

Etude des mécanismes de corrosion sous contrainte des aciers inoxydables super-martensitiques en milieu H₂S

Martin MONNOT

Sous la direction de M. Mantel, R. Nogueira (LEPMI), R. Estevez, V. Roche (LEPMI)

Jeudi 28 septembre à 10h00

Amphithéâtre André Rassat (UFR Chimie, bat. E)

Résumé : Les aciers inoxydables super martensitiques sont très utilisés dans le secteur de l'exploration et de la production pétrolière, mais ils présentent des ruptures en service en conditions sévères. L'objectif de cette étude est d'apporter une meilleure compréhension du mécanisme de corrosion sous contrainte de ces matériaux en milieu H₂S. Pour cela, des coulées laboratoires ont été élaborées avec différents teneurs en molybdène, élément connu pour améliorer la résistance à la corrosion. Ces ajouts d'éléments d'alliage impliquent alors une caractérisation fine de la microstructure, pour bien appréhender par la suite les mécanismes de rupture. Une attention particulière a été apportée à l'évolution de la fraction d'austénite et de ferrite résiduelle avec les traitements thermiques d'hypertrempe et de revenus qui sont couramment pratiqués sur ces nuances. Puis, par des mesures électrochimiques sans contrainte mécanique, l'ajout de molybdène a été identifié comme bénéfique pour renforcer la passivité de la nuance dans le milieu H₂S. Pour des teneurs en molybdène inférieures à 2,25%, des produits de corrosion ont été identifiés, principalement des sulfures de nickel, qui sont des inhibiteurs de la recombinaison de l'hydrogène. Par la suite, des essais de corrosion sous contrainte sous charge statique et dynamique couplés à des mesures d'impédance électrochimique montrent un effet bénéfique du molybdène et de l'austénite résiduelle. Le molybdène permet notamment de réduire les défauts du film passif. Un modèle d'éléments finis permet de simuler les essais de traction lente en tenant compte de la fragilisation par hydrogène. Afin de l'alimenter avec des paramètres expérimentaux, une cellule de perméation électrochimique a été montée et a permis de mesurer le coefficient de diffusion de l'hydrogène au sein de nos différentes coulées. Le modèle présente alors une bonne adéquation avec les résultats expérimentaux et une étude paramétrique a été réalisée sur le coefficient de diffusion et sur la concentration interfaciale en hydrogène. Enfin, une synthèse permet la proposition d'un mécanisme de corrosion sous contrainte comportant deux étapes : la résistance du film passif pour limiter l'absorption de l'hydrogène dans la matrice et le piégeage de l'hydrogène par l'austénite résiduelle en fonction de la déformation.