

## Modelization of a staggered undulator

The European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) is a synchrotron light source located in Grenoble, France. It is a 6 GeV electron storage ring based source. Hard X-ray photons are produced by deviating relativistic electrons with periodic magnetic structures called undulators. The production of high energy synchrotron radiation, in the 50 – 100 keV range, is an active R&D topic. Short period undulators must be used to generate efficiently these high energy photons. Undulator periods as short as 14 mm are reached using in-vacuum, low temperature devices.

Undulators with shorter periods can be built using magnetic poles periodically placed in solenoids, so-called staggered undulators. Staggered undulators were studied in the 90's but have never been installed in storage ring based light sources due to the potentially detrimental effect of the solenoids on the stored beam. A new generation of light sources is being built, leaded by the construction of the Extremely Brilliant Source (EBS) in Grenoble. It is expected that these new accelerators will be more robust to the installation of solenoids, due to their smaller and less divergent beam.

During the training course, the student will build a model of the magnetic field created by a staggered undulator and he will track particles in this field. He will become familiar with the Radia code used for magnetic computations and for particle tracking. Depending on the progress on these topics, he will start to investigate the synchrotron radiation emitted by a staggered undulator. He will deepen his knowledge in the field of synchrotron radiation and particle accelerators.

This training ship will be the preparatory part of a PhD thesis dedicated to the integration of a staggered undulator in an electron storage ring and to the construction of a prototype. The undulator will be optimized in order to limit its impact on the stored beam and to improve the characteristics of the emitted radiation. The radiation from an electron bunch passing through a staggered undulator will be studied in details.

## Competences

Electromagnetism, magnetostatics, synchrotron radiation, beam dynamics

Python and/or Mathematica programming

## Institutio

European synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble  
Accelerator and Sources Division / Insertion Devices and Magnets Group

## Contact

Gaël Le Bec ([lebec@esrf.fr](mailto:lebec@esrf.fr), 04 76 88 28 68)

## Modélisation d'un onduleur inséré dans un solénoïde

L'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) est une source de rayonnement synchrotron installée à Grenoble. Cette source, basée sur un accélérateur de particules, produit des rayons X durs en déviant des électrons ultra relativistes à l'aide de structures magnétiques périodiques : les onduleurs. La production de rayonnement synchrotron à haute énergie, dans la gamme 50 –100 keV, est un axe de recherche et développement important. Générer efficacement des photons à ces énergies implique d'utiliser des onduleurs à courte période. L'installation d'onduleurs sous vide, refroidis à basse température, a permis de réduire la période à 14 mm environ.

Des onduleurs à période plus courte pourraient être réalisés avec des solénoïdes chargés de pôles magnétiques régulièrement espacés. Ces onduleurs sont connus sous le nom de « staggered undulator ». Si de tels systèmes magnétiques ont été imaginés dès les années 90, ils n'ont jamais été optimisés pour des sources de lumière telles que l'ESRF en raison des effets indésirables que créerait un solénoïde sur le faisceau d'électrons stocké. Une nouvelle génération de sources de rayonnement synchrotron est en construction. L'EBS (Extremely Brilliant Source), à Grenoble, démarrera fin 2019. Ces nouvelles sources, basées sur un faisceau d'électrons plus petit et moins divergent, seront plus tolérantes à l'installation de solénoïdes.

Le stagiaire sera amené à modéliser le champ magnétique généré par un onduleur inséré dans un solénoïde et à décrire les trajectoires d'électrons dans ce champ. Il prendra en main le logiciel Radia qui sera utilisé pour les calculs magnétiques et le suivi des particules. Si l'avancement du stage le permet, le stagiaire commencera à étudier le rayonnement émis dans l'onduleur. Il approfondira ses connaissances sur le rayonnement synchrotron et sur les accélérateurs de particules.

Ce stage pourrait se prolonger par une thèse dont l'objectif sera l'étude de l'intégration d'un onduleur « staggered » dans un anneau de stockage d'électrons, ainsi que son optimisation et la réalisation d'un prototype. Il conviendra de limiter les effets de l'onduleur et du solénoïde sur le faisceau stocké et d'étudier en détails le rayonnement synchrotron émis par un paquet d'électrons passant dans l'onduleur.

## Compétences

Electromagnétisme, magnétostatique, rayonnement synchrotron, dynamique faisceau

Programmation Python et/ou Mathematica

## Institut et laboratoire

European synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble

Accelerator and Sources Division / Insertion Devices and Magnets Group

## Contact

Gaël Le Bec ([lebec@esrf.fr](mailto:lebec@esrf.fr), 04 76 88 28 68)