

### Intitulé de stage :

Influence des effets vibratoires sur la luminosité de SuperKEKB

### Coordonnées du Responsable de stage

Responsable de stage	Eva Montbarbon	Expérience	FCC
Téléphone	04 50 09 17 09	E-mail	Eva.montbarbon@lapp.in2p3.fr

### Sujet de stage / Travail demandé:

L'étude proposée est dédiée au collisionneur SuperKEKB, qui est un accélérateur de particules situé au KEK (High Energy Accelerator Research Organisation) à Tsukuba, au Japon. Il s'agit d'une amélioration de l'ancien accélérateur KEKB, avec une luminosité environ 40 fois plus élevée, principalement en raison de la collision de nano-faisceaux avec un grand angle au point d'interaction et de l'utilisation de nouveaux aimants « quadripôles » supraconducteurs de focalisation. SuperKEKB est un anneau de 3 016 mètres de circonférence qui permet de collisionner un faisceau d'électrons de 7 GeV (du « High Energy Ring », HER) avec un faisceau de positons de 4 GeV (du « Low Energy Ring », LER) en un unique point d'interaction où se situe le détecteur Belle II.

Pour obtenir une luminosité aussi élevée avec des faisceaux nanométriques, la tolérance de positionnement et d'alignement des éléments de l'accélérateurs est tellement contrainte que l'étude de l'effet des vibrations est stratégique. Dans cette perspective, l'équipe du LAPP a installé quatre capteurs sismiques (Guralp 6T) de chaque côté du détecteur pour mesurer le mouvement du sol et évaluer le déplacement des deux derniers cryostats (en mode encastré libre), à l'intérieur desquels, les derniers aimants de focalisation (les plus critiques pour les vibrations) sont intégrés. Les capteurs sont opérationnels 24h/24 et des rapports hebdomadaires sont disponibles sur une page web dédiée [1].

Ces mesures de vibrations ont déjà été comparées à des mesures de luminosité, qui sont mises en œuvre par notre collaborateur IJClab (Orsay - IN2P3 CNRS) [2]. Cette étude met en évidence que les fréquences des principales perturbations de la luminosité correspondent à celles des principales mesures des vibrations, qui sont l'amplification du mouvement du sol par les modes propres du cryostat. L'étape suivante consiste à quantifier ces effets indésirables et c'est l'objectif du stage proposé. En effet, toute la ligne de faisceau de l'accélérateur est simulée grâce à un logiciel d'optique faisceau existant (SAD). L'objectif sera d'évaluer numériquement, grâce aux simulations d'optique faisceau, les vibrations des différents éléments de focalisation en fonction de la partie dynamique des mesures de luminosité.

A noter que cette étude est une étape stratégique pour l'étude de faisabilité du « Future Circular Collider » (FCC-ee) [3]. Ce futur collisionneur post-LHC du CERN, dont la circonférence sera d'environ 100 kilomètres, présente en effet de nombreuses similitudes avec SuperKEKB en termes de paramètres de physique et d'optique faisceau.

Ce stage se fera en collaboration avec l'IJClab et probablement avec le CERN.

[1] <https://lappweb.in2p3.fr/SuperKEKB/>

[2] C. G. Pang, et al., A fast luminosity monitor based on diamond detectors for the superkekb collider, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A* 931 (2019) 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2019.03.071>

[3] FCC-ee CRD report: Abada, A., Abbrescia, M., AbdusSalam, S.S. et al. FCC-ee: The Lepton Collider. *Eur. Phys. J. Spec. Top.* 228, 261–623 (2019). <https://doi.org/10.1140/epjst/e2019-900045-4>

### Membres de l'équipe d'encadrement

Freddy Poirier (DR17 Nantes), Laurent BRUNETTI (LAPP Annecy), Philip Bambade (IJClab Orsay)

### Internship title:

Influence of vibratory effects on the luminosity of SuperKEKB

### Contact details of the internship supervisor

Internship supervisor

Eva Montbarbon

Experiment

FCC

Phone number

04 50 09 17 09

E-mail

Eva.montbarbon@lapp.in2p3.fr

### Internship subject / Work requested:

The proposed study is dedicated to the collider SuperKEKB, which is a particle collider located at KEK (High Energy Accelerator Research Organisation) in Tsukuba, Japan. This accelerator is an upgrade of the KEKB accelerator, providing approximately 40 times higher luminosity, due mostly to the collision of nanobeams with a high angle at the interaction point and the use of new superconducting focusing quadrupole magnets. SuperKEKB, a ring of 3016 m of circumference, collides beams of electrons at 7 GeV (from the High Energy Ring, HER) and positrons at 4 GeV (from the Low Energy Ring, LER) at a single interaction point covered by the Belle II detector.

To obtain high luminosity with such beams, the tolerance of position and alignment of the accelerator elements are so tight that vibrations have to be studied in detail. In this prospect, the LAPP team has installed four seismic sensors (Guralp 6T) on each side of the detector to measure ground motion and to evaluate the displacement of the two last cantilever cryostats, inside which, the last focusing magnets (the most critical for vibrations aspects) are mounted. The sensors are processing 24h a day and weekly reports are available on a dedicated webpage [1].

These vibrations' measurements have already been compared to luminosity measurements, which are managed by our collaborator IJClab (Orsay - IN2P3 CNRS) [2]. The outcome highlights that the frequencies of the main luminosity disturbances correspond to the ones of the main vibrations' measurements, which are the amplification of the ground motion by the cryostat eigenfrequencies. The next stage is to quantify these hindering effects and is the goal of this proposed internship. Indeed, the whole accelerator beam line could be well simulated thanks to an existing beam optics software (SAD). The aim of the internship is to numerically evaluate, thanks to beam optics simulations, the various focusing elements vibrations according to the dynamical part of the luminosity measurements.

Note that this study is a strategic demonstration stage for the Future Circular Collider Study (FCC-ee) [3], the future CERN post-LHC collider, whose circumference will be around 100 kilometers and which presents a lot of similarities with SuperKEKB in term of physics and beam optics parameters.

This internship will be in collaboration with IJClab and possibly with CERN.

[1] <https://lappweb.in2p3.fr/SuperKEKB/>

[2] C. G. Pang, et al., A fast luminosity monitor based on diamond detectors for the superkekb collider, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A* 931 (2019) 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2019.03.071>

[3] FCC-ee CRD report: Abada, A., Abbrescia, M., AbdusSalam, S.S. et al. FCC-ee: The Lepton Collider. *Eur. Phys. J. Spec. Top.* 228, 261–623 (2019). <https://doi.org/10.1140/epjst/e2019-900045-4>

### Members of the management team

Freddy Poirier (DR17 Nantes), Laurent BRUNETTI (LAPP Annecy),  
Philip Bambade (IJClab Orsay)