



Laboratoire Leprince-Ringuet

llr.in2p3.fr

LLR Ecole Polytechnique  
Route de Saclay  
F – 91128 PALAISEAU Cedex

T. (33) 1 69 33 55 00  
F. (33) 1 69 33 55 08  
UMR 7638

CMS

## Étude du plasma de quarks et de gluons

### Contexte scientifique

L'expérience CMS (Compact Muon Solenoid) étudie les collisions produites par le LHC (Large Hadron Collider) au CERN (Suisse), afin d'approfondir notre connaissance des particules élémentaires. Les premières collisions de noyaux de plomb ont eu lieu en 2010 et 2011. Lors de ces collisions, un nouvel état de la matière est produit, dans lequel protons et neutrons fondent pour former un plasma de quarks et de gluons. Cet état fut observé au RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider) à BNL (état the New-York) mais de nouvelles sondes et de nouveaux phénomènes sont accessibles au LHC, grâce à un saut en énergie d'un facteur 14. Début 2013 eurent lieu des collisions proton-plomb qui servent de référence aux études faites en plomb-plomb. Il s'agit de valider que les phénomènes observés en plomb-plomb sont bien dus au plasma de quarks et de gluons et ne les observant pas en proton-plomb. De nouvelles campagnes de prises de données auront lieu en 2015 et au-delà.

### Le projet au LLR

Le groupe CMS du LLR est constitué d'une douzaine de physiciens permanents travaillant principalement sur la reconstruction d'électron et la physique du boson de Higgs. L'activité sur le plasma de quarks et de gluons est actuellement portée par Raphaël Granier de Cassagnac, Matthew Nguyen, trois postdocs et trois thésards. Un théoricien, François Arleo, est associé à l'expérience.

### Le sujet de stage

Le stagiaire participera aux activités d'analyse de l'équipe sur les nouvelles données : mesures du *quenching* des jets de quark  $b$ , de la disparition des quarkonia ( $J/\psi$ ,  $\psi'$  ou la famille des  $\Upsilon$ ), ou encore de la production des bosons électrofaibles. Le sujet exact sera défini en fonction de l'avancée des analyses en cours, de la durée du stage et de l'intérêt du stagiaire. Le stage peut déboucher sur une thèse.

### Le sujet de thèse

Les trois années contiendront le redémarrage du LHC après le premier *long shutdown*. La thèse portera sur l'analyse de ces nouvelles données (probablement des données plomb-plomb à plus hautes énergie et luminosité) et sur des observables liées à celles étudiées pendant le stage. Elle pourra comporter une revue systématique de toutes les données acquises, ainsi qu'une interprétation phénoménologique. Le choix exact

Sous la co-tutelle de



du sujet de thèse se fera en fonction des données effectivement acquises, de la connaissance développée sur les analyses et les données précédentes, ainsi que de l'intérêt du thésard.

## Possibilités de financement

Indemnités pour le stage. Pour la thèse, une demande de financement sera effectuée auprès des écoles doctorales les plus pertinentes, en particulier celle de l'École polytechnique.

## Contact

Raphaël Granier de Cassagnac, tél +33 1 69 33 55 55, mél [raphael@in2p3.fr](mailto:raphael@in2p3.fr).

Matthew Nguyen, tél +33 1 69 33 55 65, mél [matthew.nguyen@cern.ch](mailto:matthew.nguyen@cern.ch).

## Références

- Tous les résultats concernant les ions lourds dans CMS sont listés ici :
  - <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/CMSPublic/PhysicsResultsHIN>
- Les articles pertinents pour les sujets de stage et de thèse possibles sont :
  - Les articles sur les jets, à commencer par le premier (PRC84, 2011, 024906)
  - Premier article sur les Upsilon (PRL107, 2011, 052302)
  - Article détaillé sur les quarkonia (JHEP05, 2012, 063)
  - Articles sur les bosons Z (PRL106, 2011, 212301) et W (PLB715, 2012, 66)