

# Influence de l'hydrogène sur les propriétés mécaniques de deux alliages de titane

A. POLONI<sup>a,b</sup>, A. OUDRISS<sup>a</sup>, J. CREUS<sup>a</sup>, C. BERZIOU<sup>a</sup>, E. CONFORTO<sup>a</sup>, S. COHENDOZ<sup>a</sup>, S. FRAPPART<sup>b</sup>,  
T. MILLOT<sup>b</sup>, A. MATHIS<sup>b</sup> and X. FEAUGAS<sup>a</sup>

alexandre.poloni@univ-lr.fr

(a) Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement UMR-CNRS 7356 - Université de La Rochelle - Avenue Michel Crépeau - 17042 La Rochelle – France

(b) Naval Group Research - Technocampus Ocean - 5 rue de l'Halbrane - 44340 Bouguenais – France

**Mots clefs :** Alliages de titane, T40, Grade 2, TA6V ELI, Grade 23, protection cathodique, eau de mer artificielle, absorption d'hydrogène, fragilisation par l'hydrogène, hydrures, approche locale de la rupture, propriétés mécaniques

## Résumé

Les alliages de titane sont très utilisés en construction navale pour leur capacité à se protéger contre la corrosion en eau de mer par la formation d'un film passif et stable d'oxyde de titane TiO<sub>2</sub> à leur surface. Pour autant, quand ils sont utilisés dans des systèmes avec d'autres matériaux protégés cathodiquement, l'impossibilité de les isoler les places dans les mêmes conditions. La réaction d'évolution de l'hydrogène (REH) peut être favorisée et l'absorption d'hydrogène peut amener à une fragilisation par la formation d'hydrures et/ou des interactions soluté/plasticité [Conforto2017, Feaugas2018]. Il est alors nécessaire de quantifier l'impact de l'absorption d'hydrogène sur les propriétés mécaniques en fonction des conditions de polarisation et de la composition des alliages. Pour ce faire nous avons choisi d'étudier deux alliages aux caractéristiques différentes, le T40, aussi appelé Grade 2, un alliage de titane commercialement pur monophasé  $\alpha$  et la TA6V ELI, aussi appelé Grade 23, un alliage biphasé  $\alpha/\beta$ . Nous cherchons à comprendre les différentes interactions de l'hydrogène avec la microstructure. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact de l'hydrogène sur les propriétés mécaniques des alliages de titane soumis à une polarisation cathodique en eau de mer.

Premièrement, les cinétiques d'absorption d'hydrogène dans ces alliages sous polarisation cathodique dans différents milieux (eau de mer artificielle, dans une solution NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> glycérolé) sont étudiées. Les mesures de quantité d'hydrogène sont faites par TDS en fusion totale.

Ensuite, une approche locale de la rupture est menée par des essais de traction, fractographies, observations MEB et calculs par éléments finis sur différents types d'éprouvettes (non chargées ou chargées / Lisses, entaillées en U ou entaillées en V).

## Références

[Combres1997] Y. COMBRES « Métallurgie et recyclage du Titane et de ses alliages », Techniques de l'ingénieur, M2355 V1, 10 juin 1997.

[Conforto2017] E. Conforto, I. Guillot, X. Feaugas. 2017 « Solute hydrogen and hydride phase implications on the plasticity of zirconium and titanium alloys: a review and some recent advances. » Phil. Trans. R. Soc. A **375**:20160417.

[Feaugas2018] X. Feaugas, D. Delafosse "Interactions hydrogène/défauts cristallins : effets sur la plasticité et la rupture", Couplages « mécanique – microstructure – corrosion », iSTE éditions, collection Science des Matériaux, p. 219-243, 2018.

[Lunde1993] L. Lunde and R. Nyborg, "Hydrogen Absorption of Titanium Alloys During Cathodic Polarization", Sandefjord, Norway, 7-9 June 1993

[Lunde2002] L. Lunde and M. Seiersten "Hydrogen absorption in cathodically polarized titanium alloys" 21ST international conference on offshore mechanics and arctic engineering, OMAE2002-28580, Oslo, Norway, June 23-28, 2002.

[Huez1998] J. Huez, X. Feaugas, A.L. Helbert, I. Guillot, and M. Clavel "Damage Process in Commercially Pure  $\alpha$ -Titanium Alloy without (Ti40) and with (Ti40-H) Hydrides", Metallurgical and materials transactions A, Volume 29A, June 1998, p.1615-1628.

[Li2010] Li Miaoquan, Zhang Weifu, Zhu Tangkui, Hou Hongliang, Li Zhiqiang « Effect of Hydrogen on Microstructure of Ti-6Al-4V Alloys » Rare Metal Materials and Engineering, 2010, 39(1): 0001-0005.