
Optimisation de la collection de charge et de l'électronique frontale intégrée dans un capteur monolithique dédié à la détection de particules chargées

DIRECTEUR DE THÈSE : ANTONIN MAIRE

INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIE, 23 RUE DU LOESS 67200

STRASBOURG

TEL : 03 88 10 64 56 ; E-MAIL : ANTONIN.MAIRE@IPHC.CNRS.FR

La collaboration internationale ALICE ([site](#)) travaille à une jouvence de ses systèmes de détection à l'horizon 2035, dans le cadre du projet ALICE3 ([Loi](#), [SD](#)) auprès du Grand Collisionneur de Hadron ([LHC](#)) au CERN. Cela concerne notamment les trajectomètres à base de technologies silicium, à même d'échantillonner la trajectoire des particules chargées, émises par les collisions proton-proton ou noyau-noyau fournies par l'accélérateur de particules.

Les capteurs envisagés pour équiper le système Outer Tracker (OT) sont des capteurs de pixels actifs monolithiques (MAPS) inspiré de l'industrie, dans la lignée de ceux développés pour les projets ALICE actuel ([ITS2](#), [2022-2033]) ou à venir ([ITS3](#), [2030-2033]).

Le capteur OT restera à la suite d'ITS3 dans le nœud technologique CMOS de 65 nm mais appelle une architecture spécifique, conçue pour répondre un cahier des charges défini. La conception devra améliorer et/ou concilier plusieurs fronts en même temps : l'accent de tels MAPS sera de satisfaire une contrainte un peu relâchée sur la résolution spatiale ($< 10 \mu\text{m}$, ce qui reste à des niveaux fins) tout en obtenant une bien meilleure résolution temporelle ($\leq 0.100 \mu\text{s}$ contre $\approx 2 \mu\text{s}$ actuellement pour ITS2) ; ces performances doivent être couplées avec un budget de matière maintenu très bas ($< 50 \mu\text{m}$ d'épaisseur de silicium par couche de détection) et une consommation de puissance particulièrement faible (de l'ordre de 20-40 mW/cm² sur les quelque 50 m² de surface active d'OT), le tout dans un environnement plus agressif en radiations (e.g. $< 10^{14}$ 1-MeV $n_{\text{eq}}\cdot\text{cm}^{-2}$).

Le sujet de thèse porte sur le design de la partie frontale d'un tel capteur, cela couvre la collection de charge et le premier étage de l'électronique de traitement (microélectronique analogique), soit au plus proche de la détection des électrons laissés au passage d'une particule chargée dans le silicium. L'enjeu est d'échafauder une solution robuste qui préservera les caractéristiques capitales d'un capteur au cours de son exploitation (ex : efficacité de détection, rapport signal sur bruit, ...) tout en gardant un contrôle draconien sur i) la quantité d'informations à transmettre vers les étages numériques et périphériques du capteur et ii) la consommation de puissance, la partie frontale étant usuellement l'un des grands pôles en termes de besoins en courants et tensions.

Le travail s'effectuera pour partie au sein d'un consortium de recherche agrégé autour de plusieurs expériences de physique des particules, regroupées en un projet donné du programme européen [DRD](#).