

Spécialité de Master “ Optique, Matière, Plasmas ”

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2011)

Proposition de stage pour l'année 2010-2011 (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition : 15 octobre 2010

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	Elskens	Prénom/ first name :	Yves
Tél :	+33 – 491 288 230	Fax :	+33 – 491 288 225
Courriel / mail:	yves.elskens@univ-provence.fr		
Nom du Laboratoire / laboratory name: Physique des interactions ioniques et moléculaires			
Code d'identification :UMR 6633		Organisme : CNRS	
Site Internet / web site: http://www.piim.up.univ-mrs.fr/spip.php?article23			
Adresse / address: campus Saint-Jérôme, case 321, 13397 Marseille cedex 13			
Lieu du stage / internship place: Marseille			

Titre du stage / internship title: DESCRIPTION HAMILTONIENNE DE L'INTERACTION ELECTRONS – ONDES
Objectif : Simuler numériquement l'interaction de $N \gg 1$ particules avec $M \gg 1$ ondes. Ces ondes peuvent être des ondes électrostatiques (problème unidimensionnel) ou électromagnétiques dans un plasma magnétisé. Le modèle respectera le caractère hamiltonien de la dynamique [1] et, dans le cas électromagnétique, le caractère tri-dimensionnel de la physique. Exploiter les résultats des simulations pour les comparer à d'autres modèles.
[1] Y. Elskens & D. Escande, <i>Microscopic dynamics of plasmas and chaos</i> (IoP Publishing, Bristol, 2003).
Projet dans son contexte :
L'interaction ondes-particules est un processus fondamental en physique des plasmas chauds et naturels, des accélérateurs et des faisceaux ; elle est notamment à la base du fonctionnement des amplificateurs de rayonnement comme les lasers à électrons libres, les gyrotrons, les tubes à onde progressive...[2]. Une description microscopique permet de mieux comprendre les mécanismes du couplage entre N particules (x_l, p_l) et M ondes (de phases θ_j et intensités I_j) à l'aide d'un hamiltonien dit autocoherent [1]. Pour $N \rightarrow \infty$, la dynamique de ce système converge vers celle décrite par les équations cinétiques vlasoviennes [1,3].
Le travail portera sur le système de $N \geq 1$ particules couplées à $M \geq 1$ ondes. Le lagrangien et le hamiltonien de ce système se déduisent de la description microscopique de N' particules interagissant avec le champ électromagnétique par une réduction du nombre de degrés de liberté [1,4,5]. Comme le système réduit est hamiltonien, il convient de l'analyser numériquement par une méthode symplectique [5,6], à tester, optimiser , puis exploiter en comparaison avec d'autres méthodes de simulation.
Une application porte sur la modélisation des particules et ondes dans un tube à onde progressive, en fonction de l'espace comme variable indépendante . Ce modèle rend compte fidèlement de nombreuses expériences réalisées sur le tube du laboratoire [7] et intéresse une collaboration avec Thalès Electron Devices (Vélizy). Ce projet comportera notamment une comparaison détaillée entre les simulations et les expériences qui seront réalisées sur le tube, et permettra une analyse précise des processus de transport, dont le régime non-linéaire fait l'objet de controverses théoriques également analysée en collaboration avec l'université de Nancy [1,8].
Ces modèles s'adaptent aussi à l'étude des moteurs spatiaux à propulsion ionique.
[2] A. Volokitin and C. Krafft, <i>Phys. Plasmas</i> 11 (2004) 3165-3176 ; A.S. Gilmour Jr, <i>Principles of traveling wave tubes</i> (Artech House, London, 1994) ; M.V. Kartikeyan, E. Borie and M.K.A. Thumm, <i>Gyrotrons – High power microwave and millimeter wave technology</i> (Springer, Berlin, 2004).
[3] M-C. Firpo and Y. Elskens, <i>J. Stat. Phys.</i> 93 (1998) 193-209 ; <i>Phys. Rev. Lett.</i> 84 (2000) 3318-3321.
[4] E. Evstatiev, Ph. Morrison and W. Horton, <i>Phys. Plasmas</i> 12 (2005) 072108.
[5] V. Duez, master <i>Optique, matière, plasmas</i> (2006) ; J. Lemoine, master <i>Optique, matière, plasmas</i> (2008).
[6] E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner, <i>Geometric numerical integration</i> (Springer, Berlin, 2001).
[7] A. Ruzzon, <i>laurea</i> univ. Padoue (2009) ; M. Jerou, master <i>Physique et sciences de la matière</i> (2009) ; T. Barbui, <i>laurea</i> univ. Padoue (2010) ; F. Doveil, Y. Elskens and A. Ruzzon, preprint (2010).
[8] N. Besse, Y. Elskens, D.F. Escande and P. Bertrand, <i>Plasma Phys. Control. Fusion</i> , soumis (2010).
Toutes les rubriques ci-dessous doivent obligatoirement être remplies

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : oui			
Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: bourse CNRS, sur priorité du laboratoire			
Lasers et matière		Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	
Optique de la science à la technologie		Physique des plasmas	x