

Proposition de thèse – 2025-2028

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

Sujet de thèse : Recherche d'un second boson de Higgs de basse masse ($m_h < 110$ GeV) et 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

Directeur de thèse : 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

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 2.9σ à une masse invariante de 95.4 GeV a été observé dans les données de 2016-2018 [2,3], mais ce sera le « Run 3 » du LHC (2022-2026), actuellement en cours, qui permettra de porter une réponse définitive, en doublant le volume de données disponibles. Le/la doctorant(e) aura la possibilité d'analyser les données intégrales du Run 3 et aura un rôle principal dans le développement et l'implémentation des améliorations des méthodes de cette recherche, qui est une analyse prioritaire dans CMS et qui devrait donner lieu à au moins deux publications. S'il/elle souhaite, le/la doctorante va également pouvoir s'impliquer dans des travaux d'interprétation des résultats dans le cadre de modèles théoriques en partenariat avec les théoriciens du laboratoire.

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. Le/la doctorant(e) va pouvoir 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.

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

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

[3] <https://arxiv.org/abs/2405.18149>, accepted by PLB

PhD thesis proposal – 2025-2028

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

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

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

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 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 2.9σ at an invariant mass of 95.4 GeV has been observed in the data of 2016-2018 [2,3], but it will be "Run 3" of the LHC (2022-2026), currently in progress, which will allow a final response, by doubling the quantity of data available. The doctoral student will have the opportunity to analyze the complete Run 3 dataset and will have a principal role in the development and implementation of improvements to the methods of this search, which is a priority within CMS and which should result in at least two publications. If he/she wishes, the doctoral student will also be able to involve themselves in work on the interpretation of results in the context of theoretical models in partnership with laboratory theorists.

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. The doctoral student will be able to 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.

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

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

[3] <https://arxiv.org/abs/2405.18149>, accepted by PLB