



Master AE, parcours « Transports Aéronautiques et Terrestres »

Laboratoire : P' PMM, ENSMA - Poitiers

Responsables du stage

Gilbert HENAFF, Damien HALM, Mikael GUEGUEN

Financement : indemnités du Laboratoire

Simulation de la fragilisation par hydrogène Application à l'essai de disque

Application et Débouchés : stockage et transport de l'énergie

Outils et connaissances à utiliser : Eléments Finis (Abaqus), Fatigue, Mécanique de la rupture, Endommagement

Nature du travail : Numérique

L'utilisation de l'hydrogène comme alternative aux énergies fossiles pose la question de son transport dans des réseaux de canalisations et son stockage, ce qui soulève entre autres la question de la compatibilité des matériaux métalliques utilisés vis-à-vis de l'hydrogène gazeux. En particulier, la fragilisation des métaux par l'hydrogène est un phénomène aujourd'hui connu, bien que son interprétation soit encore aujourd'hui sujette à débat.

Des outils spécifiques de modélisation, intégrant de multiples mécanismes de dégradation en pointe de fissure, ont été développés dans le cadre des thèses de C. Moriconi (ENSMA, 2012) et G. Bilotta (ENSMA, 2016). Ils reposent essentiellement (i) sur le développement d'un élément de type « zone cohésive » à même de rendre compte de l'endommagement induit conjointement par le chargement mécanique et par l'hydrogène ayant diffusé puis ségrégré sur l'interface constitué par l'élément cohésif, (ii) sur l'introduction dans les éléments de volume jouxtant les éléments cohésifs d'une loi de diffusion de l'hydrogène couplée au chargement mécanique appliqué. Ces éléments sont intégrés dans le code de calcul par éléments finis Abaqus.

Le stage proposé poursuit deux objectifs :

- (i) la poursuite du développement d'une loi de traction-séparation pour les éléments cohésifs à même de simuler tant les chargements monotones que cycliques, dans un premier temps sous atmosphère inerte
- (ii) la validation de l'approche en modélisant l'essai de disque qui permet, d'une manière normalisée, de déterminer la sensibilité des matériaux à l'hydrogène. Cet essai allie un chargement de pression imposée à des champs mécaniques et de diffusion qui évoluent simultanément.

Le travail proposé s'articule de la manière suivante :

- Phase bibliographique : le stage débutera par une phase de compréhension des mécanismes de fragilisation
- Phase de prise en main : les outils de modélisation déjà développés seront testés sur des cas simples
- Phase d'identification : les paramètres des modèles seront identifiés par comparaison aux essais monotones et cycliques sous air
- Phase de développement : les modèles seront étendus en introduisant l'effet fragilisant de l'hydrogène. La fiabilité des modèles sera testée en comparant les résultats aux essais de fissuration sous différentes pressions d'hydrogène.
- Phase de validation : l'essai de disque sera simulé dans différentes conditions afin de juger de l'aptitude de l'approche à simuler la rupture d'une structure soumise à des sollicitations couplées, monotones ou cycliques.

Coordonnées des porteurs : Gilbert HENAFF (gilbert.henaff@ensma.fr), Damien HALM (damien.halm@ensma.fr), Mikael GUEGUEN (Mikael.gueguen@ensma.fr)