

Recherche de quark top déplacé dans l'expérience CMS au LHC

L'expérience CMS est dédiée à l'étude des événements issus des collisions de protons et d'ions lourds fournis par le LHC, le grand collisionneur de hadrons du CERN. Le LHC a fonctionné à une énergie pp inégalée de 13 TeV de 2015 à 2018 (Run 2), fournissant une grande quantité de données à analyser désormais. Après un arrêt prolongé pour maintenance, le LHC redémarra au printemps 2021 pour le Run 3, puis sera de nouveau arrêté fin 2023 pour effectuer des mises à jour majeures du système d'accélération et des détecteurs, afin de préparer le LHC à haute luminosité (HL-LHC).

Les collisions fournies par le LHC permettent de sonder le Modèle Standard (MS) de la physique des particules. Vérifié avec une très grande précision, le MS a pourtant des limitations qui laissent penser qu'il n'est qu'un modèle effectif d'une théorie plus générale. Bien qu'un très ambitieux programme de recherche ait été développé, l'effort fourni jusqu'à présent pour la recherche de nouvelle physique au LHC n'a pas permis de mettre en évidence l'existence de nouvelles particules ou de nouvelles interactions. Il convient désormais d'aborder de nouvelles pistes de recherche, jusqu'alors inexplorées ou peu investiguées.

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) et conduisant ainsi à un vertex de désintégration très déplacé par rapport au point d'interaction pp. Dans le cadre de cette thèse nous nous intéresserons à la production de nouvelles particules à grand temps de vie se désintégrant en quark top. Ce quark, la particule élémentaire la plus massive connue, a une signature expérimentale très spécifique. La production de quark top déplacé n'a été que peu étudiée jusqu'à présent.

Dans le cadre de cette thèse, la recherche de LLP nécessitera tout d'abord d'améliorer les algorithmes de reconstruction de traces et de vertex. Une étude approfondie de ces algorithmes sera menée, et leur amélioration sera réalisée à travers l'utilisation de méthodes modernes d'apprentissage de réseaux profonds de neurones (Machine Learning). Cette nouvelle approche sera appliquée à la recherche de particules chargées LLP se désintégrant en quark top déplacé. Des études phénoménologiques seront également menées afin de préciser les paramètres des modèles de nouvelle physique les plus pertinents. Les analyses seront effectuées sur les données du Run 2, puis préparées pour le Run 3.

Dans le cadre de sa thèse, l'étudiant-e sera également amené-e à étudier les effets des radiations et des forts taux de particules sur les senseurs au silicium du trajectographe de CMS. Tout d'abord, l'étude de la tenue aux radiations du trajectographe actuel de CMS sera réalisée par des mesures de tension de déplétion des senseurs. Dans le cadre de la mise à jour du trajectographe de CMS pour le HL-LHC, les nouveaux senseurs au silicium seront étudiés en faisceau auprès du cyclotron CYRCé de l'IPHC. Des tests du système d'acquisition, en particulier à fort taux de particules, pourront être effectués.

Dans le cadre de la collaboration CMS, l'étudiant-e sera amené-e à se déplacer régulièrement au CERN.

Directeur de Thèse : ANDREA Jérémy, CR

Téléphone : +41 22 76 71530, Email : jeremy.andrea@iphc.cnrs.fr

co-directeur de Thèse : AGRAM Jean-Laurent, MdC

Téléphone : 03 88 10 63 05, Email : jean-laurent.agram@iphc.cnrs.fr

co-directeur de Thèse : 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