puis soumis à différents processus énergétiques (thermique, photochimique et/ou ionique). Cet analogue de glace est ensuite progressivement réchauffé jusqu'à 300 K, permettant la sublimation des espèces les plus volatiles, et aboutissant *in fine* à la formation d'un résidu réfractaire "analogue" à un échantillon de matière organique météoritique.

Le sujet de ce stage s'intéresse à l’analyse des échantillons synthétisés en laboratoire, pour en comprendre la composition et déterminer l’impact de leurs conditions de formation sur ce contenu. Dans un premier, la personne recrutée devra prendre en main les systèmes basses pression et température permettant la synthèse des échantillons. Les échantillons formés seront ensuite analysés par différentes techniques analytiques de spectromètrie de masse à haute résolution, incluant l’analyse ciblée ou non par GC-FT-Orbitrap, ainsi qu’en infusion direct en spectrométrie de masse à haute résolution de type FT-ICR-MS avec des sources d’ionisation de type ESI et APPI, et la possibilité d’ionisation par désorption laser si des phases insolubles sont formées. Les données obtenues lors de ces analyses nécessiteront une implication de l’étudiant dans leurs traitements par différents logiciels (Compound Discoverer, mzmine et autres). Ces travaux permettront d’obtenir de plus amples informations sur la chimie ayant lieu dans ces environnements, et aboutiront à affiner le scénario d’origine de la matière organique du système solaire développé dans notre équipe.

L’étudiant recruté devra avoir de bonnes connaissances en physico-chimie et chimie analytique (techniques chromatographiques et spectrométrie de masse). Il devra être prêt à partir en mission lors de son stage pour effectuer les différentes analyses à Metz sur la plateforme FT-ICR-MS Infranalytics. Les analyses GC-FT-Orbitrap se feront au sein du laboratoire à Marseille. Par ailleurs, la suite de ce stage pourrait faire l’objet d’une thèse. C’est pourquoi nous attentons un étudiant motivé et compétent dans les domaines de la chimie précités, et fortement intéressé par la thématique des origines.

1. Danger, G. *et al* Characterization of laboratory analogs of interstellar/cometary organic residues using very high resolution mass spectrometry. Geochim. Cosmochim. Acta 118, 184–201 (2013).

2. Fresneau, A. *et al* Cometary Materials Originating from Interstellar Ices: Clues from Laboratory Experiments. Astrophys. J. 837, 168 (2017).

3. Danger G. *et al* Exploring the link between molecular cloud ices and chondritic organic matter in laboratory. Nature Communications, 12, 1-9 (2021).

4. Garcia A. *et al*. Molecular diversity and amino acid evolution in simulated carbonaceous chondrite parent bodies. ACS Space and Earth Chemistry, 8, 606-315 (2024).