

<http://lphweb3.in2p3.fr/spip.php?article1281>

Trajectographe

- Masses et Interactions Fondamentales - ATLAS - Activités - R&D -



Date de mise en ligne : mardi 28 novembre 2017

Copyright © LPNHE - UMR 7585 - Tous droits réservés

Deux activités de R&D sur les modules à pixels au silicium sont en cours pour préparer la phase de haute luminosité du LHC (HL-LHC) dans ATLAS.

Capteurs à pixels minces

Le plan du CERN d'ici 10 ans est d'augmenter d'un facteur de 5 à 7 la luminosité instantanée du LHC qui deviendra une machine à haute luminosité, le HL-LHC (High-Luminosity LHC). A partir de 2026 il est prévu que HL-LHC accumule environ 3000 fb⁻¹ pendant 10 ans (« Phase-II » des expériences auprès du LHC). Cela représente une opportunité unique pour étudier le boson de Higgs ainsi que pour étendre la région de masse où rechercher la physique au-delà du modèle standard. Avec la croissance de la luminosité instantanée, le pile-up, le taux d'évènements et la fluence des rayonnements augmenteront tellement que le détecteur de traces actuel d'ATLAS ne sera plus en mesure d'assurer les performances nécessaires. En particulier, le détecteur à pixels actuel a été réalisé pour résister à des fluences de rayonnement 10 fois inférieures à la valeur attendue à la fin de la Phase-II. Par conséquent, pour la prise des données pendant la Phase II, un nouveau détecteur de traces est nécessaire. Plusieurs aspects de ce nouveau sous-détecteur sont à l'étude : les nouveaux senseurs, l'électronique de front-end ainsi que la chaîne d'acquisition, la structure de support et le système de refroidissement, et finalement la géométrie du nouveau trajectographe.

Le groupe ATLAS du laboratoire recherche depuis 2009 des capteurs à pixels capables de résister aux effets de rayonnements attendus au HL-LHC. Ces capteurs sont caractérisés par une épaisseur réduite pour faire face au phénomène de piégeage de charge, ainsi que par une région en bordure réduite par rapport à ceux d'aujourd'hui pour garder l'acceptance géométrique la plus haute possible. Dans les 2 ans et demi passés, ces capteurs, développés et réalisés en collaboration avec la Fondazione Bruno Kessler (FBK - Trento, Italie), ont été testés en faisceau avant et après irradiation. Les résultats sont prometteurs. Avant irradiation l'efficacité mesurée est élevée (> 97 %), compatible avec les spécifications imposées par la collaboration ATLAS pour le futur trajectographe. Comme le montre la Figure 5, l'efficacité reste élevée même au-delà du dernier pixel. C'est un résultat très important en vue du nouveau trajectographe d'ATLAS pour lequel il est impératif de maximiser l'acceptance géométrique au plus près du point d'interaction. Des résultats similaires ont été observés après irradiation.

Le Technical Design Report du nouveau détecteur à pixels d'ATLAS est en phase de rédaction. Si le projet est approuvé, le groupe ATLAS du LPNHE s'engagera dans la construction d'une partie des modules de détection à pixels pour ce nouveau trajectographe.

Systèmes de refroidissement à micro-canaux

Cette nouvelle génération de détecteurs en silicium exige des systèmes de refroidissement plus efficaces pour la puce de lecture et pour le capteur lui-même. La fluence des rayonnements prévue au HL-LHC pour les détecteurs à pixels les plus proches au point d'interaction impose des températures de refroidissement bien plus basses (inférieure à -20°C) qu'aujourd'hui, afin d'éviter des dégradations importantes. Une solution prometteuse consiste à utiliser un refroidissement par évaporation au dioxyde de carbone (CO₂). La circulation du CO₂ dans des micro-canaux gravés dans le silicium permettra de réduire les matériaux morts et d'avoir une plus grande surface pour le transfert de chaleur, tout en éliminant les problèmes liés à la dilatation thermique. Grâce à un financement obtenu par le CNRS (projet REFLECS et REFLECS2, appel d'offre « Instrumentation aux limites ») des plaquettes à micro-canaux ont été conçues et fabriquées à l'Institut d'Électronique Fondamentale (IEF - UMR 8622) et à FBK. Un détail des dispositifs réalisés est exposé par la Figure 6. Le groupe ATLAS du LPNHE encadre le groupe de travail « nouvelles structures de support et refroidissement à microcanaux » du projet européen AIDA 2020. Dans ce projet, des tests thermomécaniques seront effectués avec les échantillons à micro-canaux produits par le groupe du LPNHE.

Retrouvez ce texte dans le rapport d'activité 2015-2017 du LPNHE.