

Simulation expérimentale des réactions ion molécules des premières étapes de croissance moléculaire de l'ionosphère de Titan.

Roland Thissen
Laboratoire de Planétologie de Grenoble
Roland.thissen@obs.ujf-grenoble.fr

Depuis plusieurs années, notre équipe est impliquée dans des travaux de mesure de vitesses de réaction ion molécule à destination de la planétologie. Un objet du système solaire particulièrement intéressant actuellement est le plus gros satellite de Saturne, Titan. Son atmosphère épaisse et dense constituée essentiellement de diazote et de méthane est en effet le siège d'une intense chimie conduisant à une croissance moléculaire active, aboutissant en aérosols si abondants qu'ils obscurcissent la surface du satellite. Depuis son arrivée dans le système de Titan en 2004, la mission Cassini a montré que la source de croissance moléculaire est localisée très haut dans l'atmosphère et probablement dans l'ionosphère, région où le plasma créé par la photoionisation solaire ne se recombine pas par suite de la faible densité.

Nous développons des approches expérimentales pour raffiner la description de ce milieu.

Une simulation expérimentale des premières étapes des réactions ion molécules se produisant dans l'ionosphère de Titan ont été réalisées sur la source de synchrotron Elettra en Italie. Les mesures consistaient à irradier des mélanges de gaz avec des faisceaux VUV monochromatiques, dont l'énergie allait du seuil d'ionisation du méthane, à 12.6eV, jusqu'au-delà du seuil d'ionisation dissociative du diazote à 24.3eV. Trois mélanges de gaz de complexité croissante ont été utilisés : N₂/CH₄ (0.96/0.04), N₂/CH₄/C₂H₂ (0.96/0.04/0.001) et N₂/CH₄/C₂H₂/C₂H₄ (0.96/0.04/0.001/0.001). Les ions résultants de ces réactions ont été détectés avec une haute résolution en masse à l'aide de la trappe FT-ICR transportable Micra. Les spectres de masse ont été enregistrés en fonction du temps de réaction et de l'énergie de photons. Ces résultats expérimentaux ont été confrontés à un modèle cinétique de l'ionosphère de Titan, développé pour l'interprétation des données spatiales produites par l'instrument INMS sur la sonde Cassini, et qui a été adapté pour l'occasion aux conditions expérimentales. La comparaison entre les densités observées et mesurées permet de valider le modèle cinétique (réactions, constantes de vitesse, rapport de branchements) pour les premières étapes de la croissance moléculaire. Ce travail de comparaison révèle néanmoins de grandes différences que nous interprétons à une intense chimie se produisant sur les surfaces entourant la cellule réactionnelle. Ce résultat est important car il implique une chimie hétérogène sur les aérosols qui pourrait efficacement produire HCN et NH₃ dans la haute atmosphère de Titan.

Article sur le sujet soumis au J. Phys. Chem. " Laboratory studies of molecular growth in the Titan ionosphere" R. Thissen, V. Vuitton, P. Lavvas, J. Lemaire, C. Dehon, O. Dutuit, M. A. Smith, S. Turchini, D. Catone, R. V. Yelle, P. Pernot, A. Somogyi, and M. Coreno.