

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

**Intitulé : Modélisation des effets des radiations dans les composants électroniques GaN**

Référence : **PHY-DPHY-2023-07**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse : 2023**

**Date limite de candidature : mars 2023**

### Mots clés

Modélisation, GAN, ionisation

### Profil et compétences recherchées

Nous recherchons un étudiant Physicien Master et/ou 5<sup>ème</sup> année école d'ingénieur ayant des connaissances de physique générale, physique du solide, la physique des matériaux, physique du composant

Les écoles et formations types :

- Master (Université)
- Ecoles d'ingénieurs (INSA Lyon, Toulouse, Polytech, Telecom Physique Strasbourg, PHELMA, etc.)

### Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Les radiations, qu'elles proviennent de sources comme l'espace ou d'environnements liés à l'activité anthropique comme le nucléaire civil, produisent des défaillances et accélèrent le vieillissement des composants électroniques. Cette problématique est commune au CEA et à l'ONERA qui développent des solutions pour pallier les nuisances occasionnées par les environnements radiatifs les plus contraignants comme ceux des ceintures de radiation spatiale ou des centrales nucléaires. En effet, l'ionisation et les charges produites au cours d'une irradiation perturbent fortement le fonctionnement des électroniques des systèmes contraints par ces environnements. Cela produit des transitoires, comme des dégradations cumulées, ces dernières entraînant la dérive des caractéristiques des composants électroniques. Il est donc capital d'évaluer précisément les densités de porteurs de charges générés dans les parties sensibles des composants, comme les jonctions où règnent des champs électriques qui transforment les charges induites en signal transitoire ou encore comme les isolants dans lesquels peuvent se piéger des quantités de charges croissantes, qui vont sur la durée entraîner des dysfonctionnements (dose ionisante). La modélisation fine du transport des particules chargées (électrons, protons et ions) dans les matériaux de la microélectronique est donc essentielle pour estimer au mieux le dépôt dans les volumes sensibles des structures élémentaires de l'électronique.

Dans ce contexte, le CEA en partenariat avec l'ONERA a développé, au cours de deux thèses précédentes, le module MicroElec implémenté dans la librairie Geant4 (<https://geant4.web.cern.ch/>) dédiée au transport des particules dans la matière par la méthode de Monte Carlo. Ce module permet de manière unique d'estimer la distribution spatiale des charges consécutives au passage d'un ion dans le matériau actif des transistors de la microélectronique. Le module MicroElec traite actuellement 11 matériaux adaptés à la microélectronique moderne. Cependant, certains matériaux largement utilisés dans l'électronique de puissance ne sont pas encore pris en compte. Le domaine d'application de ce module GEANT4 a vocation à être étendu à une liste aussi large que possible de matériaux d'intérêt pour les applications du CEA et de l'ONERA. Cela se fait dans le cadre de la collaboration internationale GEANT4 dont nous faisons partie. En particulier les composants en technologie GaN, qui présentent un intérêt industriel pour leurs performances en puissance et en RF, utilisent des composés dans leur assemblage qui ne sont pas traités par le module MicroElec comme AlxGa1-xN, Al2O3, Si dopé, etc.

L'objectif de la thèse est donc de construire une modélisation de type MicroElec de Geant4 pour ces nouveaux matériaux et d'évaluer précisément la production de charges parasites dans ces composants dans le but de modéliser finement la réponse électrique d'un composant de puissance suite au passage de particules chargées. L'objectif est donc de coupler l'application GEANT4 à des simulations de composants de type TCAD afin d'évaluer les risques de défaillances liés aux particules des environnements radiatifs spatiaux et nucléaires.

La thèse se déroulera principalement sur le site du CEA de Bruyères-Le-Châtel, avec quelques passages sur le site de l'ONERA/Toulouse.

**Collaborations envisagées**

Financement 100% CEA

**Laboratoire d'accueil CEA DAM**

Lieu : Bruyères-Le-Châtel

Contact : Damien Lambert

Email: [damien.lambert@cea.fr](mailto:damien.lambert@cea.fr)

**Directeur de thèse**

Nom : Christophe Inguibert

Laboratoire : ONERA-DPHY

Tél. : 05 62 25 27 34

Email : [christophe.inguibert@onera.fr](mailto:christophe.inguibert@onera.fr)

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>