

PROPOSITION DE STAGE DE MASTER 2 2025/2026

Nom du responsable et intitulé du laboratoire d'accueil : Gines Martinez - SUBATECH

Adresse : 4 rue Alfred Kastler – La Chantrerie – BP 20722 – 44307 NANTES CEDEX 3

Nom, prénom des responsables du stage : Kara Mattioli, Marie Germain, Maxime Guilbaud

Contacts : mattioli@subatech.in2p3.fr , germain@subatech.in2p3.fr , guilbaud@subatech.in2p3.fr

Téléphone : 02 51 85 84 85, 02 51 85 86 06, 02 51 85 80 23

Mesure de la production du $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$ dans les petits systèmes de collisions (pp, OO, Ne-Ne) avec le détecteur ALICE

Analyse des données RUN3

L'expérience ALICE au LHC est une expérience de physique des particules dédiée à l'étude des propriétés du Plasma Quark-Gluon (QGP) et des phénomènes physiques émergeant de la Chromodynamique Quantique (QCD) par le biais des collisions de hadrons et/ou d'ions lourds ultra-relativistes. Dans le cadre de ces études, les mésons lourds (composés d'un, ou plusieurs, (anti-)quarks **c** (charme) ou **b** (beauté)) sont des sondes particulièrement intéressantes. En effet, elles sont majoritairement produites aux premiers instants de la collision et font donc l'expérience de toute l'évolution de celle-ci. Ainsi, leur section efficace est le reflet de leur(s) mode(s) de production mais aussi du milieu dans lequel ces mésons ont évolué.

Le groupe PLASMA de SUBATECH est membre de la collaboration ALICE où il a développé une large expertise sur le spectromètre à muon et le Muon Forward Tracker (MFT) d'ALICE. Ces deux détecteurs permettent de reconstruire les muons émis lors des collisions. De plus, le groupe est fortement impliqué dans l'analyse de données de certains de ces mésons appelés charmonia (paires de quark/anti-quark **c**) dans leur canal de désintégration en paire de muons. Découvert en 1974¹, l'état d'énergie le plus bas de ce charmonium est appelé J/ψ . De précédents travaux du groupe PLASMA en collisions d'ions lourds (Plomb-Plomb) montrent que cet état est extrêmement sensible à la présence d'un QGP². Cependant, d'autres observations réalisées au LHC ou encore au RHIC dans des systèmes de collisions beaucoup plus légers (pp, pPb, pAu, dAu, ...) avec des particules plus légères permettent de mettre en évidence des effets pouvant indiquer la présence d'un QGP. Au RUN3, l'expérience ALICE a pu acquérir un grand nombre de données avec des systèmes de collisions plus légers (OO et Ne-Ne) correspondant à des densités d'énergie intermédiaires par comparaison aux collisions pp ou Pb-Pb. L'étude de la production du J/ψ dans ces systèmes légers a donc un rôle primordial pour mieux comprendre la production d'un état de QGP en fonction de la taille du système de collision.

¹ PRL **33**, (1974) 1404 ; PRL **33**, (1974) 1406

² JHEP **2002** (2020) 41

Dans un premier temps, en exploitant les données du RUN3 en collisions OO, Ne-Ne ou encore pp, ce stage propose une étude détaillée du nombre de J/ψ produits dans les systèmes légers. Le candidat sélectionné devra travailler au développement du code d'analyse permettant l'extraction du signal dans les différents systèmes considérés. Le signal sera à extraire en utilisant les muons reconstruits par le spectromètre seulement (*standalone muons*) et par l'association du spectromètre à muons et du MFT (*global muons*). Dans un second temps, la comparaison entre le nombre de J/ψ produits obtenu avec les *standalone muons* et avec les *global muons* permettra une étude quantitative de l'efficacité d'association des traces reconstruites par le MFT et le spectromètre à muons. En effet, cette étude est primordiale pour permettre par la suite la mesure d'observables plus complexes comme les sections efficaces ou les facteurs de modification nucléaire.