

# Finition en phase aqueuse avec nanocellulose

*L'institut de recherche canadien sur les produits forestiers FPInnovations a mené un projet de recherche sur l'hydrolyse acide de la cellulose et a découvert que la nanocellulose, ou nanocristaux de cellulose (NCC), présentait des propriétés particulièrement intéressantes qui pourraient en faire un renfort idéal pour les produits de finition, notamment en phase aqueuse.*

**Texte : Véronic Landry, Ph.D., Chimie, Chercheur, Fpinnovations – Division Forintek, Quebec; Et Pierre Blanchet, Chercheur Et Chef De Groupe, Fpinnovations – Division Forintek, Professeur Associe, Université Laval**

## Nanocristaux de cellulose (NCC)

La cellulose est un polymère naturel composé de D-glucose. Comme pour plusieurs polymères, cette dernière est composée d'une partie amorphe, très désorganisée, et d'une partie cristalline, hautement structurée. En réalisant une hydrolyse acide de la cellulose, il est possible de s'affranchir de la partie amorphe et de ne conserver que la partie cristalline, appelée nanocellulose ou nanocristaux de cellulose (NCC). Une unité élémentaire de nanocellulose possède un diamètre de 10 nm et une longueur de 200 nm, on peut donc parler de nanoparticule.

## Propriétés de NCC

Cette nouvelle nanoparticule possède des propriétés étonnantes. Son module d'élasticité est d'environ 150 GPa, soit environ 7.5 fois plus que celui de la pâte Kraft de résineux. La force de rupture est également très importante, environ 10 000 MPa, contre 700 MPa pour la pâte Kraft. Les propriétés mécaniques étonnantes de la cellulose cristalline en font une candidate idéale comme renfort mécanique dans différentes matrices polymères, thermoplastiques ou thermodurcissables. Les propriétés mécaniques, le caractère environnemental de cette charge, sa très faible toxicité de même que sa capacité à être dispersée aisément en milieu aqueux permettent de prédire un bel avenir aux nanocristaux de cellulose en tant que renfort pour les produits de revêtements, notamment ceux en phase aqueuse.

## Nanocellulose ajoutée à différents produits de finition

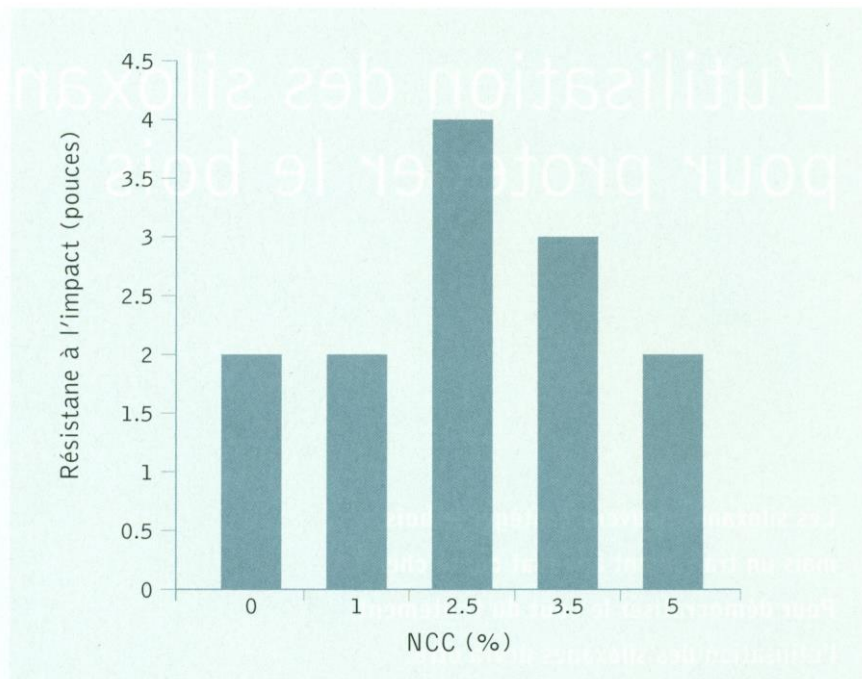
Dans le cadre d'un projet réalisé chez FPInnovations, l'institut de recherche canadien sur les produits forestiers, la nanocellulose a été ajoutée à différents produits de finition. Les effets des NCC ont tout d'abord été étudiés sur deux revêtements en phase aqueuse : une laque acrylique et un vernis polymérisé par rayonnement UV. Pour ces deux systèmes, des formulations contenant de 1 à 5 % en masse de NCC dans le film sec de revêtement ont été préparées. Par la suite, ces formulations ont été appliquées par vaporisation sur du bouleau jaune. La performance mécanique et optique de ces échantillons a ensuite pu être étudiée. Les principales propriétés mécaniques à avoir été étudiées sont : la résistance à l'abrasion (Taber), la résistance aux égratignures, la résistance à l'impact et l'adhésion. Ces travaux font l'objet d'une demande de brevet de la part de FPInnovations.

## Amélioration des propriétés des laques acryliques en phase aqueuse

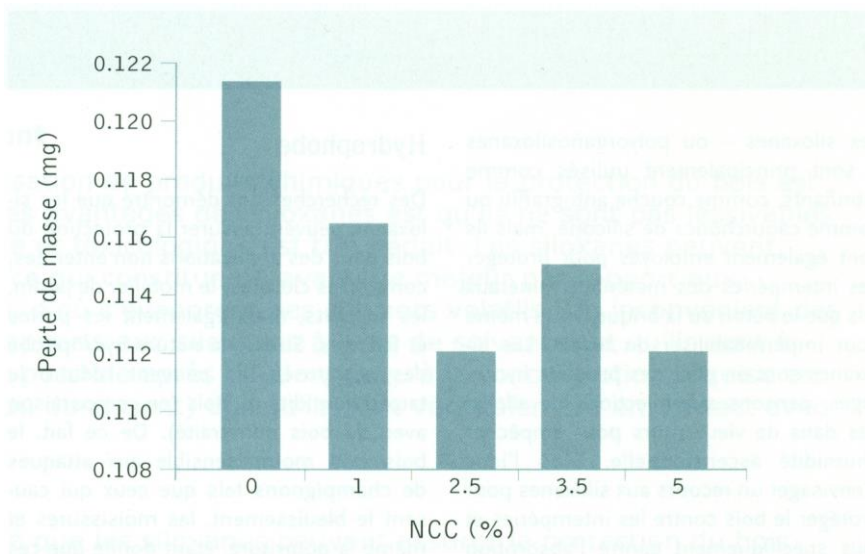
Les laques acryliques en phase aqueuse sont de plus en plus souvent utilisées afin de remplacer les laques en phase solvant utilisées dans l'industrie nord-américaine du meuble et des armoires de cuisine. Ces laques doivent démontrer une performance égale sinon supérieure à celles des produits en phase solvant afin de se présenter comme une alternative écologique intéressante.

L'addition de nanocellulose à une laque acrylique à base d'eau destinée à l'industrie du meuble et de l'armoire de cuisine a mené à l'amélioration de nombreuses propriétés mécaniques. La résistance à l'impact a été déterminée par la méthode du poids tombant (*falling weight*). Ce test mesure la hauteur à laquelle un poids de 2 lbs (environ 900 grammes, ndlr) doit être projeté afin d'endommager la surface. Cette étude a démontré qu'il est possible de doubler la résistance à l'impact de la laque acrylique suite à l'addition d'à peine 2,5 % de NCC (par rapport au film sec). La résistance à l'impact est loin d'être la seule propriété à avoir été améliorée suite à l'addition de la NCC. Des mesures d'adhérence ont été réalisées (*pull-off test*) et ont démontré des résultats très prometteurs. La force perpendiculaire à exercer afin d'arracher un pion collé avec de la colle époxy à la surface d'un échantillon représente l'adhérence du film de revêtement au substrat. L'obtention d'un produit de finition présentant une bonne adhésion au substrat est primordiale afin que ce produit possède une bonne durée de vie en service. Les essais d'adhérence ont révélé que l'addition de NCC à une laque acrylique permet d'améliorer significativement l'adhérence de cette laque au bois, dans ce cas-ci, du bouleau jaune. Afin d'expliquer ces résultats, des essais d'angles de contact ont été réalisés afin d'évaluer la qualité du mouillage des différents produits de finition sur le bois. Les essais d'angle de contact réalisés ont été menés à l'aide d'un goniomètre. Ces derniers visent à déposer une goutte de liquide avec une seringue à la surface d'un échantillon et de mesurer l'angle formé par l'interface liquide-air et l'interface solide-liquide. Ces essais ont démontré que l'addition de NCC à la laque acrylique permet à cette dernière de mouiller plus rapidement et facilement le bois, ce qui mène à une meilleure adhésion. Des essais de résistance aux égratignures et de résistance à l'abrasion, deux propriétés très importantes pour l'industrie du meuble et de l'armoire de cuisine, ont aussi été réalisés et ces derniers ont montré le potentiel de la NCC en termes d'amélioration de la performance mécanique des revêtements. Fait important à signaler, la NCC possède un indice de réfraction très faible comparativement à plusieurs particules inorganiques utilisées comme renforts mécaniques dans les produits de finition, telles que l'oxyde d'aluminium et la silice. L'utilisation de renforts mécaniques présentant des indices de réfraction peu élevés permet de maintenir une meilleure transparence et dès lors d'utiliser un taux de renfort plus important.

Les propriétés optiques, soit la couleur, l'opacité et la brillance, des laques auxquelles ont été ajoutées de la NCC ont aussi été étudiées. Il a tout d'abord été démontré que l'opacité n'augmente que très légèrement en fonction du taux de charge en nanocellulose. Il en va de même avec la couleur, qui n'est que très légèrement affectée par l'ajout de NCC. La situation est quelque peu différente pour la brillance (mesurée à 60 degrés) alors que cette dernière est passée d'environ 90 à 70° suite à l'addition d'à peine 1 % en masse de NCC. La diminution de la brillance suite à l'addition de la NCC pourrait limiter l'utilisation de cette dernière dans les revêtements à haut niveau de lustre. Afin de contrer cette problématique, des essais sont actuellement en cours en vue de limiter l'impact de la NCC sur la brillance des films de revêtements.



Il est possible de doubler la résistance à l'impact de la laque acrylique suite à l'addition d'à peine 2,5% de NCC



Résistance à l'abrasion d'un vernis avec NCC en phase aqueuse polymérisé par rayonnement UV (une perte en masse plus importante correspond à une résistance à l'abrasion moins importante)

## Vernis en phase aqueuse polymérisé par rayonnement UV

La NCC a également été incorporée à un vernis en phase aqueuse polymérisé par rayonnement UV. Des résultats similaires à ceux obtenus avec les laques acryliques ont pu être obtenus pour les vernis en phase aqueuse polymérisés aux ultraviolets. En effet, tout comme pour les laques acryliques, une amélioration notable de l'adhérence, de la dureté, et de la résistance à l'abrasion, aux égratignures et à l'impact a été enregistrée. Ces bons résultats peuvent être expliqués par la bonne performance mécanique de la NCC mais aussi par le fait que cette dernière ne nuit pas à la réaction de polymérisation initiée par les rayons ultraviolets. Comme nous l'avons déjà dit, la NCC présente un indice de réfraction faible (environ 1.5), contrairement à plusieurs charges inorganiques. Ceci revient donc à dire que cette dernière ne gêne pas la pénétration des rayons ultraviolets dans le film de revêtement, ce qui permet de conserver un bon durcissement.

## Conclusion

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ont démontré que la NCC pourrait être utilisée comme renfort dans l'industrie des revêtements pour le bois. Bien entendu, l'utilisation de la NCC, un matériel hydrophile, est particulièrement indiquée pour les systèmes aqueux. Or, des recherches sont actuellement en cours chez FPInnovations afin de modifier la surface de la NCC afin de rendre cette dernière davantage hydrophobe. Il serait alors possible de profiter des bonnes propriétés de la NCC dans les systèmes polymères hydrophobes.

## Info :

FPInnovations

[www.fpinnovations.ca](http://www.fpinnovations.ca)