

Expérimentateurs : J-P. Guillaud, D. Sillou
Visiteurs étrangers : R. Ryutin, K. Datsko (IHEP)

Abstract : Study of central diffractive physics (Double Pomeron exchanges) with CMS plus TOTEM. In this frame, IHEP and LAPP have worked together to build the double diffractive physics simulation program EDDE (Exclusive Double Diffractive Events) based on theoretical models of Protvino. This program, even not fully finished, is already used by ATLAS, CMS, CDF and D0.

Présentation générale

L'expérience CMS est l'une des deux expériences au CERN dont le but principal est la découverte de la pièce manquante de la construction de la matière : le boson de Higgs qui permettrait d'expliquer l'origine de la masse. Le LHC (Large Hadron Collider), qui est assemblé actuellement au CERN, produira en 2007 des collisions de protons. Le boson de Higgs devrait être produit dans ces collisions. Pour l'identifier, le détecteur CMS, situé dans un solénoïde supraconducteur, met l'accent sur la mesure des muons et des particules électromagnétiques (électrons, gammas). L'énergie de ces particules devrait être mesurée par le calorimètre (ECAL) à cristaux de tungstate de plomb.

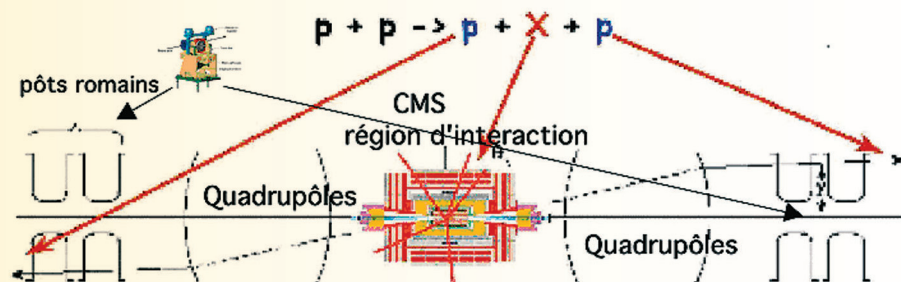
En s'appuyant sur les mesures de WA102 et UA8, la théorie prévoit, au LHC, une production presque pure et copieuse d'échanges de 2 Pomérons (DPE). Pour les étudier, la collaboration doit connaître les caractéristiques des protons diffusés dans le tube à vide du LHC près du faisceau. Or CMS n'a accès à cette information qu'au travers de sa collaboration avec le projet TOTEM (détecteurs dans le tube à vide).

TOTEM (destinée à la mesure des diffusions élastiques, diffractives et à celle de la section efficace totale au LHC) souhaite devenir un sous-détecteur de CMS afin de pouvoir fournir à la collaboration CMS un déclenchement sur la physique diffractive centrale (déclenchement principalement basé sur l'information recueillie avec ses détecteurs).

Ce changement dans les orientations physiques, par rapport à celles approuvées par les comités du CERN, nécessite la rédaction d'un document précisant les objectifs de physique communs (TOTEM+CMS), qui devra être approuvé par les comités du CERN. Avant l'élaboration de ce document, la collaboration CMS-TOTEM a besoin d'un outil de simulation spécifique pour générer les canaux de physique potentiels afin de savoir s'ils sont mesurables dans de bonnes conditions.

La collaboration entre le LAPP et le laboratoire russe Protvino (2004 à 2006) a permis la création du programme de simulation EDDE (Exclusive Double Diffractive Events) qui répond à cette attente. En effet, EDDE génère la production par DPE de canaux variés (Higgs, Glueballs, Radions, Jets, $\gamma\gamma$, Quarkonia lourds et Gravitons massifs de spin-2) dans le cadre des modèles (d'approche Regge-Eikonale) théoriques de Protvino.

La lettre d'intention (LOI) de la collaboration CMS+TOTEM qui sera rédigée au cours du premier trimestre 2006 utilisera largement EDDE. La création du programme EDDE a reçu le soutien financier du PICS2910 de l'IN2P3 du CNRS (sous les responsabilités conjointes de J-P. Guillaud du LAPP et de VA. Obraztsov de Protvino).



Collaboration

Le laboratoire russe Protvino et le LAPP sont parties prenantes de cette collaboration CMS+TOTEM : ils collaborent depuis de nombreuses années et ont rédigé un grand nombre de publications communes depuis 1995.

Le LAPP ayant longtemps travaillé pour définir le type de cristaux qui devraient être utilisés au LHC, et le choix des cristaux de tungstate de plomb (PbWO₄) ayant été validé pour le calorimètre électromagnétique (ECAL), il était naturel que le groupe du LAPP rejoigne CMS. Ainsi, le groupe CMS-LAPP, après avoir réalisé le travail hardware (GIF, ACCOS) confié par la collaboration CMS, souhaitait s'orienter vers la physique associée au détecteur ECAL.

De son côté, J-P. Guillaud du LAPP, ayant publié en 1984 avec Munir Islam (voir la figure ci-contre) un modèle de diffusion élastique pp : " $p\bar{p}$ and pp elastic scattering from 10 GeV to 1000 GeV centre of mass energy", s'est joint tout naturellement à TOTEM puisque cette expérience peut valider ou invalider les prédictions de ce modèle, facilement applicables à 14 TeV, pour l'énergie du LHC. En outre, à partir de 1996, il a préparé la réorientation du groupe CMS-LAPP vers la physique associée au détecteur ECAL en étudiant avec un doctorant la physique diffractive centrale des états $\eta\pi^0$ et $\eta\pi^-$ (signatures d'une désintégration d'un glueball) au LHC. Ce travail a montré que TOTEM pouvait proposer à CMS un déclenchement suffisamment sélectif pour étudier la physique diffractive dans la région centrale. Pour ce faire, il faut que TOTEM devienne un sous-détecteur de CMS. Cette évolution est maintenant à l'étude.

L'IN2P3 a soutenu cette orientation vers une physique commune de TOTEM et de CMS par l'attribution du PICS2910.

750 M. M. Islam, R. J. Luddy & A. V. Prokudin

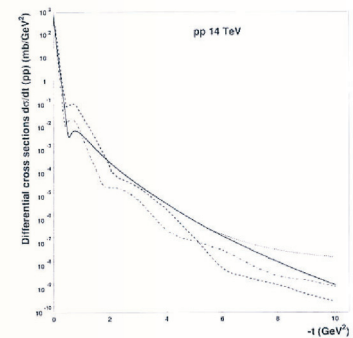


Fig. 6. Solid curve shows our predicted pp elastic differential cross-section at LHC at the c.m. energy 14 TeV. Also shown for comparison are $d\sigma/dt$ predicted by the impact-picture model at $\sqrt{s} = 14$ TeV (dashed curve) and by the Regge pole-cut model at $\sqrt{s} = 16$ TeV (dot-dashed curve).^{5,6,20} The dotted line represents schematically a change in the behavior of $d\sigma/dt$ predicted by our model, because of transition from the nonperturbative regime to the perturbative regime.

Conceptions et réalisations

Cette collaboration a créé le logiciel de simulation double diffractive EDDE basé sur les modèles (d'approche Regge-Eikonale) théoriques de Protvino tout en gardant une hadronisation « à la PYTHIA ». Il est très complémentaire à PYTHIA et PHOJET et, à terme, a l'ambition de remplacer ces deux programmes « monuments » de la physique de grande énergie. D'ailleurs, dans son état préliminaire, ce logiciel est déjà utilisé par ATLAS, CMS, CDF et D0.

Faits marquants - Perspectives

Après la création du programme de simulation de la physique double diffractive EDDE (Exclusive Double Diffractive Events) le LAPP et l'IHEP ont l'intention :

- d'approfondir les modèles théoriques de production de processus semi-inclusifs double diffractifs (puisque ceux-ci peuvent donner une contribution significative au bruit de fond de la production de Higgs)
- d'étendre les modèles à la double diffraction inclusive avec simple et double dissociations des protons (extension logique des étapes réalisées précédemment)
- d'écrire un programme de simulation Monte Carlo rapide pour la production du boson de Higgs avec le bruit de fond exclusif et semi-inclusif
- de terminer proprement le travail sur EDDE avec mode d'emploi et tutorial dignes de cet outil.

Pour en savoir plus

Pour avoir un mode d'emploi (d'environ 50 pages) de PYTHIA et télécharger un tutorial PYTHIA qui tourne sur cinq systèmes différents :

<http://lapp.in2p3.fr/Pythia/>

Pour connaître l'état du logiciel de simulation de la physique double diffractive EDDE (et le travail de la partie russe de la collaboration IHEP/Protvino) : <http://sirius.ihep.su/cms/higgsdiff/diff.html>