

Invitation à la soutenance d' Habilitation à Diriger des Recherches

**ETUDE DES MECANISMES DES EFFETS DES RADIATIONS ET LEUR
MODELISATION DANS LES TECHNOLOGIES CMOS**

Study and modeling of radiations effects mechanisms in CMOS technologies

Laurent ARTOLA

Lundi 18 Novembre 2024 à 14h00

**ONERA – Centre de Toulouse
Auditorium Caroline Aigle
2 avenue Marc Pégégrin – 31400 TOULOUSE**

Devant le jury composé de :

Jean-Luc AUTRAN	Université de Rennes	Rapporteur
Frédéric SAIGNE	Université de Montpellier	Rapporteur
Olivier SENTIEYS	INRIA	Rapporteur
Patrick AUSTIN	Université de Toulouse LAAS/CNRS	Examineur
Rosine COQ GERMANICUS	Université de Caen	Examineur
Rodrigo PASSAMAI BASTOS	Université Grenoble	Examineur

Résumé

L'environnement spatial est riche en particules énergétiques issues du soleil et d'étoiles lointaines. Elles peuvent pénétrer dans les satellites et perturber leur fonctionnement, soit par des dégradations progressives, soit par des événements ponctuels plus ou moins critiques pour la fiabilité des composants embarqués au sein du satellite. On distingue trois types d'effets dans les composants électroniques. Les effets singuliers (SEE, Single Event Effets) sont induits par une seule particule qui provoque une ionisation intense dans le composant. La conséquence au niveau du composant peut aller d'une simple perturbation transitoire sans gravité à une destruction complète.

L'approche retenue au cours de ces activités de recherche a reposé sur la mise en place d'un lien entre la phénoménologie des effets des radiations sur un composant électronique et la roadmap technologique associée aux composants électroniques embarqués. C'est au travers de ce prisme que l'ensemble des activités scientifiques a été structuré.

Les premiers travaux de recherche ont été menés en thèse dans le cadre d'un co-financement ONERA-CNES (2008-2011). L'objectif de ces travaux a été de développer un ensemble de nouveaux modèles physiques capables de rendre compte des mécanismes d'occurrence des événements de types SET (Single Event Transient) et SEU (Single Event Upset) en prenant en considération les paramètres technologiques et de designs (et leur évolution avec le temps) induits par l'environnement radiatif naturel (spatial et atmosphérique) dans l'électronique moderne. Ces modèles physiques génériques ont par la suite été adaptés et intégrés dans l'outil de Monte Carlo (MC) de l'ONERA, MUSCA SEP3, afin de permettre une analyse fine des phénomènes d'erreurs transitoires.

Afin d'étendre l'expertise SEE aux composants de type ASIC, un outil spécifique d'injection de fautes, appelé TERRIFIC, a été développé. Cet outil a permis l'étude et l'analyse de l'impact de la propagation des erreurs transitoires (Single Event Transient, SET) au sein des circuits numériques, aussi bien pour des activités amont (thèses, projets de recherche internes ONERA) que pour des activités contractuelles (études R&T CNES, contrat ESA, industrielles, etc.).

Ces travaux de recherche ont été réalisés dans le cadre de projets de recherche ONERA, de contrats avec les agences nationales ou européennes, (CNES, DGA, ESA, UE) mais également avec des industriels. De plus, ces études ont été l'opportunité de développer des collaborations structurantes avec d'autres laboratoires de recherche de niveau international (CEA, IMEC, CERN, Université de Singapour, Université de Porto Alegre au Brésil, Université de Vanderbilt, le Naval Research Lab et la Sandia aux USA), des industriels du spatial (ADS, CAELESTE, IROC, TRAD) et des fabricants de composants semi-conducteurs (Microchip, Lynred, STMicroelectronics).

Mots clés

Environnement spatial, Physique, Radiation, Modélisation, Effets ionisants, Microélectronique

Lien visioconférence : <https://rdv.onera.fr/HDRLaurentArtola>