L'OR VERT DU QUÉBEC
Bois dur, bois mou et CNC

par Jean-François Côté, ing.f., M.Sc.
Collaborateur

Le diamant est réputé et valorisé pour sa dureté. Les essences de bois du Québec ont aussi des propriétés physiques assez différentes l'une de l'autre, de sorte qu'au fil du temps, on a privilégié telle ou telle sorte de bois, en fonction de sa dureté ou de sa résistance, pour la fabrication de planchers ou de manches d'outils, par exemple. Or, les récents développements technologiques en génie du bois nous font découvrir de nouvelles propriétés du bois, grâce à la cellulose nanocristalline (CNC) qui, elle aussi, peut rendre les surfaces encore plus dures!

D'abord, une charte de la dureté

Au début du XX^{e} siècle, le dendrologue autrichien Gabriel Janka a conçu un test pour établir la dureté du bois, c'est-à-dire sa résistance à l'enfoncement. Sa méthode qui sert toujours de référence aujourd'hui, consiste à mesurer la force nécessaire pour enfoncer dans le bois, jusqu'à la moitié de son diamètre, une bille d'acier de 11,28 mm. L'empreinte laissée dans le bois couvre alors 1 cm^{2}.

L'échantillon de bois doit avoir été séché à un taux d'humidité de 12 %, ce qui correspond approximativement au taux d'humidité du bois solide dans les applications courantes de nos maisons, comme les meubles et les planchers.

Lorsque le bois est encore vert et que ses cellules sont gorgées d'eau, il est nettement moins dur, comparativement à ses propriétés à l'état sec. Par ailleurs, lorsque le test de dureté est réalisé sur le bout d'une pièce de bois (bois de bout - *end grain*), sa résistance est plus grande que lorsque le test est réalisé sur l'une de ses faces ou de ses flancs (*face grain, edge grain*). C'est pour cela qu'on voit parfois des blocs de boucher qui sont fabriqués en exploitant le bois de bout, pas tant pour sont « *look* » que pour sa dureté supérieure.

Le Manuel de foresterie de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec présente un tableau des valeurs de dureté Janka pour les diverses essences commerciales des forêts du Québec. La figure de la page suivante a été construite à partir des données publiées dans ce tableau. Elle présente les valeurs de dureté du bois, sur le flanc et en bout.

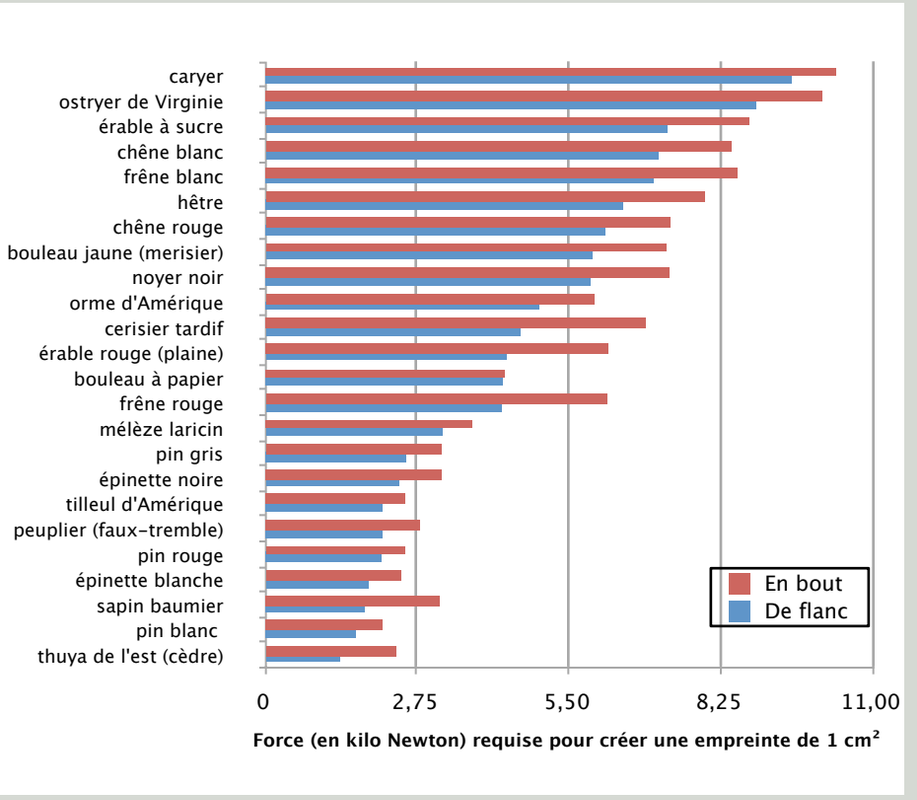
En général, les bois d'essences feuillues sont plus durs que ceux des essences résineuses ou conifères, qu'on désigne souvent comme des bois « mous ». Les ébénistes reconnaîtront volontiers que le pin blanc est un bois qui « marque » plus facilement que l'érable, le chêne ou le merisier. Beaucoup d'antiquités et de

Photo : Ressources Mines et Industrie

meubles d'antan étaient fabriqués en pin blanc, non seulement parce que ce bois était abondant dans la vallée du Saint-Laurent, mais aussi parce qu'il ne requérait pas l'usage d'outils de coupe très robustes. En d'autres mots, il était plus facile pour un artisan de travailler le bois de pin que les autres bois francs.

L'ostryer de Virginie, aussi appelé « bois de fer » à cause de sa dureté, servait par exemple à fabriquer des manches d'outils. Mais c'est au caryer à noix douces (Carya ovata) que revient la palme du bois le plus dense et le plus dur du Québec. On retrouve cet arbre surtout dans l'extrême sud de la province. À noter également : le bois de l'érable à sucre est beaucoup plus dur que le bois de l'érable rouge (aussi appelé « plaine »), et le bois de merisier ou bouleau jaune est aussi passablement plus dur que le bois du bouleau à papier. Les bois de construction, tels que le sapin, les épinettes et le pin gris, sont visiblement des bois « mous ».

Figure 1 : Dureté Janka des principales essences de bois du Québec



Source des données : Manuel de foresterie de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec

Structure microscopique du bois

La cellulose est la composante principale des parois cellulaires des arbres et autres végétaux. Sous sa forme quasi pure, la cellulose a une structure moléculaire cristalline minuscule, et cette substance, connue sous le nom de cellulose nanocristalline, ou CNC, possède des propriétés que l'on commence à peine à découvrir et à chercher à mettre en valeur.

La force de la CNC

Le site internet de Ressources naturelles Canada explique que la CNC améliore la résistance et la rigidité des matériaux auxquels elle est incorporée. Une petite quantité de CNC peut en effet tripler la résistance au stress de la matière, ce qui en fait un matériau de renforcement intéressant et très performant. La CNC peut aussi modifier la surface de matériaux, tel le papier, en changeant leur perméabilité, leur résistance, leur flexibilité et leurs propriétés optiques. C'est ainsi que l'ajout d'un peu de CNC au papier en améliore le lustre de manière notable. La CNC améliore aussi la résistance à la traction,

Figure 3 : La cellulose nanocristalline des arbres (CNC)

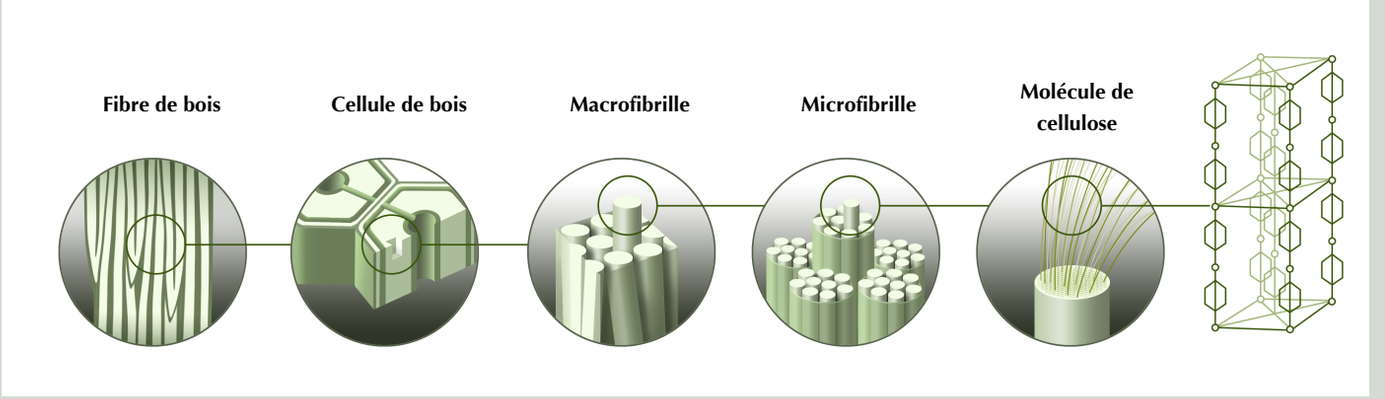


Image : Tonikgroupimage
Source : CelluForce

la rigidité, la rugosité de surface et l'épaisseur du papier, ce qui ouvre la voie à de nouveaux types de papiers aux applications novatrices de même qu'à la création de peintures, de vernis et de matériaux de pointe à résistance élevée.

Le Québec est un chef de file mondial dans la production et la mise en valeur de la CNC. La compagnie CelluForce, une co-entreprise de Domtar, FPInnovations, Schlumberger et Fibria, exploite à Windsor la plus grande usine de CNC au monde, avec une production de 300 tonnes par année.

La NCC[MC] CelluForce est une matière intrinsèquement forte du fait de sa haute cristallinité. La rigidité de chaque cristal s'établit à 150 GPa et leur résistance à la rupture, à 10 GPa. Ces données sont comparables à celles obtenues pour le Kevlar[MC] ainsi que pour les métaux durs et leurs alliages. Un bon nombre de cristaux sont fondamentalement durs et incompressibles, et la CNC ne fait pas exception à cette règle.

Le défi consiste donc à utiliser la CNC pour accroître la rigidité, la résistance à la rupture, la dureté et l'incompressibilité des matériaux utilisés par l'Homme en reproduisant ce que Dame nature a fait tout au long des siècles. Dans de nombreuses applications, cela se fait déjà en s'assurant de la bonne dispersion des particules nanométriques et de leur compatibilité avec les matrices auxquelles elles sont intégrées ou déposées.

C'est ainsi que l'on ajoute aujourd'hui des particules de CNC aux vernis à base d'eau de certains planchers de bois franc pour en augmenter la dureté et la résistance à l'abrasion.

D'autres applications évoquées sur le site internet de Celluforce font intervenir les extraordinaires propriétés de la CNC, notamment pour l'amélioration des propriétés mécaniques dans l'industrie du ciment et dans l'industrie des plastiques et des composites.

Source :

(1) Ressources naturelles Canada
http://www.rncan.gc.ca/forets/industrie/demandes/13350

(2) CelluForce
http://www.celluforce.com/fr/produits/cellulose-nanocristalline/

(3) Gouvernement du Québec. Forêt. Faune et Parcs. Forum Innovation Bois. «Innover pour réinventer notre industrie».
http://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/forum-innovation-bois/

Image :

(4) CelluForce
http://www.celluforce.com/fr/produits/cellulose-nanocristalline/