

Effet du chargement mécanique sur la transformation de phase induite par la plasticité

Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique, UMR CNRS 6183, équipe Etat Mécanique et Microstructure des Matériaux (E3M), Université de Nantes, 58 Rue Michel Ange, BP 420, 44606 Saint-Nazaire, France

Mots clés : transformation de phase, microstructures, métallurgie, caractérisations mécaniques, diffraction de rayons X

Encadrants – contacts – équipes d'accueil

- Pierre-Antoine Dubos (pierre-antoine.dubos@univ-nantes.fr)
- Jamal Fajoui (jamal.fajoui@univ-nantes.fr)

L'équipe E3M s'intéresse principalement aux relations existant entre le comportement mécanique, la structure des matériaux à différentes échelles (macro-, méso- et microscopique) et les procédés de mise en forme ou encore les conditions d'utilisation. L'accent est mis en particulier sur l'analyse des états mécaniques internes générés par ces procédés. Les analyses expérimentales (à l'aide de méthodes optique - MEB - ou de diffraction des rayons X/neutrons) sont complétées par des modélisations et des simulations par des méthodes à transition d'échelles.

Contexte de l'étude

Les métaux purs se distinguent principalement par leurs structures cristallographiques. Les propriétés physiques sont en lien direct avec la nature de ces structures. Les métaux de structure hexagonale compacte sont un candidat d'importance dans de nombreux secteurs d'application (transport, médical, énergie...) en raison des avantages qu'ils présentent. Le cobalt en particulier possède également ce type de structure cristallographique à température ambiante. Il est très utilisé dans diverses applications comme étant un élément d'alliage, de par ses propriétés mécaniques et magnétiques remarquables. Il est utilisé notamment, dans le secteur de l'aéronautique (pales d'hélicoptère en alliage de NiCo pour ses propriétés mécaniques, rotors des génératrices électriques dans des turboréacteurs en alliage de FeCoV pour ses propriétés mécaniques et magnétiques), et dans le médical (prothèses et implants en alliage de CrCo en raison de ses propriétés mécaniques et permet d'obtenir des alliages ayant une bonne tenue à la corrosion et une meilleure biocompatibilité).

La maîtrise de son comportement pourrait faciliter son utilisation dans d'autres modes de fabrications comme les impressions 3D.

Les tôles de cobalt polycristallin ont la particularité de présenter une structure biphasée à température ambiante avec la présence de la phase haute température métastable qui reste persistante à température ambiante [1,2]. Des travaux récents de l'équipe ont permis de montrer que cette phase résiduelle pouvait se transformer cristallographiquement en

appliquant une contrainte mécanique de traction [3]. Cette transformation est initiée dès le début de la plasticité. Les niveaux de déformations obtenus lors du chargement en traction simple ne permettent cependant pas de transformer totalement la phase résiduelle. C'est pourquoi l'étude de chargement mécanique permettant d'obtenir des niveaux de déformations plus importants fait l'objet de ce stage.

- [1] G. Fleurier, E. Hug, M. Martinez, P.-A. Dubos, C. Keller, Size effects and Hall–Petch relation in polycrystalline cobalt, *Philos. Mag. Lett.* 95 (2015) 122–130. <https://doi.org/10.1080/09500839.2015.1020351>.
- [2] P.A. Dubos, G. Fleurier, E. Hug, An Experimental Investigation of the Size Effects in Forming Processes of High-Purity Thin Metallic Sheets, *Mater. Sci. Forum.* 879 (2017) 459–464. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.879.459>.
- [3] P.-A. Dubos, J. Fajoui, N. Iskounen, M. Coret, S. Kabra, J. Kelleher, B. Girault, D. Gloaguen, Temperature effect on strain-induced phase transformation of cobalt, *Mater. Lett.* 281 (2020) 128812. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2020.128812>.

Travail à effectuer

Dans un premier temps une étude numérique pour définir les chargements et les géométries d'éprouvette devra être réalisée. Une fois cette géométrie définie et en adéquation avec le montage expérimental d'essai in-situ dans un goniomètre de diffraction des rayons X, les essais mécaniques seront réalisés dans le but de suivre la cinétique de transformation en cours de sollicitations. Afin de regarder l'influence de la triaxialité du chargement, différentes géométries seront étudiées. Dans le but de créer de la connaissance sur les mécanismes de déformations plastique de ce matériau sous chargement complexe, les déformations internes des réseaux seront aussi analysées en cours de sollicitation.

Profil recherché

Le niveau recherché est celui d'un étudiant en Master 2 ou d'un étudiant en 5^{ème} année d'école d'ingénieur dans le domaine de la science des matériaux. Des compétences significatives sur les matériaux métalliques et en mécanique sont également nécessaires et le candidat devra montrer un fort intérêt pour la mise en place minutieuse d'essais mécaniques, de caractérisations microstructurales et l'analyse de leurs résultats.

Informations complémentaires

Durée : 6 mois.

Début souhaité : début février ou début mars 2021.

Gratification : environ 520 € par mois

Pour candidater, envoyer CV, lettre de motivation, relevé de notes de M1 et M2 (si possible), ainsi que les coordonnées d'enseignants ou d'encadrants de stage de référence à **Pierre-Antoine Dubos**, pierre-antoine.dubos@univ-nantes.fr et **Jamal Fajoui**, jamal.fajoui@univ-nantes.fr