



**HAL**  
open science

# Effet des neutrons atmosphériques sur l'électronique SiC et GaN

Jean-Luc Autran, Daniela Munteanu

► **To cite this version:**

Jean-Luc Autran, Daniela Munteanu. Effet des neutrons atmosphériques sur l'électronique SiC et GaN. Journée du Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales, GIFAS 2018, Nov 2018, Paris, France. hal-02100118

**HAL Id: hal-02100118**

**<https://amu.hal.science/hal-02100118v1>**

Submitted on 15 Apr 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Effet des neutrons atmosphériques sur l'électronique SiC et GaN

J.L. Autran\*, D. Munteanu\*

*Aix-Marseille Univ, CNRS, Univ Toulon, IM2NP (UMR 7334), Faculté des Sciences – Service 142,  
Avenue Escadrille Normandie Niémen, F-13397 Marseille Cedex 20, France*

*\*Radiation Effects & Electrical Reliability (REER) Joint Laboratory IM2NP-STMicroelectronics*

De nouveaux matériaux semi-conducteurs sont envisagés dans de nombreuses applications hautes performances pour lesquelles les performances attendues des dispositifs ou des circuits ne peuvent pas être atteintes avec le silicium. Ces nouveaux matériaux suscitent un vif intérêt du fait de leurs propriétés de transport électronique, optiques ou haute fréquence supérieures à celles du Si. Ils peuvent être envisagés dans de nombreuses applications hautes performances telles que la microélectronique «More than Moore» et au-delà du CMOS, les environnements extrêmes, les températures élevées ou l'électronique ultra-rapide. Dans ce contexte d'utilisation croissante de semi-conducteurs nouveaux et spécifiques, la question de leur sensibilité au rayonnement naturel, principalement aux neutrons atmosphériques, se pose clairement notamment pour des domaines d'application à haute fiabilité. Une attention particulière doit être accordée par exemple aux matériaux à faible bande interdite envisagés pour remplacer le canal silicium des MOSFET et les tunnel-FET à commutation abrupte destinés aux applications basse tension, en raison de leur faible énergie d'ionisation susceptible d'amplifier la charge générée dans le matériaux par le rayonnement atmosphérique.

Suivant une méthodologie précédemment développée pour l'étude des interactions neutron-silicium [1-2], le présent travail examine avec précision les événements nucléaires résultant de l'interaction des neutrons atmosphériques au niveau terrestre avec une couche cible composée de Si, C, SiC et GaN et représentative de l'ensemble du volume sensible d'un circuit intégré typique. Nous avons ainsi construit à l'aide de Geant4 une source spécifique de neutrons atmosphériques et compilé de grandes bases de données d'événements d'interaction neutron-semi-conducteur correspondant à des dizaines de milliers de réactions nucléaires. Une analyse approfondie des données obtenues fournit une comparaison précise entre ces différents semi-conducteurs en termes de processus nucléaires, produits de recul, production d'ions secondaires (Fig. 1) et distributions d'énergie (Fig. 2) de fragments résultants des interactions avec les neutrons. Les implications de ces résultats sur le taux événements singuliers au niveau du dispositif ou du circuit sont également discutées.

## Références :

- [1] S. Serre, S. Semikh, S. Uznanski, J.L. Autran, D. Munteanu, et al. "Geant4 analysis of n-Si nuclear reactions from different sources of neutrons and its implication on soft-error rate", IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 59, pp. 714-722, 2012.
- [2] D. Munteanu and J.L. Autran, "Susceptibility of Group-IV and III-V Semiconductor-based Electronics to Atmospheric Neutrons Explored by Geant4 Numerical Simulations", in "Numerical Simulations", Edited by Srinivasa Rao, INTECH, Vienna, pp. 117-134, 2018.

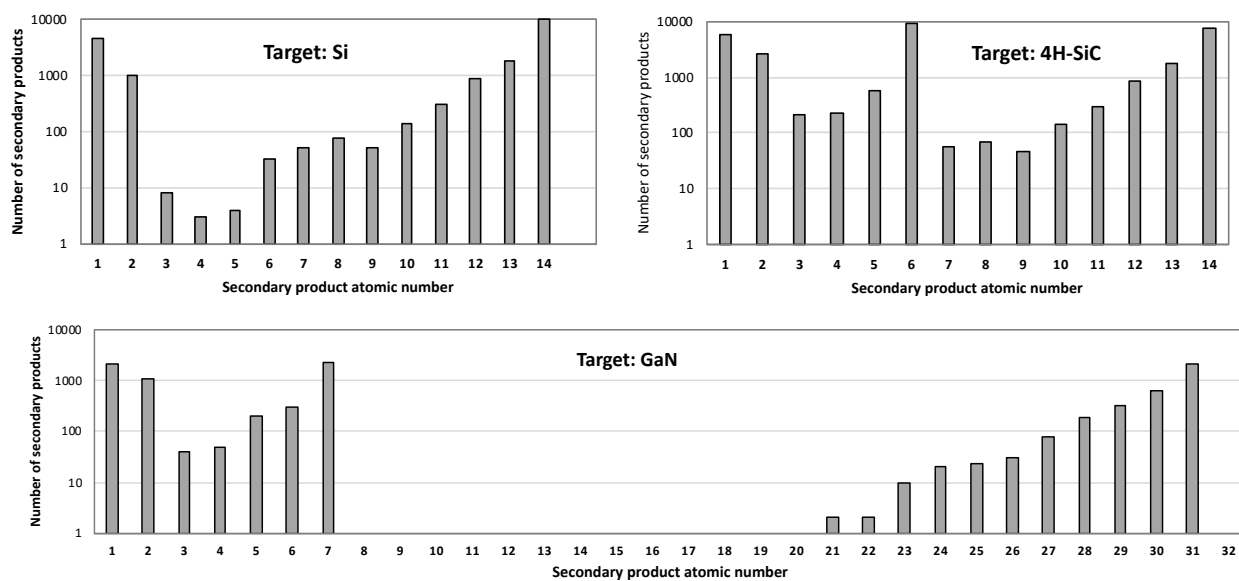


Figure 1. Nombre de produits secondaires produits dans le Si, SiC et GaN en fonction de leur numéro atomique.

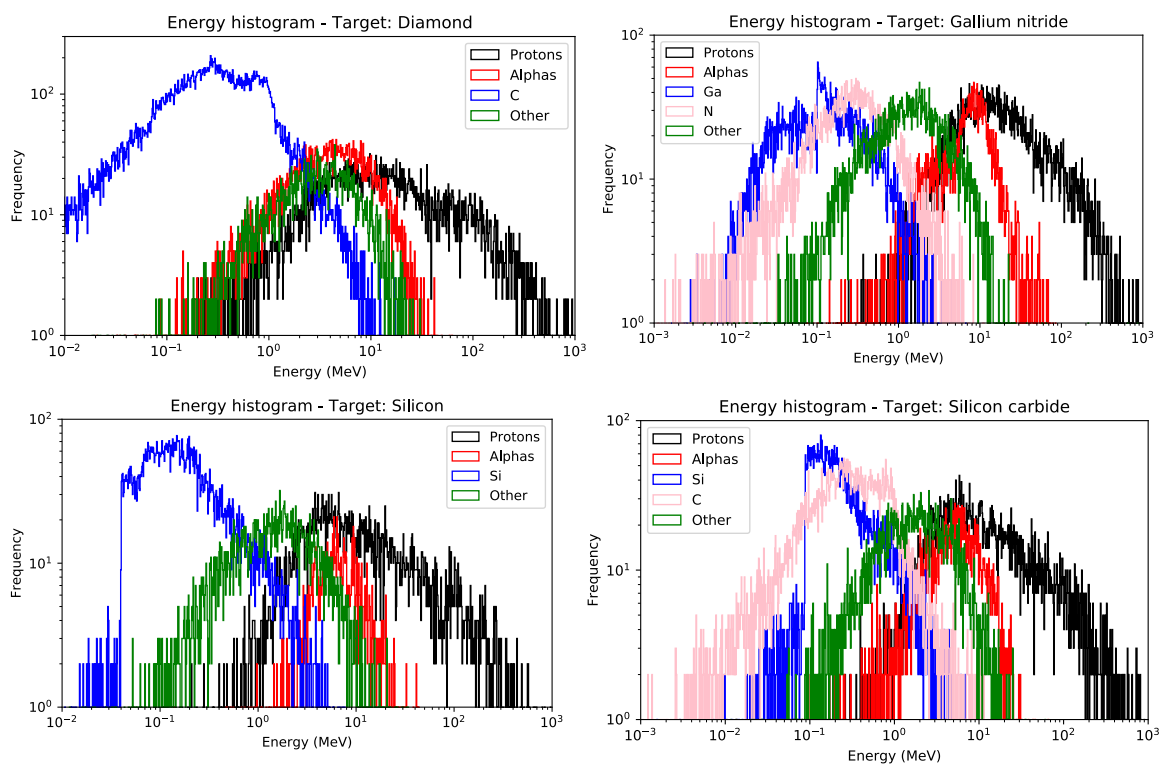


Figure 2. Histogrammes en énergie pour les protons, alphas et noyaux de recul résultant des interactions avec les neutrons des différents matériaux cible.