



CMS : Physique au-delà du Modèle Standard

Au cours des années 2006-2008, le groupe a contribué à l'activité de CMS (Compact Muon Solenoid) dans deux domaines. L'un concerne l'électronique, en collaboration avec le laboratoire LLR, l'autre l'étude d'un canal de physique concernant la recherche de neutrinos lourds.

Introduction

L'expérience CMS est une des expériences auprès du LHC. Elle se propose de compléter le schéma du modèle standard en éclaircissant, en particulier, l'origine de la masse des particules (boson de Higgs). Cependant le détecteur de CMS, de par sa granularité, constitue une véritable « chambre à bulles électronique » et permettra d'étudier un nombre exceptionnel de canaux de physique, concernant le Modèle Standard ou ses extensions possibles. La recherche de neutrinos lourds est un exemple de ce type de recherche.

La collaboration

La collaboration CMS comprend des équipes de 155 instituts.

Activités de recherche du groupe du LAPP

Le groupe LAPP agit en collaboration avec un groupe de l'INR-Moscou.

Projets techniques

L'électronique externe (*off-detector*) du calorimètre électromagnétique (ECAL) est composée de 108 cartes TCC (Trigger Concentrator Card) et de 48 DCC (Data Concentrator Card). Ces cartes sont connectées par des fibres optiques à l'électronique « interne » (*on-detector*) du détecteur montée directement sur les cristaux.

Le flux des données allant de l'électronique *On* au système d'acquisition (DAQ) est filtré par l'électronique *Off*. Le schéma du flux est représenté sur la Figure 1 : les "trigger primitives" (valeurs décrivant les caractéristiques de l'événement) sont

issues du "on-detector" et organisées par les TCC. Ces données sont traitées par le trigger (TRG) de niveau 1 pour délivrer un signal (L1A) qui conduit à la lecture des données par le DCC et leur transfert vers le niveau suivant du DAQ.

Dans le but de tester le fonctionnement de cette électronique externe, deux cartes spécifiques ont été développées au LLR : le DCC-tester et le TCC-tester. Ces deux cartes émulent les signaux électroniques du détecteur interne et permettent de vérifier le bon fonctionnement des fibres optiques et l'intégrité des données transmises. La contribution du LAPP a consisté en l'adaptation du logiciel des cartes de test et la mesure du bon fonctionnement des cartes TCC et DCC.

Analyse de physique et résultats

Le modèle à symétrie droite-gauche (LR) $SU_c(3) \otimes SU_L(2) \otimes SU_R(2) \otimes U(1)$ explique l'origine de la violation de la parité dans les interactions faibles. Il prédit l'existence de bosons de jauge additionnels : W_R et Z' . De plus, des neutrinos lourds de Majorana N_i , qui pourraient être les partenaires des neutrinos légers à travers le mécanisme de "see-saw", apparaissent naturellement dans ce modèle. Dans le but d'étudier les possibilités offertes par l'étude des N_i et du W_R , auprès de CMS, nous avons simulé

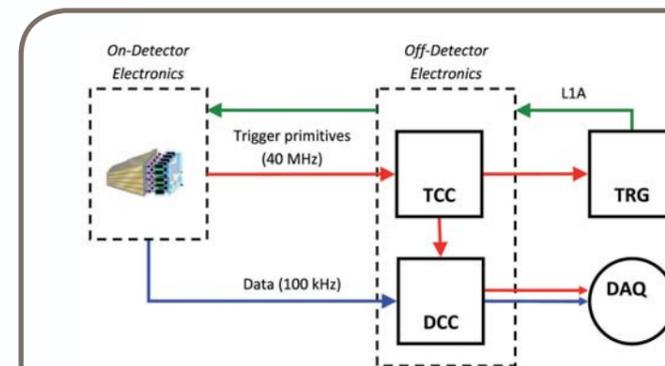


Figure 1 : Schéma simplifié du système de lecture du ECAL.

des événements pour différentes hypothèses de masses des neutrinos et du W_R .

Par ailleurs, les événements de bruit de fond (ttbar, Z+jets, W+jets, γ +jets, QCD, WW+jets, WZ+jets) ont été générés sur la base de CMS CSA07 (Computing, Software, and Analysis challenge).

Les études montrent que les signaux de N_i et de W_R dans les collisions pp au LHC peuvent être identifiés sur un bruit de fond qui reste faible pour la luminosité intégrée de $L = 30 \text{ fb}^{-1}$. Ces estimations ont été faites pour un signal à 5σ du W_R et du neutrino lourd, dans des hypothèses de masses jusqu'à 4 TeV et 2,4 TeV respectivement. Dans le cas particulier de masses de 2 TeV et 500 GeV respectivement, le résultat serait acquis après un seul mois d'opération de LHC.

Cette analyse a été approuvée par la collaboration CMS le 22 octobre 2008. Une note d'analyse (CMS AN 2008/072) a été rédigée.

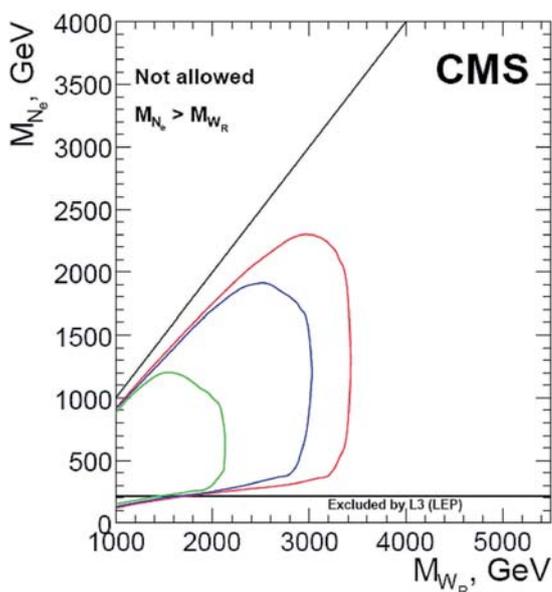


Figure 3 : Potentiel de découverte de N_i and W_R pour différentes valeurs de la luminosité intégrée (1 mois, 1 année, 3 années de fonctionnement du LHC).

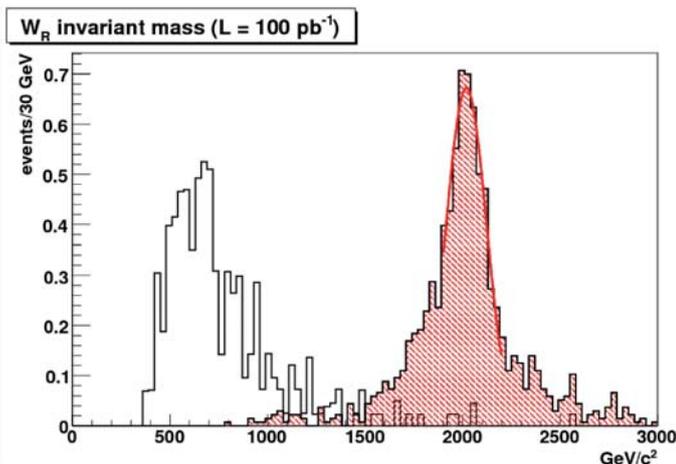


Figure 2 : Distribution de masse invariante du W_R . Aire hachurée : ($M_{WR} = 2 \text{ TeV}$, $M_{Ni} = 500 \text{ GeV}$), aire non hachurée : bruit de fond.

Plan pour 2010-2014

Le groupe, au-delà de 2010 (fin de la thèse d' A. Karneyeu), cessera d'exister, faute de membres.

Publications importantes

1. "The CMS experiment at the CERN LHC", S. Chatrchyan et al, Journal of Instrumentation 3 (2008) S08004.
2. "Intercalibration of the barrel electromagnetic calorimeter of the CMS experiment at start-up", P. Adzic et al, Journal of Instrumentation 3 (2008) P10007.
3. "Energy resolution of the barrel of the CMS electro-magnetic calorimeter", P. Adzic et al, Journal of Instrumentation 2 (2007) P04004.
4. "CMS Physics Technical Design Report, Volume II: physics performance", G.-L. Bayatian et al, Journal of Physics G 34 (2007) 995-1579.

L'équipe du LAPP

Physiciens : P. Nédélec, D. Sillou

Doctorant : A. Karneyeu