

# EMIRS

Etude des Modifications induites par Irradiation dans les Semi-conducteurs III-N : rôles respectifs des excitations électroniques intenses et des collisions balistiques



## CIMAP

### Présentation du laboratoire et du projet

Ce projet se fera au sein de l'équipe MADIR « Matériaux, Défauts et Irradiation » du CIMAP (Centre de recherches sur les Ions, les Matériaux et la Photonique). Ses thématiques de recherche portent essentiellement sur les modifications induites par irradiation dans les matériaux organiques et inorganiques (polymères, matériaux du nucléaire, nanostructuration par faisceau d'ions, glaces d'intérêt astrophysique). Les nitrures III-V sont des semi-conducteurs à bande interdite directe s'étendant de l'UV à l'infrarouge et dont les propriétés les prédisposent à des applications dans l'émission et la détection lumineuse ; également pour les composants électroniques à haute température, haute fréquence et environnement sévère. L'objectif majeur de ce projet est d'identifier l'évolution des dommages sur des semi-conducteurs III-N soumis à des implantations ioniques (à faible énergie) et à des radiations cosmiques (irradiation aux ions lourds) jusqu'à de fortes fluences.

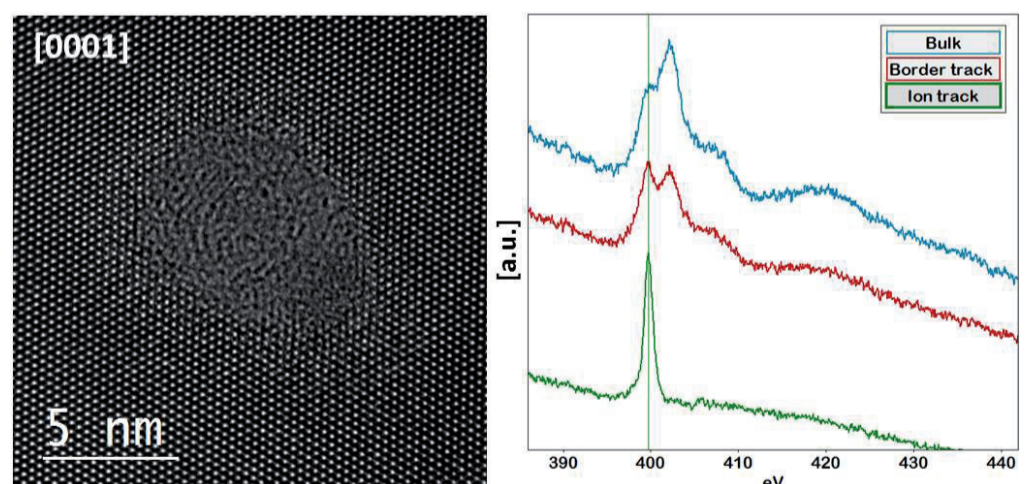
### Les résultats obtenus et/ou attendus

Cette étude se fait principalement par microscopie électronique en transmission sur un microscope TEM JEOL ARM 200F corrigé en sonde-image et équipé d'un filtre en énergie Gatan Quantum filter dédié aux analyses EELS. D'autres techniques (Diffraction des rayons X, spectroscopie Raman, Absorption optique) sont également utilisées. Des analyses d'absorption optique sous irradiation ont permis l'observation de centres colorés attribués à des défauts ponctuels et l'identification des mécanismes de création. Par microscopie, une montée des dislocations a été mise en évidence. Des analyses EELS réalisées au niveau des traces ont permis de déterminer une fluctuation de densité et l'analyse de l'environnement chimique au seuil de l'azote a également permis de localiser des bulles d'azote « encapsulées » dans les traces d'ions. Il est envisagé de réaliser des cartographies au niveau atomique afin d'identifier une modification de l'ordre chimique au niveau du cœur de trace, des bords de traces ainsi qu'en périphérie. Cela permettra d'établir une corrélation entre l'environnement chimique local et la structure du matériau.

### Les objectifs et les activités menées

L'objectif de ce projet est d'obtenir une vision globale des défauts d'irradiation dans les semi-conducteurs nitrures. Nous étudierons les effets couplés des excitations électroniques et des collisions balistiques en faisant varier dans une très large gamme le rapport ENSP (Electronic to Nuclear Stopping Power). Pour cela les irradiations sont effectuées sur les différentes lignes du GANIL et sur les accélérateurs de la fédération EMIR.

Notre ambition est donc de décrire le plus précisément possible les évolutions structurales et microstructurales dans les alliages (Al,Ga,In)N sous irradiation et l'influence des divers paramètres (température, flux, pouvoir d'arrêt, taille des cascades). La caractérisation sera fortement axée au niveau de l'analyse chimique et structurale de ces composés. En plus du caractère fondamental de cette recherche, l'apport de ce projet sur la connaissance de la nature des défauts et de leurs processus de création et d'annihilation sera d'une importance capitale pour l'industrie de la micro et de l'optoélectronique utilisant les matériaux nitrures. Il en sera de même pour l'industrie aérospatiale où il devient de plus en plus nécessaire d'étudier la défaillance de composants électroniques fonctionnant dans un environnement radiatif (vents solaires, rayons cosmiques...).



Trace amorphe dans GaN irradié aux agrégats de carbone, spectre EELS au seuil de l'azote

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne et la Région Normandie à hauteur de 81 146 € pour la période du 01/01/2017 au 30/06/2019.

