

Proposition de stage – Année 2019-2020

Niveau du stage : M2

Durée du stage : 4 mois

Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse : Oui/Non

Type de financement envisagé : Bourse MESRI ou européenne/internationale

Responsable du stage : Suzanne GASCON-SHOTKIN (PR)

Téléphone : 3-2656

Email : smgascon@mail.cern.ch

Adresse : IP2I Lyon – Bureau 124

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Equipe d'encadrement : Camille CAMEN, Antoine LESAUVAGE

Thématique : Physique expérimentale des particules sur collisionneur (LHC)

Intitulé du stage : Recherche d'un second boson de Higgs de basse masse ($m_h < 110$ GeV) et/ou mesure des propriétés du boson de Higgs de masse $m_h = 125$ GeV se désintégrant en deux photons auprès de l'expérience CMS au LHC

Description du travail demandé : CMS ("Compact Muon Solenoid"), l'une des deux expériences généralistes auprès de l'accélérateur LHC ("Large Hadron Collider") du CERN, a pour objectif la recherche de nouveaux phénomènes au-delà du Modèle Standard ainsi que la mesure de précision des interactions dans le cadre du Modèle Standard. En 2012, l'analyse des données récoltées à des énergies dans le centre de masse de 7 et 8 TeV (« Run 1 ») a mené à la découverte d'un boson de Brout-Englert-Higgs à une masse de 125 GeV. L'équipe d'encadrement du stage a fortement contribué à la mise en évidence de ce nouveau boson dans son canal de désintégration en deux photons.

Il est possible que le boson de Higgs découvert en 2012 ne soit pas celui du Modèle Standard. La plupart des extensions du Modèle Standard nécessitent la présence d'au moins deux doublets de champs de Higgs et prédisent ainsi l'existence d'au moins 5 bosons de Higgs. Une voie naturelle pour la découverte d'une nouvelle physique au-delà du modèle standard est donc la recherche d'un second boson de Higgs. L'équipe encadrante est responsable pour CMS de la recherche d'un second boson de Higgs plus léger que celui observé à une masse de 125 GeV, dans son canal de désintégration en deux photons. En combinant les données de 2012 et de 2016, on constate actuellement un excédent de 2.8σ à une masse invariante de 95.3 GeV. L'analyse des données de 2017 ($\sim 45\text{fb}^{-1}$) qui touche à sa fin, et celle des données de 2018 (55fb^{-1}), qui est en cours, devrait donner une forte indication quant à la réalité ou non de cet excédent. Au moment de l'arrivée du stagiaire, les priorités de l'équipe seront la finalisation d'un résultat préliminaire de ces analyses, et la préparation d'une publication finale.

Le/la stagiaire aura la possibilité de réaliser un travail sur l'un ou plusieurs aspects de ces analyses. Une possibilité serait l'évaluation de différentes stratégies pour améliorer l'efficacité de sélection de potentiels événements de signal, tout en conservant une facilité quant à la modélisation du bruit de fond.

En même temps l'équipe continue à contribuer à la mesure des propriétés du boson de Higgs déjà mis en évidence en 2012, dont l'une des plus importantes est sa masse. Comme alternative, le/la stagiaire pourra réaliser un travail portant sur l'estimation/mesure de l'effet d'interférence $gg \rightarrow \gamma\gamma / gg \rightarrow H \rightarrow \gamma\gamma$ afin de pouvoir rendre plus précise la mesure de la masse de ce boson. L'étude de cette interférence fournit une méthode pour la mesure de sa largeur et éventuellement la détermination de son spin (spin 0 vs spin2)

Le/la stagiaire aurait l'éventuelle possibilité de présenter ses résultats dans une réunion du travail de CMS au CERN.

Internship offer – Year 2019-2020

Internship level: M2

Duration: 4 months

Possible PhD follow up: Yes/No

Proposed PhD funding type: MESRI or European or International scholarship

Supervisor: Suzanne GASCON-SHOTKIN (PR)

Phone: 3-2656

Email: smgascon@mail.cern.ch

Address: IP2I Lyon – Bureau 124

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Mentoring team: Camille CAMEN, Antoine LESAUVAGE

Research field: Experimental Particle Physics with Colliders (LHC)

Internship title: Search for a second low-mass ($m_h < 110$ GeV) Higgs boson decaying to two photons with the CMS experiment at the LHC and/or measurement of the properties of the Higgs boson of mass $m_h = 125$ GeV with the CMS experiment at the LHC

Work description: CMS ("Compact Muon Solenoid"), one of the two general-purpose experiments at the LHC ("Large Hadron Collider") at CERN, has as its goals the search for new phenomena beyond the Standard Model, as well as the measurement of Standard Model processes. In 2011 and 2012, the analysis of data recorded at center-of-mass energies of 7 and 8 TeV (« Run 1 ») lead to the discovery of a Brout-Englert-Higgs boson having a mass of 125 GeV. The internship mentoring team contributed significantly to the discovery of this new boson in the diphoton decay channel.

It is possible that the Higgs boson discovered in 2012 is not that of the Standard Model. Most extensions of the Standard require the presence of at least two Higgs field doublets and thus predict the existence of at least 5 Higgs bosons. A natural pathway towards the discovery of new physics beyond the Standard Model is therefore the search for a second Higgs boson. The mentoring team is responsible within CMS for the search for a second Higgs boson lighter than that observed at a mass of 125 GeV, in the diphoton decay channel. Combining the 2012 and 2016 data, we currently observe an excess of 2.8σ at an invariant mass of 95.3 GeV. The analysis of the 2017 data ($\sim 45\text{fb}^{-1}$), which is finishing now, and that of the 2018 data (55fb^{-1}), which is ongoing, should give a strong indication concerning the reality or not of this excess. The team's priorities during the internship period will be the finalization of a preliminary result of these analyses, and the preparation of a final publication.

The intern, according to his/her wishes and the priorities of the team, will have the possibility to work on one or several aspects of these analyses. One possibility would be the evaluation of different strategies for the

amelioration of the efficiency for the selection of potential signal events, whilst conserving relative ease in background modeling.

At the same time the team continues to contribute to the measurement of the properties of the Higgs boson discovered in 2012, of which one of the most important is its mass. Alternatively, the intern could work on the estimation/measurement of the effect of interference between the processes $gg \rightarrow \gamma\gamma$ and $gg \rightarrow H \rightarrow \gamma\gamma$ in order to improve the precision on the mass measurement. The study of this interference furnishes a method for the measurement of its natural width and eventually for the determination of its spin (spin 0 vs spin 2).

The intern would eventually have the possibility to present his/her results in a CMS working meeting at CERN.