



Etude en laboratoire des interactions eau-nanograins carbonés à l'ère du James Webb Space Telescope

Christine Joblin (équipe MICMAC IRAP/UPS-CNRS INSU) christine.joblin@irap.omp.eu
& Sébastien Zamith (équipe Agrégats LCAR/UPS-CNRS INP) sebastien.zamith@irsamc.ups-tlse.fr

Cette thèse d'astrophysique de laboratoire a pour objectif d'étudier l'évolution d'analogues de nanograins carbonés présents dans le milieu interstellaire. Ceux-ci seront constitués d'agrégats mixtes constitués de molécules carbonées (aromatiques/aliphatiques) et de molécules d'eau, contrôlés en taille et en température, et isolés dans des conditions proches de celles des milieux astrophysiques. Les processus d'interaction par collisions avec différents atomes/molécules et d'irradiation par des photons UV seront alors étudiés.

Les expériences seront menées sur deux dispositifs expérimentaux complémentaires. D'une part, le dispositif de l'équipe Agrégats du LCAR qui est capable de produire une grande variété d'agrégats mixtes pour mener des expériences de dissociations induites par collisions et des mesures de taux d'évaporation d'agrégats sélectionnés en taille [1]. D'autre part, le montage expérimental PIRENEA 2, en cours développement dans le cadre du projet ERC Synergy Nanocosmos [2], combinant un environnement cryogénique et plusieurs techniques de piégeage d'ions qui permettent d'étudier des processus moléculaires dans des conditions proches de celles rencontrées dans les nuages moléculaires interstellaires.

Le présent projet de doctorat consiste plus précisément à étudier les propriétés d'agrégats mixtes contenant des molécules polycycliques aromatiques hydrogénées (PAH) (incluant leurs dérivés méthylés) et de l'eau, $(PAH)_n(H_2O)_m$, $m, n=1-10$. Le/la doctorant.e devra tout d'abord optimiser les paramètres de la source pour produire les espèces à étudier; il/elle mènera ensuite des expériences de dissociation induite par collision sur le montage de l'équipe Agrégats. Il/elle produira les mêmes espèces sur le montage PIRENEA 2 à partir d'une source similaire à celle du montage Agrégats. Il/elle étudiera l'interaction des complexes mixtes avec des photons UV/visible, explorant les phénomènes de désorption et la formation possible par photochimie de nouvelles espèces. Tous ces processus seront étudiés en fonction de la longueur d'onde d'irradiation, ainsi que de la taille, de la stœchiométrie et de la température initiale des agrégats que l'on peut faire varier entre 10K et 300K. Ce projet expérimental sera accompagné de travaux théoriques menés au LCPQ par l'équipe MAD [3].

Finalement, ces résultats ont vocation à être confrontés avec les observations du futur James Webb Space Telescope (lancement prévu à l'automne 2021). Cela sera facilité par la forte implication de l'équipe MICMAC de l'IRAP dans ces observations [4].

Ce travail doctoral se déroulera dans un contexte interdisciplinaire mêlant physique des agrégats, physico-chimie et astrophysique. Il bénéficiera d'une synergie entre plusieurs équipes de recherche aux compétences complémentaires : le département MICMAC de l'IRAP (astrophysique de laboratoire et observations astronomiques), l'équipe Agrégats du LCAR (physique expérimentale) et l'équipe MAD du LCPQ (simulations de physique quantique).

Le/la candidat.e devra avoir un diplôme de M2 avec une spécialité en physique moléculaire et un goût prononcé pour la physique expérimentale (piégeage cryogénique d'ions, spectroscopie laser, spectrométrie de masse, technologie du vide, etc.). Les compétences en astrochimie et/ou chimie quantique pourront être complétées au cours de la thèse.

Références:

- [1] Programme “Early Release Science” (ERS) intitulé “Radiative feedback from massive stars” ; www.jwst-ism.org
- [2] P. Pilleri, J. Montillaud, O. Berné, and C. Joblin, *Astron. & Astrophys* 542, A69 (2012)
- [3] D. Hollenbach, M. J. Kaufman, E. A. Bergin, G. J. Melnick, *Astrophys. J.* 690, 1497 (2009)
- [4] I. Braud, S. Zamith, and J.-M. L’Hermite, *Rev. Sci. Instrum.* 88, 43102 (2017)
- [5] A. Bonnamy et al., 2018, <https://nanocosmos.iff.csic.es/technology/pirenea-2-pirenea-and-espoirs-upgrades/>
- [6] E. Michoulier, N. Ben Amor, Mathias Rapacioli, J. A. Noble, J. Mascetti, C. Toubin, A. Simon, *Phys. Chem. Chem. Phys.* 20, 11941-11953 (2018)