



# Mastère Spécialisé

## Design des Matériaux et des Structures

(DMS)

### OFFRE DE SUJET MASTERE DMS 2024/2025

#### Encadrement

---

Lucien LAIARINANDRASANA, Cristian OVALLE RODAS (MINES PARIS), Thomas BOUCHERES, Anh-Tuan TA et Henri-Alexandre CAYZAC (ARKEMA)

#### Titre

---

**Etude du comportement et de la durabilité du PolyAmide 11 destiné au « liner » des réservoirs type IV en vue du stockage de l'hydrogène**

#### Contexte et objectifs scientifiques

---

La décarbonation constitue un enjeu économique et sociétal d'envergure. Dans cet objectif, l'utilisation de l'hydrogène comme source d'énergie propre est certainement un des moyens permettant de réduire ou d'éliminer les émissions de gaz à effet de serre. Cependant, sa mise en œuvre est confrontée à des défis scientifiques et techniques majeurs liés à son transport et à son stockage.

On s'intéresse dans ce projet au matériau PolyAmide 11 (PA11) pour lequel ARKEMA travaille aujourd'hui autour de l'application « liner » pour les réservoirs type IV en vue du stockage de l'hydrogène. Il s'agit alors pour 1 ou 2 grades spécifiques à cette application d'effectuer de l'expérimentation dédiée afin d'analyser les mécanismes de déformation, d'endommagement et de rupture sous un chargement similaire à celui subi par le liner pendant son service avec notamment de la compression, du maintien en pression et de la décompression. L'objectif final étant:

- d'identifier les paramètres matériaux de modèles poreux élasto-visco-plastiques et de les transcrire dans le code EF ANSYS;
- d'analyser une méthodologie pour caractériser la durabilité de la structure "réservoir".

#### Objectif et travail proposé

---

Au sein du Centre des Matériaux (MINES Paris, PSL, CNRS UMR 7633, Evry), ce stage de Mastère Spécialisé DMS en partenariat avec ARKEMA propose une étude expérimentale et numérique sur la durabilité du PA11 utilisé comme matériau constitutif du liner dans des réservoirs pour le stockage de l'hydrogène. Cette étude revêt une importance particulière pour ARKEMA. L'entreprise, au cours des nombreuses années de collaboration avec le Centre Des Matériaux (CDM), a réussi à constituer une librairie de lois de comportement pour un grand nombre de matériaux d'intérêt. Le choix des modèles de comportement comme l'identification des paramètres qui lui sont associés sont issus du code de calcul par éléments finis Zset (code interne CDM).

Dans le cadre de ce stage, ARKEMA souhaite comparer les lois de comportement élasto-visco-plastiques avec endommagement Gurson-Tvergaard-Needleman (GTN) disponibles dans ANSYS avec celles implémentées dans Zset et de comprendre les écarts / limites qu'il pourrait y avoir

entre les deux codes de calcul. Si possible un benchmark avec ABAQUS serait également souhaitable.

Cette étude numérique sera complétée par une étude expérimentale permettant de constituer une base de données bien instrumentée, fiable dans laquelle la déformation à l'échelle de la microstructure sera renseignée.

Des simulations sur structures complètes sont envisagées. ARKEMA fournira des géométries représentatives des applications visées.

L'étude de la durabilité sera effectuée grâce à des simulations numériques représentatives des essais de cyclage sous pression que voient ces structures lorsqu'elles sont testées pour certification.

Le stage sera basé au Centre des Matériaux de Mines Paris. Des missions pourraient être envisagées à Lyon au CRRA et à Serquigny au CERDATO en fonction des besoins du projet.

### **Mots-clefs**

---

Matériaux polymères, lois de comportement élasto-visco-plastiques avec endommagement Gurson-Tvergaard-Needleman (GTN), essais mécaniques, simulations EF,

### **Profil demandé**

---

Ce stage s'adresse à un(e) étudiant(e) de niveau M2 ou Bac+5. Une forte motivation pour la recherche appliquée et pour le travail en partenariat avec l'industrie est souhaitable. L'étudiant(e) doit avoir des connaissances de base des méthodes numériques (notamment la méthode des éléments finis). Une familiarité avec les logiciels de modélisation et simulation numérique, tels que ANSYS, ABAQUS, Zset ou similaires est un gage de réussite dans la réalisation de ce projet. Un attrait pour le travail expérimental serait un plus.