Session STO
Vieillissement des intermétalliques à hydruration réversible : influence de la microstructure et des hétérogénéités mécaniques

Emeline CHEVALLIER[1], Yves GAILLARD[1], Ioana POPA[2], David CHAPELLE[1], Anne MAYNADIER[1]

[1]Université Marie et Louis Pasteur, CNRS, institut FEMTO-ST, FCLAB, F-25000 Besançon, France
[2]ICB, UMR 6303 CNRS-Université Bourgogne Europe, 21078 DIJON, France

L'hydrogène est considéré comme un vecteur énergétique clé pour les futurs systèmes énergétiques bas carbone. Cependant, son déploiement à grande échelle reste limité par les défis liés à son stockage sûr, efficace et durable. Le stockage solide par hydruration réversible de composés intermétalliques offre une efficacité énergétique élevée, et une exploitation parmi les plus sûres et sobres grâce à des conditions opératoires modérées ($P \in [1–30]$ bar ; $T \in [10–80]$ °C pour le TiFe par exemple, avec une capacité de stockage théorique de 1,7 % massique) [1]. Néanmoins, son exploitation industrielle reste limitée par des phénomènes de vieillissement et dégradation qui se produisent au cours des cycles d'absorption et de désorption de l'hydrogène. Parmi ceux-ci, la décrépitation se manifeste par une fragmentation des particules de poudre d'intermétallique, entraînant une modification significative de leur distribution granulométrique. Bien que ce phénomène soit largement observé et susceptible d'affecter fortement la durabilité des systèmes de stockage [2], les processus à l'œuvre demeurent encore insuffisamment compris. Son origine est attribuée aux contraintes mécaniques générées par le manque d'accommodation élastique des variations volumiques liées aux transformations de phase localisées, mais d'autres mécanismes pourraient également contribuer à l'apparition de la décrépitation dont les rôles respectifs restent encore à établir.

Les travaux présentés portent sur les propriétés mécaniques et microstructurales de trois composés intermétalliques : $TiFe_{0.9}Mn_{0.1}$, $TiMn_{1.5}$ et $LaNi_5$, afin d'essayer de mieux comprendre l'origine possible de la décrépitation [3]. Pour cela, une combinaison de techniques expérimentales, tels que la microscopie électronique à balayage couplée à la spectroscopie à dispersion d'énergie et la nano-indentation de grille, est mise en œuvre afin d'établir des corrélations entre la microstructure des composés intermétalliques, les hétérogénéités de champs de propriétés mécaniques au sein des particules et leur mode de décrépitation. A terme, ces aspects seront confrontés aux performances de stockage des intermétalliques et à leur stabilité sous cyclage d'hydrogène.

Remerciement : Ce travail a reçu le support financier de l'EUR-EIPHI Graduate School (contrat ANR-17-EURE-0002) et de la Région Bourgogne Franche-Comté à travers le projet CYCLAHMID. Les auteurs souhaitent également remercier les plateformes AMETISTE/FEMTO ST et ARCEN/ICB pour l'accès aux équipements.

[1] E. M. Dematteis, N. Berti, F. Cuevas, M. Latroche, M. Baricco, Materials Advances 2021, 2, 2524.
[2] M. Okumura, A. Ikado, Y. Saito, H. Aoki, T. Miura, Y. Kawakami, Int. J. Hydrogen Energy 2012, 37, 10715.
[3] L. Bebon, A. Maynadier, D. Chapelle, F. Thiebaud, Congrès Français de Mécanique 2019, Brest, France.