

## Résumé du sujet de thèse

Titre : Influence des types de renfort sur les performances des tuyaux multi-couches à matrice en Polypropylène.

**Contexte :** Les nouveaux matériaux avancés, sous forme de composites, se développent de plus en plus pour répondre aux besoins socio-économiques et environnementaux.

Ces matériaux, caractérisés surtout par leur légèreté et la diversité de leur composition suivant l'application désirée, envahissent de plus en plus le monde industriel et remplacent d'une manière remarquable les matériaux classiques tels que les métaux et les céramiques. Ces matériaux sont devenus indispensables dans plusieurs domaines notamment le transport, l'électroménager, le bâtiment, ...

**Problématique :** L'une des applications attirantes dans l'industrie c'est l'utilisation des composites multicouches dans la fabrication des conduits et tuyaux plastiques destinés au bâtiment et aux réseaux sanitaires urbains (eau chaude et froide, chauffage, plomberie, eaux usées...) où des conditions de sollicitations sévères (mécaniques, hydriques et thermiques) y sont imposés. Ces composites multicouches représentent une solution permettant d'améliorer la durée de vie de ce type de structure face aux différentes sollicitations.

Le Polypropylène (PP) se présente comme un matériau incontournable dans la fabrication des tuyaux et conduits. Ces structures devraient franchir des conditions extrêmes d'utilisation (changement de température du fluide transporté, vieillissement climatique, haute pression...) pour lesquelles le PP seul semble ne pas être suffisant. La solution de composite multi-couches à matrice PP renforcée avec des fibres et/ou particules injectées dans la composition radiale s'avère nécessaire pour augmenter la résistance et la rigidité. Parmi les éléments de renfort qui peuvent être utilisés on peut citer par exemple : les particules de Talc, les fibres de verre et/ou de Carbonate de Calcium ( $\text{CaCO}_3$ ), ... En revanche, l'addition d'une couche d'Aluminium pourrait contribuer à la diminution du coefficient de dilatation thermique du tuyau. Par ailleurs, la configuration optimale de la structure du composite multicouches (épaisseurs de couches, fraction volumique de renfort, type de renfort, arrangement...) reste une piste de recherche à explorer. Parmi les aspects qui restent également inexplorés dans la littérature on trouve la sensibilité au phénomène de vieillissement à long terme qui peut avoir lieu lorsque les conduits sont utilisés en applications souterraines. Ce phénomène affaiblit considérablement les propriétés physiques et mécaniques et devrait être étudié.

### Objectifs :

- Développement de nouveaux composites multi-couches à matrice polypropylène qui serviront dans la fabrication des composants du domaine du bâtiment tels que les conduits et tuyaux.
- Etablir de façons théorique et expérimentale les liens qui peuvent exister entre les paramètres d'élaboration (teneur de renfort, type de renfort, épaisseurs des couches, répartition des couches), la microstructure (dispersion et distribution des renforts, adhésion matrice-renfort) et la performance du composite (résistance, rigidité, durée de vie, etc.).
- Evaluer le vieillissement du composite sous conditions climatiques
- Etudier la rigidité de structure du conduit résultant (produit final)
- Développer un outil numérique permettant la modélisation des structures composites multicouches et la prédiction de leurs propriétés thermomécaniques.

**Méthodologie :** La thèse sera réalisée dans le cadre du programme de cotutelle de thèses entre l'Université Libanaise (UL) et l'Université de Technologie de Troyes (UTT) sur une durée standard de 36 mois. Le (la) future doctorant(e) sera codirigé(e) par Houssem Badreddine et Akram Alhussein, enseignants-chercheurs à l'UTT, et par Georges Challita, enseignant-chercheur à l'UL.

La méthodologie d'étude s'appuie sur une approche multi-échelle permettant de corréler l'état microstructural du matériau et ses propriétés résultantes. Ce projet s'articule autour de plusieurs tâches :

Taches à faire au laboratoire CRSI de l'Université Libanaise, Faculté de Génie et au sein de l'industrie partenaire API fabricante de conduits et tuyaux :

- 1) Etablissement d'un protocole de fabrication des couches composites (PP – Talc - CaCO<sub>3</sub> – fibre de verre - Aluminium) par extrusion qui assure une bonne dispersion et distribution des renforts avec les teneurs désirées. Réalisation des essais expérimentaux correspondants.
- 2) Etablissement d'un protocole de fabrication des conduits composites multi-couches par extrusion qui assure une bonne adhérence entre les couches. Réalisation des essais expérimentaux correspondants.
- 3) Développement d'un outil numérique pour la simulation et la prédiction des structures en composites multicouches.

Taches à faire au laboratoire LASMIS de l'Université de Technologie de Troyes :

- 1) Caractérisations mécaniques du/des matériau(x) composite(s) (DSC, FTIR, Traction, etc...) et du conduit multi-couches (Flexion 3 points, Impact Charpy, Traction, Fluage, MEB sur la zone de soudage, etc....)
- 2) Evaluation de la performance du matériau dans des conditions environnementales (Résistance hygrothermique, etc...).
- 3) Valider les résultats de simulations numériques par rapport aux résultats expérimentaux.

**Mots clés :** Composites multi-couches, extrusion, Polypropylène, caractérisations mécaniques, modèles de comportement, simulations numériques.

#### **Références :**

1. E. Samaha, W. Yared, G. Challita  
**Influence of the reinforcement of PP-RCT pipes by an internal glass-Polypropylene composite layer.** *ICCS 22, 22<sup>nd</sup> International conference on composite structures, October 31- November 3, 2019, Wuhan, China.*
2. J. Wassenaar  
**Polypropylene materials for sewerage and drainage pipes with reduced energy and carbon footprints.** *Journal of Materials Science and Engineering, pp.283-290, 2016.*
3. V. Rangary, H. Mahfuz, H. Jeelani, P. Mallick, Y. Zhou  
**Experimental study on thermal and mechanical behaviour of polypropylene, talc/polypropylene and polypropylene /clay nanocomposites.** *Materials Science and Engineering, vol. 402, pp. 109-117, 2005.*
4. H. Khoury Moussa  
**Design and finite element analysis of a multilayer composite sewage pipe.** *Master thesis, Lebanese University, Faculty of Engineering, 2019.*