

Synthèse et caractérisation d'un biocomposite aux propriétés antibactériennes

Benoit Bideau, Seema Saini, Julien Bras (LGP2, Matbio), Eric Loranger (CRML), Claude Daneault (CRML)

Mots clés: Nanocellulose, Polypyrrole, Polymérisation in situ, Composite, Activité antibactérienne

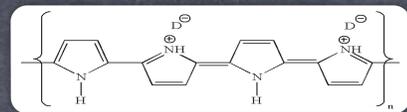


Résumé

De nouveaux matériaux, appelés matériaux actifs, se développent actuellement dans le domaine de l'industrie alimentaire. L'objectif est d'apporter aux matériaux de bases (par exemple : papiers, cartons) de nouvelles fonctionnalités telles que la destruction de virus, le relargage de substances actives... Le présent travail a ainsi porté sur l'élaboration d'un composite à partir de **nanofibrilles de cellulose (NFC)** obtenues après une oxydation TEMPO et d'un polymère semi-conducteur, le **polypyrrole (PPy)**. Longuement reconnu pour son caractère conducteur¹, il en est moins de ses propriétés antibactériennes qui ont été jusqu'à ce jour, peu explorées. Celles-ci ont été évaluées en utilisant *E. coli* (gram négative) et *B. Subtilis* (gram positive)². Les résultats encourageant obtenus sont une source à explorer dans l'élaboration d'**emballages alimentaires bio-actifs** et biodégradables.

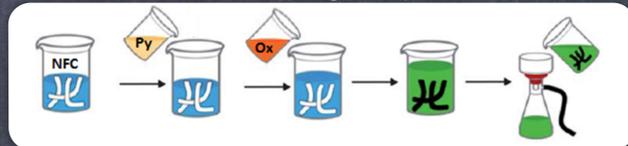
OBJECTIF

- Valoriser la cellulose au travers d'un emballage bioactif biodégradable
- NFC, polymère naturelle et renouvelable, va jouer le rôle de support mécanique et améliorer les propriétés barrière du composite³. Elles sont obtenues par oxydation TEMPO
- PPy est obtenu par polymérisation *in situ* en présence d'un oxydant



MÉTHODE EXPÉRIMENTALE

- Les NFC ont été obtenues par oxydation TEMPO puis caractérisées par MEB pour déterminer la taille des fibres
- Deux méthodes de fabrication du composite :
 - Polymérisation *in situ* du polypyrrole sur les NFC en solution avant filtration sur büchner (composite 1)



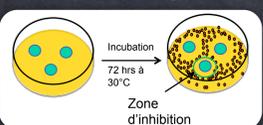
- Obtention d'un film de NFC, puis polymérisation en surface du polypyrrole (composite 2)



- Le composite a été caractérisé par Spectroscopie Infra-rouge à transformée de Fourier (FTIR), Microscopie électronique à balayage (MEB), Analyse dispersive en énergie (EDX)

- Dans une optique d'emballage alimentaire, la tenue mécanique, l'angle de contact et les propriétés antibactériennes (tests ci dessous) ont été étudiées

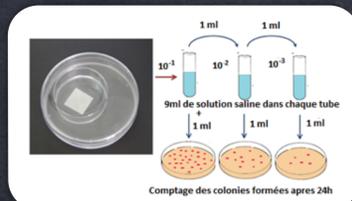
- Analyse qualitative (zone d'inhibition)



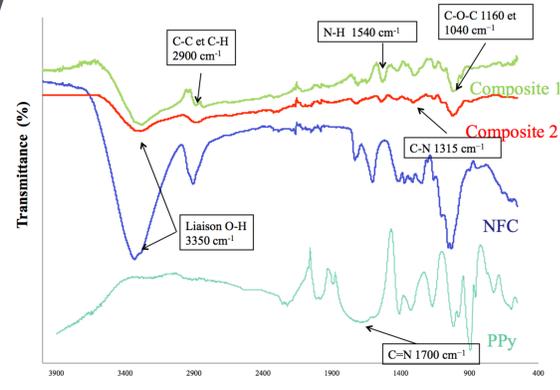
Mesure de la zone d'inhibition en contact avec la gélose nutritiveensemencée avec *B. Subtilis*

- Analyse quantitative (AATCC Test Method 100-1998)

L'activité antibactérienne des composites est déterminée après 24h de contact (mode statique) avec les bactéries, *E. Coli* et *B. Subtilis*



Infrarouge à transformée de Fourier



RÉSULTATS

Les nanoparticules de PPy améliorent l'hydrophobicité des composites

Le spectre FTIR confirme la présence de groupements d'azote et d'oxygène au sein de nos composites

Les NFC confèrent une bonne tenue mécanique aux composites avec un meilleur résultat pour la méthode 2

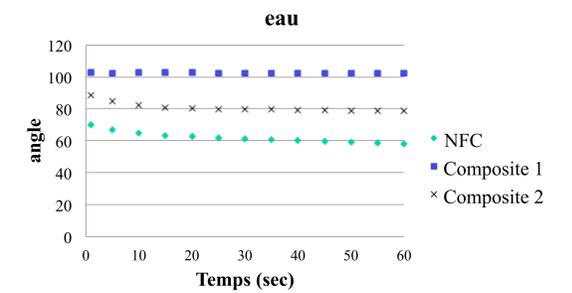
Présence visible des nanoparticules de polypyrrole à la surface

Les bactéries ne se sont pas développées au contact des composites

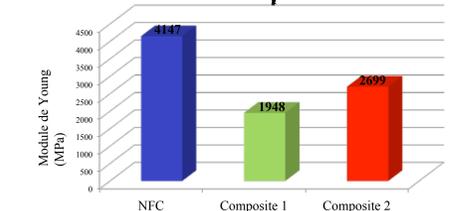
Pas de différence de composition entre les deux méthodes employées

Effet bactéricide des composites, destruction de 15 à 32% des colonies bactériennes

Angle de contact



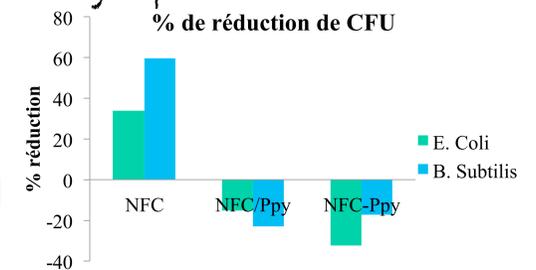
Test mécanique



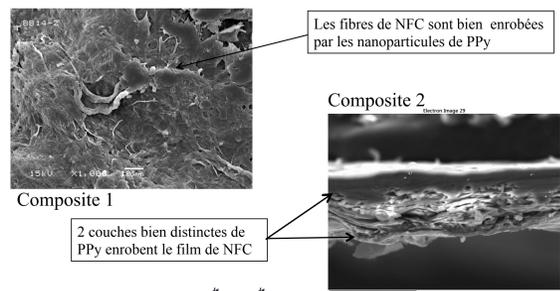
Tests antibactériens



Analyse quantitative



Microscopie électronique à balayage



Analyse élémentaire

% at	NFC	Composite 1	Composite 2
C	62,8	64,6	68,6
O	33,9	24,9	22,9
N	0	7	6,4
Autres	3	3,4	2

CONCLUSION

- La polymérisation du polypyrrole sur la cellulose a été **réalisée avec succès** par deux méthodes distinctes
- Les composites ont démontré une **activité antibactérienne** supérieure à 15%
- La cellulose joue parfaitement le rôle de **support mécanique**
- Ces composites ouvrent de nouvelles opportunités aux **emballages bioactifs à faible coût**

RÉFÉRENCES

1. X. Wang, et al. J. Biomed. Mater. Res-A, 68 (2004), pp. 411-422
2. E. N. Zare, et al., Synth. Met., 187 (2014), pp. 9-16
3. K. Syverud, et al. Cellulose, 16 (2009), pp.75-85
4. A. Vaitkuviene, et al. J. Hazard. Mater., 250-251 (2013), pp. 167-174

