

Recherche des transitions radiatives rares $b \rightarrow d\gamma$ avec photons convertis dans les données de LHCb.

*O. Deschamps, Maître de Conférences
Laboratoire de Physique Clermont-Ferrand (LPC), IN2P3/CNRS
Université Clermont Auvergne*

L'ensemble des données expérimentales relatives aux quarks et aux leptons est en bon accord avec le cadre théorique fourni par le Modèle Standard de la Physique des particules. Ce modèle, confronté à plusieurs 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 du Modèle Standard.

Deux des quatre expériences installées sur le Grand Collisionneur de Hadrons (LHC) au Laboratoire Européen de Physique des Particules (CERN) à Genève recherchent la production directe de nouvelles particules prédites dans le cadre de théories de Nouvelle Physique. L'expérience LHCb conduit une campagne de recherche indirecte des effets de la 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), LHCb a collecté une statistique sans précédent de désintégrations des mésons Beaux, ouvrant la porte à l'étude de nombreuses désintégrations rares. En particulier, LHCb dispose à l'heure actuelle de la plus importante statistique de désintégrations radiatives $X_b \rightarrow X_s\gamma$ où X_b représente les mésons B^0 , B_s ou le baryon beau, Λ_b .

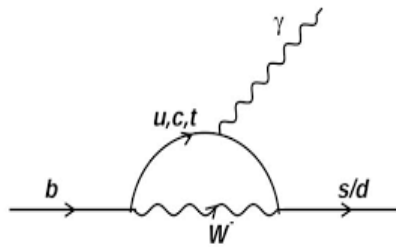


Figure 1: Diagramme pingouin radiatif dominant la transition $b \rightarrow q\gamma$.

Avec un rapport d'embranchement de quelques 10^{-5} les désintégrations radiatives du type $X_b \rightarrow X_s\gamma$ constituent un phénomène rare. La transition de courant neutre $b \rightarrow s\gamma$ responsable de ces désintégrations ne peut être réalisée dans le Modèle Standard qu'au travers de diagrammes d'ordre supérieur de type pingouin, illustrés par la figure 1. La dynamique de ces modes de désintégration est particulièrement sensible aux effets de particules lourdes hypothétiques (Higgs chargés, particules supersymétriques, ..) qui pourraient

se manifester virtuellement dans les boucles. La transition de saveur $b \rightarrow d\gamma$ constitue un phénomène plus rare encore, car supprimé par le rapport des coefficients $CKM \left| \frac{V_{td}}{V_{ts}} \right|^2$, qui conduit à une réduction supplémentaire du rapport d'embranchement de l'ordre de 4%. Ces transitions n'ont jusqu'à présent été observées qu'auprès des usines à Beauté, BaBar et Belle qui ont fonctionné de 2000 à 2010, dans les modes $B^0 \rightarrow \rho^0\gamma$ ou $B^0 \rightarrow \omega\gamma$. Dans le cas du méson B_s , la transition $b \rightarrow d\gamma$ conduit de façon dominante à l'état final $B_s \rightarrow \bar{K}^{*0}\gamma$. Cette désintégration, impossible à produire auprès des usines à Beauté, n'a pas été observée non plus auprès de LHCb du fait de la proximité de la transition favorisée $b \rightarrow s\gamma$ du méson B^0 qui conduit au même état final, $B^0 \rightarrow K^{*0}\gamma$, dominant le spectre de masse $(K\pi)\gamma$ et masquant la contribution rare du B_s . La résolution en masse du système $(hh)\gamma$ est en effet dominée auprès de LHCb par la résolution des calorimètres qui mesurent l'énergie du photons. Avec une résolution sur la mesure de la masse invariante de l'ordre de 90 MeV/c² pour les modes radiatifs il n'est pas possible de séparer la contribution minoritaire du B_s de celle dominante du B^0 alors que la différence de masse entre les deux mésons est de 86.8 MeV/c².

Environ 40% des photons radiatifs se convertissent dans la matière du détecteur avant d'atteindre les calorimètres et une partie d'entre-eux peut-être reconstruite comme paires d'électrons de charges opposées par les trajectographes de l'expérience. Ces photons convertis représentent moins de 10% des photons reconstruits dans le calorimètres mais offrent une meilleure résolution en masse pour les modes radiatifs, de 30 à 50 MeV/c², ce qui permettrait de séparer l'état final $K^{*0}\gamma$ issu des désintégrations radiatives du méson B_s de ceux majoritaires issus du méson B^0 , si la contamination des bruits de fond est suffisamment réduite et la statistique résiduelle du signal suffisamment grande.

En résumé, le mode de désintégration $B_s \rightarrow \bar{K}^{*0}\gamma$ procède d'une composante supprimée des transitions radiatives rares que l'on ne peut espérer séparer dans LHCb qu'en utilisant une fraction largement minoritaire des photons reconstruits. Une centaine de candidats pourraient être observés dans l'abondante quantité de données que LHCb a enregistrée à ce jour. Le sujet de stage proposé consiste donc en une étude de sensibilité au mode $B_s \rightarrow \bar{K}^{*0}\gamma$ dans les données des run 1 et 2 de LHCb. Il s'agira de construire une sélection efficace de l'état final $(\bar{K}^{*0} \rightarrow K^-\pi^+)(\gamma \rightarrow e^+e^-)$ en se basant sur une sélection multivariable déjà mise en place pour les photons non-convertis reconstruits dans les calorimètres. Du fait de la meilleure résolution sur le photons convertis, cette étude permettra en outre une approche complémentaire à d'autres analyse en cours de modes radiatifs basée sur les photons calorimétriques.

Contacts :

- Olivier Deschamps, [odescham@in2p3.fr]
tel : +33 4 73 40 51 22
Laboratoire de Physique Corpusculaire (bureau : 8213)