

MASTER DE CHIMIE DE PARIS CENTRE - M2S2

Proposition de stage 2022-2023

Internship Proposal 2022-2023

Parcours type(s) / Specialty(ies) :

- Chimie Analytique, Physique et Théorique / *Analytical, Physical and Theoretical Chemistry* :
 Chimie Moléculaire / *Molecular Chemistry* :
 Chimie et Sciences Du Vivant / *Chemistry and Life Sciences* :
 Chimie des Matériaux / *Materials Chemistry*:
 Ingénierie Chimique / *Chemical Engineering*:

Laboratoire d'accueil / Host Institution

Intitulés / *Name* : MONARIS - IAS

Adresse / *Address* : Faculté des Sciences et Ingénierie, Sorbonne Université, 4 Place Jussieu, 75005 Paris / Centre universitaire d'Orsay, Bât 120 – 121, 91405 ORSAY CEDEX

Directeur / *Director (legal representative)* : C. Petit / M. Ollivier

Tél / *Tel* : 01 44 27 29 06 / 01 69 85 86 30

E-mail : christophe.petit@sorbonne-universite.fr / marc.ollivier@ias.u-psud.fr

Equipe d'accueil / Hosting Team : NARCOS / E=MCT / Astrochimie et Origines

Adresse / *Address* : MONARIS / IAS

Responsable équipe / *Team leader* : A. COURTY, L. BELLOT-GURLET/ R. BRUNETTO

Site Web / *Web site* : <http://www.monaris.cnrs.fr/> <https://www.ias.u-psud.fr/fr/activites-de-recherche/astrochimie-et-origines>

Responsable du stage (encadrant) / *Direct Supervisor* : Aline Percot / Emilie-Laure Zins / Donia Baklouti

Fonction / *Position* : Maitres de Conférence

Tél / *Tel* : 01 44 27 3620 / 3024

E-mail : aline.percot@sorbonne-universite.fr / emilie-laure.zins@sorbonne-universite.fr / donia.baklouti@universite-paris-saclay.fr

Période de stage / *Internship period* * : 31 Janvier 2023 (5 mois)

Titre / Title

Mise en place d'un protocole d'analyse de traces de molécules organiques dans des analogues de poussières extraterrestres

Projet scientifique (1 page maximum) / Scientific Project (maximum 1 page):

1. Description du projet / Description of the project

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).

* min. 5 mois à partir du 30 janv 2023 / *min. 5 months not earlier than January, 30st 2023.*

Fin de stage au plus tard le 13/07/2023 ou le 29/09/2023 (dates de validation de diplôme). / *End of internship at the latest July 13, 2023 or Sept. 29, 2023 (dates of graduation).*

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. 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 les conditions expérimentales pour la caractérisation SERS des molécules organiques ciblées, 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. Suite à l'optimisation des protocoles, des mesures seront effectuées sur une météorite contenant de la matière organique pour tester les méthodes sur des échantillons réels.

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. 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.