

Effets d'irradiation et effets thermomécaniques sur l'évolution microstructurale de matériaux métalliques

Lisa T. Belkacemi

Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien – IWT

Bremen, Deutschland

Résumé

L'analyse de l'évolution microstructurale des matériaux joue un rôle clé dans la tenue de métaux de structure, tout particulièrement lorsque ceux-ci sont soumis à des environnements parfois extrêmes (déformation, oxydation, corrosion, irradiation). Le séminaire abordera différents aspects où la microscopie électronique en transmission, parfois couplée à des techniques de caractérisation complémentaires, a pu révéler les relations entre microstructure et propriétés.

Le premier volet, majeur, de la présentation s'applique aux cuves des REP qui subissent une **fragilisation** importante sous irradiation neutronique. Cette fragilisation est due à la formation et l'agglomération de défauts ponctuels (lacunes et interstitiels), constituant un obstacle au mouvement des **dislocations** [1]. La contribution des amas de soluté au durcissement est également non négligeable. Cette étude vise à identifier l'effet du Ni et du Mn sur la formation et l'évolution des **défauts microstructuraux**, en mettant en évidence les mécanismes de **ségrégation** de ces solutés sur les **amas/puits de défauts ponctuels** pouvant conduire à la précipitation de **phases secondaires**. Pour ce faire, deux alliages modèles sous-saturés Fe-3%at.Ni et Fe-3%at.Mn ont été caractérisés après irradiation aux ions et aux électrons, en couplant la **Microscopie Electronique en Transmission** (MET, conventionnelle et haute résolution) et la Sonde Atomique Tomographique (SAT) [2,3,4].

Le second volet de ce séminaire évoquera une étude menée conjointement avec le Centre des Matériaux, et portant sur l'effet de la **ségrégation** d'éléments de soluté aux **joints de grain** sur les **propriétés mécaniques** d'alliages d'aluminium pour les applications aéronautiques [5].

Enfin, l'exemple d'un acier martensitique produit par fabrication additive pour la production d'outils mécaniques (outils de coupe, cisailles, etc.) sera présenté. Il mettra en avant le lien étroit entre les **cycles thermiques** du matériau, les **transformations de phases**, la précipitation de **carbures**, la population locale de **dislocations** ainsi que l'évolution de la **dureté** du matériau [6,7].

Références

- [1] M. Lambrecht *et al.*, « On the correlation between irradiation induced microstructural features and the hardening of reactor pressure vessel steels », *J. Nucl. Mater.* 406 (2010) 84-89.
- [2] L. T. Belkacemi *et al.*, « Radiation-induced bcc-fcc phase transformation in a Fe3% Ni alloy », *Acta. Mater.*, 161 (2018) 61-72.
- [3] M. Nastar *et al.*, « Thermodynamic model for lattice point defect-mediated semi-coherent precipitation in alloys », *Nature Comms. Mater.* 2, 1 (2021) 32.
- [4] L. T. Belkacemi *et al.*, « Role of displacement cascades in Ni clustering in a ferritic Fe-3.3 at% Ni model alloy: Comparison of heavy and light particle irradiations », *Scripta Mater.* 188 (2020) 169-173.
- [5] V. A. Esin *et al.*, « Effect of microstructure on fatigue crack deviation in AA2050-T84 », *Mater. Sci. Eng. A*, 858 (2022) 144120.
- [6] A. C. de F. Silveira *et al.*, « Microstructure evolution during Laser-Directed Energy Deposition of tool steel by In situ Synchrotron X-ray diffraction », *Additive Manufacturing*, 63 (2023) 103408.
- [7] L. T. Belkacemi *et al.*, « Contribution of APT to the understanding of martensitic steel microstructure evolution during in-situ Synchrotron X-ray Diffraction laser metal deposition », APT&M conference, 12.10.2022, Nanjing, China.