

Simulation 3D des interactions entre fissure et dislocations

Elena JOVER CARRASCO

Sous la direction de Marc FIVEL

Mercredi 2 mars 2022 à 14h00

Amphithéâtre de la Maison du Doctorant

Jury :

Monsieur Christian ROBERTSON, Ingénieur CEA Saclay, Rapporteur

Monsieur Stéphane BERBENNI, Directeur de Recherche CNRS, LEM3, Rapporteur

Monsieur Thomas PARDOEN, Professeur à l'Université Catholique de Louvain, Examineur

Monsieur Vincent CHIARUTTINI, Ingénieur Onera Chantillon, Examineur

Monsieur Rémy DENDIEVEL, Professeur des Universités, Univ. Grenoble Alpes, SIMaP, Examineur

Monsieur Erik BITZEK, Docteur Ingénieur, Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, Invité

Résumé : La ténacité à la rupture est contrôlée non seulement par les paramètres macroscopiques comme la géométrie de l'échantillon étudié mais aussi par la microstructure. Les défauts de la structure cristalline comme les lacunes, les inclusions ou les dislocations peuvent aussi grandement impacter la ténacité. Pour mieux comprendre ce phénomène, on mènera des simulations 3D d'un front de fissure interagissant avec des dislocations. Ces simulations visent à mesurer les variations des facteurs d'intensité des contraintes créées par la présence de dislocations. Pour cela, on combinera deux modèles préexistants : la méthode des éléments finis étendus (XFEM) et la dynamique des dislocations discrètes (DDD). XFEM est une évolution de la méthode des éléments fini qui permet l'étude d'une fissure qui se propage sans avoir besoin de remaillage, elle contrôlera le volume étudié, le chargement appliqué et la position de la fissure tandis que tant que la DDD contrôlera les dislocations, leur mouvement et leur multiplication. La précision du modèle crée sera testée en le comparant avec des résultats de simulations atomistiques. Pour mesurer qualitativement les effets des dislocations sur la ténacité, plusieurs dislocations avec des différents systèmes de glissement seront étudiées. D'autres paramètres comme la distance entre la fissure et la dislocation, la direction de la fissure, et le chargement appliqué seront aussi étudiées. Pour comparer le modèle étudié avec des résultats provenant d'autres simulations, deux orientations de fissure seront simulées. Les dislocations étudiées ont des effets sur la fissure différents en fonction de leur système de glissement. Les résultats montrent des dislocations créant soit de l'écrantage, soit de l'anti-écrantage soit une combinaison des deux. Ces effets sont uniquement dépendants de l'orientation de la dislocation et ne changent pas quand la dislocation est plus éloignée de la fissure, même si l'intensité de l'effet change. De plus, les dislocations étant associées à un état de cisaillement local, elles affectent plus fortement K_{II} que K_I . K_{II} contrôle aussi l'angle de propagation de la fissure, ce qui implique que les dislocations sont une des principales sources des déviations des fissures.