

---

# L'alignement de nanofibres de cellulose pour le développement d'actionneurs souples

Leray Nadege<sup>\*1</sup>, Céline Moreau<sup>2</sup>, Lisa Lopes Da Costa<sup>3</sup>, and Ana Villares<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unité de recherche Biopolymères, Interactions Assemblages (UR BIA, F-44316 Nantes) – Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) – France

<sup>2</sup>Unité de recherche Biopolymères, Interactions Assemblages (UR BIA, F-44316 Nantes) – Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) – France

<sup>3</sup>Unité de recherche Biopolymères, Interactions Assemblages (UR BIA, F-44316 Nantes) – Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) – France

## Résumé

La Nature offre un panel de structures douées de mouvements complexes hygroscopiques tels que la courbure ou la torsion (e.g. : écaille de pomme de pin, pétales de fleurs...). En mimant ces structures, une nouvelle génération de matériaux bioinspirés, appelés également actuateurs souples, a été développée ces dernières années (1, 2).

Dans ce contexte, ce travail se focalise sur le développement d'une nouvelle génération d'actionneurs souples à base de nanofibres de cellulose (NFC) uniquement, et où seule l'organisation des NFC pilote le mouvement de l'actionneur.

Au cours de travaux précédents, des aérogels de NFC ont été conçus par " freeze-casting " (3). En contrôlant l'étape de congélation des aérogels, nous pouvons maîtriser la taille et la morphologie des pores, de type lamellaire (orientation des NFC) ou de type nid d'abeille, comme observés par MEB.

Dans cette étude, nous avons tiré parti de ces organisations contrôlées pour concevoir des matériaux bicouches par assemblage d'une couche passive de NFC non organisée et d'une couche active de NFC orientés.

La couche active, issue d'une coupe d'aérogel où les nanofibres sont orientées, est assemblée à la couche passive, obtenue par filtration sous vide donnant lieu à une distribution non orientée des nanofibres. L'alignement des fibres après assemblage des couches est vérifié par microscopie optique polarisée. Nous avons testé l'actionnement en trempant les films dans différentes solutions (eau, pH), et étudié l'impact de l'orientation des fibres de la couche active sur la courbure de l'actionneur (figure 1), et sur le taux de gonflement.

Cette différence de structure nous permet d'obtenir des actionneurs sensibles à l'eau et au pH.

## Références :

(1) *Chemin, M et al, Nanomaterials 2020, 10(7), 1380;*

---

\*Intervenant

- (2) *Lopes da Costa, L et al, Nordic Pulp & Paper Research Journal, 2024, 39(1), 39*
- (3) *Mandin, S et al, Gels 2021, 7(1), 5*