

Reconstruction de profils longitudinaux de paquets d'électrons à FACET, SLAC

M. Vieille Grosjean*, N. Delerue, J. Barros, S. Jenzer¹
 M. Labat², C. Clarke³
 A. Faus-Golfe, N. Fuster, J. Resta-Lopez⁴
 F. Bakkali Taheri, G. Doucas, I. Konoplev, A. Reichold⁵

*vgrosjea@lal.in2p3.fr

¹ Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL), Université Paris-Sud XI, F-91898 Orsay, France

² Synchrotron SOLEIL, Saint-Aubin, France

³ SLAC, Stanford, USA

⁴ IFIC, Valencia, Spain

⁵ John Adams Institute, Department of Physics, University of Oxford, OX1 3RH Oxford, UK

Travail supporté par un financement de l'Université Paris-Sud, programme "Attractivité" et par une ANR sous contrat ANR-12-JS05-0003-01.

<http://groups.lal.in2p3.fr/etalon/>

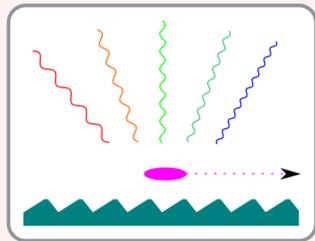
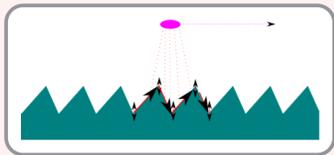


Radiation de Smith-Purcell

- La radiation de Smith-Purcell est émise lors du passage d'une particule chargée proche de la surface d'un réseau métallique.
- Si le paquet d'électrons est court devant la longueur d'onde émise, alors la radiation est émise de façon cohérente.
- L'émission cohérente implique la transformée de Fourier du profil longitudinal du paquet:

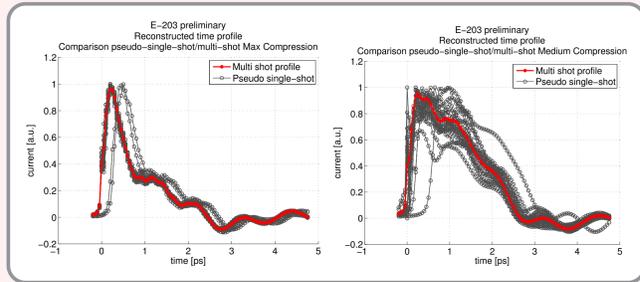
$$\left(\frac{dI}{d\Omega d\omega} \right)_{N_e} \approx \left(\frac{dI}{d\Omega d\omega} \right)_{SP} [N_e + N_e^2 |F(\omega)|^2 G(\sigma_x, \sigma_y)]$$

Elle peut être utilisée comme outil de diagnostic pour mesurer le profil longitudinal d'un paquet d'électrons.

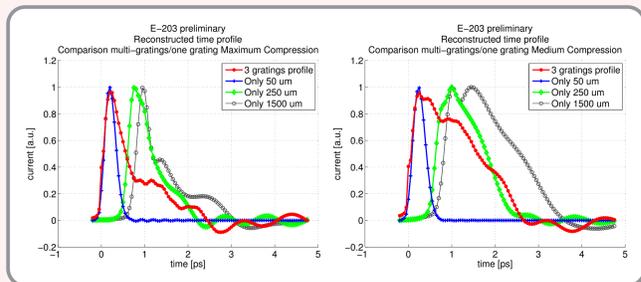


Vers une mesure en un seul tir

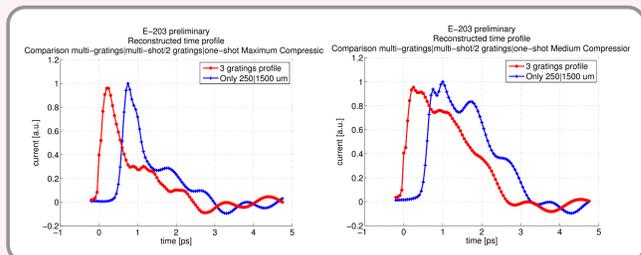
- Etude de faisabilité d'un moniteur single-shot en cours.
 - ☞ Test d'une bonne reproductibilité entre les tirs.
 - ☞ Est-ce que 6 mesures sont nécessaires? (3 réseaux + 3 bruits de fond).



- Etude sur le nombre de réseaux nécessaires.
 - ☞ Utilisation d'un seul réseau de pas intermédiaire (250 μm) possible.
 - ☞ Dépend de la précision de la mesure désirée.

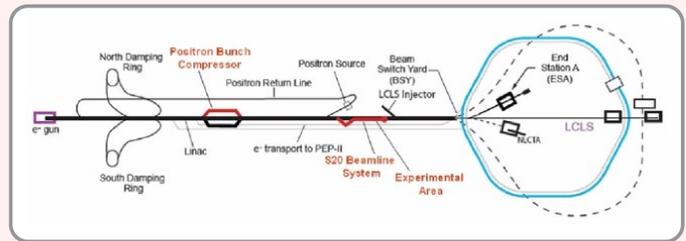


- Profils reconstruits à partir d'un seul réseau et deux tirs (réseau + bruit).
 - ☞ Information suffisante pour mesurer l'ordre de grandeur de la longueur du paquet, mais perte d'informations sur la distribution longitudinale des électrons dans le paquet.

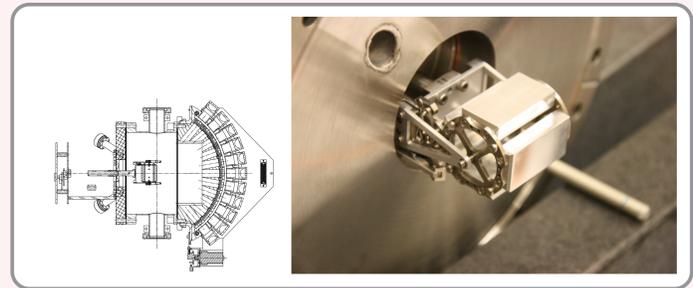


Expérience E-203 à FACET, SLAC

- FACET (Facility for Advanced Accelerator Experimental Tests), accélérateur linéaire de 3 km de long produit des paquets d'électrons de 23 GeV dont la durée est de quelques centaines de femtosecondes.



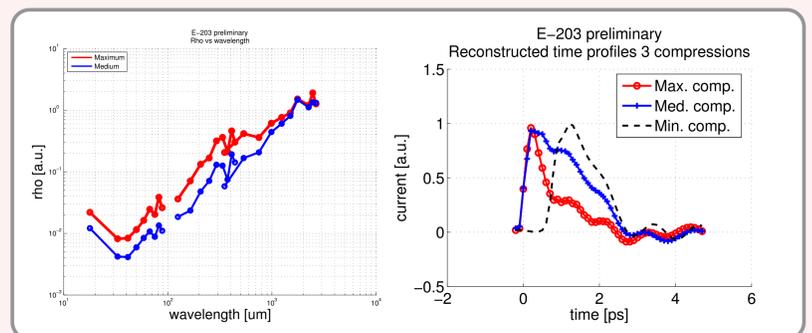
- L'expérience E-203 est placée derrière une chicane de compression, de façon à fournir différentes compressions possibles pour les paquets.



- 11 détecteurs pyroélectriques couvrant 5 degrés et placés tous les 10 degrés pour couvrir un angle total de 100 degrés et mesurer la radiation émise dans le plan perpendiculaire au réseau.
- 3 réseaux avec 3 pas différents pour couvrir une gamme de longueurs d'onde de 20 μm à 2000 μm.

Profils longitudinaux reconstruits

- ☞ Utilisation de 3 réseaux pour couvrir un large spectre en intensité.
- ☞ Profils reconstruits en utilisant des transformées de Fourier et les relations de Kramers-Kronig.
- ☞ 3 compressions disponibles et mesurées.
- ☞ Moniteur plusieurs tirs.



Conclusions et avenir

- Il est possible d'utiliser la radiation de Smith-Purcell pour reconstruire le profil longitudinal d'un paquet d'électrons de quelques centaines de femtosecondes.
- Une mesure à tir unique semble possible → conception d'un détecteur.
- Autres mesure faites au synchrotron SOLEIL depuis Avril 2013, mesures tir unique prévues pour 2014.
- Réalisation du détecteur tir unique et test sur accélérateur laser/plasmas en 2015.