

Thèse 2018 - Sujet : « Réactivité des anions moléculaires en phase gazeuse à basse température : application à la chimie des environnements astrophysiques »

Parmi les nombreuses espèces moléculaires observées dans différents environnements astrophysiques froids, tels que les nuages moléculaires, les enveloppes circumstellaires ou encore les atmosphères planétaires, la détection récente des anions a conduit à une remise en cause profonde de notre compréhension de la physico-chimie de ces milieux extrêmes. Un des défis associés à la modélisation des processus réactionnels qui règnent dans ces milieux est la reproduction des abondances observées des espèces détectées en particulier pour les anions de type C_xH^- et C_xN^- . Indispensables à cette modélisation, les données de laboratoire sur la réactivité des espèces chargées négativement font cependant cruellement défaut : on compte moins d'une dizaine de mesures portant sur la cinétique en phase gazeuse des anions aux basses températures. C'est notamment les difficultés de production et de manipulation des anions moléculaires froids qui explique cette absence de données.

C'est dans ce contexte que l'axe « Astrophysique de Laboratoire » du Département Physique Moléculaire s'est engagé dans l'exploration de la réactivité en phase gazeuse et à basse température (jusqu'à 36 K) de petits anions moléculaires d'intérêt astrophysique. Notre savoir-faire pour réaliser des mesures de cinétique dans des écoulements de gaz froids (technique CRESU) nous a permis de publier récemment des données sur la réactivité des anions CN^- , C_3N^- , C_5N^- avec HC_3N et $HCOOH$ [quelques les références ci-dessous]. Encouragés par ces résultats, nous avons récemment implanté sur notre caisson expérimental CRESU un prototype de source d'ions sélective en masse. Ce dispositif innovant et unique rend possible l'étude de la réactivité d'une grande variété d'espèces moléculaires, comme les anions de type C_x^- et $C_xH_y^-$ pour lesquels il n'existe à ce jour que très peu de données expérimentales, y compris à température ambiante.

Le futur doctorant participera au développement de cette nouvelle source, notamment à l'optimisation du mode de production des ions, avec pour objectif l'étude de réactions impliquant les anions moléculaires de type C_x^- et $C_xH_y^-$. Ce travail sera effectué en étroite collaboration avec l'ensemble des partenaires dans le cadre d'un financement ANR « Anion Cos Chem » afin de garantir l'aboutissement de ce projet ambitieux. Les développements expérimentaux seront réalisés en lien avec la startup grecque Fasmatech, experte en manipulation et guidage des ions. Des calculs théoriques effectués par nos collègues du laboratoire LOMC, Le Havre viendront en appui aux expériences. Ces résultats seront ensuite utilisés pour modéliser la photochimie de l'ionosphère de Titan (en collaboration avec le laboratoire ISM, Bordeaux) et des enveloppes circumstellaires (en collaboration avec le laboratoire CSIC, Madrid).

Le candidat devra être en possession d'un Master (ou diplôme équivalent) en physique, en chimie physique ou en astrophysique. Le futur doctorant doit démontrer des capacités pour travailler en équipe. Il devra montrer un intérêt prononcé pour l'expérimentation. Des connaissances dans le domaine de la spectrométrie de masse, des plasmas, de la mécanique des fluides sont souhaitables. Des compétences en analyse de données à l'aide de Matlab, Labview, C, Python ou équivalent sont indispensables.

Références

- Joalland B., Jamal-Eddine N., Kłos J., Lique F., Trolez Y., Guillemin J.-C., Carles S., & Biennier L. "Low-Temperature Reactivity of $C_{2n+1}N^-$ Anions with Polar Molecules", *Journal of Physical Chemistry Letters*, 7, 2957 (2016).
- Bourgalais J., Jamal-Eddine N., Joalland B., Capron M., Balaganesh M., Guillemin J.-C., Le Picard S.D., Faure A., Carles S., Biennier L., "Elusive anion growth in Titan's atmosphere: low temperature kinetics of the $C_3N^- + HC_3N$ reaction", *Icarus* 271, 194 (2016).

Pour plus de détails, contacter :

Encadrant : Ludovic Biennier (0223236190, ludovic.biennier@univ-rennes1.fr)

Co-encadrant : Sophie Carles (0223235252, sophie.carles@univ-rennes1.fr)

Mots clés : collision réactive – ion moléculaire – astrochimie – cinétique – spectrométrie de masse – écoulements de gaz à basse température

Discipline : physique moléculaire

Début de la thèse : 1er octobre 2018

Salaire brut : 1768,55€ - Salaire net : 1421,83€