



Master Aéronautique et Espace

Parcours Transports

Aéronautiques et Terrestres

Laboratoire : P' PMM, ENSMA - Poitiers

Responsables du stage : Abel RAPETTI,
Mikaël GUEGUEN, Damien HALM

Financement : indemnités du Laboratoire

Simulation de la tenue au feu de réservoirs de stockage de l'hydrogène en composite bobiné à matrice thermoplastique

Application et Débouchés : stockage de l'énergie

Outils et connaissances à utiliser : Eléments Finis (Abaqus), Fortran, Durabilité des composites, Endommagement, Thermique

Nature du travail : Numérique

Dans la perspective de réduire la dépendance aux énergies fossiles, les constructeurs automobiles ont entamé des recherches visant à utiliser des piles à combustible pour produire de l'électricité qui assurera la propulsion des véhicules. L'hydrogène nécessaire à ces piles est stocké dans des réservoirs à haute pression (700 bar). Alors que les générations de réservoirs actuellement embarquées sont constituées d'un liner polymère assurant l'étanchéité, d'embases métalliques aux extrémités pour alimenter la pile et d'une coque en matériau composite thermodurcissable bobiné sur le liner, des recherches visent à utiliser des composites à matrice thermoplastique, qui ont l'avantage de simultanément confiner l'hydrogène et résister à la pression. On s'affranchit ainsi du liner. Ce nouveau type de réservoir est l'objet d'étude du projet européen THOR, dont l'Institut P' est partenaire.

Afin de qualifier ce type de structure à un usage dans l'automobile, il est nécessaire de vérifier sa résistance à des situations accidentelles ou malveillantes, par exemple des incendies. En exploitant les résultats d'une campagne expérimentale visant à déterminer la résistance mécanique résiduelle d'échantillons de composite thermoplastique soumis à un flux de chaleur calibré, ce stage a pour objectif de mettre au point un modèle éléments finis capable de simuler le temps que mettra un réservoir sous pression à exploser lorsqu'il est soumis à un incendie. On explorera également le concept de « fuite avant explosion » en vérifiant que la fusion de la matrice polymère peut constituer un fusible thermique, empêchant l'éclatement.

Pour résoudre ce problème, on utilisera le logiciel de simulation par éléments finis Abaqus.

Le travail proposé s'articule de la manière suivante :

- Phase bibliographique : le stage débutera par une phase de compréhension des mécanismes de dégradation dans les composites soumis au feu et de leur simulation, de découverte des essais thermomécaniques à l'échelle de l'échantillon et d'appropriation de simulations déjà réalisées pour des réservoirs thermodurcissables
- Phase de simulation : à partir des données expérimentales, on simulera les transferts de chaleur dans la paroi des réservoirs et la dégradation des propriétés mécaniques due à la pyrolyse afin d'estimer le temps à éclatement
- Phase d'optimisation : en comparant la simulation du temps à éclatement et du temps de fusion de la paroi interne du réservoir, on proposera un design permettant d'éviter l'explosion.

Coordonnées des porteurs :

Abel RAPETTI – abel.rapetti@ensma.fr

Mikaël GUEGUEN – mikael.queguen@ensma.fr

Damien HALM – damien.halm@ensma.fr