

Modèle de rapport du CSI

Fiche signalétique du doctorant ou de la doctorante

NOM et Prénom	CONSIGNY Isaac
Titre de la thèse	Recherche des désintégrations violant la saveur leptonique de méson B en rho + tau + lepton avec l'expérience Belle II
Date de 1^{ère} inscription en doctorat	01/10/2023
Année d'inscription demandée	2
Condition financière de préparation de la thèse	Thèse avec financement dédié : <input checked="" type="checkbox"/> Thèse préparée en parallèle d'une activité professionnelle : <input type="checkbox"/> Thèse en « autofinancement » : <input type="checkbox"/> Autre : <input type="checkbox"/> Su autre, préciser :
Pour les thèses avec financement dédié, nature et période de financement	ERC, 3 ans
Thèse préparée à temps	Complet : <input checked="" type="checkbox"/> Partiel : <input type="checkbox"/> Si temps partiel, % de temps consacré à la thèse :
Unité de recherche d'accueil	CPPM
NOM-Prénom-email du directeur ou de la directrice de thèse	SERRANO Justine serrano@cppm.in2p3.fr
NOM-Prénom-email du codirecteur ou de la co-directrice de thèse, des co-encadrants ou des co-encadrantes	MANCINELLI Giampiero giampi@cppm.in2p3.fr
Précisions particulières (FTLV¹, situation de handicap, sportif de haut niveau, ...)	

¹ Formation tout au long de la vie.

Date de la réunion du CSI : 13/09/2024

Composition du comité de suivi

	Prénom, Nom, Titre	Adresse email	Unité de recherche, affiliation²
Membre spécialiste du domaine de la thèse	Aurélien Martens	aurelien.martens@ijclab.in2p3.fr	IJC lab
Membre non spécialiste externe au domaine de la thèse	Elizabeth Petit	petit@cppm.in2p3.fr	CPPM
Le cas échéant, Autre membre³			

² Si un membre du CSI est externe à AMU, merci d'indiquer le nom de l'établissement auquel il ou elle est rattaché.e.

³ Merci d'ajouter autant de ligne que de membres supplémentaires.

Rapport d'activités rédigé par le doctorant

Le travail effectué pendant cette première année de thèse s'est divisé sur deux fronts: d'une part la tâche de qualification et d'autre part le début de l'analyse.

Tâche de qualification :

La tâche de qualification a été un travail autour de la mesure de performance de reconstruction des traces du détecteur.

Premièrement, il s'agissait de l'**automatisation de la mesure du taux de fausses traces dans le détecteur** grâce à un framework développé par la collaboration Belle II : VIBE. Les fausses traces peuvent être des traces issues du faisceau, des mauvaises combinaisons des hits ou des clones de « bonnes » traces.

En pratique, il fallait adapter le code (Python) de la mesure du taux de fausses traces (développé par le groupe Belle II du CPPM) pour l'implémenter comme une nouvelle fonctionnalité dans VIBE.

Cette nouvelle fonctionnalité permet de produire les jeux de données (les simulations Monte Carlo et les vraies données) nécessaires à la mesure, de faire la mesure et de produire les histogrammes de comparaison données / Monte Carlo. La principale difficulté fut de comprendre le fonctionnement de VIBE, sans aucune documentation. Cette partie de la tâche de qualification est terminée et il ne reste plus que la validation finale par les responsables de VIBE.

La deuxième partie de la tâche de qualification est une **étude comparée du taux de fausses traces et de l'efficacité de reconstruction des traces en fonction de différentes sélections sur le temps caractéristique des traces.**

Le temps caractéristique des traces est défini comme la moyenne des temps mesurés de chaque hits de la trace moins le temps 0 de l'évènement. Les « bonnes » traces ont un temps caractéristique proche de 0 alors que les fausses traces ont des temps caractéristiques dans une fenêtre beaucoup plus larges. Une sélection sur cette variable permet donc d'éliminer un grand nombre de fausses traces.

Le taux de fausses traces a été mesuré grâce au code mentionné ci-dessus. Pour la mesure de l'efficacité de reconstruction, le programme a été développée par d'autres membres de la collaboration. L'essentiel du travail aura été d'effectuer ces deux mesures en fonction de différentes sélections sur le temps caractéristique des traces. Enfin, j'ai produit les histogrammes de comparaison données / Monte Carlo.

Cette étude permet de mesurer les performances du détecteur et de définir des sélections sur le temps caractéristique pour minimiser le taux de fausses traces sans diminuer l'efficacité de manière significative. Cette étude a notamment permis de montrer qu'en effectuant une coupure à environ 10 ns sur le temps caractéristique, on pourra diviser le taux de fausses traces par deux en gardant la même efficacité.

Cette seconde partie de la tâche de qualification a été présentée au groupe de travail responsable de la reconstruction des traces de Belle II et est sur le point de se terminer.

Je présenterai ces résultats à nouveau à la réunion B2GM (réunion générale de Belle 2) à Kek en Octobre.

Analyse :

En parallèle, j'ai commencé l'analyse des modes de désintégrations violant la saveur leptonique de **B** en **ρ τ lepton** (électron ou muon).

Dans le cadre de ce type d'analyse, les événements **$e^+ e^- \rightarrow B^0 \text{ anti-}B^0$** sont complètement reconstruit dont l'un des B^0 se désintégrant dans notre mode de désintégration (signal). Le second B^0 est appelé le tag.

La reconstruction a été développée en utilisant le **FEI** (Full Event Interpretation), outil de Belle II utilisé dans des analyses similaires pour reconstruire le tag. Il s'agit d'une méthode de reconstruction du tag exclusive comprenant de nombreux modes de désintégration du B (nous avons choisi les modes hadroniques).

Avec l'aide de Fabien Saladini (stagiaire au sein du groupe), nous avons défini un certain nombre de sélections à partir des histogrammes des simulations Monte Carlo pour éliminer une grande partie du background. Nous avons ensuite fait une sélection grâce à des arbres de décision (BDT) dans les MC. Nous avons également fait un fit de la masse du tau dans les MC et nous avons utilisé une partie du background MC comme données réelles pour faire les premières estimations de limites supérieures sur le taux de branchement.

Cependant, le FEI a une **efficacité de reconstruction** relativement faible (**proche de 0,5%**).

C'est une des raisons pour laquelle, parallèlement à cette méthode d'analyse « classique », nous avons décidé de faire un travail supplémentaire de recherche autour d'un nouvel outil de reconstruction développé dans la collaboration : **le GraFEI**. Par manque de temps, je ne

pourrai probablement faire cette analyse alternative que dans un seul mode.

Il s'agit d'un outil de reconstruction utilisant des réseaux de neurones à graphes. Cette approche alternative est de type inclusif, on sélectionne les événements dont le « B signal » est correctement reconstruit par le GraFEI. Le B tag n'est pas contraint, il est reconstruit à partir de toutes les traces qui n'ont pas été définies comme du signal.

Les premiers résultats ont permis d'obtenir une **efficacité d'environ 3,4 % (2,81 % après MC matching contre 0,22 % pour le FEI)** et en combinant les deux reconstructions (en ne gardant que les événements reconstruits par le FEI quand ceux-ci sont reconstruits par les deux méthodes), on obtient **3 %** après MC matching.

Cette approche pourrait donc permettre d'augmenter l'efficacité de reconstruction en s'ajoutant au FEI. Évidemment, la GraFEI devrait également reconstruire plus de background.

L'essentiel du travail effectué a été d'**entraîner le GraFEI** avec le signal MC, de faire la reconstruction en appliquant le modèle et d'**adapter le programme à mon analyse**. Le GraFEI a été construit pour être utilisé avec tous les modes mais nous ne sommes que le deuxième groupe à nous en servir. Je participe donc également au développement et à l'amélioration du GraFEI et cela pourra être utile pour les futures analyses.

Prochaines étapes de l'analyse :

- Entraînement d'un **nouveau modèle** GraFEI avec plus de données (en cours)
- Production de **nouveaux ntuples** avec le GraFEI et le FEI (MC et vraies données)
- Refaire l'analyse en utilisant la double reconstruction GraFEI/FEI et les vraies données

Conférences et formations :

- Masterclass Belle 2 organisée à Luminy pour les lycéens
- Belle 2 France, Marseille
- B2GM à KEK (Tokyo), réunion générale de Belle 2
- GDR-INF, Strasbourg (16 heures sur 100)
- SOS School Of Statistics, Carry-Le-Rouet (22,5 heures sur 100)
- Formation « Intégrité scientifique » (10 heures sur 100)
- Formation « Éthique de la recherche » (10 heures sur 100)

Total : 58,5 heures sur 100

Compte rendu et avis du CSI

Compte rendu synthétique des échanges

État d'avancement des travaux de recherche (appropriation du sujet, principaux résultats, respect du calendrier prévisionnel, qualité de la présentation, réponse aux questions etc.)

--

<p>Avis :</p> <p>Points de vigilance :</p> <p>Recommandations :</p>

Production scientifique, valorisation, expérience internationale

<input type="checkbox"/> article(s), <input type="checkbox"/> communication(s) lors de congrès, conférence(s) , colloque(s) <input type="checkbox"/> brevet(s), transfert <input type="checkbox"/> autre(s) production(s) scientifique(s)	<input type="checkbox"/> dont co-publication(s) internationale(s) <input type="checkbox"/> dont communication(s) internationale(s) <input type="checkbox"/> mobilité internationale courte (< à 3 mois) <input type="checkbox"/> mobilité internationale longue (> à 3 mois)
--	---

<p>Avis :</p> <p>Points de vigilance :</p> <p>Recommandations :</p>

Conditions de la formation doctorale (Intégration dans l'unité de recherche, conditions d'encadrement, , développement des compétences et de la culture scientifique, préparation du devenir professionnel, le cas échéant, **aménagements de parcours de formation doctorale en FTLV** etc.)

Avis :

Points de vigilance :

Recommandations :

Difficultés et/ou dysfonctionnements

<p>Le doctorant rencontre-t-il des difficultés ?</p>	<p><input type="checkbox"/> oui : <input type="checkbox"/> non Si oui, lesquelles ?</p>
<p>Le CSI alerte l'école doctorale et/ou fait un signalement</p>	<p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>

En cas de dernière réinscription en vue de la soutenance de thèse

Indiquer l'échéancier de fin de thèse fixé en accord avec le doctorant et le directeur de thèse :

Avis du CSI en vue de la réinscription

Avis du CSI sur la réinscription en doctorat

Favorable :

Réservé :

Défavorable :

Date, Noms, Prénoms et signatures des membres du CSI