



Revisiter les données COSAC (Philae/Rosetta) : Analyse de composés organiques volatils issus d'analogues cométaires par spectrométrie de masse et GC-MS.

Laboratoire : PIIM, Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires (UMR CNRS 6633 – Centre de St Jérôme, Université de Provence), **En collaboration avec le LATMOS**, Laboratoire Atmosphères, Milieux et Observations Spatiales (UMR 8190 – Guyancourt, CNRS – Sorbonne Université – Université Versailles St Quentin –)

Equipe : ASTRO

NOM, Prénom : DANGER, Grégoire (PIIM), GAUTIER, Thomas (LATMOS)

Adresse : PIIM : Avenue Escadrille Normandie-Niémen, case courrier 252, 13397 Marseille Cedex 20, France. **LATMOS** : Université Paris Saclay, 11 boulevard d'Alembert, 78280, Guyancourt

N° de téléphone : +33 4.91.28.82.85 (PIIM), +33 1.81.28.52.34 (LATMOS)

E-Mail : gregoire.danger@univ-amu.fr/thomas.gautier@latmos.ipsl.fr

Notre thématique concerne 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. Elles peuvent ainsi apporter des informations cruciales sur l'origine de notre système planétaire. Ces comètes ont été observées à distance par différentes méthodes spectroscopiques. Plusieurs missions spatiales ont permis d'obtenir des informations sur ces objets, dont la dernière en date, la mission Rosetta, a fourni des éléments essentiels quant à leur structure et à leur composition organique. Dans ce cadre, au sein de notre laboratoire, nous développons des systèmes expérimentaux permettant de simuler les environnements cométaires. Ces expérimentations apportent des informations essentielles concernant l'origine de la matière organique détectée dans les environnements cométaires, mais servent aussi de support aux missions spatiales telle que la mission Rosetta. Lors de ces simulations, un analogue de glace cométaire (incluant par exemple H₂O, CO, NH₃, CH₃OH) est déposé à basse température (10 K) et soumis à différents processus énergétiques (thermique, photochimique et/ou ionique). Cet analogue de glace est ensuite progressivement réchauffé jusqu'à 300K, 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 cométaire ou météoritique.

Le sujet de ce stage s'intéresse aux analyses par spectromètre de masse basse résolution ou GC-MS des composés organiques volatils (COV) provenant d'une glace cométaire. Les données obtenues seront essentielles pour confirmer l'origine des COV détectés par la mission Rosetta, mais elles aideront aussi aux traitements des données issues de cette mission. L'étudiant recruté devra prendre en main le dispositif permettant la formation d'analogue cométaire. Pour cela, il sera amené à utiliser la spectrométrie infrarouge. Par ailleurs, la mise au point de protocoles permettant la caractérisation par spectrométrie de masse des COV provenant de ces analogues sera un élément important du stage. Les données obtenues permettront de contraindre les outils numériques permettant de traiter les données issues du spectromètre de masse de COSAC.

Ainsi, en plus de ces expériences de laboratoire, l'étudiant sera amené à retraiter les données de vol de l'instrument COSAC à bord de l'atterrisseur Philae de la mission Rosetta. Lors de l'atterrissage de Philae à la surface de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, COSAC a pu analyser la composition organique de quelques grains cométaires par spectrométrie de masse directe (3). L'étudiant travaillera avec le LATMOS à la réinterprétation de ces données à l'aide d'outils numériques de traitement de spectres de masses récemment développés dans l'équipe. Cette partie ne nécessite pas de développement de code puisque les outils pour cela existent déjà, mais une connaissance minimale des méthodes numériques serait un plus. Cette partie du stage impliquera un déplacement de quelques semaines au LATMOS à Guyancourt.

Références:

1. Methanol ice VUV photo-processing: GC-MS analysis of volatile organic compounds. N. Abou Mrad, F. Duvernay, T. Chiavassa and G. Danger. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2016, 458, 1234-1241
2. Development and optimization of an analytical system for the Volatile organic compounds Analysis coming from the Heating of Interstellar/cometary Ice Analogs, N. Abou Mrad, F. Duvernay, P. Theule, T. Chiavassa and G. Danger. Analytical Chemistry, 2014, 86, 8391-8399
3. Organic compounds on comet 7P/Churyumov-Gerasimenko revealed by COSAC mass spectrometry. F. Goesmann, H. Rosenbauer, J.H. Bredehöft, M. Cabane, P. ehrenfreund, T. Gautier, C. Giri, H. Krüger, L. le Roy, A. MacDermott, S. McKenna-Lawlor, U. Meierhenrich, G. Muñoz Caro, F. Raulin, R. Roll, A. Steele, H. Steininger, R. Sternberg, C. Szopa, W. Thiemann, S. Ulamec. Science, 2015, 349 - 6247