
Recherche de nouvelle physique associée à la 3^{ème} famille de fermions dans l'expérience CMS.

DIRECTEUR DE THESE : CAROLINE COLLARD, JEREMY ANDREA
INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIEN, 23 RUE DU LOESS, 67000 STRASBOURG
TEL : 03 88 10 66 22 ; E-MAIL : caroline.collard@iphc.cnrs.fr

Mots clefs : modèle standard, supersymétrie, expérimental, phénoménologie, quark top, parité R.

L'expérience CMS est dédiée à l'étude des événements issus de collisions de protons fournis par le Grand Collisionneur de Hadrons (LHC, CERN). Après trois années de prise de données qui ont permis d'atteindre une énergie de collisions pp inégalée de 8 TeV, l'accélérateur reprendra à la fin 2014 pour s'approcher de son énergie nominale de 14 TeV. Chacune des quatre grandes expériences au LHC, dont CMS, regroupe plusieurs milliers de chercheurs (et plusieurs centaines d'étudiants), travaillant sur des sujets tels que les asymétries matière-antimatière, les états très denses de la matière, le modèle standard de la physique des particules (MS) et ses extensions possibles. Il s'agit du plus grand dispositif expérimental créé à ce jour.

Le MS possède certaines limitations qui laissent à penser qu'il n'est qu'une théorie effective (applicable à basse énergie) d'une théorie plus globale. Avec les hautes énergies de collisions atteintes par le LHC, il pourrait être possible d'observer l'émergence de nouvelle physique, qui conduirait à la production de nouvelles particules inconnues jusqu'à présent. Par exemple, l'une de ces théories les plus étudiées est la Supersymétrie. Elle introduit en particulier une symétrie entre fermion et boson et associe à chaque fermion du MS un boson appelé partenaire supersymétrique ou superpartenaire. L'existence de ces nouvelles particules a entre autre pour effet de stabiliser le calcul de la masse du boson de Higgs.

Un nouveau boson a été observé dans les expériences CMS et ATLAS en Juillet 2012 avec les propriétés attendues pour un Higgs standard de masse 125 GeV. Le modèle standard ne peut pourtant expliquer « naturellement » la valeur de cette masse. Il faut introduire de nouvelles particules pour contrebalancer le couplage du Higgs avec le fermion le plus lourd, le quark top.

Dans de nombreux modèles alternatifs, les nouvelles particules les plus légères seraient donc partenaires du quark top. Elles conduisent, dans les collisions accessibles au LHC, à des événements spectaculaires où les paires de quarks top (ordinaires) seraient produites en association avec d'autres fermions lourds, tels des quarks top additionnels, des quarks b ou des leptons tau, voire des bosons W ou Z, ou des particules invisibles. Le sujet de thèse proposé consiste à rechercher de tels événements et à les interpréter dans le cadre de divers modèles théoriques effectifs. Le doctorant devra en particulier adapter les algorithmes de reconstruction et d'identification des quarks b et des quarks top, produits à hautes énergies dans et avec de forte multiplicité de jets. Il pourra s'appuyer sur l'expertise acquise dans ce domaine au laboratoire dans le groupe CMS. Ces recherches pourront être validées sur les événements déjà collectés à 8 TeV. Des études de prospective seront nécessaires pour préparer la reprise des collisions à plus haute énergie dès la seconde année de thèse, et donc contribuer à une recherche originale sur ces nouvelles données.