

Proposition de stage M2S2 2021-2022

Durée du contrat : 5 mois à partir de Janvier/Février 2022

Mise en place d'un protocole d'analyse de traces d'acides nucléiques et aminés dans des analogues de poussières extraterrestres, avec inclusion dans des aérogels de silice

Le projet s'inscrit dans le cadre d'une collaboration avec l'équipe japonaise en charge de la mission spatiale Tanpopo, ainsi qu'avec l'équipe de l'IAS d'Orsay. Il consiste à mettre en place un protocole analytique pour l'identification de la matrice inorganique, et des molécules organiques incluses dans des poussières extraterrestres piégées dans un aérogel de silice lors de campagnes de captures.

Ce stage portera principalement sur la mise en place d'une séquence analytique pour échantillons en retour de mission par spectroscopie vibrationnelle et sur l'identification de traces de biomolécules (Acides nucléiques et aminés), par spectroscopie Raman exalté de surface (SERS).

Encadrement par Aline Percot, Emilie Laure Zins (Monaris) et Donia Baklouti (IAS)

Lieux du Stage : Laboratoire MONARIS, UMR8233 et IAS

Contacts : aline.percot@sorbonne-universite.fr ; emilie-laure.zins@sorbonne-universite.fr

Projet scientifique

1. Projet / Project

Différentes missions spatiales se développent pour capturer des poussières extra-terrestres avec des aérogels de silice (Tabata et al, 2015). Des acides aminés ont pu être identifiés dans différentes météorites, ainsi que dans des poussières extraterrestres. Ces analyses sont majoritairement effectuées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, les échantillons sont alors détruits lors de l'analyse, et l'étape de vaporisation peut conduire à la dégradation de certaines protéines ou biomolécules.

Pour limiter ces biais, nous collaborons avec l'équipe du projet Tanpopo pour développer une analyse des poussières extraterrestres capturées dans l'aérogel de silice, sans détruire celui-ci. Les techniques d'analyse par chromatographie en phase gazeuse sont alors exclues, et nous nous tournons vers des analyses en phase solide, par des cartographies basées sur la spectroscopie IR et Raman. Des cartographies 2D/3D seront enregistrées et analysées pour caractériser la matière inorganique et organique constituant les poussières. Pour la détection de traces de biomolécules, le recours à une exaltation du signal est indispensable: des colloïdes métalliques spécifiquement adaptés à la molécule cible doivent être ajoutés suivant un protocole précis (concentration, pH, sel) en fonction de l'analyte recherché. Cette technique est connue sous le nom de SERS (spectroscopie Raman exalté de surface).

Lors de ce projet, nous nous proposons de développer la cartographie 2D/3D en spectroscopie vibrationnelle et d'optimiser la signature SERS des acides nucléiques et aminés, en validant ces méthodes sur des systèmes modèles afin de mettre au point une méthodologie de détection applicable en retour de mission spatiale.

Différentes matrices minérales seront utilisées comme modèles de poussières interstellaires. Nous utiliserons des roches à base de silicate (Serpentinite), d'argiles (Montmorillonite), ainsi que des chondrites pour préparer les poussières modèles. Les roches (sous forme de poudre) seront mélangées aux acides nucléiques (ou aminés), soumises à des pressions et des températures suffisantes pour préparer un grain homogène. Les grains obtenus pourront

ensuite être introduits dans l'aérogel de silice de façon à reproduire au mieux l'étape de capture des poussières extraterrestres.
D'autre part, la détection SERS pourra être utilisée pour un suivi de réactivité des acides aminés.

Ce projet est financé par le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) et effectué en collaboration avec une équipe japonaise (Mission Tanpopo).

2. Techniques ou méthodes utilisées / *Specific techniques or methods*

Fabrication des grains, sous pression et/ou condensation. Caractérisation des grains (MEB, EDX). Détection d'acides nucléiques en solution et en phase solide, optimisation des conditions de mesures, après extraction en phase liquide et directement en phase solide (microscopie IR, Raman, SERS), détermination des limites de détection pour les différentes méthodes.

L'étudiant aura accès à l'ensemble des appareillages disponibles au sein des différents laboratoires : Spectroscopie UV, FTIR en transmission, réflexion, ATR et microspectroscopie et microtomographie, spectroscopie Raman (accès à de nombreuses longueurs d'onde, cartographie, appareils portables...), microscopie électronique, ATG...

Des compétences dans le suivi expérimental et l'analyse de données sont recherchés. Une bonne connaissance d'Excel et un goût pour le traitement informatique des données sont souhaitables.

3. Références / *References*

- Tabata et al, ***Silica Aerogel for Capturing Intact Interplanetary Dust Particles for the Tanpopo Experiment***, *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, 2015, 45, 225
- Maurel & Haenni. ***The RNA world : Hypothesis, facts and experimental results***, *Lectures in Astrobiology*, Springer-Verlag, 2005, 571
- Praburam & Goree. ***Cosmic dust synthesis by accretion and coagulation***, *Astrophysical Journal: Part 1*, 1995, 830
- Stephens & Kothari. ***Laboratory analogues to cosmic dust***, *The moon and the planets*, 1978, 139
- ElAmri, Baron, & Maurel. ***Adenine in mineral samples : development of a methodology based on Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) for picomole detections***, *Spectrochimica Acta*, 2003, 59, 2645
- Percot, Lecomte, Vergne & Maurel. ***Hairpin ribozyme catalysis: A surface-enhanced Raman spectroscopy study***. *Biopolymers*, 2009, 91, 384
- Percot A, Zins EL, Al Araji A, et al. ***Detection of Biological Bricks in Space. The Case of Adenine in Silica Aerogel***. *Life (Basel)*. 2019;9(4):82.