

<http://lphweb3.in2p3.fr/spip.php?article639>

# Conception et caractérisation des capteurs à pixels pour l'upgrade du trajectographe de l'expérience ATLAS au LHC



- Thèses, Stages, Formation et Enseignement - Propositions de thèses antérieures - Propositions de thèses 2012 -  
Date de mise en ligne : jeudi 27 octobre 2011

---

Copyright © LPNHE - UMR 7585 - Tous droits réservés

---

Equipe « Particules et interactions » ; groupe : Atlas/Upgrade responsable Giovanni Calderini

Directeur de thèse : Jacques Chauveau

tél : 01 44 27 72 54

e-mail : [jacques.chauveau@lpnhe.in2p3.fr](mailto:jacques.chauveau@lpnhe.in2p3.fr)

Co-encadrant : Giovanni Marchiori

Titre : Conception et caractérisation des capteurs à pixels pour l'upgrade du trajectographe de l'expérience ATLAS au LHC

Après une première campagne de prise de données en 2010-2012, les interventions qu'il subira en 2013 permettront au LHC d'atteindre l'énergie de 14 TeV et la luminosité de  $10^{34}$  cm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> nominales afin d'intégrer une luminosité d'environ 100 fb<sup>-1</sup> jusqu'en 2017. A cette date un grand arrêt (phase-1 des améliorations) est prévu pour des modifications majeures de l'appareillage. Une seconde phase d'améliorations (phase-2) est prévue en 2021 ou avant en vue d'une exploitation à haute luminosité visant à accumuler 3000 fb<sup>-1</sup>. L'objectif du programme d'upgrade d'ATLAS est de maintenir les performances du détecteur pendant toute son exploitation au niveau permettant d'étendre au maximum le domaine de recherche de Nouvelle Physique (NP) et de pousser dans ses retranchements le Modèle Standard (MS). Le taux de collisions sans précédent place des contraintes qui n'ont encore jamais été explorées sur les détecteurs, en termes de tenue aux radiations, ainsi qu'en termes de résolution spatiale afin de préserver la capacité à distinguer les traces proches. Divers types de capteurs sont actuellement en cours de conception et de caractérisation pour le trajectographe, domaine dans lequel le LPNHE a choisi de s'impliquer. L'insertion d'une couche interne de capteurs à pixels en silicium au plus près des faisceaux (Insertable B-layer, IBL) est prévue dès 2013. Il est prévu de remplacer tout ou partie du détecteur à pixels pendant la phase-1. Pendant la phase-2, le remplacement complet des éléments du trajectographe interne est envisagé.

Les capteurs silicium à pixels planaires qui forment les couches internes du détecteur actuel exigent des solutions nouvelles pour résister à des flux intégrés supérieurs à 10<sup>16</sup> neutrons équivalents par cm<sup>2</sup>, avec une taille de pixel réduite afin de limiter le taux d'occupation. Le sujet de thèse proposé porte sur la conception et la caractérisation de ces détecteurs : la R&D sur les détecteurs à pixels planaires. Les choix concernent entre autres les substrats (n comme dans le dispositif actuellement en place sur ATLAS, ou p, domaine dont la technologie a récemment progressé), la géométrie des modules (épaisseur, granularité, optimisation des bords, agencement des anneaux de garde, couplage avec les circuits intégrés de lecture). Pour trancher entre différentes options envisagées, le travail de thèse intégrera des mesures de caractérisation des propriétés électriques et physiques des capteurs effectuées en laboratoire (notamment en salle propre) et en faisceau-test et leur comparaison aux résultats de simulations. Une contribution au développement des logiciels de reconstruction et d'analyse des données de faisceau test est à prévoir.

Simulations Numériques. Le logiciel Silvaco TCAD, permet de déterminer la distribution du champ électrique dans le silicium et d'estimer des grandeurs électriques, comme le courant de fuite et les capacités entre divers implants, en fonction des paramètres géométriques et du dopage des implants. La modélisation des dommages causés par les radiations, incluse dans le logiciel, permettra d'interpoler les mesures effectuées sur des capteurs irradiés aux fluences attendues au cours de la prise des données.

Simulation physique. Chaque option de R et D prometteuse sera testée sur des processus physiques de référence à l'aide de la simulation d'ATLAS et les résultats comparés aux performances du détecteur actuel, telles que mesurées sur les données des collisions expérimentales. Les nouveaux capteurs apporteront des améliorations sur la résolution en paramètre d'impact affectant la reconstruction des vertex et les performances de l'étiquetage de la beauté (b-tagging). Pour en juger nous envisageons d'étudier des processus avec des états finals comportant des vertex secondaires et les jets de quarks b. Une autre possibilité serait d'évaluer l'impact des améliorations de la trajectographie sur l'isolation des photons ou des leptons par rapport aux traces ainsi que la rejection des jets qui en découle dans la recherche de canaux de physique avec des photons et des leptons dans l'état final.

Dès 2012, le doctorant sera impliqué dans l'équipe en charge de la mise au point des détecteurs de l'IBL et de leur réglage avant, pendant et après leur installation dans le détecteur ATLAS.

Lieu de travail : LPNHE - Paris

Déplacements éventuels : missions régulières au CERN à Genève

Documentation : <http://lpnhe-atlas.in2p3.fr/Atlas/index.html>

Contact :

- Jacques Chauveau, 01 44 27 72 54 ou [jacques.chauveau@lpnhe.in2p3.fr](mailto:jacques.chauveau@lpnhe.in2p3.fr)
- Giovanni Marchiori, 01 44 27 75 77 ou [giovanni.marchiori@lpnhe.in2p3.fr](mailto:giovanni.marchiori@lpnhe.in2p3.fr)
- Giovanni Calderini, 01 44 27 23 25 ou [giovanni.calderini@lpnhe.in2p3.fr](mailto:giovanni.calderini@lpnhe.in2p3.fr)