

Recherche de particule à long temps de vie produisant un quark top déplacé dans l'expérience CMS au LHC

L'expérience CMS est dédiée à l'étude des événements issus de collisions de protons et d'ion lourds fournis par le LHC (grand collisionneur de hadrons) du CERN. Ce dernier accélère en particulier deux faisceaux de protons à l'énergie inégale de 6.5 TeV, et les met en collision au sein des 4 grandes expériences du LHC : CMS, Atlas, Alice et LHCb. Après différentes périodes de prise de données (appelé « Run ») couronnées d'un grand succès, le LHC sera en arrêt pour maintenance pour une période de deux ans. Le « Run 2 », qui s'est terminé en novembre 2018, a permis d'acquérir une très grande quantité de données qu'il faudra analyser dans les quelques années à venir.

Les collisions fournies par le LHC permettent de sonder le Modèle Standard (MS) de la physique des particules. Bien que vérifié avec de grandes précisions, et ayant un grand pouvoir prédictif, le MS possède certaines limitations qui laissent penser qu'il n'est qu'un modèle effectif d'une théorie plus générale. Avec les grandes énergies de collisions et les hautes luminosités atteintes par le LHC, il pourrait être possible d'observer l'émergence de nouvelle physique à travers la production de nouvelles particules. Bien qu'un très ambitieux programme de recherche ait été développé, le grand effort fourni pour la recherche de nouvelle physique au LHC n'a pas permis, pour le moment, de mettre en évidence l'existence de nouvelles particules. Il convient alors d'aborder de nouvelles pistes de recherche, jusqu'alors inexplorées ou pas assez investiguées. De ce point de vue, la recherche de particules à long temps de vie, qui produisent des vertex déplacés, offre d'importantes opportunités.

De nombreux modèles de nouvelle physique, comme par exemple la Super-Symétrie, prédisent l'existence de nouvelles particules instables mais potentiellement ayant un grand temps de vie (« LLP » pour Long-Lived Particules). Dans le cas où les distances de vol de ces particules restent dans le volume du détecteur, et en particulier dans le volume du trajectographe, les LLP pourraient produire des particules ne provenant pas directement du point de croisement des faisceaux. On parle alors de vertex secondaire. Expérimentalement, la détection de vertex secondaire très déplacé peut être très difficile, car le détecteur, ainsi que les algorithmes de reconstruction des trajectoires et des vertex, ont été optimisés pour la détection de particules issues du voisinage du point de collision.

Dans le cadre de ce stage, l'étudiant·e étudiera les algorithmes de reconstruction des traces (trajectoire des particules chargées) et des vertex utilisés dans CMS. Basé sur de la simulation, elle (il) sera amené·e à comprendre les différents paramètres de ces algorithmes et à étudier leurs performances en fonction de la distance de vol des particules de nouvelle physique. Les origines des possibles inefficacités de reconstruction seront identifiées et les algorithmes seront optimisés pour les minimiser. Des algorithmes spécifiques aux LLP seront également étudiés. Les algorithmes optimisés pourront être testés dans les données de CMS et une étude simplifiée de sensibilité à la nouvelle physique pourra être effectuée. Un sujet de Thèse est proposé dans la prolongation de ce stage.

Responsable de stage : ANDREA Jérémy, CR
Téléphone : +41 22 76 71530, Email : jeremy.andrea@iphc.cnrs.fr
co-responsable de stage : BLOCH Daniel, DR
Téléphone : 03 88 10 62 62, Email : daniel.bloch@iphc.cnrs.fr

Composition de l'équipe : Jean-Laurent AGRAM (UHA), Jérémy ANDREA (CNRS), Daniel BLOCH (responsable, CNRS), Guillaume BOURGATTE (doctorant), Jean-Marie BROM (CNRS), Eric CHABERT (Unistra), Caroline COLLARD (CNRS), Eric CONTE (UHA), Natalia EMRISKOVA (doctorante, co-tutelle CERN), Jean-Charles FONTAINE (UHA), Denis GELE (CNRS), Ulrich GOERLACH (Unistra), Clément GRIMAUULT (doctorant), Anne-Catherine LE BIHAN (CNRS), Nicolas TONON (doctorant), Pierre VAN HOVE (CNRS).

Nom du responsable et intitulé du laboratoire d'accueil : BARILLON Rémi (IPHC)
Adresse : Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC)
23 rue du Loess, BP 28 – 67037 STRASBOURG CEDEX 2