

Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales

Titre: Etude des désintégrations radiatives baryoniques des mésons beaux avec LHCb

Directeur : Olivier Deschamps (odescham@in2p3.fr)

Co-directeur : Vincent Tisserand (Vincent.Tisserand@clermont.in2p3.fr)

Laboratoire de Physique Clermont Auvergne (LPCA)

Résumé :

L'ensemble des données expérimentales relatives aux quarks et aux leptons se trouvent être en bon accord avec le cadre théorique fourni par le Modèle Standard de la Physique des particules (SM). Ce modèle confronté à cinq décennies de tests expérimentaux n'a jusqu'à présent été mis en défaut. Il y demeure cependant de nombreuses questions ouvertes qui justifient la recherche d'une éventuelle Nouvelle Physique dépassant le cadre de ce modèle. Deux des quatre expériences installées auprès du Grand Collisionneur de Hadrons (LHC) au Laboratoire Européen de Physique des Particules (CERN) à Genève cherchent à mettre en évidence la production directe de nouvelles particules prédites dans le cadre de théories de Nouvelle Physique. L'expérience LHCb conduit une campagne de recherches indirectes complémentaires d'éventuels effets de Nouvelle Physique au travers de mesures de précision dans le secteur des quarks lourds.

Au cours de ses premières campagnes de prise de données (Run1 : 2010-2013 et Run2 : 2015-2018), le détecteur LHCb a collecté une statistique sans précédent de désintégrations de hadrons Beaux, ouvrant la voie à l'étude de nombreuses transitions rares. Après trois ans d'arrêt et un important renouvellement du détecteur, l'expérience LHCb est maintenant entrée dans sa troisième période de prise de données (Run3) visant à multiplier la statistique de données collectées par un facteur quatre dans les prochaines années.

Dans le cadre du SM, les désintégrations radiatives des hadrons beaux interviennent au travers de courants neutres changeant la saveur (FCNC), $b \rightarrow q\gamma$ ($q=s$ or d), qui ne sont autorisés que par l'intermédiaire de diagrammes en boucle. La dynamique de ces transitions est particulièrement sensible au spectre éventuel des particules de Nouvelle Physique se propageant dans ces boucles virtuelles.

Avec un taux de désintégration de quelques 10^{-5} au plus, les désintégrations radiatives des hadrons beaux sont relativement rares. De nombreux modes dominants qui procèdent de la transition $b \rightarrow s\gamma$, tels que $B^0 \rightarrow K^+\pi^-\gamma$, $B_s \rightarrow K^+K^-\gamma$, $B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-\gamma$ ou encore $\Lambda_b \rightarrow pK^-\gamma$, ont été (et sont encore) étudiés en détails auprès de LHCb.

Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales

La quantité et la qualité des données collectées durant la période Run1-Run2, et la statistique croissante des données du Run3, permettent maintenant d'explorer de nouveaux modes supprimés intervenant via la transition $b \rightarrow d\gamma$, tels que $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ ou $B_s \rightarrow K^{*0}\gamma$, et qui présentent un taux de désintégration typique de l'ordre de quelques 10^{-7} .

L'équipe LHCb du LPCA est impliquée dans plusieurs études en cours de ces modes de désintégration rare.

Le sujet principal de cette offre de thèse est la recherche et l'étude de modes radiatifs encore inobservés qui impliquent une paire de baryons dans l'état final, telle que la désintégration $B^+ \rightarrow p\Lambda^*(\rightarrow pK^+)\gamma$ (transition $b \rightarrow s\gamma$) ou, plus rare encore, $B^0 \rightarrow p\bar{p}\gamma$ (transition $b \rightarrow d\gamma$). Ces désintégrations baryoniques-radiatives, potentiellement observables dans les données actuelles de LHCb, pourraient fournir d'intéressantes informations sur le spectre de masse de la paire de baryons ou encore sur la polarisation du photon radiatif. D'autres modes rares et/ou inobservés de désintégrations mésoniques avec une topologie similaire seront également étudiés, tels que $B^+ \rightarrow K^+K^-K^+\gamma$, $B^+ \rightarrow K^+K^-\pi^+\gamma$, ou $B^+ \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\gamma$.

Le ou la candidate retenue exploitera l'ensemble des données disponibles de LHCb dans le but d'explorer ces états finals rares. Il ou elle construira une sélection efficace du signal et étudiera les différents bruits de fond qui le contaminent. Du fait de l'environnement hadronique difficile du LHC et de l'importante quantité de bruits de fond attendue, des outils de sélection sophistiqués devront être développés (réseaux de neurones ou arbres de décision). Une modélisation précise du spectre en masse invariante sera mise en place afin d'isoler le signal des bruits de fond résiduels et d'en étudier la dynamique.

La principale signature expérimentale des modes radiatifs auprès du LHC est dominée par le photon de haute énergie dans l'état final. Le calorimètre électromagnétique qui permet d'identifier le photon et d'en mesurer l'impulsion joue un rôle essentiel dans les performances de reconstruction et de sélection. Des développements techniques liés à la reconstruction et l'identifications des objets neutres pour le Run3 et les futurs upgrades du détecteur seront par ailleurs conduits au cours de la thèse.

Contacts :

Olivier Deschamps [odescham@in2p3.fr]

Phone : +33 4 73 40 51 22

Laboratoire de Physique de Clermont Auvergne (Office 8213)

Ecole Doctorale Sciences Fondamentales – 8 Avenue Blaise Pascal – CS 60026 - 63170 AUBIERE CEDEX
CHIMIE – MATHÉMATIQUES – PHYSIQUE – SCIENCES DE L'UNIVERS
site web : <http://edsf.univ-bpclermont.fr>

Directeur : Pr Yanick HEURTEAUX
Tél. 04.73.40.50.64
E-mail : Yanick.Heurteaux@uca.fr

Secrétariat : Emilie HABOUZIT
Tél. 04.73.40.53.76
E-mail : edsf.dred@uca.fr