

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Rôle de la microstructure dans la résistance à la corrosion des matériaux métalliques pour la production d'énergies décarbonées

Référence : **MAS-DMAS-2025-03**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/03/2025

Date limite de candidature :

Mots clés

Oxydation à haute température, thermodynamique, cinétique chimique, microstructure, procédé d'élaboration

Profil et compétences recherchées

Ingénieur ou Master 2 science des matériaux

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Les matériaux employés dans les unités de conversion d'énergie sont confrontés à des environnements agressifs : air et mélange gazeux H₂/H₂O dans les électrolyseurs à hydrogène et piles à combustible, eau pressurisée dans le circuit primaire des REP, ... Leur résistance à la corrosion repose sur la formation d'une couche d'oxyde uniforme à croissance lente. Ce régime protecteur est communément obtenu par la réaction préférentielle d'un élément d'alliage : le chrome dans les aciers inoxydables par exemple. La capacité d'un matériau à assurer cette oxydation sélective est déterminée, en partie, par sa composition et ses propriétés de diffusion, elles-mêmes largement pilotées par la microstructure de sa surface. En particulier, les joints de grains du métal constituent des court-circuits de diffusion, et en conséquence, une taille de grains plus faible est souvent bénéfique du point de vue de l'oxydation sélective. Certains procédés d'élaboration industriels tels que le meulage et le grenailage produisent un écrouissage de surface. La présence d'une zone sévèrement déformée, avec une forte densité de dislocations et de joints de grains, tend également à favoriser la formation d'une couche d'oxyde protectrice. Cependant, la microstructure en surface évolue pendant l'exposition, par recristallisation et croissance de grains. Par conséquent, les cinétiques des évolutions microstructurales, de la diffusion et de l'oxydation sont étroitement couplées. Ainsi, le contrôle de la microstructure des alliages constitue un levier important pour l'augmentation de leur résistance à la corrosion sur le long-terme. Cette importance de la microstructure sur le comportement en corrosion à long-terme est également rencontrée pour les revêtements et des microstructures optimales sont à rechercher.

L'objectif de cette thèse est d'améliorer notre compréhension du rôle de la microstructure de surface dans la formation des couches d'oxyde protectrices, et d'en tirer des outils utiles à la conception de matériaux plus résistants. Les données extraites de ce travail pourront notamment permettre de conseiller les industriels sur des microstructures « idéales » de surface à la fois pour un alliage nu mais aussi pour des revêtements (forme et taille des grains notamment). La thèse proposée repose sur l'association de travaux expérimentaux et de simulations, dans deux organismes de recherche français de renommée internationale, le CEA et l'ONERA.

L'étudiant-e devra synthétiser des alliages et des revêtements de différentes compositions avec des microstructures différentes par des procédés de métallurgie classique et de la PVD-HiPIMS. Puis il/elle réalisera des essais d'oxydation à différentes températures (300-900 °C) pour évaluer le comportement en oxydation. À cette fin, de nombreuses techniques d'analyse seront utilisées (spectrométrie de masse, microscopie électronique à balayage, microscopie électronique en transmission, diffraction des rayons X, ...). Le comportement en oxydation observé sera comparé à des résultats de simulation obtenus à l'aide du logiciel COMSOL et de codes développés en interne.

L'étudiant-e sera intégré dans des équipes de recherche dynamiques comprenant de nombreux étudiants. Le travail réalisé pourra être valorisé lors de présentations orales dans des conférences nationales et internationales.

Collaborations envisagées

Fabien Rouillard, CEA Saclay

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Matériaux et Structures

Lieu (centre ONERA) : Châtillon

Contact : Thomas GhenoTél. : 01 46 73 46 99 Email : thomas.gheno@onera.fr**Directeur de thèse**

Nom : Thomas Gheno

Laboratoire : ONERA/DMAS

Tél. : 01 46 73 46 99

Email : thomas.gheno@onera.frPour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>