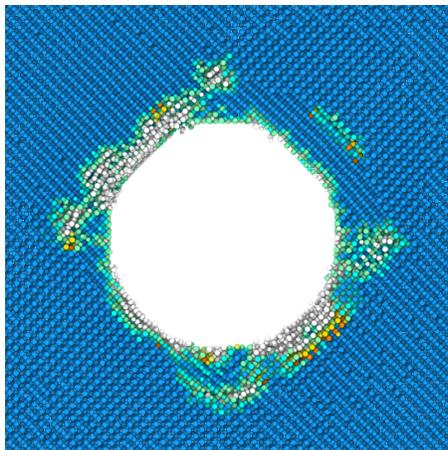


Étude de la plasticité induite par une bulle d'hélium dans les matériaux covalents par une approche couplant microscopie électronique en transmission et calculs atomistiques

J. Dérès¹, M-L. David¹, K. Alix¹, M.-F. Beaufort¹, F. Pailloux¹ & L. Pizzagalli¹

¹ Institut P', CNRS UPR 3346, Université de Poitiers, France

Dans les matériaux, la très faible solubilité de l'hélium favorise généralement la formation de bulles au détriment d'une dilution homogène. Dans un contexte nucléaire, ces bulles peuvent avoir un aspect négatif. En effet, des pressions internes de l'ordre de plusieurs GPa sont possibles dans ces bulles, générant des contraintes élevées dans le matériau et une possible dégradation des propriétés mécaniques. En fonction des conditions de température et de pression interne, la rupture de la matrice au voisinage des bulles peut également se produire. On dispose toutefois de peu de données sur le seuil de déclenchement, en particulier concernant la pression critique, et sur les mécanismes mis en oeuvre.



Déformation plastique dans une matrice de SiC.

Nous avons développé une démarche couplant la spectroscopie de perte d'énergie des électrons dans un microscope électronique en transmission avec des calculs de dynamique moléculaire, afin d'arriver à une meilleure caractérisation du déclenchement de la plasticité dans des bulles d'hélium de taille nanométrique. Les mesures ont permis de déterminer les dimensions des bulles et la densité d'hélium associée, pour des bulles dans du silicium et du carbure de silicium. Les densités mesurées sont supérieures à 150 He.nm^{-3} pour des bulles de 5 à 20 nm, indiquant des pressions internes supérieures à une dizaine de GPa. Ces valeurs ont ensuite été utilisées pour cibler les conditions pertinentes dans lesquelles effectuer les simulations numériques. Ces dernières ont permis de caractériser avec précision la relation entre la densité initiale d'hélium dans la bulle et la température du système, concernant l'initiation de la plasticité. Une comparaison avec des modèles analytiques a également été effectuée. Enfin, les déformations plastiques autour des bulles ont été analysées pour différentes densités d'hélium et à différentes températures.