Étude de la production de la beauté ouverte avec le détecteur ALICE au LHC

Directeur de thèse : Iouri BELIKOV, directeur de recherche CNRS
Co-directeur de thèse : Fouad RAMI, chargé de recherche HDR CNRS
INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIEN (IPHC), 23 RUE DU LOESS, 67037 STRASBOURG
Tél. : 03.88.10.68.74 / Email : iouri.belikov@iphc.cnrs.fr
Tél. : 03.88.10.62.00 / Email : fouad.rami@iphc.cnrs.fr

Le but de l'expérience ALICE au CERN est d'étudier la matière en interaction forte créée dans les collisions de noyaux atomiques accélérés aux énergies les plus élevées jamais atteintes en laboratoire. Dans ces conditions extrêmes, une nouvelle phase de la matière, appelée le plasma de quarks et de gluons (QGP), est formée. Ce plasma aurait existé pendant les premières dizaines de microsecondes après le Big Bang.

Une approche pour sonder les propriétés du QGP passe par la détection des hadrons de saveurs lourdes (charme et beauté). Les quarks lourds sont produits au tout début de la collision, au cours des processus les plus énergiques. Interagissant par conséquent avec le milieu QGP, les quarks de saveurs lourdes deviennent finalement hadronisés. Le taux de production et les caractéristiques cinématiques des particules résultantes sont ainsi modifiées par le milieu, ce qui peut être mesuré et retracé jusqu'aux propriétés du QGP. L'ampleur des modifications dépend, entre autres, de la masse des quarks impliqués. Cela rend les études de production de particules contenant un ou plusieurs quarks beaux particulièrement prometteuses, car celles-ci peuvent être mesurées dans ALICE grâce à leur durée de vie relativement longue.

Le début de Run III du LHC est prévu pour avril-mai 2021, et l'expérience ALICE reprendra la prise des données en collisions pp et ion-ion avec ses deux principaux détecteurs (le trajectographe interne (ITS) et la chambre à projection temporelle (TPC)) entièrement mis à niveau. Les capacités de lecture et la précision de reconstruction de traces de ces détecteurs permettront de réaliser, pour la première fois dans ALICE, des mesures directes de la production de mésons B en utilisant une reconstruction cinématique complète des canaux de désintégration $B \rightarrow D(K\pi) + \pi$ et $B \rightarrow J/\psi(ee) + K$.

Le groupe ALICE de l'IPHC est fortement impliqué dans le programme de mise à niveau de l'ITS, aussi bien pour la production de composants que pour le développement d'outils logiciels originaux pour ce nouveau détecteur. Parallèlement, le groupe a acquis une expérience de plus de 20 ans avec la reconstruction topologique d'hadrons étranges et charmés, ce qui est techniquement similaire à ce que l'on va faire dans le cadre de ce projet.

Les mesures des spectres en impulsion transverse des mésons B et la recherche des modifications liées à la formation du QGP constitueront le sujet de ce travail de thèse.

Le ou la doctorant(e) aura l'opportunité de travailler au sein d'une grande collaboration internationale dès le début de Run III du LHC. Il ou elle devra séjourner régulièrement au CERN, participer aux campagnes de prise de données et contribuer aux analyses physiques des données enregistrées. L'étudiant(e) acquerra également une connaissance approfondie de l'utilisation des environnements logiciels orientés objets (O^2, ROOT), de la mise en œuvre d'algorithmes d'analyse écrits en langages de programmation modernes (C++17, Python), et du traitement de gros volumes de données à l'aide de la grille de calcul du LHC.