



Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace

THÈSE DE DOCTORAT



CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Département ISAE : Électronique, Optronique et Signal
Département CNES : Service Chaîne de Détection

Encadrement : Vincent Goiffon (ISAE) et
Cédric Virmontois (CNES)

Durée : 3 ans

Lieu : ISAE Rangueil, Toulouse

Tél. : 05 61 33 80 93

Mél. : vincent.goiffon@isae.fr
cedric.virmontois@cnes.fr

DESCRIPTION DU SUJET DE THESE

Réf : CIMI-PHD2012-01

Domaine : Physique des dispositifs semiconducteurs, capteurs d'image intégrés, physique du solide, interaction rayonnement-matière, micro/nano-électronique, détection de particules

Titre : **DÉTECTION DE PHOTONS À BASE DE DÉTECTEUR
MONOLITHIQUE CMOS POUR L'ASTRONOMIE ET LES
APPLICATIONS SPATIALES SCIENTIFIQUES TRÈS FAIBLE FLUX**

La limite fondamentale du minimum d'énergie lumineuse détectable découle de la nature corpusculaire de la lumière. Les derniers développements des technologies des détecteurs CMOS permettent aujourd'hui de flirter avec cette limite. En effet, les détecteurs CMOS les plus performants ont la capacité de détecter l'absorption d'un seul photon dans le volume sensible du pixel. Ces « single photon imagers » ouvrent de nouvelles perspectives pour l'astronomie et les applications scientifiques spatiales où le comptage des photons est nécessaire.

Un nombre important d'approches ont été proposées pour atteindre la capacité de détecter un seul photon. L'objet de cette thèse est d'analyser la compatibilité de ces approches avec les besoins et contraintes des missions spatiales (comme l'environnement radiatif spatial) et de sélectionner la solution la plus prometteuse pour une étude plus approfondie.

De façon plus détaillé, le doctorant devra :

- Réaliser une revue de l'état de l'art des solutions actuelle de « single photon imaging » en technologie CMOS monolithique (par exemple, les Single-Photon-Avalanche-Diode (SPAD), les SiPM (Silicon Photo-Multiplier (SiPM), les imageur à Pinned-Photodiode à bruit sub-électronique, les détecteurs à multiplication d'électrons (EM-CMOS)...))
- Identifier les techniques les plus prometteuses pour les applications spatiales futures
- Retenir, en fonction des diverses contraintes (opportunité d'accès aux filières technologiques, maturité des procédés de fabrication, compatibilité avec l'environnement radiatif spatial...), une solution à étudier plus en détails à travers la réalisation de structures de tests et probablement d'une ou plusieurs matrices de pixels.
- Développer des modèles (et/ou réaliser des simulations technologiques semi-conducteur type TCAD) permettant de comprendre les phénomènes et d'améliorer les performances de ces détecteurs pour les applications spatiales.

Ce travail devra conduire au développement d'un savoir-faire et à l'établissement de règles de conceptions à suivre pour la réalisation de « single photon imagers » adapté aux besoins et contraintes des futures missions spatiales.

PROFIL DU CANDIDAT

Le master (ou équivalent) suivi devra être spécialisé dans au moins l'un des thèmes suivants : nano/microélectronique (conception, procédés de fabrication...) / optoélectronique / physique des dispositifs semiconducteurs / physique du solide / physique des particules / électronique analogique / interaction particule-matière / environnement radiatif spatial et effets sur les composants électroniques

Les candidatures sont à adresser par courriel à deos@isae.fr avec **les encadrants en copie** et avec la **référence du sujet de stage** dans le titre du courriel.