

Proposition de stage – Année 2021-2022

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

Responsable du stage : Maxime Gouzevitch (CR/HDR)

Téléphone : 0660848119

Email : smgascon@mail.cern.ch

Adresse : IP2i Lyon – Bureau 121

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Equipe d'encadrement : Susanne Gascon (PR)

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

Intitulé du stage : Mesure de la forme du potentiel du boson de Higgs via la production de deux H à l'état final

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 l'étude aussi complète que possible du boson de Brout-Englert-Higgs (communément appelé 'boson de Higgs') et de son potentiel (potentiel BEH). L'équipe d'encadrement du stage a fortement contribué à la mise en évidence, en 2012 [1], d'un boson de Higgs dans son canal de désintégration en deux photons. Elle est aussi auteur principal de ma mesure la plus précise à ce jour de l'auto-couplage du boson de Higgs λ : $H^* \rightarrow HH$ [2]. Ce paramètre fondamental est notamment responsable de la brisure de la symétrie électrofaible durant le Big Bang et de l'apparition de la masse et possiblement de la prédominance de la matière sur l'antimatière. Sa valeur est prédite par le Modèle Standard : $\lambda = 0.13$. Mais tout écart à cette prédiction serait synonyme de physique au-delà du Modèle Standard, par exemple la présence d'autres bosons de Higgs.

La mesure effectuée par l'équipe IP2i a été basée sur les données du LHC dites de Run II (2016-2018). Actuellement cette constante fondamentale de l'univers est connue avec la précision de 300 %. C'est une mesure délicate puisque la production HH est rare. La précision s'améliore donc avec la quantité de données accumulées. Ce sera le Run 3 (2022-2024), avec en plus un passage possible en énergie dans le centre de masse de 13 à 14 TeV, qui permettra de titiller la valeur prédite par le Modèle Standard pour la première fois.

Le stagiaire arrivera juste au moment du début du Run 3 et aura la possibilité de participer à l'amélioration des méthodes de l'analyse en vue des nouvelles données. Il pourra aussi contribuer à l'interprétation des résultats dans le cadre des théories BSM. **Le sujet peut donner lieu à une thèse.**

[1] Phys. Lett. B 716 (2012) 30. <https://arxiv.org/abs/1207.7235>

[2] JHEP 03 (2021) 257. <https://arxiv.org/abs/2011.12373>

Internship offer – Year 2020-2021

Internship level: M2

Duration: 4 months

Possible PhD follow up: Yes/No

Proposed PhD funding type: MESRI/ED or European or International scholarship

Supervisor: Maxime GOUZEVITCH (CR/HDR)

Phone: 0660848119

Email: smgascon@mail.cern.ch

Address: IP2I Lyon – Bureau 121

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Mentoring team: Suzanne GASCON-SHOTKIN (PR)

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

Internship title: Measurement of the shape of the Higgs potential via the production of 2 Higgs bosons

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 characterization of the Higgs boson and measurement of its potential. The internship mentoring team contributed significantly to the discovery in 2012 [1] of a Brout-Englert-Higgs boson (commonly known as a 'Higgs boson') in the diphoton decay channel.

The team also authored the most accurate measurement to date of the Higgs boson self-coupling λ : $H^* \rightarrow HH$ [2]. This fundamental parameter is notably responsible for the breaking of the electroweak symmetry during the Big Bang and the possibly of the predominance of matter over antimatter. Its value is predicted by the Standard Model: $\lambda = 0.13$. But any deviation from this prediction would be synonymous with physics beyond the Standard Model, for example the presence of other Higgs bosons.

The measurement carried out by the IP2I team was based on data from the so-called Run II LHC (2016-2018). Currently this fundamental constant of the universe is known with an accuracy of 300%. This is a delicate measure since HH production is rare. Accuracy therefore improves with the amount of data accumulated. It will be Run 3 (2022-2024), with in addition a possible passage in energy in the center of mass from 13 to 14 TeV, which will titillate the value predicted by the Standard Model for the first time.

The intern will arrive right at the beginning of Run 3 and will have the possibility to participate in the improvement of the analysis methods in view of the new data. He also could work on the BSM interpretation of the results. **The subject could be pursued further in the context of a doctoral thesis.**

[1] Phys. Lett. B 716 (2012) 30. <https://arxiv.org/abs/1207.7235>

[2] JHEP 03 (2021) 257. <https://arxiv.org/abs/2011.12373>