



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 lieu en novembre-décembre 2010, et leur analyse s'étendra jusqu'à la prochaine prise de données, en novembre 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). De nouvelles sondes et de nouveaux phénomènes sont attendus au LHC, grâce à un saut en énergie d'un facteur 14 pour les collisions de 2010.

### 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 et trois postdocs.

### Le sujet de stage

Le stagiaire participera aux activités de l'équipe, et en particulier à la toute première observation des bosons faibles  $Z^0$  dans les collisions d'ions lourds, par leur désintégration en deux électrons. Cette mesure, en plus d'être une première, présente des intérêts intrinsèques (étude de la modification de la structure du proton dans les noyaux) et servira de normalisation pour des études futures (perte d'énergie des quarks et des gluons dans la matière chaude et dense).

### Le sujet de thèse

Une seconde prise de données d'ions lourds aura lieu fin 2011 et de nombreux sujets de physique pourront être étudiés. Les spectres de dileptons permettront en particulier de mesurer les 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. Une augmentation du taux de  $J/\psi$  (charme – anticharme) avec la violence de la collision constituerait par exemple un signal clair de recombinaison des quarks au terme de l'évolution du plasma, un « reconfinement » démontrant que la matière est déconfinée. L'étude des modifications relatives des trois Upsilon (beau – antibeau) pourra également s'avérer riche en interprétations phénoménologiques.

Sous la co-tutelle de



IN2P3  
Les deux infinis



ÉCOLE  
POLYTECHNIQUE  
ParisTech

Le choix exact du sujet de thèse se fera en fonction des premiers indices et des bruits de fond étudiés sur les données de 2010.

## 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).

## Références

- 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](#).
- 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](#).