

Titre : Caractérisation des matériaux et propriétés des structures tubulaires pour l'ingénierie tissulaire des vaisseaux sanguins

Mots clés : Fabrication additive, biofabrication, rhéologie, biomatériaux, ingénierie tissulaire des vaisseaux sanguins

Résumé : De nos jours, l'une des principales causes de décès est les maladies cardiovasculaires (MCV), qui contribuent à 32% de la mortalité mondiale. Cependant, 85% de la mortalité causée par les MCV sont dues aux maladies des artères coronaires et aux accidents vasculaires cérébraux. Bien que les solutions médicales actuelles impliquent des greffes vasculaires telles que des stents et des pontages, les risques majeurs d'infections, de rejet des implants ou de décès sont à prendre en compte. Par conséquent, avec les avancées de la bio-impression, l'ingénierie tissulaire des vaisseaux sanguins est devenue une solution prometteuse. Néanmoins, le développement d'artères et de veines fonctionnelles est complexe car une reproduction de l'anatomie à petite échelle est nécessaire. Ce travail concerne deux aspects majeurs : le premier est la modélisation du comportement des biopolymères utilisés pour les supports 3D des vaisseaux sanguins au cours de leurs productions, afin de prédire leurs dimensions ;

le deuxième concerne la fabrication de structures tubulaires par impression 3D et moulage pour effectuer une comparaison de leurs propriétés physiques et mécaniques. Le modèle analytique montre un comportement d'écoulement pseudo-plastique du matériau à des températures élevées. Cependant, lorsque la température diminue, l'hydrogel se comporte comme un fluide à seuil. Bien que ce deuxième résultat montre un comportement du fluide différent du précédent, les deux hypothèses sont vérifiées pour des conditions thermiques variées. De plus, les structures moulées donnent des propriétés physiques supérieures aux supports imprimés en 3D, en revanche leurs propriétés élastiques sont inférieures. Ainsi, les résultats indiquent que la fabrication additive (AM) est efficace pour fabriquer des structures de grand diamètre, tandis que le moulage est plus adapté pour produire des supports de petit diamètre.

Title : Material characterization and scaffold properties of tubular constructs for tissue engineering of blood vessels

Keywords : Additive manufacturing, biofabrication, rheology, biomaterials, tissue engineering of blood vessels

Abstract : Nowadays, one of the primary causes of death is cardiovascular diseases (CVDs) which contributes to 32% of global mortality. However, 85% of the life losses caused by CVDs are due to coronary arteries disease and strokes. While current medical solutions involve vascular grafts such as stents and bypasses, one cannot neglect the major risks of infections, implant rejection or death. Therefore, with the advances of bioprinting, tissue engineering of blood vessels has become promising solution. Nevertheless, the production of functioning arteries and veins is not a straightforward process as one must replicate the complex anatomy on such a small scale. This work concerns two major aspects: one involves modeling the behavior of the biopolymers used to fabricate 3D scaffolds for blood vessel tissue engineering in order to predict the dimensional accuracy under varying set of conditions.

The second aspect covers producing tubular constructs using 3D printing and molding to perform a comparative study of their physical properties and strain at break. The results of the analytical model proved that the polymer exhibits shear thinning behavior at elevated temperatures. However, once the temperature was decreased the material behaved as yield-stress fluid. Even though the second discovery contradicted the initial results, both findings hold true at altering temperature conditions. Moreover, the conclusions from the comparative study demonstrated that while molded structures offered superior properties than 3D printed scaffolds in terms of accuracy, their elastic properties were inferior that the 3D printed constructs. Thus, findings indicate that additive manufacturing (AM) is effective for creating large diameter constructs, whereas molding show potential for producing small diameter scaffolds.