Des propriétés et des applications innovantes pour le bois

11 février 2022, 01:00

Patrick Cosemans

Le bois est un matériau durable qui constitue une ressource inépuisable moyennant une bonne gestion. Aujourd'hui, les applications du bois sont certes très variées mais prévisibles et concentrées sur ses propriétés intrinsèques connues comme sa solidité, sa légèreté et sa mise en œuvre aisée. De nouvelles techniques innovantes permettent de créer de nouvelles propriétés qui, jusqu'à tout récemment, étaient difficiles à obtenir, voire irréalisables : découvrez le bois dur comme l'acier, déformable, transparent, voire même rechargeable.

La demande de matériaux durs pour des applications structurelles ne cesse de croître. Les matériaux conventionnels comme le métal ou la céramique sont souvent coûteux et non renouvelables, leur production requiert beaucoup d'énergie et a un impact négatif sur l'environnement. Les avantages du bois comme matériau de construction sont multiples : il est renouvelable, léger, naturellement durable et robuste et il a un coût de cycle de vie plus faible que la plupart des autres matériaux. Parallèlement, son aptitude au formage est inférieure à celle du métal, du plastique ou du béton, et il n'est pas aussi solide et aussi dur que d'autres matériaux de construction. En s'intéressant aux points faibles du bois, des chercheurs américains de l'Université du Maryland (UMD) sont arrivés à mettre au point quelques innovations surprenantes, depuis un matériau de construction déformable à un nouveau genre de batterie à base de nanostructures microscopiques. De nouveaux développements s'appuient sur ces points faibles du bois.

Bois déformable

L'équipe de chercheurs s'est d'abord penchée sur le manque de déformabilité du bois, afin que le matériau rigide devienne déformable sans que cela suppose de le couper ou le tailler en formes complexes.

En utilisant un procédé de « water shock », les chercheurs sont parvenus à modifier les propriétés du bois. Ils ont d'abord éliminé la lignine, qui confère au bois sa rigidité et sa couleur brune, puis ils ont évaporé l'eau contenue dans le bois. Ils ont ensuite soumis le bois à un choc en y réintroduisant de l'eau pour le regonfler. Ceci a abouti à un matériau facile à plier et à former qui est six fois plus résistant que le matériau de départ tout en étant comparable à des matériaux légers comme les alliages d'aluminium. Le matériau pourrait même rebondir, ce qui permettrait de l'utiliser pour amortir des chocs.

Solide comme l'acier



(Source : Cell Press; Hu image by Al Santos)

Les chercheurs ont par ailleurs développé un procédé simple en deux parties, permettant de renforcer la dureté et la résistance de n'importe quelle essence de bois. Cela permet d'obtenir par exemple un couteau de table en bois qui est aussi dur et trois fois plus tranchant qu'un exemplaire en inox, ou des clous en bois qui peuvent être enfoncés avec un marteau à travers plusieurs épaisseurs de bois comme leurs homologues métalliques.

La technique pour obtenir un matériau aussi dur est basée sur la conservation de la cellulose, le principal composant du bois qui présente un rapport solidité-densité plus élevé que la céramique, le métal ou les plastiques, tout en éliminant des composants plus fragiles comme l'hémicellulose et la lignine qui sert de liant. Le procédé suppose de cuire le bois dans des produits chimiques. Le résultat est un matériau flexible, qui peut être plié et déformé. Ensuite, il est soumis à de la chaleur (env. 65 °C) et à une très haute pression, ce qui comprime étroitement les fibres de cellulose entre elles, aplanit les éventuels défauts comme les cavités et les bosses et permet d'obtenir un matériau très dur.

Ainsi, le bois dur peut être travaillé, ce qui le rend encore plus dur et plus solide, de façon comparable à des alliages de titane ou des fibres de carbone, mais plus léger et plus économique. Le matériau aurait même une résistance à la traction deux fois supérieure à celle de l'acier, tout en étant cinq fois plus léger et deux fois moins cher.

Pour finir, le bois est pourvu d'un revêtement à base d'huile minérale pour éviter toute dégradation par l'eau, ce qui permet d'utiliser les objets usuels fabriqués dans ce matériau, des couverts par exemple, comme des alternatives lavables et durables à des ustensiles jetables. Les clous dans ce matériau sont aussi performants que leurs homologues métalliques et sont en outre inoxydables. Le matériau, qui est également résistant au feu et aux nuisibles comme les termites, offre aussi un potentiel pour des planchers en bois dur ou d'autres applications nécessitant un bois très dur. Des bois plus tendres provenant d'essences d'arbres à croissance rapide comme le sapin ou le balsa pourraient ainsi offrir une alternative plus écologique aux bois des essences à croissance plus lente, comme le teck, pour être utilisés dans la fabrication de meubles ou la construction de bâtiments.

Ce matériau à la fois dur et solide pourrait ainsi offrir une excellente alternative renouvelable et économique (tant le produit que la production) à des matériaux durs classiques comme le métal ou

le plastique, pour des applications très variées.

	Acier	« Bois dur » (MettleWood)
Coût	• peut être coûteux et avoir un prix volatil • cher au transport et à la mise en oeuvre	• coût moindre, prix plus • facile à transporter et a en oeuvre
Santé et sécurité	• lourd et encombrant • très conducteur • fragile après apparition de défauts	• léger mais robuste • non conducteur • robuste et flexible
Efficacité	• difficile à extraire • charge élevée par son propre poids • non isolant	• facilement disponible • haute résistance/dens • plutôt isolant
Durabilité	• génère 7-8 pour cent des émissions mondiales de gaz à effet de serre • recyclage très gourmand en énergie	• peut réduire le CO2 da l'atmosphère • naturel et biodégradab

Comparaison entre l'acier et le bois dur
(Source : InventWood)

Des batteries à base de papier

Les nanofibrilles de cellulose sont une partie du bois invisible à l'œil nu. Ces microtubes filamentaires constituent un composant important du papier et peuvent ouvrir la porte vers des batteries à matière solide (solid-state). De telles batteries utilisent des solutions d'électrolyte solide plutôt que liquide, ce qui se traduit par une densité énergétique supérieure et une plus grande sécurité.

Les chercheurs ont immergé les fibrilles dans une solution alcaline de cuivre, puis ils ont inséré des ions lithium dans le matériau en le plongeant dans un bain d'électrolyte. Ils ont obtenu un conducteur ionique efficace qui peut facilement se déployer ou se rétracter selon les besoins de stockage d'énergie. Ceci sans aucun risque d'incendie ou d'explosion, comme c'est le cas avec des batteries au lithium-ion classiques. Les batteries utilisant ce matériau sont économiques, faciles à assembler et respectueuses de l'environnement.

Nouvelles possibilités non conventionnelles

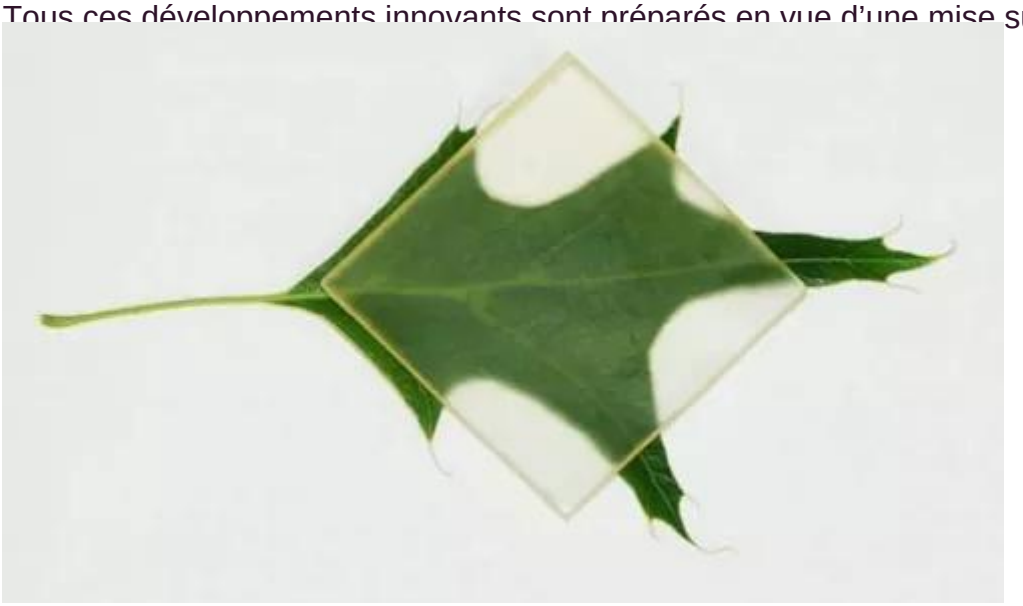
Les chercheurs travaillent également sur d'autres développements :

ils ont pu obtenir du **bois transparent** ou presque en remplaçant la lignine dans le bois par de l'époxy transparent. Le matériau de construction ainsi obtenu conserve sa structure nervurée, laisse passer la lumière comme un verre mat et présente des propriétés d'isolation améliorées.

Soumis à un traitement spécial, le bois de tilleul américain peut être utilisé pour **dessaler** de l'eau de mer et produire de l'eau potable : elle s'écoule dans un évaporateur à énergie solaire et absorbe l'eau salée via sa structure vasculaire.

Un **bois refroidissant** qui est totalement blanc dans le spectre de lumière visible permet d'éviter l'absorption de la chaleur solaire via les toitures de bâtiments, mais le noir total est aussi efficace dans le spectre infrarouge invisible pour renvoyer la chaleur vers l'espace ambiant.

Tous ces développements innovants sont préparés en vue d'une mise sur le marché via la firme



L'époxy rend le bois transparent
(Source : University of Maryland)

Sources

- https://today.umd.edu
- https://issuu.com
- https://www.cell.com
- https://www.nature.com
- https://www.euronews.com
- https://www.science.org
- https://www.youtube.com

Auteurs



Patrick Cosemans