

Titre : Mise à niveau du détecteur de traces de l'expérience ATLAS et recherche de la production de di-Higgs dans l'état final $b\bar{b}\gamma\gamma$ pour la mesure de l'auto-couplage du boson de Higgs.

Directeur : Marco Bomben - marco.bomben@cern.ch

Co-directeur : Giovanni Marchiori - giovanni.marchiori@cern.ch

Stage avant la thèse : oui

Equipe: Masses et interactions fondamentales. ATLAS, futurs collisionneurs.

Description :

L'expérience ATLAS est installée auprès du Grand Collisionneur de Hadrons (LHC) du CERN à Genève. Il y a déjà eu deux longues séries de prises de données :

a) le Run 1 (2011–2012), à 7-8 TeV dans le centre de masse (c.d.m.), qui a permis à ATLAS et à CMS de découvrir un boson de Higgs à 125 GeV (H) principalement par ses désintégrations bosoniques ($\gamma\gamma$ et ZZ).

b) le Run 2 (2015–2018), à une énergie de 13 TeV dans le c.d.m., avec une luminosité intégrée beaucoup plus grande qui a permis l'observation claire des principales interactions fermioniques du boson de Higgs ($H\rightarrow\tau\tau$, production de $t\bar{t}H$ et $H\rightarrow b\bar{b}$).

Une troisième prise de données (Run3) démarrera en 2022 pour intégrer environ 200 fb⁻¹ de collisions pp à 14 TeV en 3 ans ; en parallèle, des phases de construction et ensuite d'installation des améliorations du détecteur ATLAS sont prévues d'ici à 2026 en vue d'une exploitation à haute luminosité jusqu'en 2038 visant à accumuler 4000 fb⁻¹ («phase à haute luminosité»). Ce grand échantillon de données permettra la première mesure de l'auto-couplage fondamental du boson de Higgs, ce qui validerait encore plus les prédictions du modèle standard.

Le sujet de cette thèse est la participation à la mise à niveau du détecteur de traces d'ATLAS pour la phase haute luminosité et l'analyse de données du Run3 d'ATLAS pour la recherche de la production de deux bosons de Higgs pour la mesure de son auto-couplage.

Le taux de collisions sans précédent de la phase à haute luminosité du LHC place des contraintes sur le détecteur de traces d'ATLAS, en termes de tenue aux radiations, ainsi qu'en termes de résolution spatiale afin de préserver la capacité à distinguer les traces proches. Pour ces raisons le détecteur interne actuel d'ATLAS (ID¹) sera remplacé par un nouveau trajectographe – le *Inner Tracker* (ITk^{2,3}) – qui est en train d'être construit. ITk sera composé de couches à pixels dans la partie plus interne et de modules à micropistes dans la partie plus externe.

Les encadrants de cette thèse participent au projet ITk dès son début, avec de contributions qui vont de la conception de modules à pixels jusqu'à la modélisation de leurs performances, passant par la construction de prototypes et leurs tests.

¹ <https://atlas.cern/discover/detector/inner-detector>

² <https://cdsweb.cern.ch/record/2285585>

³ <https://cdsweb.cern.ch/record/2257755>

Le travail de thèse intégrera soit des mesures de caractérisation des propriétés électriques et physiques des modules à pixels d'ITk effectuées en laboratoire (notamment en salle propre) et en faisceau-test, soit des études de performance à l'aide d'un logiciel TCAD⁴ en comparaison avec les résultats de mesures effectuées.

La partie analyse de cette thèse portera sur la recherche de la production de deux bosons de Higgs (se désintégrant en $bb+\gamma\gamma$) avec les données du Run3 du LHC (2022–2024), avec une optimisation de la sensibilité de l'analyse en fonction de nouvelles conditions de prise de données par rapport au Run2 et l'utilisation de techniques d'analyse multivariée pour maximiser la séparation entre signal et bruit de fond. Bien qu'il ne soit pas prévu que l'observation de ce processus puisse être effectuée avec les données du Run3, la mesure permettra de mettre de contraintes sur l'auto-couplage du boson de Higgs et sur des modèles de physique au de la du modèle standard. Des études de sensibilité à la mesure des couplages du boson de Higgs aux futurs collisionneurs $e+e-$ et leur comparaison aux projections d'ATLAS pour la phase à haute luminosité du LHC seront aussi menés.

Lieu de travail : APC, Paris

Déplacements éventuels : déplacements réguliers au CERN pour ATLAS, pour les futures réunions de collaboration sur les collisionneurs, pour les réunions de groupes d'analyse, la prise de données et les travaux de qualification. Déplacements réguliers à DESY et au CERN pour des campagnes de mesures en faisceau. Présentation à une conférence internationale et participation à une école d'été en physique des hautes énergies.

Contacts :

Marco Bomben, marco.bomben@cern.ch

Giovanni Marchiori, giovanni.marchiori@cern.ch

⁴ Technology Computer Aided Design