

Proposition de stage – Année 2022-2023

Niveau du stage : M2

Durée du stage : 4 mois

Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse : Oui/Non

Type de financement envisagé : Bourse MESRI/ED, européenne/internationale, IN2P3 ou ANR

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 : Maxime GOUZEVITCH (CR/HDR), Jie XIAO (postdoctorant), Elise JOURD'HUY (doctorante)

Thématique : Physique expérimentale des particules sur collisionneur (CMS au LHC) : Secteur Higgs

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 Run 3

Description du travail demandé : CMS ("Compact Muon Solenoid"), l'une des deux expériences généralistes auprès du collisionneur p-p 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. L'équipe d'encadrement a fortement contribué à la mise en évidence [1] d'un boson de Brout-Englert-Higgs (appelé 'boson de Higgs') dans son canal de désintégration en deux photons. Comme le Modèle Standard prédit un seul boson de Higgs, une voie naturelle pour la découverte d'une nouvelle physique est donc la recherche d'un second boson de Higgs. L'équipe encadrante mène la recherche dans CMS d'un second boson de Higgs plus léger que celui déjà observé, se désintégrant en deux photons. Un excédent de 2.8σ à une masse invariante de 95.3 GeV a été observé dans les données de 2012 et 2016 [2]; l'analyse des données de 2017 et 2018, qui est en cours de finalisation, devrait déjà donner une forte indication de la réalité ou non de cet excédent. Mais ce sera le Run 3 (2022-2025), qui vient de démarrer, qui permettra de porter une réponse définitive, en doublant le volume de données disponibles, avec en plus un passage possible en énergie dans le centre de masse de 13 à 14 TeV. Le/la stagiaire arrivera juste au moment du début de l'analyse de ces nouvelles données et aura la possibilité de participer à l'amélioration des méthodes de cette analyse. Si des travaux d'interprétation des résultats dans le cadre de modèles théoriques sont en cours dans le groupe de physique théorique local (A. Deandrea et G. Cacciapaglia) au moment du stage, il/elle pourra aussi y participer.

En même temps l'équipe continue à contribuer à la mesure des propriétés du boson de Higgs déjà découvert, dont l'une des plus importantes est sa masse. Comme alternative, le/la stagiaire pourra contribuer à la mise en

place d'une analyse portant sur l'estimation de l'effet de l'interférence $gg \rightarrow \gamma\gamma / gg \rightarrow H \rightarrow \gamma\gamma$ sur la précision de la mesure de la masse du boson. Dans un deuxième temps, cette interférence pourra être exploitée pour contraindre sa largeur.

Le/la stagiaire aura la possibilité de présenter ses travaux dans une réunion du groupe de travail au CERN. Les deux sujets pourront être poursuivis en thèse.

[1] Phys. Lett. B 716 (2012) 30

[2] Phys. Lett. B 793 (2019) 320

Internship offer – Year 2022-2023

Internship level: M2

Duration: 4 months

Possible PhD follow up Yes/No

Proposed PhD funding type: MESRI/ED or European/International, IN2P3 or ANR 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: Maxime GOUZEVITCH (CR/HDR), Jie XIAO (postdoct), Elise JOURD'HUY (doctoral student)

Research field: Experimental particle physics with colliders (CMS at the LHC): Higgs sector

Internship title: Search for a second low-mass ($m_h < 110$ GeV) Higgs boson and/or measurement of the properties of the 125 GeV Higgs boson, decaying to two photons with the CMS experiment at the LHC Run 3

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 precision measurement of Standard Model processes. The internship mentoring team contributed significantly to the discovery [1] of a Brout-Englert-Higgs boson (known as a 'Higgs boson') in the diphoton decay channel. Since the Standard Model predicts only one Higgs boson, a natural pathway towards the discovery of new physics is therefore the search for a second Higgs boson. The mentoring team leads the search within CMS in the search for a second Higgs boson lighter than that observed, in the diphoton decay channel. An excess of 2.8σ at an invariant mass of 95.3 GeV has been observed in the data of 2012 and 2016 [2]; the analysis of the data from 2017 and 2018, which is in the process of being finalized, should already give a strong indication concerning the reality or not of this excess. But it will be Run 3 (2022-2025) which has just started, which will allow a final response, by doubling the quantity of data available, with in addition a possible increase in the center-of-mass energy from 13 to 14 TeV. The intern will arrive right at the beginning of the analysis of this new data and will have the possibility to participate in the improvement of the methods of this analysis. If work on the interpretation of results in the context of theoretical models is in progress in the local theory group (A. Deandrea and G. Cacciapaglia) during the period of the internship, he/she will also be able to participate.

At the same time, the team continues to contribute to the measurement of the properties of the existing Higgs boson, of which one of the most important is its mass. Alternatively, the intern could contribute to the construction of an analysis dealing with the estimation of the effect of the interference between the processes $gg \rightarrow \gamma\gamma$ and $gg \rightarrow H \rightarrow \gamma\gamma$ on the precision of the measurement of the boson mass. Later on, this interference can be exploited to constrain its width.

The intern will have the possibility to present his/her work in a working group meeting at CERN. Both subjects could be pursued further in the context of a doctoral thesis.

[1] Phys. Lett. B 716 (2012) 30

[2] Phys. Lett. B 793 (2019) 320