

Épisode 9 : Les matériaux du renouveau

Conception, fabrication et mise en œuvre de matériaux biosourcés

Imaginez des matériaux fabriqués à partir de plantes, biodégradables et renouvelables, dont les performances mécaniques peuvent rivaliser avec celles de l'acier à poids égal. C'est l'un des objectifs des recherches menées aujourd'hui sur les matériaux biosourcés.

Contexte et enjeux

Dans un contexte de transition écologique et de réduction de l'utilisation des ressources fossiles, les scientifiques cherchent à développer de nouveaux matériaux plus durables. Les matériaux issus de la biomasse végétale, comme le bois ou les fibres de cellulose présentes dans les plantes, représentent une alternative prometteuse aux matériaux d'origine pétrochimique ou minière.

À l'échelle microscopique, ces matériaux naturels possèdent une structure composite très complexe. Les parois des cellules végétales sont constituées de briques élémentaires appelées nanocristaux de cellulose, dispersées dans une matrice de polymères naturels. Ces nanocristaux, de quelques nanomètres de diamètre pour quelques centaines de nanomètres de longueur, jouent un rôle essentiel dans la résistance mécanique des végétaux.

La cellulose possède en effet des propriétés mécaniques remarquables, avec des performances spécifiques parfois supérieures à certains (super)alliages de l'aéronautique ou des fibres de carbonées. Cependant, il reste difficile de conserver ces propriétés lorsque les matériaux sont transformés pour des usages industriels, par exemple dans le bois de construction ou les emballages en papier et carton.

De plus, ces matériaux sont sensibles à l'humidité : l'eau modifie leurs propriétés mécaniques et potentiellement leur structure. Comprendre et contrôler ces phénomènes constitue donc un enjeu important pour concevoir des matériaux biosourcés plus performants.

Les recherches menées

Les chercheurs travaillent aujourd'hui à mieux comprendre la structure des matériaux végétaux afin de concevoir de nouveaux matériaux durables et performants.

Une première approche consiste à améliorer les propriétés mécaniques du bois. Grâce à un traitement chimique doux, certains polymères présents dans sa structure sont temporairement ramollis. Le bois est ensuite comprimé pour le densifier, ce qui permet d'augmenter sa résistance tout en maîtrisant son comportement face à l'humidité.

Une autre application concerne les emballages en papier et en carton. Les scientifiques cherchent à les rendre plus légers afin de diminuer le coût de transport tout en conservant les propriétés mécaniques. Pour cela, ils s'inspirent de structures naturelles, comme les nervures des feuilles ou les coques de noix, qui permettent de rigidifier des surfaces.

L'humidité peut également être utilisée afin de créer des déformations contrôlées du papier. Par exemple, le dépôt d'un hydrogel biosourcé à sa surface provoque, lors de son séchage, une contraction du matériau créant des motifs renforçant sa structure.

Enfin, des recherches portent sur de nouvelles méthodes d'assemblage de papiers et cartons, comme le soudage par ultrasons, qui permettrait de se passer de colles, et notamment celles issues de la pétrochimie.

Ces recherches ouvrent la voie à une nouvelle génération de matériaux inspirés de la nature, plus durables et plus respectueux de l'environnement. À terme, ils pourraient remplacer une partie des matériaux issus du pétrole dans des domaines comme la construction ou l'emballage.

Lucie Bailly

Sols, solides, structures, risques (3S)

CNRS – UNIV. GRENOBLE ALPES