

CALCUL PAR LA DYNAMIQUE MOLECULAIRE DES FONCTIONS DE DISTRIBUTIONS DES DERIVEES SPATIALES DU CHAMP ELECTRIQUE LOCAL PAR RAPPORT AU REPERE MOBILE D'UN EMETTEUR DANS UN PLASMA

Abdallah BEKKOUCHE¹ et Fethi KHELFAOUI²

¹*Département de Physique, Institut des Sciences et de Technologie,
Centre Universitaire d'El-Oued, 39000 El-Oued, Algérie*

²*Laboratoires LENREZA et LRPPS et Département Sciences de la Matière, Faculté des Sciences et
Technologie et des Sciences de la Matière, Université Kasdi Merbah – Ouargla,
30000 Ouargla, Algérie*

E-mail: bekkouchabdallah@yahoo.fr

RÉSUMÉ : La formule analytique de l'intensité du spectre de raies d'émission dans les plasmas en tenant compte de l'effet quadripolaire électriques des ions nécessite la connaissance des probabilités du champ électrique local et de ces dérivés spatiales. A cause de la difficulté du calcul analytique des chercheurs utilisent les calculs de simulation numérique (Monte Carlo, Dynamique Moléculaire, ...)

Dans ce travail, nous calculons les distributions des dérivés spatiales du champ électrique local des ions dans un plasma en utilisant la technique de simulation numérique de Dynamique Moléculaire. Il s'agit du calcul des distributions des dérivées normales et tangentielles pour un champ ionique conditionné par rapport au repère mobile lié à l'émetteur. Nous décrivons le comportement de ces distributions suivant plusieurs paramètres du plasma (la température, la densité des ions, la charge ionique, ...).

MOTS-CLÉS : simulation par la dynamique moléculaire, simulation de Monte Carlo, microchamp électrique ionique, dérivées spatiales, fonction de distribution

1. Introduction

La Formule de l'intensité spectrale rayonnement du plasma en tenant compte de l'effet quadripolaire électrique nécessite la connaissance des fonctions de distributions du champ électrique $p(\mathcal{E})$ et les fonctions de distributions des dérivées champ électrique $p(\partial \mu, \mathcal{E}_\nu)$. A cause de la difficulté du calcul analytique de ces fonctions on utilise les méthodes simulation numérique. Plusieurs auteurs, entre autres Kilcrease et al [1] et Guerricha et al [2, 3], se sont intéressés au calcul des fonctions de distributions des dérivées du champ électrique, en utilisant différents modèles et méthodes. En utilisant la dynamique moléculaire, nous avons calculé et comparé nos résultats [4, 5] avec les résultats des auteurs [1-3] pour un plasma d'argon hydrogénoïde Ar^{+17} et pour un plasma de proton H^+ . Les valeurs des dérivées spatiales étaient calculées par rapport au repère cartésien fixe de la cellule de simulation.

2. La dynamique moléculaire [6]

Dans cette méthode, on se donne un système de N particules dans une cellule de volume fixe généralement de forme cubique. A instant initial, on donne aux particules positions initiales aléatoires et des vitesses aléatoires selon des distributions données. On calcule la force effective sur chaque particule, à chaque pas de temps, pour trouver les positions et les vitesses. L'évolution du système permet de relever le champ électrique au niveau des ions à chaque pas de temps.

3. Calcul des dérivées spatiales

Le modèle de simulation [5] permet le choix de deux système de repère cartésien orthonormés : le premier est le repère fixe $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ de la cellule de simulation le second repère est mobile ou local $(\vec{e}_r, \vec{e}_n, \vec{e}_w)$ lié à l'ion (émetteur) en mouvement.

Nous présentons ci-après un des résultats de calcul des distributions des dérivées spatiales de la composante normale $p(\partial E_n / \partial r_{||})$ et de la composante tangentielle $p(\partial E_t / \partial r_{||})$ du champ électrique d'un plasma d'hydrogène dans les conditions de densité ionique de $n_i=10^{+20} \text{cm}^{-3}$ et de température $T = 10^{+6} \text{K}$. Le système de coordonnées choisi est le repère orthonormé mobile $(\vec{e}_r, \vec{e}_n, \vec{e}_w)$. La figure 1 montre que les deux distributions sont symétriques [5]. Une étude plus détaillée sur les différents modèles et les différents repères devrait nous donner plus d'explications sur le comportement de ces distributions.

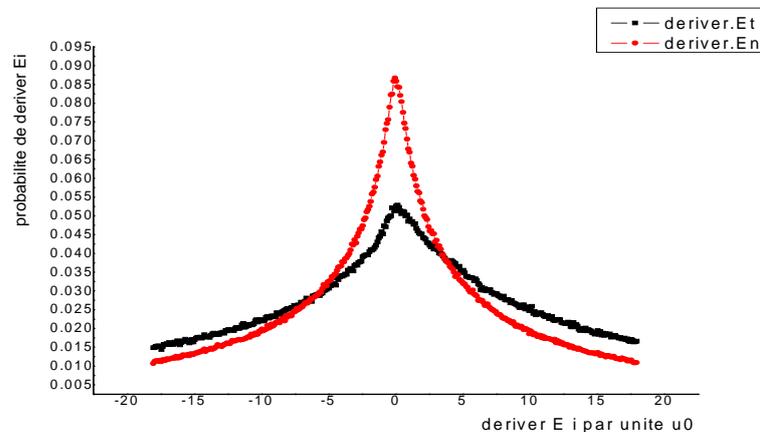


Figure 1: Distribution des dérivés spatiales de la composante normale et de la composante tangentielle du champ électrique, par rapport au repère mobile lié à la particule, dans un plasma d'hydrogène de densité ionique $n_i=10^{+20} \text{cm}^{-3}$ et de température $T=10^{+6} \text{K}$ [5].

Références

- [1] D. P. Kilcrease et M. S. Murillo; J. Quant. Spectrosc. Rad. Transfer, **65**, 343-352 (2000).
- [2] S. Guerricha, S. Chihi et M.T. Meftah; "On the electric micro-field in plasmas: statistics of the spatial derivatives", in Spectral Line Shapes Vol. **15**, edited by M.A Gigosos and M.A Gonzalez, AIP conference Proceeding Vol. 1058, AIP , N.Y., 2008, pp. 72-73.
- [3] S. Guerricha, S. Chihi et M.T. Meftah ; Annales de la Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur; Vol. 1 n°3, 32-42 (2009).
- [4] A. Bekkouche et F. Khelfaoui ; 'Calcul par la dynamique moléculaire des fonctions de distributions des dérivées spatiales du champ électrique local dans un plasma' ; Congrès National de la Physique et de ses Applications (CNPA'2010), Ouargla, 24 - 26 Octobre 2010.
- [5] A. Bekkouche ; 'Calcul des distributions spatiales du champ électrique local dans les plasmas chaud en utilisant la dynamique moléculaire' ; mémoire de magister en phase de soutenance, Centre Universitaire d'El-Oued, Janvier 2011.
- [6] F. Khelfaoui; 'Modèles de Profils Stark d'ions multichargés dans les plasmas chauds'; Thèse de Doctorat ; Université de Provence, pp.33-43 (1991).