

## « Mesure de la section efficace de production ttZ avec le détecteur CMS au LHC et étude des performances du calorimètre électromagnétique de CMS »

### DESCRIPTION ET PROBLEMATIQUE

La thèse propose la mesure de la section efficace de production d'un boson Z associé avec une couple de quark top. Ce procès est important pour l'étude des propriétés électrofaibles du quark top au sein du Modèle Standard, qui restent encore en large mesure inexplorées. De plus, le canal ttZ est important dans les recherches de nouvelle physique avec un état final qui contient des combinaisons particulières de leptons et jets, pour lesquels le ttZ est un bruit de fond à caractériser complètement. Déjà menées avec les données à 7 et 8 TeV, la mesure sera encore plus importante à 13 TeV, l'actuelle énergie du centre de masse des collisions du LHC. Les premières années du Run2 du LHC devraient donner approximativement 100 /fb de données, environ 4 fois plus que celles analysées pendant le Run1. Avec des conditions du faisceau différentes par rapport au Run1, il sera important d'étudier en détail le comportement du détecteur et d'en optimiser les performances, un travail qui vient juste de commencer. Résolution des jets et énergie manquante, étiquetage des quarks b, mesure précise des leptons seront les ingrédients clés pour le succès de la mesure.

### DESCRIPTION

#### GROUPE/LABO/ENCADREMENT

Le groupe CMS-Saclay a un rôle majeur au sein de la collaboration CMS. Impliqué dans le calorimètre électromagnétique (ECAL), le groupe a participé activement à la découverte du Boson de Higgs ainsi qu'à la mesure de ses propriétés. La mesure de masse donnée par la désintégration en deux photons, pour laquelle le rôle du ECAL est essentiel, est actuellement le résultat le plus précis au monde.

Federico Ferri, l'encadrant de la thèse, est actuellement responsable du groupe d'analyse Higgs en deux photon, pour lequel la production ttZ est un bruit de fond important dans la mesure du couplage du boson de Higgs au quark top. Il a

été responsable du groupe ECAL pour l'étude des Performances du Détecteur. Il a été impliqué dans l'analyse de la découverte du Boson de Higgs et sa mesure de masse, et a une expérience de 10 ans dans CMS.

### TRAVAIL PROPOSE

Le travail consistera en l'analyse des données CMS prises à 13 TeV à partir de la deuxième moitié de 2015. Une caractérisation des états finals avec le Z se désintégrant en leptons sera menée. Les performances de la reconstruction des jets et de l'énergie manquante seront optimisées pour maximiser l'efficacité du signal et la rejection du bruit de fond. Des méthodes basées sur les données seront développées pour l'étude et la mesure des bruits des fonds réductibles et irréductibles. Des analyses statistiques seront menées, principalement avec des programmes en C++ et des outils répandus comme ROOT et RooFit.

Pour le bien de la thèse de doctorat, il est important de dédier une partie du temps à travailler sur le détecteur, à la fois pour comprendre l'instrument utilisé pour l'analyse et pour être part de la Collaboration CMS et avoir le droit d'en signer les publications. Le groupe de Saclay ayant une grande expertise dans le ECAL, il est naturel de viser le calorimètre pour cette partie du travail.

### FORMATION ET COMPETENCES REQUISES

Diplôme M2 ou équivalent, en Physique des Particules, Physique Théorique ou Astrophysique. Notions de base dans le langage de programmation C++ et dans le système de préparation de document LaTeX sont désirables.

## COMPETENCES ACQUISES

L'étudiant(e) de doctorat développera une connaissance approfondie des méthodes et outils pour l'analyse des données, techniques de détection des particules, interaction de particules ionisantes avec la matière, Recherche et Développement de détecteur.

Compétences techniques incluront une utilisation avancées des langages de programmation C++ et python, outils pour l'analyse statistique comme ROOT et RooFit, base de données sqllite et Oracle.

À la fin de la thèse, elle/il sera en mesure de décider si poursuivre une carrière académique dans la recherche ou appliquer efficacement son expertise à l'industrie et au monde économique.

## CONTACTS

Scientifique : Federico Ferri [federico.ferri@cern.ch](mailto:federico.ferri@cern.ch)

## COLLABORATIONS/PARTENARIATS

Le travail sera mené au sein de la collaboration CMS auprès du CERN, ce qui implique une interaction rapprochées avec des physiciens du monde entier. Exemple d'instituts qui collaborent avec le CEA-Saclay sur des analyses de physique et travail du détecteur incluent (en ordre aléatoire) l'ETH de Zurich, Imperial College de Londres, Rutherford Appleton Laboratory de Oxford, Princeton University, MIT, Caltech, École Polytechnique Palaiseau etc.

Voyages réguliers au CERN sont à prévoir, à la fois pour participer à la prise des données du LHC (shifts) et pour présenter les résultats du travail et interagir avec d'autres physiciens. Des périodes de séjour plus longues peuvent être envisagées selon les nécessités de la thèse.