

Titre : Étude expérimentale des désintégrations hadroniques des leptons tau avec le détecteur Belle II et de leur phénoménologie

Mots clés : Lepton tau, Belle II, $g - 2$ muonique, neutrinos lourds.

Résumé : L'analyse des désintégrations des leptons tau est à la frontière de l'exploration du modèle standard, notamment pour l'étude de la QCD à basse énergie. Ces désintégrations présentent de nombreuses difficultés expérimentales, en particulier en raison de la présence de neutrinos dans l'état final. Avec le développement des usines à B , les statistiques de production de leptons tau ont fortement augmenté, notamment grâce au processus $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$.

La méthode développée dans cette thèse vise à exploiter la grande statistique disponible dans ce canal afin d'établir une méthode d'étiquetage (*tagging*), dans laquelle l'un des leptons tau (tau de tag) est sélectionné dans une région cinématique où sa direction est très proche de

celle de ses produits de désintégration hadroniques. Cette sélection permet d'estimer la direction de l'autre lepton tau (tau de signal)—produit dos à dos avec le tau de tag dans le référentiel du centre de masse e^+e^- —avec une précision de 0.014 rad, pour une efficacité de sélection de 5 %. Ceci permet, à son tour, de construire une variable discriminante pour l'étude des modes de désintégration du tau de signal.

Nous appliquons cette technique à deux études : la mesure du rapport d'embranchement et du spectre de désintégration du canal $\tau \rightarrow \pi\pi^0\nu_\tau$, ainsi que la recherche d'un neutrino massif dans le canal de désintégration associé $\tau \rightarrow \pi\nu$.

Title : Hadronic tau decays, experimental study with Belle II detector and their phenomenology.

Keywords : tau leptons, Belle II, muon $g - 2$, heavy neutrinos

Abstract : Tau lepton decays provide a powerful probe of the Standard Model, in particular of low-energy QCD through hadronic tau decays. These decays come with several experimental challenges, most notably due to the presence of neutrinos in the final state. With the development of B factories, the available tau lepton production statistics have increased significantly, particularly through the $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ process.

The method developed in this thesis aims to exploit the large statistics available in this channel to establish a tagging method, in which one of the tau leptons (tagging tau) is selected in a kinematic region where its direction is very

close to that of its hadronic daughters. This selection makes it possible to estimate the direction of the other tau lepton (signal tau)—which is produced back-to-back to the tagging tau in the e^+e^- center-of-mass frame—with a precision of 0.014 rad, for a selection efficiency of 5 %. This, in turn, allows the construction of a discriminating variable for studying the decay modes of the signal tau lepton.

We apply this technique to two studies : the measurement of the branching fraction and the decay spectrum of the $\tau \rightarrow \pi\pi^0\nu_\tau$, and the search for a heavy neutrino in the associated $\tau \rightarrow \pi\nu$ decay mode.