

**Titre :** Mesure des bosons W en p-Pb à 8.16 TeV et des charmonia en Pb-Pb à 5.02 TeV avec le détecteur CMS au LHC.

**Mots clés :** Boson W, charmonia, physique des ions lourds, plasma de quarks et de gluons, CMS

**Résumé :** Les collisions d'ions lourds à haute énergie du grand collisionneur de hadrons, permettent d'étudier les propriétés de la matière nucléaire et de produire l'état chaud et dense de la matière déconfinée connu sous le nom de plasma de quarks et de gluons (QGP). Afin d'étudier les effets dus à la matière nucléaire dans les collisions d'ions lourds, la production de deux sondes dures importantes est étudiée dans cette thèse: les bosons W et les charmonia (mésons  $J/\psi$  et  $\psi(2S)$ ).

Les effets de la matière nucléaire froide, associés à la modification nucléaire des fonctions de distribution des partons (PDF), peuvent être caractérisés en étudiant la formation des bosons W dans les collisions d'ions lourds. En effet, la production des bosons W est déterminée par la diffusion dure initiale, puisque ces bosons n'interagissent pas fortement avec le milieu induit par la collision. L'analyse de la production des bosons W dans les collisions p-Pb à  $\sqrt{s_{NN}} = 8,16$  TeV avec le détecteur CMS est présentée dans la première partie de cette thèse. Les résultats sont en bon accord avec les calculs des PDFs incluant les modifications nucléaires, alors qu'ils excluent significativement l'hypothèse de nucléons libres, pour des fractions d'impulsion  $x$  petite. Puisque les mesures sont plus précises que les calculs des modèles, les résultats des bosons W ont le potentiel de contraindre les paramétrisations des PDF nucléaires, ce qui pourrait améliorer notre compréhension des effets des PDF sur d'autres sondes dures, comme les charmonia.

La production des charmonia est sensible à la formation et à l'évolution du milieu forte interaction formé lors de collisions d'ions lourds, en faisant ainsi une excellente sonde du QGP. La suppression ou l'augmentation des différents états du charmonium sont considérées comme des signatures de la présence du QGP. Dans cette thèse, la production prompte et non-prompte des mésons  $J/\psi$  est mesurée dans des collisions Pb-Pb à  $\sqrt{s_{NN}} = 5,02$  TeV. De plus, la modification des mésons  $\psi(2S)$  par rapport aux mésons  $J/\psi$  est mesurée pour le même système de collision. Le facteur de modification nucléaire des charmonia est déterminé en fonction de la centralité, de la rapidité et de l'impulsion transverse  $p_T$ . La production des mésons  $J/\psi$  prompts est supprimée dans les collisions Pb-Pb par rapport aux collisions p-p normalisés par le nombre de collisions binaires, bien qu'une suppression plus faible soit observée à  $3 < p_T < 6,5$  GeV/c dans les collisions Pb-Pb centrales. La production des quarks b, sondés par les charmonia non prompts, est également supprimée dans toute la région cinématique mesurée, et une plus faible suppression est observée à haut  $p_T$ . En ce qui concerne les mésons  $\psi(2S)$ , ils se révèlent plus fortement supprimés que les mésons  $J/\psi$  dans les collisions Pb-Pb.

**Title :** Measurement of W bosons in p-Pb at 8.16 TeV and of charmonia in Pb-Pb at 5.02 TeV with the CMS detector at the LHC

**Keywords :** W boson, charmonia, heavy-ion physics, quark-gluon plasma, CMS

**Abstract :** Heavy ions are collided at high energies at the Large Hadron Collider, allowing to study the properties of nuclear matter and to produce the hot and dense state of deconfined matter known as the Quark-Gluon Plasma (QGP). In order to probe the nuclear matter effects present in heavy-ion collisions, the production of two important hard probes is studied in this thesis: W bosons and charmonia ( $J/\psi$  and  $\psi(2S)$  mesons).

The cold nuclear matter effects, associated to the nuclear modification of the parton distribution functions (PDFs), can be characterised by studying the formation of W bosons in heavy-ion collisions. The production of W bosons represents an important tool to assess the PDF modifications, which impact the initial hard scattering, since these bosons do not interact strongly with the collision-induced medium. The analysis of the W-boson production in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$  TeV with the CMS detector is presented in the first part of this thesis. The results are in good agreement with PDF calculations including nuclear modifications, while they strongly disfavour the free-nucleon hypothesis at small momentum fractions  $x$ . Since the measurements are more precise than the model calculations, the W-boson results have the potential to constrain the nuclear PDF parametrisations, which could eventually improve our understanding of the PDF effects on other hard probes, such as charmonia.

The production of charmonia is sensitive to the formation and evolution of the strongly-interacting medium formed in heavy-ion collisions, thus making of it an excellent probe of the QGP. The suppression or enhancement of the different charmonium states is considered a signature of the presence of the QGP. In this thesis, the production of prompt and nonprompt  $J/\psi$  mesons is measured in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV. In addition, the modification of the  $\psi(2S)$  mesons relative to  $J/\psi$  mesons is reported for the same collision system. The nuclear modification factor of charmonia is determined as a function of centrality, rapidity and transverse momentum  $p_T$ . The production of prompt  $J/\psi$  mesons is suppressed in Pb-Pb collisions compared to binary-scaled p-p collisions, although a weaker suppression is observed at  $3 < p_T < 6.5$  GeV/c in central Pb-Pb collisions. The production of b quarks, probed by the nonprompt charmonia, are also suppressed over the full kinematic region measured, and a reduced suppression is observed at high  $p_T$ . Regarding the  $\psi(2S)$  mesons, they are found to be more strongly suppressed than  $J/\psi$  mesons in Pb-Pb collisions.