

# Etude de la Chimie d'un Plasma d'Hélium à Pression Atmosphérique

M. Foletto<sup>1</sup> et LC Pitchford<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Université de Toulouse ; UPS, INPT ; LAPLACE (Laboratoire Plasma et Conversion d'Energie) ; 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex 9, France

<sup>2</sup>CNRS ; LAPLACE ; F-31062 Toulouse, France

mél : [foletto@laplace.univ-tlse.fr](mailto:foletto@laplace.univ-tlse.fr)

Dans cette communication, nous examinons des modèles cinétiques proposés dans la littérature pour décrire des plasmas d'hélium à pression atmosphérique. Puis, nous proposons un schéma cinétique simplifié et adapté à la modélisation des « balles » de plasma [1] (aussi appelées « plasma gun », « plasma pencil », « APPJ », ...).

Les « balles » de plasma peuvent être créées par l'application d'une tension impulsionnelle sur une électrode cylindrique creuse et entourée d'un diélectrique de quelques millimètres de diamètre. Un flux d'hélium est injecté à l'intérieur de l'électrode et débouche dans l'air ambiant. Les impulsions de tension ont une amplitude d'environ 5 kV, une largeur de quelques centaines de nanosecondes et une fréquence de ~10 kHz. Durant le front montant de tension, on observe l'émission d'une « balle » de plasma qui se propage de la sortie du tube et sur plusieurs centimètres dans l'air ambiant. La vitesse de propagation de cette balle (~10<sup>5</sup> m/s) est beaucoup plus élevée que la vitesse du gaz (~10 m/s) à la sortie du tube. La température du gaz reste proche de 300K.

La chimie des plasmas d'hélium à haute pression est le sujet de nombreux articles dans la littérature. Cependant, il existe des différences considérables dans le niveau de complexité des modèles cinétiques proposés. Notre objectif est d'élaborer un modèle cinétique simple mais adéquat pour prédire correctement le bilan d'ionisation lorsqu'il est introduit dans un modèle de décharge. En nous basant sur les travaux antérieurs et notamment ceux des références [2-4], nous proposons une chimie simplifiée qui comprend une espèce ionique, une espèce de métastable, des électrons libres et des atomes dans leur état fondamental. Afin de tester différentes approximations (par exemple l'hypothèse d'auto-ionisation instantanée des niveaux excités  $n \geq 3$ ), nous utilisons le logiciel ZDPlasKin [5], qui résout la cinétique chimique complexe en zéro dimension, et QTPlasKin [6] pour la visualisation des résultats. ZDPlasKin utilise en interne un solveur de l'équation de Boltzmann pour les électrons qui, à l'aide d'un jeu de sections efficaces [7,8], permet d'obtenir les taux d'excitation et d'ionisation pour un champ réduit donné.

Ce travail a été partiellement financé par l' « Agence Nationale de la Recherche » dans le cadre du projet PAMPA (ANR-2010-BLAN-0930-01).

## Références

- [1] X. Lu, M. Laroussi, J. Appl. Phys. **100**, 063302 (2006)
- [2] R. Deloche, P. Monchicourt, M. Cheret, F. Lambert, Phys. Rev. A **13**, 1140 (1976)
- [3] Yu B. Golubovskii, V A Maiorov, J Behnke, J F Behnke, J. Phys. D: Appl. Phys. **36**, 39 (2003)
- [4] F. Emmert, H. H. Angermann, R. Dux, H. Langhoff, J. Phys. D: Appl. Phys. **21**, 667 (1988)
- [5] S. Pancheshnyi, et al <http://www.zdplaskin.laplace.univ-tlse.fr> (2008)
- [6] A. Luque, QTPlasKin, <http://www.trappa.es/content/software/> (Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC in Granada, Spain, 2011)
- [7] S.F. Biagi v8.9 base de données ; <http://www.lxcat.laplace.univ-tlse.fr> récupérée le 22/02/2012
- [8] A. J. Dixon, M. F. A. Harrison, A. C. H. Smith, J. Phys. B: At. Mol. Phys. **9**, 2617 (1976)