

# Dynamique d'électrons relativistes dans un réseau optique intense pour un Laser à Électrons Libres compact dans la gamme des rayons-X

**M. Hadj-Bachir**<sup>1</sup>, B. Barbrel<sup>1</sup>, I. A. Andriyash<sup>4</sup>, E. Guillaume<sup>2</sup>, A. Doche<sup>2</sup>, J-Ph. Goddet<sup>2</sup>, Bruno Lucas<sup>3</sup>, C. Thaury<sup>2</sup>, K. Ta Phuoc<sup>2</sup>, S. Kazamias<sup>3</sup>, O. Guilbaud<sup>3</sup>, V. Malka<sup>2</sup>, V. T. Tikhonchuk<sup>1</sup>, E. d'Humières<sup>1</sup> et Ph. Balcou<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univ. Bordeaux, CNRS, CEA, CELIA, UMR 5107, F33400 Talence, France.

<sup>2</sup> LOA, ENSTA, CNRS, Ecole Polytechnique, UMR 7639, 91761 Palaiseau, France.

<sup>3</sup> Laboratoire de Physique des Plasmas Orsay, France.

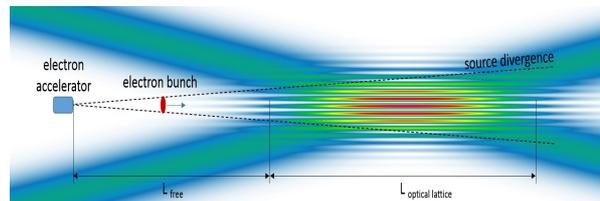
<sup>4</sup> Synchrotron SOLEIL, L'Orme des Merisiers, Saint-Aubin, BP 48, 91192 Gif-sur-Yvette CEDEX, France

[mail:m.hadjbachir@gmail.com](mailto:m.hadjbachir@gmail.com)

L'obtention d'un Laser à Électrons Libres X (LEL-X) compact est un objectif majeur pour le développement des lasers. Plusieurs schémas prometteurs de LEL-X ont été proposés en utilisant à la fois l'accélération d'électrons dans les plasmas et des onduleurs optiques en régime Compton [1] ou Thomson [2]. Cependant, ces schémas ne sont pas aujourd'hui réalisables en raison de contraintes fortes sur la nécessité d'utiliser la faible divergence angulaire et de faible dispersion en énergie des paquets d'électrons ; ils nécessiteraient par ailleurs de disposer d'un onduleur optique de grande qualité (éclairage, durée d'impulsion, taille transverse).

Pour parer à ces difficultés, nous avons proposé un nouveau concept de LEL compact dans le domaine des rayons X [3] en combinant la physique des LEL en régime Compton, des lasers XUV conventionnels basés sur l'interaction laser-plasma, et de l'optique non-linéaire. Des études numériques et théoriques ont démontré la possibilité de déclencher un effet Raman stimulé par effet Kapitza-Dirac [3, 4] lors de l'interaction entre un paquet d'électrons libres relativistes et un réseau optique créé par l'interférence transverse de deux impulsions laser intenses. En outre, ces études ont démontré la possibilité d'atteindre des valeurs de gain très élevées, avec des longueurs de gain dans la gamme millimétrique. Les spécificités de ce schéma, en particulier la robustesse attendue vis-à-vis de la dispersion en énergie des électrons, suggèrent que ce processus est idéalement

adapté à un couplage avec l'accélération d'électrons dans les plasmas [5].



Dans cette présentation, nous décrivons la dynamique des électrons relativistes dans un puits de potentiel pondérateur avec différentes géométries de réseau optique. Nous discuterons des régimes d'injection dépendant à la fois des paramètres physiques du paquet d'électrons et des longueurs caractéristiques de l'onduleur optique. Nous relierons les différents régimes d'injection à l'amplification du rayonnement [6]. Nous montrerons enfin certains résultats préliminaires de la première expérience faite sur l'installation laser 'Salle Jaune' au Laboratoire d'Optique Appliquée, sur le piégeage d'un paquet d'électrons relativistes issu de l'accélération laser-plasma dans un réseau optique progressif. Ces résultats expérimentaux seront comparés avec les simulations du code RELIC [6].

## Références

- [1] P. Sprangle *et al* PRSTAB 12, 050702 (2009)
- [2] A. Debus *et al* Appl. Phys.B 100 61 (2010).
- [3] Ph. Balcou, EPJD 59, 525 (2010).
- [4] P. L. Kapitza et P. Dirac (1933).
- [5] I. Andriyash *et al* PRL **109**, 244802 (2012)
- [6] M Hadj-Bachir *et al*. Injection of a relativistic electron beam into a high intensity optical lattice (2016). [hal-01332822](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01332822). *Soumis à Phys. Rev. Accel. Beams.*