
Epreuve sans document
Durée de l'épreuve : 1h
Ce sujet comporte 3 pages.

Sujet extrait de l'article "Optimization of the Rheological Properties of Self-Assembled Tripeptide/Alginate/Cellulose Hydrogels for 3D Printing" de A. Hernández-Sosa, *Polymers* 2022, 14, 2229. <https://doi.org/10.3390/polym14112229>.

L'impression 3D est une technique de plus en plus répandue pour créer des structures tridimensionnelles pour des applications d'ingénierie tissulaire. C'est notamment le cas des formulations à base d'alginate/cellulose qui sont utilisées en tant qu'encre pour l'impression 3D. L'alginate (Alg) est choisi pour ses propriétés mécaniques, sa gélification rapide en présence de chlorure de calcium (CaCl_2) et son absence de toxicité. La cellulose micro-cristalline (MCC), cellulose sous forme de particules de taille de quelques dizaines de micromètres est, pour sa part, ajoutée à l'hydrogel pour moduler les propriétés mécaniques de l'encre. Enfin, un peptide auto-assemblé (Fmoc-FFY) est ajouté dans la formulation des encres pour promouvoir l'adhésion cellulaire.

Les échafaudages (scaffolds) imprimés par impression 3D, à base d'encres composées d'Alg, de 40 % de MCC (Alg_MCC40) et de peptide Fmoc-FFY (Alg_MCC40_FFY) sont caractérisés par Microscopie Electronique à Balayage (MEB) et spectroscopie FTIR. La cyto-compatibilité des échafaudages a été testée par contact avec des cellules d'ostéosarcome MG63.

A- Hydrogel, analyse rhéologique et impression 3D

Question 1 : Dans cette étude, la gélification de l'alginate est obtenue par ajout de CaCl_2 . Expliquer en faisant un schéma le mécanisme de gélification. Obtient-on un gel chimique ou physique ?

Question 2 : Expliquer de façon synthétique ce qu'est l'impression 3D et les grandes étapes de ce procédé.

Question 3 : Une analyse rhéologique en écoulement a été conduite sur les encres Alg_MCC40 et Alg_MCC40_FFY. La figure suivante (Figure 1) présente les variations de la viscosité de ces deux systèmes en fonction du taux de cisaillement.

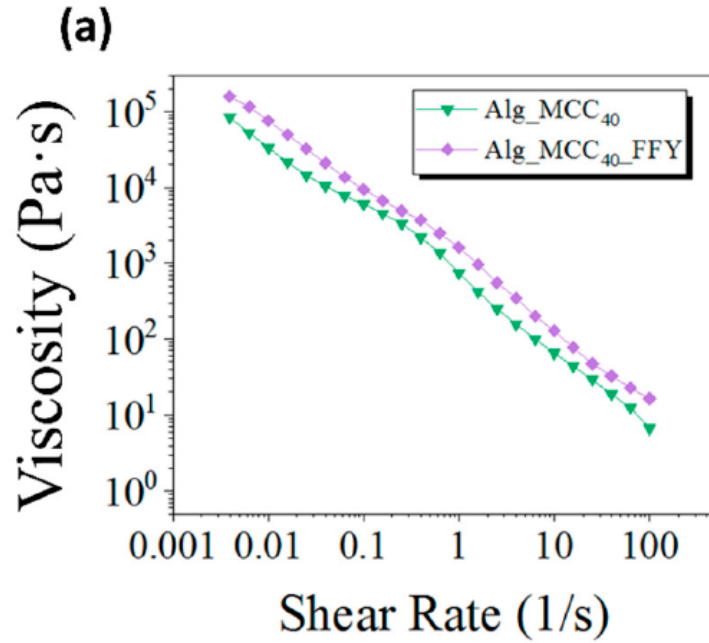


Figure 1

Quel comportement rhéologique est obtenu ? Expliquer pourquoi ce comportement est intéressant lorsque l'on imprime ces encres par un procédé d'impression 3D par extrusion.

B- Analyse de surface

La MEB a été réalisée après que les échantillons aient été recouverts d'une fine couche d'or pour permettre la conduction.

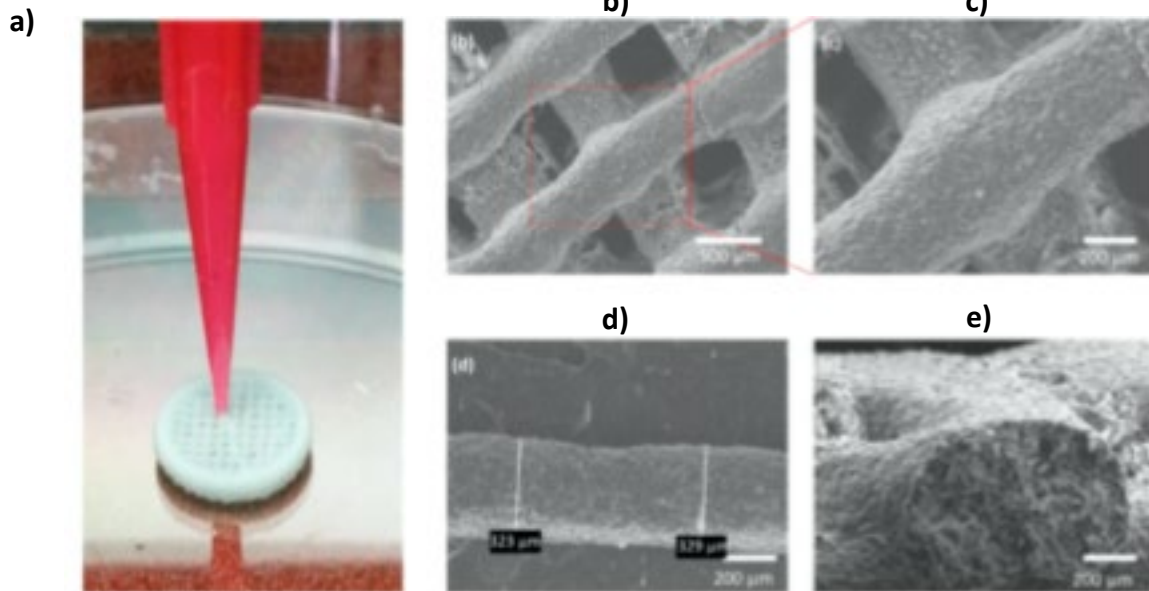


Figure 2 : a) Image représentative de l'échafaudage 3D imprimé à partir de l'encre *Alg_MCC40* ; b) Image MEB de cet échafaudage, vue de dessus; c) zoom dans la zone marquée en rouge ; d) filament isolé avec ses mesures ; e) coupe d'un filament imprimé.

Question 1 :

- a) Donner le principe général de la MEB.
- b) Au regard des images données dans la figure précédente, que pouvez-vous observer pour cet échafaudage ?

Question 2 :

L'IRTF en mode ATR est utilisé pour étudier la structure chimique des encres. Rappeler le principe général de la spectroscopie FTIR et indiquer pourquoi le mode ATR permet l'analyse de surface ?

C- Biocompatibilité

Question 1 : Donner la définition de la biocompatibilité d'un biomatériau. Quelle réaction biologique est mise en jeu lors de l'implantation d'un biomatériau sous la peau, par exemple ?

Question 2 : La viabilité des cellules MG63 au contact des échafaudages *Alg_MCC40* et *Alg_MCC40_FFY* pendant 24 et 48h a été mesurée et exprimée en pourcentage de la viabilité des cellules contrôles (A sur la figure suivante). La prolifération des cellules au contact des scaffolds *Alg_MCC40* et *Alg_MCC40_FFY* ont été déterminées après 24, 72h et 7 jours. La fluorescence émise suite à la métabolisation du réactif Alamar Blue est proportionnelle au nombre de cellules présentes (B sur la figure 3 suivante).

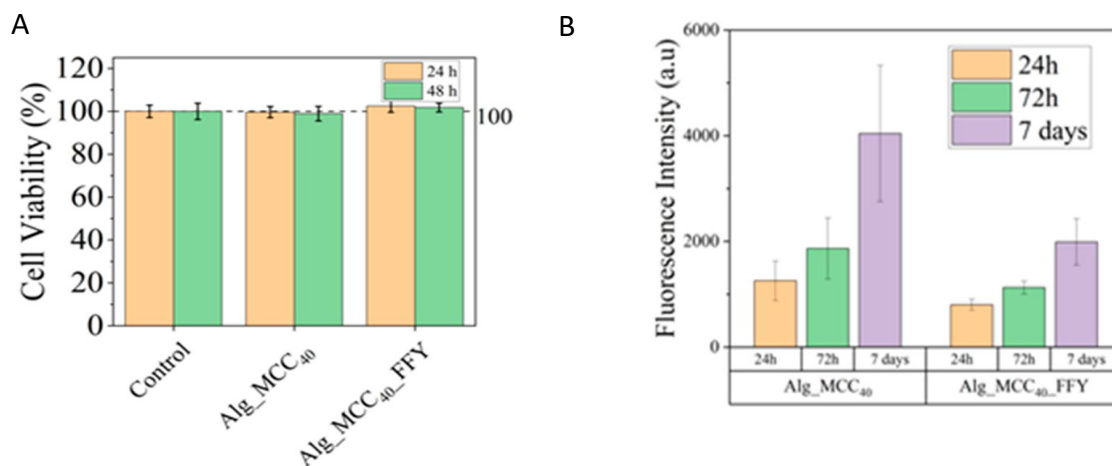


Figure 3

Décrivez brièvement les résultats obtenus et concluez sur l'intérêt des échafaudages 3D à base d'alginate sur la viabilité et la prolifération des cellules MG63.