

Groupe de Physique des Matériaux, Normandie Université - UMR CNRS 6634, Université et INSA de Rouen

### Présentation du projet:

GENESIS est une plateforme instrumentale pour la caractérisation des matériaux à très fine échelle. Elle a pour principal objectif de développer l'analyse expérimentale à l'échelle atomique des matériaux des installations électro-nucléaires. Ces études ont pour but de lever des verrous technologiques dans l'analyse des dégradations dues à l'irradiation par des neutrons des matériaux. Les résultats permettront de mieux comprendre les phénomènes à l'échelle atomique et améliorer les modélisations et simulations notamment sur le vieillissement des composants des systèmes nucléaires. Les observations à l'échelle nanométrique rendront possibles de réels progrès dans la compréhension des phénomènes à l'origine de la dégradation des matériaux.

### Instrumentation:

#### Sondes Atomiques Tomographiques CAMECA

##### LEAP 4000 HR

Analyse de matériaux conducteurs avec des impulsions électriques

##### LEAP 4000 XHR

Analyse des matériaux conducteurs, semi-conducteurs et isolants, avec des impulsions électriques ou Laser



#### Microscope Electronique à Balayage – Faisceau d'ions focalisé ZEISS XB 540

- Colonne électronique « Gemini II »
- Colonne FIB Gallium « Capella »
- Détecteurs SE in-lens, BSE in-lens, SESI, BSE YAG
- Système d'injection de gaz
- OmniProbe 400 Oxford Instruments
- Système couplé EDX SDD 60 mm<sup>2</sup> et EBSD sensible EDAX Octane Super
- Nucléarisation par Défi Systèmes



#### Microscope Electronique en Transmission JEOL ARM 200F

- Canon à électrons Cold-FEG
- Correcteurs STEM et TEM
- Tensions 120kV et 200kV
- Pièce polaire HR
- Détecteur EDX SDD Jeol Centurio
- GIF Quantum ER Gatan

- Porte-objets : simple tilt / double tilt / tilt rotation / cryo / traction in-situ / tomo 360° / chauffage in-situ

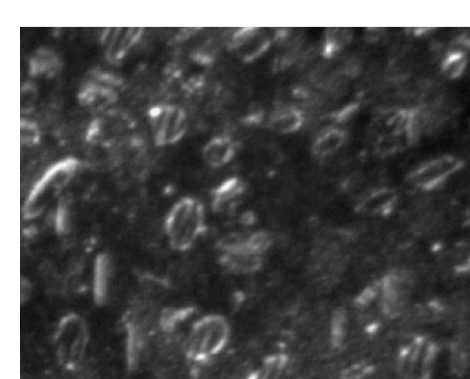


### Thèmes de recherche : Etudes structurales de matériaux du nucléaire à l'échelle atomique

#### Vieillessement des matériaux Réacteurs de générations II et III

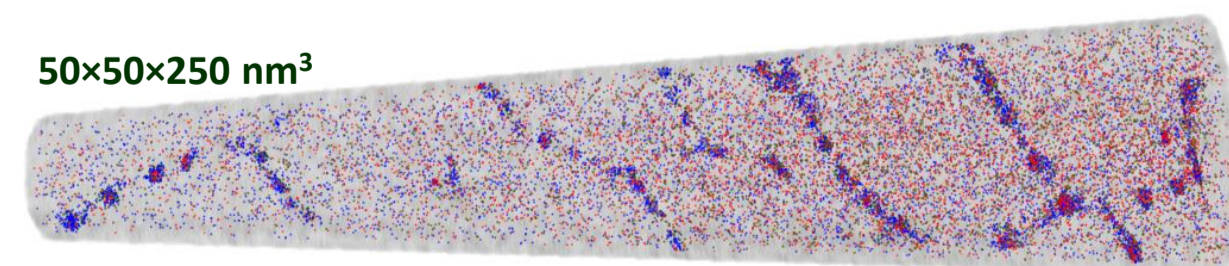
- Aciers de cuve : Compréhension des mécanismes de vieillissement des aciers faiblement alliés sous irradiation afin d'anticiper l'évolution de la microstructure et donc la durabilité des matériaux
- Structures internes : Etude de la formation des défauts, ségrégations et transformations de phases sous irradiation participant à la fissuration par corrosion sous contrainte
- Circuit primaire : Vieillessement thermique des aciers austéno-ferritiques.

Boucles de dislocation observées en MET dans un acier 316 irradié aux ions (5 dpa à 450°C)



50 nm

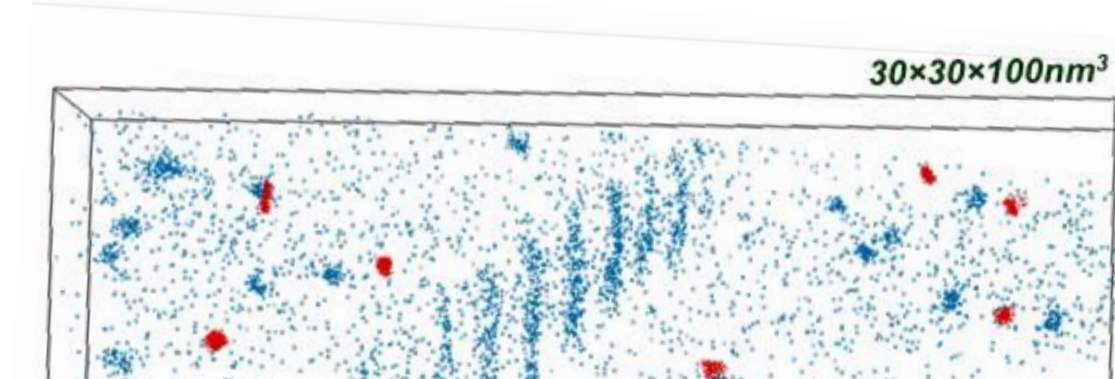
50×50×250 nm<sup>3</sup>



Ségrégations de Mn, Si, Cu, P, Ni le long de dislocations dans un acier bainitique irradié aux neutrons ( $3,4 \times 10^{23}$  n.cm<sup>2</sup> à 290 °C)

#### Développement de nouveaux matériaux Réacteurs de génération IV et ITER

- Aciers renforcés par dispersion d'oxydes élaborés par métallurgie des poudres : relations procédés / microstructures, compréhension de la précipitation des oxydes, évolution sous irradiation.
- Aciers ferritiques – martensitiques à haute teneur en Cr pour Gen IV : Compréhension du rôle du Si, Ni, Mo dans les transformations de phases
- Matériaux à grains ultrafins : développement de matériaux plus résistants à l'irradiation par nanostructuration.



Alliage Fe-9Cr irradié aux neutrons (0,6 dpa) à 300°C.  
En bleu : Atomes de Si  
En rouge : Zones enrichies en Cr