

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Paris »

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

## Proposition de stage (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition : octobre 2018

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>			
Nom / name:	Elskens	Prénom/ first name :	Yves
Tél :	+33 – 491 288 230	Fax :	
Courriel / mail:	yves.elskens@univ-amu.fr		
<b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b> physique des interactions ioniques et moléculaires			
Code d'identification :	umr 7345	Organisme :	Aix-Marseille université & CNRS
Site Internet / web site:	http://piim.univ-amu.fr		
Adresse / address:	case 322, campus Saint-Jérôme, av. esc. Normandie-Niemen		
Lieu du stage / internship place:	Marseille		

<b>Titre du stage / internship title:</b> DESCRIPTION HAMILTONIENNE DE L'INTERACTION ÉLECTRONS – ONDES ET DYNAMIQUE DES TUBES À ONDE PROGRESSIVE
Résumé / summary : 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... Les puissances en jeu dans certains de ces dispositifs et leur large spectre de fréquences conduisent à des instabilités de plus en plus critiques et difficiles à simuler aujourd'hui. Une description microscopique permet de mieux comprendre les mécanismes du couplage entre $N$ particules ( $x_l, p_l$ ) et $M$ ondes (de phases $\phi_j$ et intensités $I_j$ ) à l'aide d'un hamiltonien dit <b>autocoherent</b> . Pour $N \rightarrow \infty$ et $M$ fixé, la dynamique de ce système converge vers celle décrite par les équations cinétiques vlasoviennes. La simulation numérique passe actuellement par deux types de modèles. Les modèles Particle-in-Cell (PIC) reposent sur une simplification minimale des équations de la physique mais aboutissent à des temps de calcul gigantesques, car le nombre de degrés de liberté est très élevé. Les modèles spécialisés, au contraire, ne permettent de simuler que des régimes particuliers mais avec des temps de calcul incomparablement plus courts. Le modèle d'enveloppe, très utilisé, est un modèle fréquentiel dans lequel l'onde amplifiée est représentée par l'onde à froid (propagation sans faisceau) multipliée par une fonction d'enveloppe variable en fonction de la position dans la direction de propagation. Cette approche fréquentielle est inadaptée à l'étude des régimes non-linéaires, comme la saturation des instabilités et les effets d'intermodulation. Nous avons développé un modèle temporel nouveau à petit nombre de degrés de liberté grâce à une représentation efficace des champs, permettant une simulation réaliste de l'amplification dans les tubes à onde progressive. Nous confronterons ces simulations à l'expérience dans des tubes de télécommunication spatiales et dans l'instrument de 4 mètres qui a permis à notre laboratoire la première observation directe de plusieurs processus fondamentaux de cette physique. Le stage portera sur le développement de modèles non-linéaires simples et leur exploitation numérique en vue d'applications notamment aux tubes à onde progressive de Thales Avionics (Vélizy) et du laboratoire (Marseille). Il pourrait se poursuivre par une thèse en cofinancement avec le CNES.
- Y. Elskens & D. Escande, <i>Microscopic dynamics of plasmas and chaos</i> (IoP Publishing, Bristol, 2003). - F. André, P. Bernardi, N.M. Ryskin, F. Doveil & Y. Elskens, <i>Hamiltonian description of self-consistent wave-particle dynamics in a periodic structure</i> , <b>Europhys. Lett.</b> <b>103</b> (2013) 28004. - D.F.G. Minenna, Y. Elskens, F. André & F. Doveil, <i>Electromagnetic power and momentum in N-body hamiltonian approach to wave-particle dynamics in a periodic structure</i> , <b>Europhys. Lett.</b> <b>122</b> (2018) 44002. - F. Doveil, D. Minenna & Y. Elskens, <i>Wave-particle interaction studied in a traveling wave tube</i> , International conference on plasma physics (ICPP, Vancouver), 2018, invited talk - Thèses à Marseille : A. Macor (2007), A. Aïssi (2008), P. Bernardi (2011), S. Théveny (2016), D. Minenna (en cours).
<b>Toutes les rubriques ci-dessous doivent obligatoirement être remplies</b>

<b>Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : oui</b>			
<b>Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: CNES</b>			
Lumière, Matière, Interactions	X	Lasers, Optique, Matière	X

fiche à transmettre (fichier pdf **obligatoirement**) sur le site <http://stages.master-omp.fr>