

Résumé de thèse – Marko Mihovilovic

" Recherche de la production de paires de bosons de Higgs et développement du High Granularity Timing Detector avec l'expérience ATLAS au LHC"

Cette thèse présente des contributions à l'instrumentation des détecteurs et à la physique du boson de Higgs au sein d'ATLAS, une expérience du Grand Collisionneur de Hadrons (LHC). Elle combine le développement de technologies de détection pour le LHC à haute luminosité (HL-LHC) avec l'étude de la production de paires de bosons de Higgs, l'un des processus les plus importants pour explorer le secteur du Higgs et tester le Modèle Standard de la physique des particules. La première partie de cette thèse est consacrée au High Granularity Timing Detector (HGTD), un nouveau sous-détecteur d'ATLAS qui fournira des mesures temporelles de haute précision dans la région avant du détecteur durant l'exploitation du HL-LHC. Le HGTD est conçu pour atténuer les effets de jusqu'à 200 interactions proton--proton simultanées par croisement de paquets grâce à une résolution temporelle de l'ordre de quelques dizaines de picosecondes. Le détecteur repose sur des capteurs de type Low Gain Avalanche Detector (LGAD) couplés à des circuits intégrés de lecture ALTIROC dédiés. Cette thèse présente le concept du détecteur et ses exigences de performance, puis décrit les études liées à la production et à la qualification des modules. Les contributions incluent le développement et l'optimisation des procédures d'assemblage, les mesures de métrologie de précision, la caractérisation électrique, les campagnes de cyclage thermique ainsi que les tests de production. Les résultats obtenus démontrent la robustesse des modules et contribuent à leur qualification en vue de leur intégration dans le démonstrateur HGTD puis dans le programme de mise à niveau d'ATLAS. La seconde partie de cette thèse est dédiée à l'étude de la production de paires de bosons de Higgs (HH). Depuis la découverte du boson de Higgs en 2012, la compréhension de ses propriétés constitue l'un des objectifs centraux du programme de physique du LHC.

La production de paires de bosons de Higgs offre un accès direct à l'auto-couplage du boson de Higgs et permet ainsi de sonder expérimentalement la structure du potentiel de Higgs. Le mode de production par fusion de bosons vecteurs offre en outre une occasion unique d'étudier les interactions entre les bosons de Higgs et les bosons de jauge électrofaibles. La thèse présente tout d'abord les contributions à la recherche combinée menée par les expériences ATLAS et CMS à partir des données du Run~2, qui établit les contraintes les plus strictes à ce jour sur la production non résonante de paires de bosons de Higgs ainsi que sur les couplages anormaux du boson de Higgs. Ces travaux ont notamment porté sur la méthodologie statistique de combinaison et sur l'extraction de contraintes sur l'auto-couplage du boson de Higgs. Dans la continuité de ces résultats, cette thèse développe une recherche de la production non résonante de paires de bosons de Higgs dans l'état final boosté $HH \rightarrow b\bar{b}\tau^+\tau^-$, à partir des données du Run~2 et d'une partie des données du Run~3 d'ATLAS. L'analyse cible des événements dans lesquels les bosons de Higgs sont produits avec une grande impulsion transverse, conduisant à des produits de désintégration fortement collimatés. Des études de déclenchement, des stratégies de sélection d'événements, des techniques de reconstruction d'objets boostés ainsi que des méthodes d'estimation des bruits de fond sont développées. Des techniques d'apprentissage automatique sont utilisées afin d'améliorer la séparation entre le signal et le bruit de fond ainsi que la discrimination entre les mécanismes de production par fusion de gluons et par fusion de bosons vecteurs. Dans leur ensemble, les études instrumentales et physiques présentées dans cette thèse contribuent à la préparation d'ATLAS pour l'exploitation du HL-LHC ainsi qu'à une meilleure compréhension du secteur du Higgs.