



©INRAE
Courbure des films
asymétriques quand
ils sont soumis à une
augmentation de pH.

Assemblage contrôlé des nanocelluloses pour développer la motricité macroscopique



En savoir plus

Chemin M *et al.*

pH-Responsive Properties of Asymmetric Nanopapers of Nanofibrillated Cellulose.

Nanomaterials . 2020 - [10.3390/nano10071380](#)

Contact

Ana Villares

UR BIA

ana.villares@inrae.fr



Contexte

Les actionneurs sont des matériaux qui changent de forme sous l'application d'un stimulus externe. Le changement est généralement une augmentation ou diminution des dimensions du matériau, et le stimulus peut être, par exemple, l'humidité, la température, la lumière ou le pH. Aujourd'hui, la plupart des actionneurs sont fabriqués à partir de polymères synthétiques ou de semi-conducteurs. Ils présentent de bonnes propriétés en termes de stabilité et réversibilité, cependant, leur cycle de vie entraîne généralement des procédés énergivores et/ou toxiques.

Nous nous intéressons à l'utilisation des biopolymères pour la fabrication des actionneurs dans une démarche de valorisation de la biomasse lignocellulosique vers la Bioéconomie. Dans ce contexte, nous étudions les nanofibres de cellulose, qui sont obtenues par la délamination mécanique de la fibre cellulosique, donnant lieu à des objets de quelques nanomètres de section et quelques microns de longueur. Les nanofibres de cellulose ont des propriétés mécaniques, barrières et optiques très attractives, et elles sont largement utilisées dans la fabrication de composites, emballages, et revêtements.

Résultats

La nouveauté de notre étude est la fabrication de films avec une structuration asymétrique de nanofibres de cellulose. Ces nanofibres ont subi une oxydation permettant d'introduire des groupements chargés (COOH/COO⁻). Les films sont réalisés de

manière à présenter un gradient de concentration de groupements stimulables par le dépôt successif de couches des nanofibres de cellulose fonctionnalisées et non fonctionnalisées. En conséquence, la concentration de groupements COOH augmente tout au long de l'épaisseur du nanopapier. Quand le nanopapier est soumis au stimulus (augmentation du pH), la couche fonctionnalisée devient plus chargée que la couche de nanofibres non modifiées. La répulsion électrostatique entre les charges sépare les nanofibres, ce qui entraîne la prise d'eau et l'augmentation du volume. La réponse différente des couches des nanofibres fonctionnalisées et non fonctionnalisées donne lieu à un gonflement asymétrique. Cette réponse asymétrique crée des tensions au sein du film qui se traduit par une courbure à l'échelle macroscopique. Cette structuration peut avoir des applications dans le domaine de la robotique (pinces et leviers pour la manipulation, muscles et tissus artificiels, etc.).

Perspectives

Nous étudierons comment les changements structurels en réponse à plusieurs stimuli externes peuvent être combinés pour fabriquer des matériaux programmables. L'idée est de concevoir de nouvelles architectures celluloses pour étudier le conditionnement par des stimuli, dans le but ultime de développer des fonctions "mémoire" au sein du matériau.