

Intérêt de la désorientation du cristal induite par l'indentation pour l'identification des interactions entre les systèmes de glissement

Contexte : L'identification expérimentale des paramètres qui pilotent les interactions entre les systèmes de glissement d'un cristal est un verrou scientifique persistant dans la communauté « mécanique et matériaux » et un frein important à l'utilisation des modèles de plasticité cristalline. Les progrès de la simulation numérique permettent de remplacer, compléter ou préparer la plupart des essais mécaniques réels par des essais virtuels. L'analyse des topographies des empreintes Berkovich obtenues après nanoindentation sur un monocristal est une voie très prometteuse pour lever ce verrou. Les champs de désorientation cristallographiques induits par l'indentation sont également des informations potentiellement d'une grande richesse. Étant donnée la complexité des lois de plasticité cristalline, des champs de contraintes et déformations sous la pointe de l'indenteur et de la variété des observables offerts par la microscopie moderne, concevoir les expériences pour bien poser le problème inverse d'identification des interactions entre les systèmes de glissement est une difficulté majeure. L'approche développée par l'équipe consiste à concevoir numériquement des expériences d'indentation Berkovich sur des monocristaux. Cette approche, basée sur l'identifiabilité paramétrique a priori, permet d'assurer la stabilité de solutions potentielles du problème inverse sans avoir à exécuter le processus FEMU (Finite Element Model Updating), très coûteux en temps de calcul. Il s'agit notamment de rechercher numériquement les combinaisons d'orientations pointe/cristal et de plans de coupe pour les observations HR EBSD (high resolution electron back scattered diffraction) qui contiennent l'information la plus pertinente pour l'identification des paramètres.

Objectifs : Dans un premier temps, le stagiaire se familiarisera avec le modèle CPFEM (Crystal Plasticity Finite Element Model) de l'indentation élaboré par l'équipe : maîtrise de l'orientation pointe/cristal, de la loi de plasticité cristalline et des sorties du modèle de simulation : courbes force-déplacement, topographies et comparaison modèle-expérience pour un échantillon de nickel ... Dans un second temps, il introduira dans le modèle de nouveaux observables, en particulier des champs de désorientation du cristal, qu'il pourra également confronter à quelques données expérimentales HR EBSD. Il testera numériquement les potentialités de ces nouveaux observables en calculant l'identifiabilité des paramètres pilotant les interactions dans ce monocristal. Il conclura en comparant ses résultats avec ceux déjà obtenus en utilisant des topographies.

Profil : étudiant de Master 2 ou élève ingénieur en dernière année, physique/mécanique des matériaux, simulation numérique, méthodes inverses. Ce stage fait partie du projet ANR NOTIFICATION (ANR-22-CE08-0009) et pourra être poursuivi par un travail de doctorat.

Lieu de travail : Département Mécanique appliquée, institut FEMTO-ST, Besançon.

Durée : 5-6 mois démarrage entre janvier et mars 2023

Rémunération : environ 800 € net/mensuel.

Encadrement : Fabrice RICHARD, Yves GAILLARD

Contact : faire parvenir CV et LM à fabrice.richard@univ-fcomte.fr