

Prof. Laurent Favart
I.I.H.E. - CP 230
Université Libre de Bruxelles
Boulevard du Triomphe
B-1050 Bruxelles
Tel ++32.2.629.32.07

concerne : Rapport sur la thèse de Oldřich KEPKA.

Bruxelles, le 16 octobre 2009

La thèse de Oldřich Kepka, intitulée "QCD and Diffraction in the ATLAS Experiment at the LHC", étudie différents aspects de la physique diffractive à haute énergie dans le contexte des collisionneurs de particules.

Les interactions diffractives entre hadrons constituent une généralisation des interactions élastiques, pour lesquelles au moins un des hadrons incidents est porté dans un état excité, sans qu'il y ait eu échange de couleur. Observées dès les années 1960, les interactions diffractives peuvent être décrites par l'approche phénoménologique de Regge, où l'interaction est médiée par un objet portant les nombres quantiques du vide, appelé le pomeron. Dans le cadre de la chromodynamique quantique (QCD), il est essentiel de comprendre le détail de ce mécanisme en termes de partons. La haute énergie fournie par les faisceaux des collisionneurs HERA (à DESY), Tevatron (au FERMILAB) et bientôt au LHC (CERN) permet de mener une telle étude dans le domaine où QCD peut être résolu suivant une approche perturbative.

Dans la perspective du LHC, un processus diffractif, pour lequel les deux protons des faisceaux ont été diffusés élastiquement, a déclenché un grand intérêt car il permettrait de mettre en évidence le boson de Higgs (H) et d'en mesurer ses caractéristiques (masse et nombres quantiques). Ce processus est la réaction exclusive $pp \rightarrow pHp$. Expérimentalement, pour mesurer ce processus de nouveaux détecteurs sont nécessaires pour détecter les protons de l'état final qui sont diffusés à petit angle et s'échappent par le tube à vide. L'existence de tels détecteurs, de plus, permettrait également de mesurer d'autres diffusions élastiques comme l'émission d'un photon de haute d'énergie par le proton, ce photon interagissant alors avec l'autre proton (de façon diffractive ou non) ou encore avec un autre photon (dites interactions photon-photon).

La thèse de Mr. Oldřich Kepka brasse différents aspects de la diffraction tant théoriques qu'expérimentaux, discutant d'abord certains résultats du Tevatron et s'orientant ensuite (et surtout) vers l'expérience ATLAS au LHC. Ils sont présentés dans un document de

devrait permettre d'améliorer notre connaissance actuelle sur ces couplages.

Le dernier chapitre avant la conclusion développe une méthode de sélection des événements diffractifs ou exclusifs en faisant usage du saut en rapidité dans la distribution spatiale des particules de l'état final, sans activité dans le détecteur venant de ce processus. Cette méthode largement utilisée dans les expériences précédentes au LHC est ici revisitée car le taux d'interaction multiple sera tel au LHC que le saut en rapidité sera rempli d'activité venant d'autres événements prenant place durant le même croisement de faisceau.

En conclusion, Mr. Oldřich Kepka présente ici un travail original contenant une quantité d'information impressionnante. D'autant plus impressionnante que Oldřich Kepka passe d'un sujet phénoménologique à une étude expérimentale de faisabilité d'un détecteur avec la même aisance et la même rigueur. Il offre d'une part une analyse intéressante des mesures de la production exclusive de dijets au Tevatron et d'autre part une contribution importante à la préparation à l'analyse de données du LHC ainsi qu'au développement futur du détecteur. Le document est complet et rédigé de façon structurée, claire et agréable à lire. C'est pourquoi je conclus que la thèse de doctorat de Oldřich Kepka mérite d'être soutenue.

Laurent Favart
Maître de recherche FNRS
Chargé de cours à l'Université Libre de Bruxelles

190 pages divisé en 8 chapitres.

Après une brève introduction, le chapitre 2 passe en revue le modèle standard, discute la chromodynamique quantique, définit et discute la diffraction. Les aspects de densités de partons (quarks et gluons) diffractives extraites des données de HERA sont abordés et confrontées aux mesures du Tevatron, ce qui mène à la brisure de la factorisation et au concept de "Gap Survival Probability". Enfin les productions exclusives (non diffractives) sont également discutées.

Le troisième chapitre présente le dispositif expérimental, détaillant l'accélérateur LHC et les différentes composantes du détecteur ATLAS en mettant l'accent sur les sous-détecteurs particulièrement pertinents pour l'étude de la diffraction, soit les détecteurs dits à *l'avant*. Les aspects relatifs au système de déclenchement et de la chaîne informatique d'analyse sont également abordés.

Le quatrième chapitre présente le programme de simulation, FPMC, de processus exclusifs par méthode Monte Carlo, auquel Oldřich Kepka a participé au développement. Différents modèles théoriques sont présentés ainsi que leur implémentation dans le programme. Enfin des prédictions basées sur ce programme sont données de façon détaillées.

Le cinquième chapitre, relevant principalement de la phénoménologie, propose une confrontation entre les mesures expérimentales de la production exclusive de dijets issues de la collaboration CDF au Tevatron et différents modèles théoriques. L'incertitude provenant de celle sur les densités de partons diffractives est discutée en détail et des perspectives de mesures futures au Tevatron ainsi qu'au LHC sont données.

Le sixième chapitre a un accent beaucoup plus expérimental. Il décrit les projets de construction de spectromètres à protons, FP220 et FP420, à installer autour du détecteur principal de l'expérience ATLAS, dans le tube à vide respectivement à 220 et 420 mètres du point d'interaction. Après une description du dispositif expérimental proposé, des éléments d'optique de faisceau sont donnés pour pouvoir discuter de façon plus détaillée les possibilités de mesure des projets FP220 et FP420. Une partie importante de ce chapitre est dédiée à l'étude de l'alignement du FP220 à l'aide de la mesure des événements photon-photon donnant deux muons dans l'état final. Il en ressort l'importance de compléter le dispositif expérimental par un système de mesure de position du faisceau (BPM).

Le septième chapitre se concentre sur les perspectives de mesure de production de di-boson en interaction photon-photon. La mesure de ces processus permettrait de tester les couplages de jauge $WW\gamma$, $WW\gamma\gamma$ et $ZZ\gamma\gamma$ du modèle standard et pourrait mener à la mise en évidence d'une nouvelle physique (BSM). Tous les aspects préparatoires à une analyse de données réelle sont abordés, en particulier les questions liées au déclenchement et aux bruits de fond. En utilisant les spectromètres à protons, près de 50 événements devraient être observés après environ 3 ans (30 fb^{-1} de luminosité intégrée). Ce canal