

# Contrôle d'une instabilité spatio-temporelle affectant les électrons relativistes au centre de rayonnement Synchrotron SOLEIL

C. Evain<sup>1</sup>, C. Szwaj<sup>1</sup>, E. Roussel<sup>1</sup>, M. Le parquier<sup>1</sup>, M.-A. Tordeux<sup>2</sup>, M. Labat<sup>2</sup>, F. Ribeiro<sup>2</sup>, N. Hubert<sup>2</sup>, J.-B. Brubach<sup>2</sup>, P. Roy<sup>2</sup> and S. Bielawski<sup>1</sup>

(1) Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules, UMR CNRS 8523

Centre d'Études et de Recherches Lasers et Applications, FR CNRS 2416, Université des Sciences et Technologies de Lille, F-59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France.

(2) Synchrotron SOLEIL, Saint Aubin, BP 34, 91192 Gif-sur-Yvette, France

`clement.evain@univ-lille.fr`

**Résumé.** Les centres de rayonnement Synchrotron sont des sources utilisant l'émission de lumière par des paquets d'électrons relativistes, et destinés à divers utilisateurs de rayonnements THZ, VUV et X. La puissance du rayonnement délivré dépend de la charge des paquets d'électrons, et les centres de rayonnement synchrotron utilisent généralement des paquets d'électrons avec des densités de charge aussi importantes que possible.

Cependant, à grande densité de charge, une instabilité spatio-temporelle affecte les paquets d'électrons des principaux centres de rayonnement synchrotron [1], y-compris SOLEIL [2] (la source française de rayonnement synchrotron). Cette instabilité possède une origine fondamentale : elle est due à l'interaction du paquet d'électrons avec son propre champ électrique. Les conséquences sont l'apparition de microstructures dans la direction longitudinale du paquet, avec une évolution désordonnée en fonction du temps.

Nous présentons ici le premier résultat sur le contrôle de cette instabilité par une méthode de feedback. La stratégie est inspirée des méthodes de contrôle du chaos (en particulier la méthode dite de Pyragas). L'idée est de stabiliser une solution périodique instable pré-existante. Un système de feedback applique continuellement de petites perturbations sur un des paramètres de l'accélérateur, en fonction de l'écart entre l'état du système et la solution instable. Après une étude numérique des équations (de type Fokker-Planck-Vlasov), nous avons pu contrôler cette instabilité à SOLEIL en septembre 2018, au moyen d'un système de feedback électronique relativement peu complexe. Nous présenterons à la fois les résultats, et les problèmes ouverts – du point de vue dynamique – par cette étude.

## Références

1. *Beam instability and microbunching due to coherent synchrotron radiation*, G. Stupakov and S. Heifets, Phys. Rev. ST Accel. Beams, 5, 054402 (2002)
2. *Direct observation of spatiotemporal dynamics of short electron bunches in storage rings*, C Evain, E Roussel, M Le Parquier, C Szwaj, M-A Tordeux, J-B Brubach, L Manceron, P Roy, S Bielawski, Phys. Rev. Lett. 118, 054801 (2017).