

# Poste IR (1,5ans) – Etude de la matière organique météoritique : Optimisation des paramètres d'extraction par fluide supercritique

## Contexte scientifique

L'analyse et l'identification de la matière organique sur d'autres objets du système solaire est l'un des objectifs principaux en exobiologie. De nombreux corps extraterrestres étudiés lors de missions ou d'observations par télescope ces dernières décennies ont révélé la présence de molécules organiques variées sur certains d'entre eux. Cependant, lors de l'analyse d'échantillons solides *in-situ*, l'extraction de la matière organique provenant de ces environnements extraterrestres constitue souvent le véritable verrou analytique. En effet, cette matière est parfois liée à une matrice minérale et en faible quantité, ce qui rend difficile son extraction, et par conséquent, sa détection et sa caractérisation.

Actuellement, l'extraction en laboratoire de la matière organique en provenance d'échantillons contenant de la matière organique (dont des échantillons extraterrestres tels que les météorites) s'effectue grâce à des protocoles d'extraction liquide-solide (et purification) plus ou moins longs et complexes. L'extraction par fluide supercritique (SFE) est une technique utilisée qui s'est fortement développée ces 10 dernières années. Les rendements obtenus sont proches voire meilleurs que ceux des techniques usuelles tout en limitant le risque de contamination et facilitant la manipulation. Les contaminations sont une des plus grandes problématiques actuelles de l'étude des échantillons extraterrestres. Par conséquent, cette technique semble particulièrement adaptée comme première étape d'étude de ces échantillons. Si la SFE est couramment utilisée dans certains domaines tels l'environnement, elle a en revanche été très peu utilisée dans le domaine du spatial<sup>1,2</sup>. Chaque type d'échantillon a besoin d'une optimisation de nombreux paramètres (pression, température, cosolvants...). Cette optimisation peut s'effectuer grâce à l'utilisation de plans d'expérience<sup>3</sup> et grâce à des tests sur des analogues et échantillons extraterrestres. Le projet SFERE vise tout d'abord à développer l'extraction par SFE de la matière organique extraterrestre pour le retour d'échantillon extraterrestre. Pour cela une première étape sera de montrer l'efficacité de cette technique sur des échantillons extraterrestres déjà collectés sur Terre et présentant une concentration en matière organique suffisante pour extraction : les météorites chondrites carbonnées<sup>4</sup>. Dans un second temps, l'extraction d'analogues de sol martien sera intéressante dans la perspective du retour d'échantillon de la mission MSR.

## Sujet

Ce poste d'ingénieur de recherche est financé dans le cadre du projet [Integr'AL du PEPR Origins](#) et rejoint le projet SFERE. La personne recrutée aura pour mission d'aider au développement de l'extraction de la matière organique météoritique par extraction par fluide super-critique (SFE) grâce à l'optimisation des nombreux paramètres associés.

Ce travail nécessitera dans un premier temps la création d'un plan d'expérience adapté en amont du travail de laboratoire, en s'inspirant du travail effectué par Devièse et al. 2018<sup>3</sup>. Les différents paramètres seront testés sur un instrument neuf et les extraits analysés au LISA par GC-MS. Dans un second temps un traitement des données sera nécessaire afin de trouver les paramètres optimaux à l'extraction des chondrites carbonnées. Les extractions s'effectueront sur des analogues avant d'appliquer les paramètres optimisés sur des météorites (Murchison, Agua Zarcas...). Les extraits de matière organique récupérés seront aussi analysés par spectrométrie de masse à haute résolution à l'Université de Poitiers en collaboration avec l'IC2MP dans le cadre du PEPR.

Un doctorant spécialisé en chimie analytique a rejoint en octobre le projet SFERE pour aider au développement de la SFE. Il se consacrera aussi au couplage à la chromatographie supercritique, et au déploiement de la technique à d'autres matériaux (analogues martiens).

### Profil recherché

Nous cherchons un.e jeune chercheur.se (chimie, physique, astro) de préférence avec un intérêt pour l'espace. Une connaissance des plans d'expérience ou une expérience préalable en extraction supercritique est demandée. Des connaissances des différentes techniques d'extraction et d'analyse par GC-MS seront considérés comme une plus-value pour ce poste.

### Laboratoire d'accueil

Vous serez accueilli.e à partir du 6 janvier 2025 au sein de l'équipe « astrochimie et exobiologie » du Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques. Le LISA a une forte expertise dans le développement d'instrumentation spatiale reconnue au niveau international et participe à de nombreuses missions spatiales (Curiosity, ExoMars, Rosetta,...).

L'instrument SFE-SFC-MS est en cours d'installation dans les nouveaux laboratoires au sein de la Faculté des Sciences et Technologies de l'Université Paris-Est Créteil, campus centre. La formation aura lieu début janvier. Le laboratoire est facilement accessible en métro (ligne 8) et RER (ligne D).

### Contacts

Tout.e candidat.e intéressé.e doit contacter les encadrants dans les meilleurs délais pour obtenir des informations complémentaires. Merci de joindre à votre candidature un CV, une lettre de motivation ainsi qu'une lettre de référence.

- Clara Azémard ([clara.azemard@lisa.ipsl.fr](mailto:clara.azemard@lisa.ipsl.fr))

- Fabien Stalport ([fabien.stalport@lisa.ipsl.fr](mailto:fabien.stalport@lisa.ipsl.fr))

### Bibliographie

1. Abrahamsson, V., Henderson, B. L., Zhong, F., Lin, Y. & Kanik, I. Online supercritical fluid extraction and chromatography of biomarkers analysis in aqueous samples for in situ planetary applications. *Anal. Bioanal. Chem.* **411**, 8091–8101 (2019).
2. Menlyadiev, M., Henderson, B. L., Zhong, F., Lin, Y. & Kanik, I. Extraction of amino acids using supercritical carbon dioxide for in situ astrobiological applications. *Int. J. Astrobiol.* **18**, 102–111 (2019).
3. Devière, T. *et al.* Supercritical Fluids for Higher Extraction Yields of Lipids from Archeological Ceramics. *Anal. Chem.* **90**, 2420–2424 (2018).
4. Sephton, M. A. Organic compounds in carbonaceous meteorites. *Nat. Prod. Rep.* **19**, 292–311 (2002).