

**Florentin Jaffredo**

## **Physique de la saveur aux hautes et basses énergies**

Résumé :

Le Modèle Standard de la physique des particules, quoique particulièrement prédictif, est nécessairement incomplet. En effet, de nombreux puzzles restent inexpliqués, tels que le problème de hiérarchie ou le problème de la saveur, qui requièrent une physique au-delà de Modèle Standard. De plus, d'apparentes violations de l'universalité de la saveur leptonique ont été observé dans les désintégrations semi-leptoniques des mésons  $B_s$ , suggérant des déviations aussi bien pour les courants neutres que les courants chargés. La physique de la Saveur apparait donc comme un candidat idéal pour rechercher cette nouvelle physique.

Dans cette thèse, nous proposons plusieurs observables de saveur dont la mesure pourrait permettre de contraindre cette NP, d'une part dans une approche de théorie effective (EFT), ainsi que dans le cadre de modèle explicites de nouvelle physique impliquant des Leptoquarks à basse énergie.

Après avoir résumé les propriétés importantes du Modèle Standard et de ses extensions par les théories effectives permettant de paramétriser de manière générique la nouvelle physique, nous construisons des observables à partir des désintégrations leptoniques et semi-leptoniques des mésons pseudoscalaires via les courants chargés. Un soin particulier est apporté au traitement des incertitudes hadroniques. En utilisant les résultats expérimentaux disponibles pour quelques de ces observables, nous sommes en mesure de contraindre plusieurs coefficients de la théorie effective. Nous étudions également en détail les désintégrations semi-leptonique des baryons lourds, et montrons que l'observation de leur distribution angulaire permettrait d'extraire de nombreuses contraintes, en particulier pour la désintégration  $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c \mu^+ \mu^-$  récemment observé pour la première fois par LHCb.

Complémentairement aux processus à basses énergies, nous procédons à une analyse systématique de toutes les observables de saveurs à hautes énergies qui apparaissent dans les queues de distribution de la section efficace de collision  $pp$  observée par ATLAS et CMS. Puisque contrairement au modèle standard, la nouvelle physique tend à faire croître cette section efficace avec l'énergie, les contraintes résultants sont souvent complémentaires, voire meilleures que les observables de précision à basse énergie. Cette analyse a nécessité le développement du programme "HighPT", un outil d'automatisation de la phénoménologie de la saveur au LHC incluant la théorie effective jusqu'aux opérateurs de dimension 8, ainsi que tous les médiateurs possibles au niveau des arbres, en tenant compte de leur propagation. Ainsi nous pouvons comparer explicitement la validité des théories effectives pour les collisions à haute énergie, et montrons qu'elle amène des erreurs non négligeables, même pour les processus non résonnants.

Enfin, nous proposons quelques exemples de scénarios minimaux de nouvelle physique, faisant intervenir des Leptoquarks à une masse  $\mathcal{O}(1 \text{ TeV})$ , en cherchant à vérifier toutes les contraintes précédentes. Parmi les  $5$  Leptoquark considérés, seul le singulet vecteur  $U_1$  est compatible avec l'ensemble des contraintes provenant des expériences à basses énergies, incluant les deux anomalies du  $B_s$ , tout en restant compatible avec les contraintes de recherche directe. Nous proposons également un scénario faisant intervenir une paire de Leptoquarks scalaire,  $R_2$  et  $S_3$ , capable d'accommoder ces contraintes, tout en restant renormalisable. Ce modèle a donc l'avantage supplémentaire de permettre la prise en compte d'observables à boucle sans nécessiter de complétion ultraviolette.