

Sujet de stage M2 2022 en vue d'une thèse 2022-2025

Équipe(s) concernée(s) :

Équipe Interactions Particule Matière

Projet DIAM-Origin

Responsables de stage : Michel Farizon (m.farizon@ip2i.in2p3.fr) et Paul Bertier (bertier@ip2i.in2p3.fr)

Les agrégats de molécules sont présents dans les atmosphères planétaires et terrestre. Observer les interactions entre molécules sous irradiation permet notamment d'accéder aux premières étapes de la formation des aérosols atmosphériques. La description des mécanismes d'irradiation à l'échelle microscopique de nanosystèmes moléculaires à l'échelle du nanomètre est un challenge et le groupe Interaction Particules Matière (IPM) a construit le dispositif DIAM (Dispositif d'Irradiation de nanosystèmes Moléculaires) afin de pouvoir répondre à cet enjeu d'importance. Une des originalités du dispositif DIAM est de pouvoir produire des nanosystèmes constitués d'un nombre contrôlé de constituants et sélectionnés en énergie. DIAM permet aussi de disposer de fort dépôt d'énergie lors de la collision permettant ainsi d'explorer la relaxation des nanosystèmes sur un large domaine d'énergie déposée.

La description quantitative du transfert d'énergie suite à une excitation électronique localisée reste un défi important en sciences de l'atmosphère notamment terrestre pour la compréhension de la formation et de l'abondance des gouttes/aérosols. En effet, les aérosols servent de "noyaux de condensation" pour la formation des nuages : les gouttelettes d'eau qui constituent les nuages se forment autour de ces particules, toujours présentes dans l'atmosphère terrestre à plus ou moins grande concentration. Or, le groupe IPM a mesuré récemment la vitesse d'une molécule d'eau évaporée d'une nanogoutte d'eau avec ou sans une impureté, suite à une excitation électronique de la nanogoutte. Il a été montré comment une impureté hydrophobe comme la pyridine modifie les propriétés de thermalisation. Contrairement aux résultats antérieurs sur les nanogouttes d'eau pure, l'évaporation des molécules d'eau s'avère beaucoup plus lente pour les nanogouttes dopées avec l'impureté hydrophobe, montrant que ces contaminants favorisent les premières étapes de la nucléation des aérosols atmosphériques.

Ce stage se situe dans la suite de ces récentes expériences sur la dynamique hors équilibre dans des nanogouttes d'eau sélectionnées en taille et avec ou sans « impureté ». Le stagiaire participera aux développements expérimentaux, aux prises de données et à l'analyse des données.

Publications en lien avec ce sujet

[1] L. Feketeová, et al., Proc. Natl. Acad. Sci. (2019) DOI: 10.1073/pnas.1911136116

[2] H. Abdoul-Carime et al., Angew. Chem. Int. Ed. 54, 14685 (2015)

[3] F. Calvo et al., Eur. Phys. J. D 71, 110 (2017)

[4] F. Berthias et al., Phys. Chem. Chem. Phys. 20, 18066 (2018)

[5] F. Berthias et al., J. Chem. Phys. 149, 084308 (2018)