



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

Proposition de Stage M2 / thèse

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 novembre-décembre 2010 et une nouvelle prise de données a lieu en novembre-décembre 2011. Leur analyse s'étendra jusqu'à la prochaine prise de données, en novembre 2012. 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). De nouvelles sondes et de nouveaux phénomènes sont accessibles au LHC, grâce à un saut en énergie d'un facteur 14.

### 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 une thésarde.

### Le sujet de stage

Le stagiaire participera aux activités d'analyse de l'équipe sur les nouvelles données : mesures de nouveaux phénomènes (*quenching* des jets de quark *b* ou corrélations photon-jet) ou confirmation et étude approfondie de la suppression des états excités de l'Upsilon aperçue sur les données de 2010 (publié dans Phys. Rev. Lett. 107 (2011) 052302). Le sujet exact sera défini en fonction de la quantité de données effectivement acquises, de la durée du stage et de l'intérêt du stagiaire. Le stage peut déboucher sur une thèse.

### Le sujet de thèse

Une troisième prise de données d'ions lourds aura lieu fin 2012 et de nombreux sujets de physique pourront être étudiés. Il est probable qu'elle soit dédiée à des collisions proton-noyau, permettant de contrôler que les effets observés en noyau-noyau ne sont pas dû à la matière nucléaire standard. Les spectres de dileptons permettront en particulier de faire l'étude approfondie des quarkonia (état lié d'un quark lourd et de son antiquark) qui sont censés fondre dans le plasma de quarks et de gluons, à différentes températures. L'étude

Sous la co-tutelle de



des modifications relatives des trois Upsilon (beau – antibeau) pourra également s'avérer riche en interprétations phénoménologiques.

Le choix exact 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, le financement est garanti par une bourse européenne (ERC Starting Grant « QuarkGluonPlasmaCMS », numéro 259612)

## 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

- *Observation and studies of jet quenching in PbPb collisions at 2.76 TeV*, Phys. Rev. C84 (2011) 024906, [arxiv:1102.1957](https://arxiv.org/abs/1102.1957).
- *Indications of Suppression of Upsilon Excited States in Pb-Pb Collisions at 2.76 TeV*, Phys. Rev. Lett. 107 (2011) 052302, [arxiv:1105.4894](https://arxiv.org/abs/1105.4894).
- *Le programme d'ions lourds de CMS*, addendum au Physics Technical Design Report de CMS, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 34 (2007) 2307-2455, [CERN-LHCC-2007-009](https://arxiv.org/abs/hep-ph/0703009).
- *Le plasma de quarks et de gluons à RHIC*, R. Granier de Cassagnac. What's the matter at RHIC? Int.J.Mod.Phys.A22 (2008) 6043-56, [arXiv:0707.0328](https://arxiv.org/abs/hep-ph/0707032).