

Proposition de sujet de stage – Année 2014-2015

Niveau du stage :	M2
Durée du stage :	4 mois
Pour les stages de M2 :	
	- Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse : Oui
	- Type de financement envisagé :...Bourse MENRT ou européenne

Responsable du stage :	Suzanne GASCON-SHOTKIN (PR), Morgan LETHUILLIER (CR)
Téléphone :	04 72 43-26-56
Mail :	smgascon@mail.cern.ch , morgan@in2p3.fr
Adresse :	IPNL – Bureau 124 Domaine Scientifique de la Doua – Bât. P. Dirac 4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France
Equipe d'encadrement :	Maxime GOUZEVITCH (CR), Camilo CARRILLO (Post-doctorant), Benoit COURBON (Doctorant)

Intitulé du stage :

Recherche d'un second boson de Higgs de basse masse se désintégrant en deux photons auprès de l'expérience CMS au LHC

Résumé 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 2011 et 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 (appelé ci-après « boson de 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. Elle a notamment été l'un des développeurs principaux des méthodes d'identification de photons utilisées dans l'analyse pour discriminer les photons issus du boson de Higgs des photons issus des très nombreuses désintégrations de mésons neutres produits au sein de jets. L'équipe est également responsable de la détermination de l'échelle d'énergie des photons à l'aide d'événements $Z \rightarrow \mu\mu\gamma$, ainsi que de la mise en œuvre et de la validation des corrections en énergie des photons en vue du redémarrage du LHC en 2015 (« Run 2 »). Une excellente résolution en énergie est effet cruciale pour isoler la résonance étroite $H \rightarrow \gamma\gamma$ de l'important bruit de fond continu $\gamma\gamma$. Une échelle d'énergie des photons fiable et précise est quant à elle indispensable pour la détermination de la masse du boson de Higgs.

Si le boson de Higgs mise en évidence au LHC se révélerait être celui du modèle standard, il constituerait la dernière pierre à l'édifice de celui-ci. Toutefois ce modèle ne répond pas à certaines interrogations expérimentales et théoriques: il ne fournit pas d'explication à la masse des neutrinos, ne fournit pas de candidat à la matière noire de l'univers; il ne permet pas l'unification à haute

énergie des couplages électrofaibles et fort; il n'intègre pas la gravitation. La supersymétrie permet de répondre à certaines de ces questions. Une prédiction forte de la supersymétrie est l'existence d'au moins 5 bosons de Higgs, dans des domaines de masse accessibles au LHC.

L'équipe a mené une étude phénoménologique démontrant que la précision actuelle des mesures sur le boson de Higgs (masse et couplages) laissait ouverte la possibilité d'un second boson de Higgs plus léger se désintégrant en deux photons avec un taux de production suffisant pour mener à une observation au Run 2. L'équipe d'encadrement est responsable au sein de CMS de cette recherche.

L'extension de l'analyse jusqu'à des masses de 60 GeV (l'analyse modèle standard étant limitée à une gamme de masses comprises entre 110 et 150 GeV) comporte de nombreux aspects:

- prendre en compte les limitations du système de déclenchement du Run 1 et mettre en place un chemin de déclenchement spécifique à ce canal en vue du Run 2;
- optimiser le rejet du nouveau bruit de fond dû à la résonance du boson Z (~ 91.2 GeV) se désintégrant en paire d'électrons identifiés à tort comme photons;
- modéliser le bruit de fond résiduel dû à la résonance du boson Z dans l'ajustement des données;
- réoptimiser les algorithmes d'identification des photons en vue du Run 2
- réaliser l'interprétation phénoménologique des résultats en collaboration avec des membres de la communauté de théoriciens français spécialistes dans le domaine, y compris certains du groupe théorique de l'IPNL

Le stagiaire selon ses affinités et les priorités en vigueur au moment du démarrage du stage, réalisera un travail sur l'un ou plusieurs de ces aspects, avec l'éventuelle possibilité de présenter ses résultats dans une réunion CMS au CERN.