

Caractérisation de la formation de poudres dans un plasma à l'aide de deux outils : la spectroscopie d'émission et la spectrométrie de masse

Safa Labidi¹, Erik von Wahl², Jean-François Lagrange³, Thomas Lecas¹, Holger Kersten², Titaina Gibert¹, Maxime Mikikian¹

¹GREMI, UMR7344 CNRS/ Université d'Orléans, 14 rue d'Issoudun BP 6744, 45067 Orléans Cedex 2, France

²University of Kiel, IEAP, Leibnitzstraße 11-19, D-24118 Kiel, Germany

³GREMI, UMR7344 CNRS/ Université d'Orléans, 63 avenue De Lattre de Tassigny, 18020 Bourges Cedex, France

Les plasmas poussiéreux (en anglais dusty plasmas ou complex plasmas) sont des plasmas qui contiennent des particules solides en suspension. Au sein des laboratoires GREMI (Orléans) et IEAP (Kiel), plusieurs méthodes sont utilisées pour créer des poussières dans un plasma à basse pression en utilisant soit un précurseur gazeux (acétylène) soit un matériau pulvérisé par le plasma. Dans ce travail, deux réacteurs sont utilisés pour réaliser les différentes expériences.

Le premier réacteur (PKE Nefedov) permet de former des poussières par pulvérisation d'un matériau polymère (mélamine-formaldéhyde). Ce polymère, préalablement déposé sur les électrodes, est exposé à un plasma d'Ar (ou Kr). Les ions viennent arracher des molécules carbonées qui se retrouvent dans le plasma. Une fois les poussières formées, elles restent piégées dans le plasma grâce à la présence de plusieurs forces (force de gravité, force électrique, force ionique). L'équilibre entre la force ionique et la force électrostatique conduit à l'apparition d'une région de forte émission au centre du plasma, appelée le void.

La localisation des poussières est déterminée en enregistrant la lumière diffusée à l'aide d'un spectromètre et d'une caméra CCD (charge coupled device). On observe que les poussières sont localisées dans les deux zones pré-gaines.

La spectroscopie d'émission permet d'identifier les différentes espèces excitées présentes lors de la formation des poudres et de suivre leur évolution spatio-temporelle. Le résultat obtenu montre la présence de C₂, CN et CH excités. On observe une forte émission des raies carbonées au centre du plasma contrairement à l'émission des deux raies d'argon à 750 nm et 751 nm plus intense dans les zones de pré-gaines. Cette différence est due à la distribution spatiale de l'énergie moyenne des électrons dans le plasma. En effet, au centre du plasma, on retrouve essentiellement des électrons de faibles énergies responsables de l'excitation des molécules carbonées (CN: 3,3 eV ; C₂ : 2,4 eV et CH: 2,9 eV). A l'inverse, l'argon à 750 nm est excité par des électrons de fortes énergies (13,48 eV) présents dans les zones de pré-gaines. Les résultats de spectroscopie d'émission permettent de déduire l'influence de la croissance de poudres sur l'émission du plasma.

La deuxième méthode consiste à former des poudres, dans un autre réacteur, au sein du plasma par l'intermédiaire d'un précurseur gazeux (acétylène). L'utilisation de la spectrométrie de masse a permis d'identifier les différentes espèces positives et neutres présentes dans le plasma lors de la formation des poudres et de suivre leur évolution temporelle. Ces résultats ont été corrélés avec d'autres mesures de MEB ainsi que celles de la tension d'auto polarisation. Ces résultats ont montré l'existence de trois phases de formation distinctes : la nucléation, la coagulation et l'agglomération.