

VÉGÉ BUILD

CONSTRUCTION - PRODUIT INNOVANT - RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

RELAIS D'INFORMATION SUR LES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Ce recueil est une compilation des articles présentés dans :

- Les VIGINOV édité par la Chambre de Commerce et d'Industrie de BOURGOGNE-FRANCHE-CONTÉ entre juillet 2016 à avril 2020 et diffusé par RND dans les VIGINOV Wallonie.
- Les VÉGÉBUILD édité et diffusé par RND entre avril 2021 et octobre 2022.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle des textes et des images faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayant droit est illicite.

ÉDITO

Fruit d'un travail de veille technique et technologique que RND mène depuis 6 ans avec différents partenaires wallons et français, Végébuild veut inviter le lecteur à découvrir les innovations et les projets exemplaires en bois associé ou non avec d'autres matériaux biosourcés.

Classés en trois catégories - construction, produits innovants, recherche et développement - les différents projets présentés peuvent être autant de sources d'inspiration et d'idées pour nos chercheurs, nos créateurs et nos entreprises. L'objectif n'est pas de présenter un état des lieux exhaustif de chacune des catégories mais d'identifier des pistes d'innovation qui nous semblent porteuses et dont les sujets ont été définis via un comité de rédaction que nous animons et qui est constitué de différents partenaires experts dans chacune des matières.

À l'heure où nous devons viser à l'utilisation raisonnée et raisonnable de nos ressources naturelles, il nous paraît essentiel d'intégrer des modèles de valorisation et de processus de développement capables de s'inscrire dans une économie circulaire et durable.

Bonne lecture !



© Fania



© Hufton + Crow



© Linda Ludbarza



© ORGANOID TECHNOLOGIES GmbH

S

O

07
—
CONSTRUCTION

M

M

65
—
PRODUIT
INNOVANT

A

I

109
—
RECHERCHE
& DÉVELOPPEMENT

R

E

CONSTRUCTION



VÉGÉBUID



PRODUIT INNOVANT - RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

CONSTRUCTION

CONSTRUCTION

BOIS RÉUTILISÉ

Lors du démontage des toits de maisons d'un village chinois devant être rénovés, les vieilles poutres en bois ont été récupérées pour servir à la construction d'un espace public couvert destiné aux habitants.

La forme géodésique permet d'assurer la stabilité de l'ensemble. Cet édifice a été proposé par le cabinet d'architecture LUO Studio selon le principe du concepteur et architecte Buckminster Fuller « Dymaxion ». Ce terme condense les mots dynamique, maximum et tension. L'objectif poursuivi par cet architecte est d'obtenir « un avantage maximal tiré d'un apport énergétique minimal ». Dans ce cas, il s'agit de construire un espace le plus grand possible avec la structure la plus solide possible en utilisant un minimum de matériaux.

La structure a été conçue avec de petites sections de bois pour pouvoir réutiliser un maximum de poutres. Afin d'éviter les découpes, les pièces de bois ont été positionnées suivant leur taille. Des panneaux en polycarbonate translucide ont été installés sur le haut de la structure pour protéger du soleil et de la pluie. Ce tunnel, en forme de serpent, est ancré sur le mur en pierre existant d'un côté et dans des piles en béton de l'autre.

SOURCE : ARCH DAILY



Pergola dans le village de Luotuowan © Weiqi Jin



BOIS ET MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Cette structure en bois et en matériaux biosourcés a été réalisée par des étudiants de l'Université de Stuttgart.

D'une hauteur d'environ 3,5 m, elle est supportée par 3 poutres incurvées en bois qui se croisent à leur base. Les différents éléments ainsi que les plaques pour les assembler sont en bois et en fibres naturelles.

Les plaques en bois composite biosourcé ont été conçues afin de soutenir et de relier les éléments en bois. Le cœur de ces plaques est constitué d'une planche flexible faite de fibres naturelles unidirectionnelles. Ces fibres sont des dé-

chets de production agricole. Chaque élément composé de 3 pièces courbées de bois est assemblé par collage au moyen de ces plaques. Puis, les 121 éléments ainsi constitués sont assemblés et entrecroisés par 4 à l'aide de vis. Ils sont ensuite positionnés sur les poutres et reliés les uns aux autres.

Ce système d'assemblage permet le démontage puis la réutilisation des éléments. Il aura fallu 10 mois pour fabriquer ce pavillon et plusieurs années de recherche pour mettre au point ces différents éléments.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE STUTTGART



Pavillon © ITKE Université de Stuttgart

STRUCTURE EN BOIS LAMELLÉ-CROISÉ À BASE DE FEUILLU

Cette structure en forme de sourire, nommée « The Smile », mesure 3,5 m de haut, 4,5 m de large et 34 m de long. The Smile repose sur le sol en un seul point.

Il s'agit d'un tube rectangulaire incurvé, conçu pour la première fois à partir de panneaux lamellés-croisés industriels en feuillu, du tulipier de Virginie. Cette réalisation, créée spécifiquement pour le London Design Festival, met en œuvre 12 panneaux fabriqués par un industriel allemand. Trois acteurs ont permis l'aboutissement de ce projet : Alison Brooks Architect, le bureau d'études Arup ainsi que The American Hardwood Export Council.

60 m³ de bois ont été nécessaires pour une superficie intérieure de 150 m². The Smile peut être visité dans son intégralité. Deux ouvertures aménagées en balcons, à chaque extrémité de la structure, laissent entrer la lumière en journée.

L'objectif était ici de démontrer les potentialités structurelles, esthétiques et architecturales du bois lamellé-croisé à base de feuillu dans le domaine de la construction. En effet, ce type de panneau est plus généralement fabriqué à partir d'essences résineuses. Le tulipier de Virginie est un bois au coût abordable qui possède des caractéristiques mécaniques assez similaires à celles du peuplier ou de l'épicéa.

SOURCE : ALLISON BROOKS ARCHITECTS



PORTE COCHÈRE EN BOIS

Une large « porte cochère » en bois exotique a été installée à l'entrée d'une brasserie brésilienne, située sur deux niveaux.

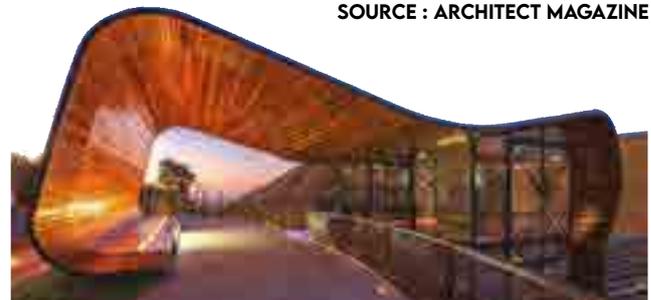
Un auvent incurvé et ondulé en bois couvre l'entrée située au niveau supérieur ainsi que l'ascenseur permettant d'accéder aux niveaux inférieurs. Il est conçu de bandes de bois assemblées les unes aux autres et supportées par un châssis en acier. L'essence de bois sélectionnée pour cet ouvrage est le Cumaru, bois exotique brésilien, qui présente une grande résistance lorsqu'il est traité thermiquement.

La conception a été réalisée par ordinateur afin de pouvoir minimiser l'épaisseur de la structure porteuse en acier. L'objectif était de rendre cette réalisation visuellement fluide et légère. Par sa forme, l'auvent veut donner l'impression d'un

immense fût ouvert puis déplié et positionné au-dessus de l'entrée de la brasserie.

Enfin, le côté de l'auvent reposant au sol est recourbé de façon à offrir un banc aux visiteurs.

SOURCE : ARCHITECT MAGAZINE



PAVILLON EN BOIS TORDU

Leslie Lok et Sasa Zivkovic, tous deux professeurs à l'Université Cornell aux États-Unis et co-directeurs de la société de design HANNAH, ont conçu un pavillon en bois de frêne attaqué par l'agrile (*Agrilus planipennis*), coléoptère qui menace 8,7 milliards de frênes aux États-Unis.

Les frênes atteints n'intéressant pas les scieries productrices de bois d'œuvre sont soit brûlés soit abandonnés en forêt.

Grâce à une technologie de numérisation 3D de haute précision, la société HANNAH et une équipe de Cornell ont montré que ces arbres pouvaient être utilisés dans la construction. La plate-forme robotique qu'ils ont construite scanne les morceaux de bois puis les coupe en fines tranches. Ce prototype offre une nouvelle façon de penser la construction. Il démontre l'utilisation reproductible de technologies relativement nouvelles à même de faire progresser l'innovation formelle et technologique.

SOURCE : WWW.HANNAH-OFFICE.ORG



ORIGAMI, BOIS, ANANAS...

Afin d'attirer la curiosité des visiteurs dans le parc clos du domaine de Berrington (datant de l'époque Géorgienne) en Angleterre et de récolter des fonds pour sa rénovation, un édifice spectaculaire a été érigé.

Un pliage origami est à la base du concept qui a ensuite été travaillé par une équipe d'ingénieurs structures afin de rendre le concept constructible.

Le kiosque « Look! Look! Look! » d'une superficie de 100 m² et d'une hauteur de 8 m, repose sur des fondations en métal enfouies dans le sol. Les pièces de bois de la structure ont été élaborées par des machines de fraisage à commande numérique pour constituer un puzzle de 90 sections. Un pavage en bois, résistant aux intempéries, recouvre le sol. Quatre ouvertures sont positionnées sur les côtés et le toit est ouvert. La structure est couverte d'un textile tissé résistant aux intempéries, spécialement conçu pour le kiosque.

Six mois de construction ont été nécessaires.

Les concepteurs ont étudié durant une année l'architecture, la décoration et l'histoire du manoir ainsi que du parc : la couleur rose de l'édifice est un rappel de celle utilisée dans la décoration intérieure du manoir, et fait partie de la palette de couleurs de l'époque géorgienne. L'architecture du bâtiment fait clairement référence à l'ananas, fruit autrefois cultivé sur le domaine. Quelques sièges de même forme sont aussi disposés à l'intérieur.

L'objectif affiché des concepteurs, Heather et Ivan Morison du Studio Morison, est de relier l'époque géorgienne au XXI^e siècle.

SOURCE : INHABITAT



LE DOME DES VISIONS

Voici la version 3.0 du dôme des visions ! A chaque version correspondent des améliorations dans la construction, l'utilisation des matériaux... Ici, la structure est faite de poutres en bois incurvées composées de 21 mm de lames de contre-plaqué stratifié qui forment un treillis. Le dôme mesure 10,5 m de haut pour un diamètre de 24 m.

L'architecte, Kristoffer Tejlgaard, a voulu optimiser l'utilisation du bois. L'objectif est de montrer le lien unissant l'homme et la nature... Le dôme a nécessité environ 100 m³ de bois stockant aux dires de l'architecte 80 tonnes de CO₂.

C'est le fruit d'une étroite concertation entre les différentes parties prenantes, producteurs de matériaux, designers, assembleurs. Le dôme est recouvert de 850 m² de polycarbonate dont les sections (au nombre de 256) sont en forme de losange (et non de triangle ou d'hexagone), ce qui limite les déchets de matériau. Les poutres en bois sont assemblées

de manière invisible par des pièces en acier en forme d'étoile découpées au laser. De 5 mm d'épaisseur, ces pièces sont intégrées dans le bois permettant ainsi de réduire la quantité d'acier utilisée.

Le dôme repose sur des fondations circulaires vissées profondément dans le sol (en 46 points), constituées de 6 larges pièces incurvées en bois lamellé-collé. Les structures bâties à l'intérieur du dôme sont réalisées en bois lamellé-collé également.

La structure a été bâtie dans l'hypothèse d'un éventuel démontage et donc avec des éléments qui peuvent être réutilisés sans impact négatif pour l'environnement.

SOURCE : METSAWOOD



Dôme des visions - © atelier kristoffer tejlgard

UN BALLON DIRIGEABLE EN BOIS



Ballon dirigeable Gulliver © Aleš Jungmann

Voici un espace original tout entier dédié à la lecture et aux discussions littéraires que ce ballon dirigeable dénommé Gulliver. Il dispose d'une scène et d'une série de sièges en gradins.

Fabriqué en lamelles de bois brut supportées par une structure en acier ancrée au sol, il permet au ballon de résister au vent. Une maquette numérique a été réalisée afin de tester l'ensemble des raccords et ancrages.

D'une longueur de 42 m et de 10 m de diamètre, il relie le Centre d'Art contemporain de Prague aux immeubles qui lui

font face. Afin de protéger le bois, le haut du ballon est recouvert d'une membrane ETFE (Éthylène tétrafluoroéthylène) qui est un fluoropolymère thermoplastique.

La structure a été conçue par CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et l'ensemble des calculs a été transféré aux machines à commandes numériques. Deux années ont été nécessaires pour en achever la conception, la fabrication et l'installation.

SOURCE : ARCHITECT MAGAZINE

COMPOSITE ET ARCHITECTURE ORGANIQUE



Cette façade a été réalisée en bois composite et, préalablement, modélisée grâce aux technologies informatiques. En effet, il a été nécessaire de vérifier que les différentes sections résistent aux multiples charges. L'application informatique utilisée a également permis de développer le système de joints et de fixations de la façade.

Le matériau composite prend la forme d'un panneau sandwich constitué sur ses faces externes de panneau de bois de bouleau. Deux couches de fibres de carbone entourent le cœur du panneau réalisé en bois de bouleau également. Les épaisseurs des différents matériaux ont été précisément calculées afin d'améliorer la performance structurelle.

Les éléments finis en bois composite ne présentent pas la même épaisseur. Cette dernière est déterminée par l'angle de courbure de la pièce. L'orientation du grain du bois, déterminée en fonction de l'orientation des couches de fibres de carbone, a aussi été testée pour les mêmes raisons.

La structure comporte trois éléments principaux : orienté verticalement, orienté horizontalement ainsi que des éléments de transition avec différents angles de courbure. Cette façade originale a ensuite été fixée à la dalle en béton de l'édifice.

En parallèle, le processus de fabrication a été analysé afin de s'assurer que matériaux et processus de fabrication soient économiquement viables et conformes à la modélisation informatique. Les architectes ont ici voulu créer une façade à l'architecture moderne et organique.

SOURCE : ESACOMP

VÉGÉBUILD

BÂTIMENT MODULABLE EN BOIS

12 Ce bâtiment temporaire en bois, situé en Chine, peut être construit à la dimension souhaitée et démonté pour être réutilisé.

Destiné à plusieurs usages - non définis à l'avance - il a été conçu pour être un espace multifonctionnel.

L'ensemble repose sur des colonnes faites de 5 segments d'environ 5 m chacun qui s'imbriquent les uns dans les autres. Ils sont assemblés par des plaques en acier, boulonnées. Le nombre de segments peut varier pour créer des espaces différents : par exemple un étage sur une partie du bâtiment.

La colonne, une fois achevée, prend la forme d'un arbre, ou d'un dodécagone régulier, en s'élargissant vers le haut. Le haut des colonnes s'évase pour former un rebord qui vient se raccorder aux rebords des autres colonnes. Ceci forme une arche entre chaque colonne, ce qui amène une stabilité à la structure. En fonction du nombre de colonnes installées et reliées entre elles, l'espace conçu est plus ou moins grand.

Le mobilier peut reposer sur les colonnes : par exemple des tables peuvent être installées autour des colonnes. En cas d'étage, un garde-corps peut également être fixé sur une partie de la colonne.

SOURCE : WORLD OF ARCHITECTURE



Longhouse © MIT



CONSTRUCTION

PAVILLON TEMPORAIRE EN BOULEAU

Cette structure primée dans la catégorie « structure autonome » de la compétition 2017 « Australian Timber Design Awards », veut démontrer les propriétés polyvalentes du contreplaqué.

Ce pavillon temporaire est construit en contreplaqué de bouleau, acier inoxydable et béton. Il a été élaboré par conception numérique. Le bouleau a été choisi pour sa capacité de résistance à la traction.

Ce pavillon est constitué de 2 planches flexibles de contreplaqué mesurant chacune 2.400 mm x 7.800 mm. Ces planches ont ensuite été découpées selon un schéma très précis puis raccordées à la nervure centrale. La forme et les découpes de la struc-

ture ont été précisément calculées afin d'exploiter la flexibilité du matériau tout en préservant son intégrité structurelle.

Par ailleurs, le nombre de fixations mécaniques a également été limité. En effet, elles auraient pu provoquer de trop grandes tensions sur le bois en cas de vent violent. Une émulsion a été appliquée afin de protéger le bois et ainsi éviter les fissures et garantir la longévité du bois.

La structure s'évase d'une ouverture à l'autre, en forme de cône. Ce qui ajoute à la complexité de conception et de fabrication.

SOURCE : DEZEEN

Pavillon temporaire © Ben Guthrie



VÉGÉBUILD

13

CONSTRUCTION

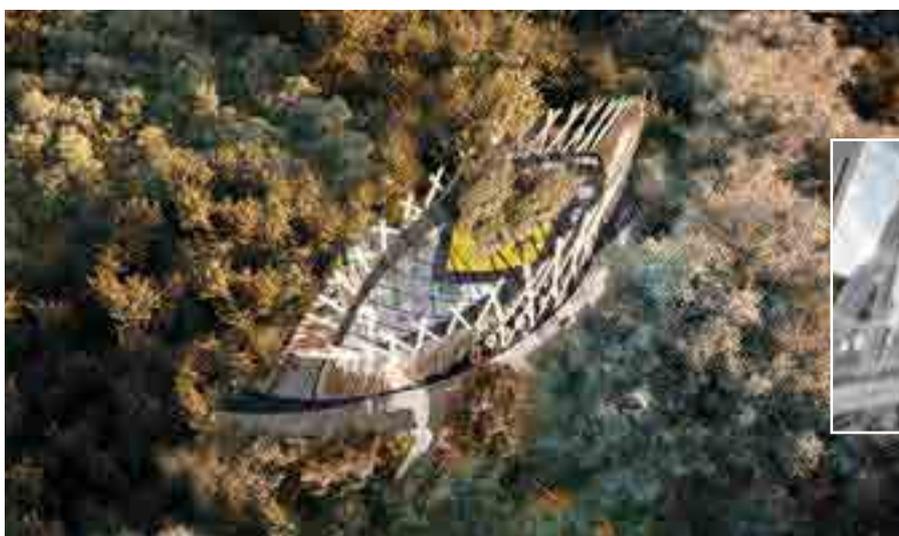
BÂTIMENT ORGANIQUE

Un bâtiment de la forme d'une feuille sera construit en pleine nature. L'objectif du cabinet d'architecture allemand MASK est de créer une symbiose entre cette construction et la forêt environnante. Le bâtiment sera vitré et réalisé en bois d'essences locales. Les blocs de bois constituant la structure se croisent de manière oblique afin d'évoquer les branches des arbres ou bien un nid.

Ces blocs rectangulaires ont une dimension de 10 x 15 cm et mesurent 7,68 m de haut. Le toit du bâtiment de 2 étages sera partiellement végétalisé : arbres et végétaux y seront plantés. Le rez-de-chaussée sera semi-ouvert.

La construction, d'une surface de 167 m², abritera un café, un restaurant, une bibliothèque, des espaces de loisirs et de détente ainsi qu'un espace d'expositions.

SOURCE : INHABITAT



BÂTIMENTS MODERNES SUR SITE CLASSÉ

Swatch et Omega ont pour le premier, fait construire leur siège social et, pour le second, leur usine de production sur le même site, en Suisse. Les deux bâtiments sont en bois mais dans des styles tout à fait différents.

Le siège social de Swatch a la forme d'un serpent. La structure en bois forme un tunnel grillagé et intègre le logo de la marque. Ce dernier sert également à absorber le bruit.

La structure est couverte par différents matériaux : éthylène tétrafluoroéthylène transparent et verre. Le serpent abrite

une place centrale qui permet l'accès au musée commun de Swatch et Omega. Il est également connecté au musée en constituant le toit d'un large auditorium ovale.

L'usine de production d'Omega est de forme traditionnelle, rectiligne, avec de grands espaces vitrés. Poteaux et poutres en bois sont apparents. L'objectif était de rénover et de revitaliser le site historique d'Omega et d'en conserver les bâtiments et arbres existants classés, en harmonie avec les nouvelles structures.

SOURCE : SHIGERU BAN ARCHITECTS



Siège social de Swatch en construction © Shigeru Ban Architects



Vue globale du site © Shigeru Ban Architects

PAVILLON EN BOIS

Cet édifice associe biomimétisme et robotisation. Il a été conçu par l'Institute for Computational Design and Construction, et l'Institute for Building Structures and Structural Design, en Allemagne.

Les éléments constituant la structure sont des boîtes creuses, en forme de polygone, qui visent à minimiser la consommation de matériaux et le poids de la construction.

Cette dernière s'inspire de la carapace de l'oursin qui est constituée de petites plaques soudées entre elles. Pour reproduire cette forme, les équipes d'ingénieurs ont développé une plateforme de fabrication robotisée, afin de découper, usiner puis assembler les segments de bois. Cette robotisation a permis un retour d'information en temps réel durant la construction pour adapter le processus si nécessaire.

La structure est constituée de 376 boîtes sur mesure qui s'encastrent parfaitement les unes dans les autres à la manière d'un puzzle. La partie inférieure de ces boîtes possède une ouverture afin d'accéder aux fixations et à l'éclairage.



Les équipes mettent en avant quelques chiffres : 13 mois de développement et construction ; 2 millions de lignes personnalisées de code robotique ; 20 à 40 mm de fraisage haute précision par segment de bois ; 8 min pour assembler une boîte ; 30 m de portée sans colonne ni poteau ; 38 kg au m².

Tous les éléments ont été conçus et assemblés afin de pouvoir être démontés puis réutilisés sur un autre site.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE STUTTART

CONSTRUCTION EN HOLOGRAPHIQUE

Ce pavillon estonien, en frêne cintré à la vapeur et en acier a été réalisé grâce à un savoir-faire manuel et à un guide holographique intelligent. Chaque planche de bois a été enveloppée dans un sachet et maintenue dans des cales en bois pour être courbée selon des repères holographiques qui projettent la courbure désirée. La vapeur injectée permet à la bande de bois de prendre la forme désirée. Les fixations en acier ont pu être façonnées grâce au guide holographique. Sur site, l'assemblage est réalisé, sous modèle holographique, aussi bien pour l'emplacement des pièces de bois que des fixations.

Le pavillon mesure plus de 4 m de haut et environ 8 m de large. Les planches de bois ont une dimension de 100 x 10 mm. Les concepteurs - les sociétés Fologram, Soomeen Hahm Design, Igor Pantic et Format Engineers - soulignent que cette technologie permet de garder les mains libres pour effectuer les tâches nécessaires. En effet, le seul équipement nécessaire est le casque de visualisation 3D. L'objectif était de mettre en valeur le travail manuel du bois, généralement absent lorsqu'on utilise les technologies robotisées.

SOURCE : DAILY MAIL



MAISON BIOLOGIQUE

Plus de 40 partenaires danois issus de diverses disciplines se sont associés pour concevoir ce prototype de maison biologique. Le prototype a été fabriqué à base de matériaux considérés comme sous-produits et destinés à être brûlés pour la production d'énergie : herbe, paille, tiges de plants de tomates, algues...

Plusieurs étapes ont été nécessaires afin d'aboutir à la construction :

- Les biomatériaux ont été broyés et mélangés à des copeaux de bois afin d'obtenir un matériau composite ;
- L'ensemble a été moulé et pressé pour constituer des panneaux ;
- Les panneaux ont ensuite été traités par l'application d'un liquide biosourcé chaud qui a polymérisé les parois cellulaires du matériau.

Les propriétés du panneau ainsi conçu ont été testées. L'Institut Technologique danois souligne qu'une structure construite avec

ces panneaux biologiques possède la même solidité qu'une structure classique.

En effet, la polymérisation réalisée confère au matériau les mêmes propriétés de durabilité, de résistance et de stabilité dimensionnelle que celles d'un bois tropical. Cette maison biologique modulable est ancrée au sol grâce à un système de pieux vissés dans le sol, ce qui évite des fondations en béton. Elle peut être érigée rapidement et démantelée sans laisser de déchet pour être reconstruite dans un autre endroit, grâce à son design adapté.

Le prototype de cette maison respectueuse de l'environnement (avec sa très faible empreinte carbone) est ouvert au public. Il est situé à Middelfart au Danemark.

SOURCE : DESIGN BOOM



Maison biologique - © Middelfart - Crédit : Een Til Een

BÂTIMENTS BIOPHILIQUES EN CLT

Imaginé par le cabinet d'architecture amstellodamois GG-loop, Mitosis-XS est une paire d'appartements préfabriqués en CLT (Cross Laminated Timber) et enveloppés dans une façade à persiennes en bois. Créé selon des principes biophiliques - l'architecture s'inspire d'éléments et motifs du monde naturel pour améliorer la qualité de vie des personnes qui l'utilisent - ce projet propose des modules en forme rhomboïde empilés de façon à créer des zones extérieures pouvant servir pour de l'agriculture urbaine ou comme espace de rencontre. *Ces logements ont été réalisés avec une structure préfabriquée en bois et des modules biosourcés. En choisissant consciemment des matériaux qui captent le carbone et en utilisant les ressources plus efficacement, Mitosis construit un environnement bâti positif. Les volumes et l'agencement intérieur sont optimisés grâce des simulations qui prennent en compte les besoins des usagers et les spécificités du site (rayonnement solaire, impact du vent, intimité, densité de population ...).*

Les modules mitosis-XS sont les premiers modules du projet Mitosis. Mitosis est un système paramétrique flexible qui permet la création de divers bâtiments : maisons individuelles, immeubles urbains à haute densité pouvant abriter des services publics, des équipements sportifs, des commerces, ...

SOURCE : WWW.GG-LOOP.COM



MAISON VICTORienne RÉNOVÉ

Il s'agit de la rénovation complète d'une demeure victorienne, doublée d'une extension. L'un des objectifs principaux était l'apport de lumière naturelle rendu possible par la création de 2 puits de lumière. Les murs entourant ces puits ont été habillés de lattes de bois verticales, donnant l'illusion d'une cascade. À cause de sa localisation géographique, la rénovation et l'extension devaient avoir un impact limité sur l'environnement. Un escalier a été construit en bois clair. Des étagères incurvées ont été conçues sur mesure, en bois également. Des panneaux en béton armé de fibres de verre sont utilisés pour former les murs. Ces murs sont blanchis à la chaux. L'intégralité de l'intérieur de la maison est de couleur blanche et bois clair afin d'accentuer la luminosité.

SOURCE : DEXIGNER



© Marino Thorlacius

MAISON SUR LA COLLINE

Le studio d'architecture KRADS a conçu une maison sur la colline donnant sur le grand lac Thingvallavatn en Islande. La maison est soigneusement placée au milieu de la végétation. Le paysage a modelé la forme du bâtiment. Avec sa toiture végétalisée construite d'herbe et de mousse locales, elle disparaît presque au milieu de la colline luxuriante. Ce phénomène est accentué grâce au parement réalisé avec un bardage en mélèze peint en noir qui rappelle le bois goudronné des maisons islandaises traditionnelles.

Le bois est un élément clef dans cette construction.

La maison est construite avec une ossature en bois. Les murs extérieurs ont été préfabriqués en atelier et placés sur le site à l'aide d'une grue pour protéger la végétation environnante. Le bois est aussi très omniprésent à l'intérieur. Les sols et un des murs du salon sont en douglas. Tandis que les lattes de bois utilisées pour les plafonds et les aménagements intérieurs sont réalisés en chêne d'origine locale.

SOURCE : WWW.KRADS.IS

LE MAGGIE'S CENTER

Pour ce centre de soutien aux personnes atteintes de cancer, le bureau d'architecture Heatherwick Studio a conçu un bâtiment comme un groupe de trois jardinières géantes. Celles-ci entourent la cuisine ainsi qu'une bibliothèque et une salle d'exercice. Situé à Leeds au Royaume-Uni, le Maggie's Center est construit avec des matériaux « sains » et des techniques d'économie d'énergie. La structure du bâtiment est constituée d'un système de bois d'épicéa préfabriqué et issu de sources durables. Les matériaux poreux, tels que l'enduit à la chaux, contribuent à réguler l'humidité interne du bâtiment. Ils permettent une ventilation naturelle grâce à un examen attentif de la forme et de l'orientation du bâtiment. Le jardin sur le toit s'inspire des forêts du Yorkshire et présente des espèces de plantes indigènes, ainsi que des îlots de conifères pour fournir de la chaleur pendant les mois d'hiver. L'intérieur du Centre explore tout ce qui manque souvent dans les environnements de guérison : des matériaux naturels et tactiles, un éclairage doux et une variété d'espaces propices aux contacts sociaux ainsi qu'à la contemplation tranquille. Le studio a également conçu deux tables, inspirées des ailerons du bâtiment et construites à partir de liège et de bois de hêtre.

SOURCE : [HTTP://WWW.HEATHERWICK.COM/PROJECTS/BUILDINGS/MAGGIES/](http://WWW.HEATHERWICK.COM/PROJECTS/BUILDINGS/MAGGIES/)



© Hurton + Crow

MAISON AUTONOME EN BOIS

Située en Colombie-Britannique, SoLo est une maison « basse émission » conçue par le bureau d'architecture Perkins&Will. Il s'agit d'un prototype d'habitation construite hors réseau dans un environnement éloigné où chaque choix a des conséquences. Ce prototype sert de terrain d'essai pour les systèmes à faible consommation d'énergie utilisant des matériaux sains et des méthodes de construction préfabriquées et modulaires. Pour ce bâtiment certifié « Maison Passive », le bois a été choisi comme matériau structurel principal. Il s'exprime de manière authentique en s'exposant dans toute la maison. Compte tenu du climat extrême du Canada, il était essentiel d'assurer une efficacité énergétique et un confort exceptionnel. En utilisant la norme « Maison passive », l'architecte a appliqué une approche avec une enceinte à deux couches. Une charpente extérieure en bois massif agit comme un bouclier, résistant aux in-

tempéries, tandis que la couche intérieure fortement isolée agit comme une barrière thermique.

En tant que maison « hors réseau », l'architecte a incorporé un générateur photovoltaïque, un système de géothermie et une pile à combustible à hydrogène pour le stockage de l'énergie de secours lorsqu'il n'y a pas de soleil en hiver. La maison collecte et traite sa propre eau potable ainsi que ses eaux usées. Pour permettre une construction rapide du bâtiment pendant la saison estivale et pour diminuer la quantité d'équipements et de matériaux à livrer sur le site, le bâtiment a été préfabriqué à l'aide d'éléments modulaires.

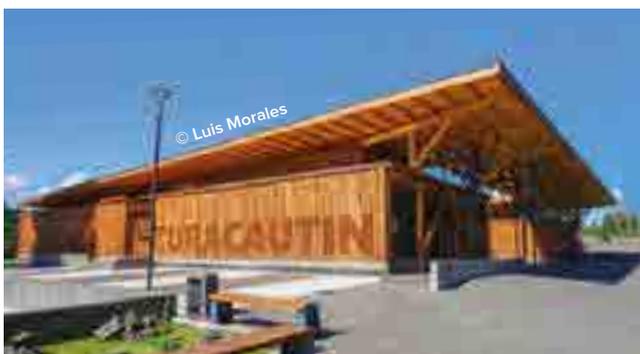
SOURCE : [HTTPS://PERKINSWILL.COM/PROJECT/SOLO](https://perkinswill.com/project/so-lo)



© Photo : Andrew Latreille / Courtesy : Perkins&Will

MARCHÉ DE CURACAUTÍN

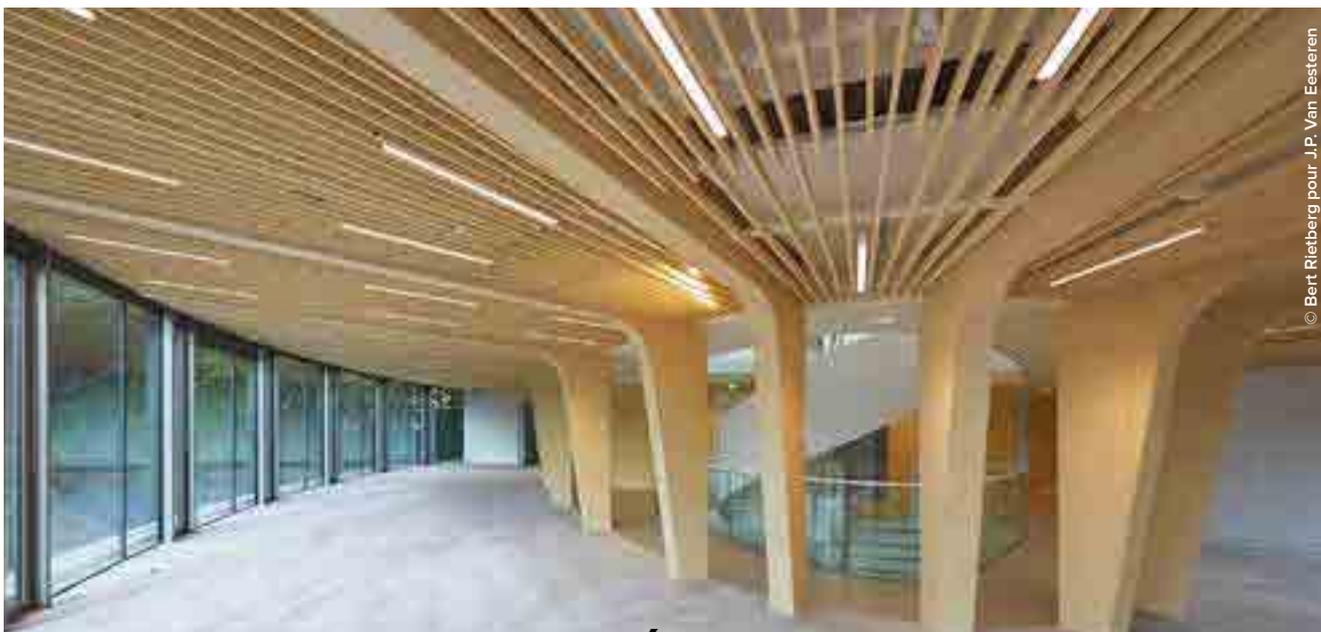
Le marché de Curacautín au Chili a pour objectif de développer une nouvelle image touristique tout en rappelant le passé forestier de la commune. Imaginé par le bureau d'architecture Viga Maestra, cet ouvrage compose un ensemble harmonieux avec l'ancienne gare ferroviaire. Ensemble, ils définissent la nouvelle porte d'entrée vers les destinations touristiques qu'offre la commune.



Le marché vise à valoriser la tradition du commerce local, équitable et à devenir une auberge touristique pour renforcer l'économie locale et durable. Il dispose de 32 emplacements pour des marchands, d'une aire de restauration publique, de quatre cuisines ainsi que des services annexes.

La structure est constituée de pin Radiata et d'éléments en bois lamellé. Elle a été modélisée sur ordinateur et usinée avec une machine à commande numérique, ce qui a permis l'exécution d'un travail propre et un gain de temps. A l'extérieur, des éléments en bois disposés verticalement agissent comme une peau climatique qui aide, d'une part, à contrôler la surexposition au soleil en été et, d'autre part, à réguler le flux du vent qui descend de la montagne vers la vallée. Au travers des matériaux utilisés et de sa typologie, le bâtiment reprend des éléments de l'identité culturelle locale, tels que le bois et les plinthes recouvertes de pierre volcanique.

SOURCE : WWW.INSTAGRAM.COM/TALLERVIGAMAESTRA



© Bert Rietberg pour J.P. Van Eesteren

IMMEUBLE DE BUREAUX DÉMONTABLE

Cet immeuble de bureaux a été conçu par RAU Architects pour la Banque Triodos.

Niché dans la forêt néerlandaise, le bâtiment a été construit avec un noyau en bois lamellé-croisé (CLT), des poutres en bois lamellé et des éléments en bois non transformés. La structure est assemblée à l'aide de 165.312 vis et peut être dévissée et réutilisée. C'est un bon exemple d'une conception réversible, qui permet de réutiliser les matériaux de construction conformément aux principes de l'économie circulaire.

Inspirés par la forme d'un champignon, les éléments en lamellé collé et les plafonds en bois apportent un raffinement à l'intérieur du bâtiment. Du bois local a été utilisé pour certains des revêtements de sol et des meubles.

Les façades vitrées maximisent l'entrée de la lumière du jour et permettent aux occupants de se sentir immergés dans la forêt avoisinante. Les zones de réunion sont disposées à proximité des fenêtres alors que les kitchenettes et les espaces calmes sont situés vers le centre. Pour les pièces les plus fermées, une doublure en lin est mise en place pour améliorer l'acoustique.

L'utilisation de matériaux durables, la lumière naturelle et une régulation climatique rigoureuse ont contribué à l'obtention d'un certificat d'exception BREEAM pour les performances du bâtiment en matière de durabilité environnementale, sociale et économique.

SOURCE : [HTTPS://WWW.RAU.EU/PORTFOLIO/TRIODOS-BANK-NEDERLAND](https://www.rau.eu/portfolio/triodos-bank-nederland)



© Courtesy of Apple

APPLE CENTRAL WORLD BANGKOK

Le nouveau magasin Apple à Bangkok établit une présence sculpturale tranquille. Ce projet est le fruit de l'étroite collaboration entre l'équipe d'Apple et l'architecte Foster + Partners, à travers son entité locale F&P (Thailand) Ltd et Architects 49 Ltd.

Le bâtiment se matérialise avant tout au travers d'un magnifique support conique conçu avec une surface verticale concave qui se dresse sur son sommet. La structure en épicea est habillée à l'aide de 1.461 profilés en chêne blanc européen. Le bois de chêne est divisé en lamelles individuelles et collées. Un détail de bord soigneusement conçu sur chaque latte permet à l'air d'être extrait à travers la structure centrale. Ancré en son centre, le toit circulaire fait saillie sur 3 m pour fournir de l'ombre à la façade vitrée.

Un tambour entièrement vitré de 24,4 m de diamètre entoure les deux étages. Il offre des vues spectaculaires à 360°C, où se juxtapose l'urbanisme intense et la verdure tranquille qui entoure le bâtiment. Cette façade vitrée révèle les intérieurs calmes du magasin. Avec la même qualité de finitions de surface à l'intérieur et à l'extérieur, la conception établit un nouvel espace public généreux pour la ville, entouré d'un anneau d'arbres entrecoupé de bancs extérieurs pour se reposer et profiter du cadre verdoyant.

SOURCE : [HTTPS://WWW.FOSTERANDPARTNERS.COM/PROJECTS/APPLE-CENTRAL-WORLD/](https://www.fosterandpartners.com/projects/apple-central-world/)

MAISON VIRTUE

Une équipe étudiante VIRTUe de l'Université of Technologie de Eindhoven (TU/e) a créé une maison autonome et durable. Construit avec une structure en bois, le bâtiment est entièrement autonome et dispose d'un certain nombre d'éléments



© VIRTUe

qui permettent aux résidents de vivre de manière durable. Quatre-vingt pour cent des matériaux sont ou peuvent être réutilisés ultérieurement. La maison se compose d'une chambre d'étudiant, d'un appartement et d'un espace commun. Des panneaux solaires colorés sont intégrés à la façade libérant ainsi plus d'espace sur le toit pour les activités sociales. Un système intelligent appelé EQUI veille à ce que la consommation d'électricité soit répartie le plus économiquement possible tout au long de la journée. Le système indique à l'utilisateur le meilleur moment pour allumer la machine à laver ou faire fonctionner le lave-vaisselle. De plus, l'équipe développe actuellement une application de coaching appelée RECAPP qui permet aux résidents de gagner des pièces de monnaie numérique en atteignant des objectifs mensuels de durabilité. Grâce à ce concept, les gens sont stimulés de manière ludique et positive à commencer à vivre de manière plus durable.

SOURCE : [HTTPS://TEAMVIRTUE.NL/MEDIA](https://teamvirtue.nl/media)

MORINOS

Le projet a été conçu par le cabinet d'architecture KKAA pour l'académie Gifu au Japon. Cette académie fournit un enseignement multidisciplinaire pratique dans les domaines de la foresterie, de l'utilisation du bois, de l'éducation environnementale, de l'architecture en bois et de la menuiserie. Le bâtiment a été construit à partir de cyprès japonais vieux de cent ans qui ont été abattus par des étudiants et mis en œuvre en combinaison avec des planches de cèdre. Utilisées pour les chambranles et les meneaux, ces planches conservent leur écorce et font partie de la façade du bâtiment. Des grumes usinées reprennent le débordement du toit. Les matériaux servent de support pour enseigner la foresterie aux étudiants. Une autre ressource locale a aussi été utilisée dans ce projet : la terre du site a été appliquée pour la finition de certaines parois intérieures.

SOURCE : WWW.KKAA.CO.JP



MICRO-BIBLIOTHÈQUE WARAK KAYU

Construite à Semarang en Indonésie, la micro-bibliothèque Warak Kayu s'inscrit dans un programme visant à accroître l'intérêt de la lecture en créant des espaces communautaires dans les quartiers à faibles revenus. Au rez-de-chaussée, se trouve un espace semi-extérieur pouvant être utilisé pour des ateliers avec une tribune à l'entrée. La zone du sol est encadrée

par des jardinières pour créer une atmosphère plus intime. Afin d'attirer l'attention des enfants, une balançoire en bois a été placée. À l'étage, dans la bibliothèque, il y a un filet où les enfants peuvent s'allonger, se détendre et lire. L'approche multifonctionnelle, le design et les matériaux respectueux de l'environnement sont utilisés pour faire de la bibliothèque un endroit populaire.



Ce bâtiment reflète bien l'approche globale portée par le bureau d'architecture Shau. Il est surélevé comme les traditionnelles maisons sur pilotis. Le bâtiment est refroidi au moyen d'une ventilation transversale. Le surplomb du toit offre de l'ombrage vers midi et les brise-soleils soigneusement étudiés empêchent la chaleur solaire de pénétrer. Le motif des brise-soleils ressemble à la peau d'une créature mythique locale appelée « Warak Ngendog ». Le bois utilisé est exploité localement dans le Kalimantan central. La conception a été développée sur la base des produits disponibles dans l'usine où la structure a été préfabriquée. Cette bibliothèque est le premier bâtiment certifié FSC en Indonésie.

SOURCE : WWW.SHAU.NL

PARKING EN BOIS

Open Platform et JAJA Architects ont remporté le concours pour un nouveau parking à Aarhus au Danemark. Ce parking sera entièrement construit en bois avec une structure en panneaux de bois lamellé-croisé (CLT). Le projet comporte 6 niveaux de parking et propose des stations de recharge électrique, des services de location de vélo et de covoiturage. Ceci a pour objectif d'encourager l'utilisation de modes de transport moins polluants. En effet, ce bâtiment affiche une empreinte carbone réduite et veut contribuer à réduire celle de ses utilisateurs. L'objectif des architectes est de créer un pôle de mobilité et d'encourager les modes de déplacements respectueux de l'environnement. De larges espaces verts sont aménagés autour du bâtiment et en façade. Des espaces de détente, de sport et de restauration sont également prévus.

SOURCE : INHABITAT



BOUTIQUE EN BOIS

La boutique souvenir du Musée National du Qatar est souterraine. L'architecte Koichi Takada s'est inspiré d'un sanctuaire souterrain situé au Qatar, Dahl Al Misfir, formé par du gypse fibreuse qui dégage une lueur phosphorescente et changeante. Les murs, le plafond et le mobilier sont réalisés en bois. Leur forme organique présente des ondulations grâce aux nombreuses couches de bois superposées. 40.000 pièces de chêne ont été nécessaires et assemblées à la main tel un puzzle. Les pièces de bois ont été préalablement préparées par découpage numérique en Italie puis transportées à Doha. Chaque pièce de bois est spécifique et s'assemble uniquement avec sa pièce complémentaire à un endroit précis de la structure. Le maître charpentier italien Claudio Devoto et son équipe ont réalisé les murs et le plafond en chêne. L'éclairage naturel provenant des puits de lumière met en valeur l'ondulation des murs en chêne qui veulent rappeler des stalactites. Les lumières artificielles sont installées de manière à accentuer cet effet.

SOURCE : KOICHI TAKADA



CENTRE DE LOISIRS D'UPPER SKEENA

Imaginé par le bureau Hemsforth Architecture, le nouveau centre de loisirs d'Upper Skeena abrite une patinoire de la taille de la NHL pouvant accueillir 500 spectateurs, un grand gymnase et un centre de remise en forme, des vestiaires et une salle communautaire avec vue sur la patinoire et le gymnase pour les événements sociaux et les rassemblements.

La conception du bâtiment illustre la polyvalence et l'utilisation novatrice des produits du bois. Tous les produits du bois utilisés dans le projet ont été récoltés et produits localement dans la province canadienne de la Colombie-Britannique. La conception innovante de la structure en lamellé-collé offre une longue portée dégagée sur la patinoire et fonctionne en tandem avec le toit préfabriqué et les panneaux muraux pour créer un espace chaleureux et accueillant. Ces panneaux préfabriqués ont été construits sur place en utilisant la main-d'œuvre locale tandis que la structure en lamellé-collé était fabriquée dans une usine du sud-est de la Colombie-Britannique. En plus d'être rentable, cette méthodologie de construction a permis de soutenir l'économie locale, a offert une formation professionnelle et a considérablement réduit le calendrier de construction par rapport à un bâtiment à charpente d'acier plus conventionnel.

SOURCE : WWW.HEMSWORTHARCHITECTURE.COM



© Ema Peter photography

SALLE DE CONCERT



© Filippo Bolognese

Ce bâtiment destiné à abriter une salle de concert est proposé par les architectes Gilles Retsin Architecture et Studio Stephan Markus Albrecht. Il sera construit en bois lamellé-croisé. Les modules seront préfabriqués en usine puis assemblés sur place. La salle de concert en elle-même est également conçue en bois. Afin de garantir l'isolation phonique, les murs seront conçus de plaques de bois lamellé-croisé de haute densité sur lesquelles de la laine de roche sera positionnée. Elle sera ensuite revêtue de placage en bois dur.

Le bâtiment est construit de l'intérieur vers l'extérieur. Les modules sont constitués de 2 plaques en bois lamellé-croisé pliées en forme de V et assemblées selon un angle droit. Plusieurs de ces supports sont à leur tour raccordés puis couverts de panneaux en bois lamellé-croisé qui constituent ainsi le plancher. Les cavités créées par la forme en V permettent de dissimuler les gaines techniques du bâtiment (ventilation, électricité...). Le bâtiment est entièrement vitré : l'intégralité de sa structure en bois est ainsi visible depuis l'extérieur.

SOURCE : ARCHDAILY

AÉROPORT DE CHIBOUGAMAU-CHAPAIS

La nouvelle aérogare de l'aéroport de Chibougamau-Chapais au Québec est le fruit de la collaboration entre EVOQ + et Artcad architectes. Située à l'orée de la forêt boréale, l'aérogare met en valeur le bois produit localement et des produits de haute performance que sont le bois lamellé-collé, les dalles de bois lamellé-croisé (CLT) et les murs-rideaux de bois. Délimitée sur trois côtés par des murs-rideaux de bois, la salle d'attente est surmontée d'un toit dégageant une claire-voie orientée sud.



Conférant luminosité et performance énergétique, les murs-rideaux contribuent au contreventement et la claire-voie agit comme axe porteur, évitant une poutre. Au toit, l'aérogare met en scène un système structural mixte combinant bois d'ingénierie et acier : des panneaux CLT sous tension d'une portée de 12 m supportés sur des colonnes de bois aux extrémités et par des poinçons en acier au centre, avec des tiges en acier haute résistance joignant le centre aux extrémités. Ce système structural minimal et optimal appuie les principes de conception : transparence, légèreté, accueil et fonctionnalité.

SOURCE :
[HTTP://EVOQARCHITECTURE.COM/
AEROGARE-DE-CHIBOUGAMAU-CHAPAIS-2](http://evoqarchitecture.com/aerogare-de-chibougamau-chapais-2)

WWW.EVOQARCHITECTURE.COM

© Maxime Brouillet

VÉGÉBUILD

25

CONSTRUCTION

IBSTOCK PLACE SCHOOL REFECTORY

C'est le cabinet d'architecture Maccreanor Lavington qui a conçu ce réfectoire pour l'école Ibstock Place à Roehampton en Angleterre. Grâce à l'utilisation de briques de stock douces et faites à la main, de tuiles d'argile unies et de pavages Yorkstone, le bâtiment s'intègre harmonieusement au paysage et aux bâtiments attenants. À l'intérieur, l'architecte a utilisé des revêtements de murs et de plafonds en chêne profilé, des sols en bois et en terrazzo, des carreaux muraux portugais faits à la main. Ces matériaux ont été choisis pour leur durabilité, leur robustesse et leurs qualités tactiles, ajoutant une richesse de texture. La structure pyramidale du toit en lamellé-collé procure à la fois un sentiment d'intimité et de grandeur avec la grille de charpente, disposée en losange. Les volumes s'élèvent avec trois lanternes vitrées permettant à la lumière naturelle de pénétrer et servant pour le système de ventilation naturelle simple. Le bâtiment a été pensé sur base d'une conception passive pour réduire la demande énergétique. Les espaces principaux sont refroidis grâce à une ventilation nocturne avec une masse thermique intégrée et des ouvertures aux bas de la structure pour atténuer le risque de surchauffe pendant la journée. Les ouvertures hautes fournissent une évacuation de l'air chaud et vicié, qui est entraîné par un effet de cheminée. Le bâtiment est également équipé d'une ventilation mécanique avec récupération de chaleur pour l'hiver.

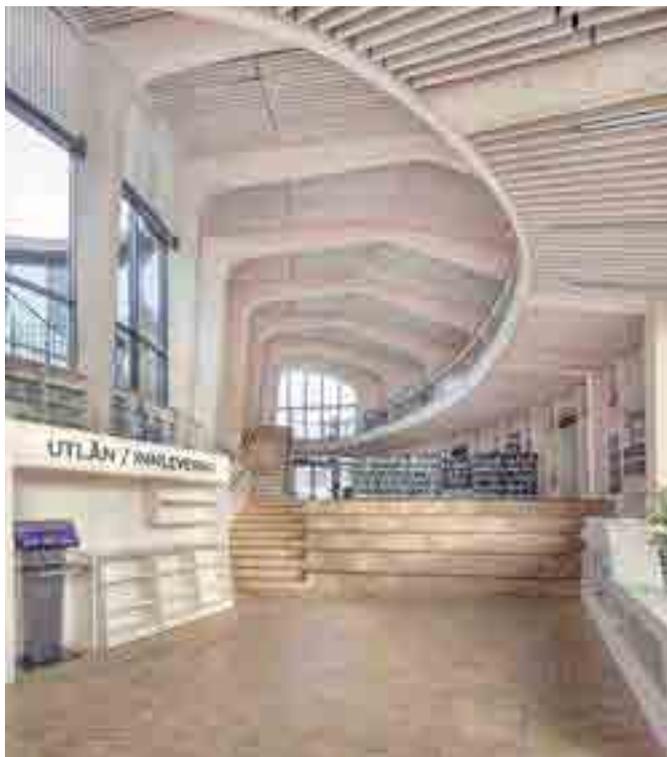
SOURCE : WWW.MACCREANORLAVINGTON.COM/WORK/DETAIL/IBSTOCK-SCHOOL

LA SAMLING BIBLIOTHÈQUE

Situé à Nord-Odal en Norvège, ce bâtiment a été imaginé par le bureau d'architecture Helen & Hard. En plus d'une bibliothèque, il abrite de multiples fonctions dont une banque, 10 appartements ainsi qu'une rue intérieure. Celle-ci relie la rue principale avec le parc et l'église en traversant la salle principale de la bibliothèque. Les façades courbes ont été conçues de telle manière qu'aucune division verticale entre les appartements ne soit nécessaire. Elles sont composées d'un bardage en lattes de bois verticales et de grandes surfaces vitrées qui offrent aux espaces publics une peau transparente permettant une connexion visuelle entre l'intérieur et l'extérieur.

À l'intérieur, presque tous les éléments sont en bois, un matériau respectueux de l'environnement mais aussi un matériau qui possède des qualités esthétiques et sensorielles uniques ainsi qu'un parfum agréable. En ayant une utilisation substantielle du bois, le bâtiment inspire une société plus durable et responsable, reflétant le patrimoine culturel des bâtiments en bois et de l'industrie locale du bois. Le plafond à lamelles de bois dissimule les appareils techniques intégrés et se transforme en brise soleil dans leur prolongement verticale. Les courbes douces des plafonds et de la structure sont des éléments qui améliorent l'appréhension et la qualité des espaces.

SOURCE : [HTTPS://HELENHARD.NO/WORK/SAMLING](https://helenhard.no/work/samling)



© Sindre Ellingsen

VÉGÉBUILD

26

CONSTRUCTION

UNE SALLE DE CONCERT EN BOIS

Le bureau d'architecture japonais Kengo Kuma and Associates a conçu une salle de concert « faite de bois » située sur le campus du Toho Gakuen College of Music, une école de musique de premier ordre au Japon. Situé à Tokyo, ce bâtiment utilise des panneaux hybrides CLT (cèdre et cyprès) pour former une structure à panneaux pliés, ces panneaux CLT servant eux-mêmes d'intérieur et de réflecteur pour le hall. Les architectes ont donc conçu une salle de concert comme un instrument géant en bois, et ont réussi à créer un environnement acoustique idéal pour d'excellentes performances. L'extérieur est couvert de persiennes en bois qui évoquent les cordes des instruments. Elles sont disposées comme si elles rythmaient et ajoutaient de la résonance à l'ensemble de la salle.

SOURCE : [HTTPS://KKA.A.CO.JP/WORKS/ARCHITECTURE/TOHOGAKUENMUNETSUGUHALL/](https://kkaa.co.jp/works/architecture/tohogakuenmunetsuguhall/)



© Kawasumi-Kobayashi Kenji Photograph Office

SALLE DE CONCERT

Un projet de salle de concert en bois et verre est proposé à Londres. Cet édifice devrait prendre la forme d'une tour pyramidale. Elle abritera une salle de concert de musique classique de 2.000 places, quelques salles plus petites ainsi qu'un bar et un restaurant au sommet. Des espaces commerciaux sont également prévus ainsi qu'une école de musique.

L'intérieur de la salle, entièrement en bois, est inspiré des formations géologiques, sous forme de strates. L'orchestre est situé au milieu, entouré par le public : les sièges sont positionnés de telle manière que chaque spectateur puisse voir correctement l'orchestre. Les architectes Diller Scofidio+Renfro promettent une acoustique parfaite.

A l'état de projet, sa construction pourrait débuter en 2020 pour une durée de 4 ans. Entièrement financée par des fonds privés, le budget n'est pas encore totalement bouclé. Les plans ne sont pas encore définitivement arrêtés.

Représentation de la salle de concert © Diller Scofidio+Renfro



BOIS, VERRE ET ALUMINIUM



Le bâtiment de la nouvelle librairie de Calgary au Canada, en forme d'œil, est réalisé en bois, verre et aluminium.

A l'intérieur du bâtiment de 22.300 m², des pièces courbées de bois ont été réalisées en essence de cèdre rouge de l'Ouest. Le bois a été cintré à la vapeur. Chaque pièce est unique. Ces pièces, les plus grandes au monde selon l'architecte Snøhetta, sont visibles depuis l'extérieur, à travers la façade partiellement vitrée.

Les 4 étages sont réalisés en bois. Un atrium en forme d'ellipse est revêtu de lattes de bois. Le bois recouvre les murs, les escaliers ainsi que les balustrades. Ceci contribue à la maîtrise de l'acoustique dans l'atrium. L'entrée est couverte par un plafond (soffite) en bois de cèdre rouge également.

La particularité de l'édifice est sa situation : il est positionné au-dessus d'une voie ferrée et en suit le trajet courbé. Il apparaît ainsi comme un navire flottant au-dessus de l'infrastructure ferroviaire.

Cette librairie propose des espaces calmes de lecture aux étages supérieurs, ainsi que des espaces d'activités manuelles et culturelles pour les enfants au rez-de-chaussée.

SOURCE : SNØHETTA



BÂTIMENT AUTOPORTEUR EN BOIS

L'institut de technologie du Massachusetts propose un nouveau prototype de bâtiment en bois, « The Longhouse ».

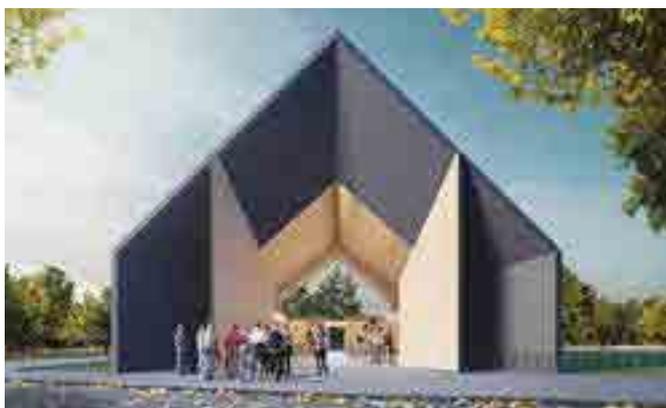
D'une hauteur d'environ 12 m, ce bâtiment est constitué de panneaux de bois lamellé-collé de 15 m de long et de 3 m de large pouvant aisément supporter les contraintes de tension. Ces panneaux sont de forme triangulaire et assemblés à la manière d'une arche.

Un tel assemblage minimise les déformations de la structure. Aucun support de structure n'est d'ailleurs nécessaire, le bâ-

timent étant conçu pour être autoporteur. L'espace intérieur n'est donc entravé par aucun pilier ni mur porteur.

L'équipe d'étudiants du MIT souligne que ce prototype de bâtiment est conçu pour être économe en énergie. A cet effet des panneaux solaires et des vitres ont d'ailleurs été installés sur les façades du bâtiment. L'espace intérieur n'est ainsi pas entravé par des piliers ou murs porteurs.

SOURCE : INSTITUT DE TECHNOLOGIE DU MASSACHUSETTS



Longtu Life Experience Centre © Jin Weiqi

BÂTIMENT « ÉNERGIE PASSIVE » EN BOIS

Le bâtiment en bois du Laboratoire de recherche et d'innovation du bois dans le nord de la Colombie Britannique (Canada) a été labellisé « habitation passive ». Partie intégrante de l'Université de Colombie Britannique du Nord, ce laboratoire est dédié aux recherches portant sur les usages innovants du bois et la mise au point de nouveaux matériaux composites à base de bois.

L'objectif était de démontrer la possibilité de construire un bâtiment industriel en bois de cette hauteur (10 m de haut),

énergétiquement ultra performant - il consomme 70 % d'énergie globale en moins qu'une structure similaire avec un autre matériau - et ce, dans une région au climat froid.

Il est constitué de fermes en bois utilisées verticalement et de poteaux et poutres en bois lamellé-collé sur une dalle en béton. Les murs ont une épaisseur de 50 cm et sont isolés avec une laine minérale. Par ailleurs, 20 cm de polystyrène expansé isole du sol.

L'énergie nécessaire est procurée par du biogaz. Par ailleurs, l'exposition du bâtiment permet un chauffage naturel grâce au soleil.

Soulignons que les techniques mises en œuvre pour la construction de ce bâtiment, ainsi que son design, ont été élaborés avec les scientifiques et chercheurs de l'Université.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE COLOMBIE BRITANNIQUE DU NORD



Laboratoire de Recherche et d'Innovation du bois © UNBC

« TRIPLE ZÉRO » POUR UN BÂTIMENT UNIVERSITAIRE

L'objectif de cet immeuble, aujourd'hui encore au stade d'étude et de concept, est triple : consommation énergétique nette zéro, zéro production de déchets et zéro émission de gaz à effet de serre.

Il abritera le département « sciences et technologies du bâtiment » de l'Université d'Arizona. Les technologies utilisées pour la construction de ce bâtiment ont, pour certaines, été mises au point par les scientifiques de l'université. Cette dernière conduit des études et des analyses de l'ensemble de leurs activités afin d'en réduire l'impact environnemental. Les solutions technologiques pour y parvenir sont ensuite intégrées dans la construction du bâtiment, si elles s'avèrent efficaces.

La structure est prévue en bois lamellé-croisé, agrémentée de panneaux destinés à séquestrer le dioxyde de carbone afin de compléter l'action naturelle du bois. La toiture photovoltaïque solaire alimentera le bâtiment. A l'intérieur du bâtiment, au sein d'un atrium, une large variété de plantes permettra de purifier l'air intérieur. L'eau de pluie sera collectée et les eaux usées le seront également. En effet, une installation de traitement des eaux est également prévue : le traitement s'effectuera grâce à des procédés naturels et biosourcés.

Le cabinet d'architecture Studio Ma, en charge de la conception du bâtiment, et l'Université d'Arizona soulignent l'importance du travail collabratif dans l'aboutissement de ce projet.

SOURCE : ARCHITECT MAGAZINE



UN HÔTEL CIRCULAIRE

En Norvège, au pied d'un glacier au-dessus du cercle arctique, un hôtel en forme de cercle va voir le jour.

Il produira plus d'énergie qu'il n'en consommera grâce, notamment, aux panneaux solaires qui y seront installés. De plus, il consommera environ 85% d'énergie de moins qu'un hôtel moderne standard. L'objectif est de préserver totalement le lieu et d'avoir un impact environnemental réduit.

La forme circulaire de l'hôtel a été étudiée et spécialement conçue pour capter les rayons du soleil de manière optimale, quelle que soit la saison ! Pendant un an, des rayons du soleil ont été modélisés afin de s'en assurer. La structure bois de l'hôtel est sur pilotis, portée par des poteaux en bois ancrés dans le fjord.

Chacune des chambres sera équipée d'une terrasse encastrée qui permettra d'apporter l'ombre nécessaire lors des journées d'été. Aucun système de climatisation n'est ainsi prévu. Par ailleurs, les larges baies de la façade permettent de capter le soleil hivernal.

L'ouverture de cet hôtel est prévue en 2021.

SOURCE : SNOHETTA



CONSTRUCTION STRUCTURELLE INNOVANTE

Réalisée par Architectus, cette construction a été primée en 2017 pour son utilisation du bois au service d'une fabrication structurelle innovante. La plupart des éléments bois ont été préconçus avant d'être acheminés sur le site de construction puis assemblés. Ceci a permis d'achever le bâtiment en cinq mois environ.

Cette construction qui abrite l'incubateur de l'université de Macquarie (Australie) a bénéficié de techniques de construction innovantes et de matériaux respectueux de l'environnement.

Essentiellement conçu en contreplaqué, le bâtiment est naturellement ventilé grâce aux panneaux muraux ouvrables.

L'air conditionné se déclenche, si besoin, et uniquement dans les parties occupées du bâtiment. Des panneaux solaires sur le toit procurent 60% de l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'incubateur. La structure du plafond est réalisée en bois lamellé-croisé, poutres en bois de placage stratifié et colonnes en bois lamellé-collé.

Par ailleurs, un système de surveillance du bâtiment a été installé. Il permet des retours d'informations sur la consommation énergétique afin d'optimiser l'ensemble des consommations.

SOURCE : ARCHITECT MAGAZINE



Incubateur de l'université de Macquarie - © Université de Macquarie

BOIS ET MILIEUX NATURELS... BONS POUR LA SANTÉ ET LE BIEN-ÊTRE

Matériaux composites, matériaux biosourcés, fibres naturelles, inspirations naturelles... sont autant de sujets auxquels chercheurs, scientifiques, fabricants, constructeurs, utilisateurs portent un intérêt croissant et sur lesquels ils se questionnent.

En plus de l'utilisation de matériaux biosourcés, il apparaît de plus en plus essentiel de connecter les constructions avec le milieu naturel. C'est une tendance qui s'affirme de plus en plus. En effet, l'urbanisation, parfois effrénée, contraint l'homme à avoir de moins en moins de contacts avec la nature, ce qui pourrait lui être préjudiciable.

Pour nourrir la réflexion, une étude a été conduite par Planet Ark, une organisation australienne à but non lucratif intervenant dans le domaine de l'environnement et plus particulièrement dans la création de liens entre l'homme et la nature via le bâti.

S'agissant de la construction avec le matériau bois, cette étude fait ressortir de nombreux points positifs comme :

- l'amélioration de l'état émotionnel et de l'estime de soi,
- la baisse du niveau de stress,
- la réduction de la pression sanguine et du rythme cardiaque,
- l'amélioration de la qualité de l'air intérieur, grâce à la modulation de l'humidité par les éléments bois,
- une contribution à la lutte contre le changement climatique.

Cette même étude va jusqu'à affirmer que vivre et travailler, ou se soigner, dans un environnement en bois et ouvert sur l'extérieur, produit sur la santé et le bien-être les mêmes effets que ceux ressentis en passant du temps en pleine nature. Ceci permet de compenser le peu de temps passé en extérieur selon les Australiens.

Ils concluent en indiquant que les matériaux, l'architecture et le design du bâti doivent aider à relier l'homme avec le milieu naturel. C'est la philosophie défendue par le courant du « Biophilic Design », présenté comme une manière innovante de concevoir et de construire les lieux de vie, de travail, d'apprentissage, de santé... en les connectant avec le milieu naturel, afin de procurer un meilleur équilibre en termes de santé et de bien-être.

L'ÉTUDE AUSTRALIENNE EST CONSULTABLE À L'ADRESSE : [HTTP://MAKEITWOOD.ORG/HEALTHANDWELLBEING/](http://makeitwood.org/healthandwellbeing/)



© Anton Grassl / Esto Photographics



© Patrick Bingham-Hall



© WDG Architecture

UN STADE DE FOOTBALL EN BOIS



Ce futur stade, pour le « Forest Green Rovers Football Club » de Nailsworth (Angleterre), sera entièrement construit en bois. Il est annoncé comme étant le stade le plus vert au monde et le premier entièrement construit en bois, de la structure au toit en passant par les poutres, autres bardages et ouvertures. Incurvé, bâti à partir de trames en bois lamellé-collé, il sera alimenté par des énergies renouvelables.

Ce stade présentera la plus faible empreinte carbone au monde par rapport aux autres stades existants. L'ensemble des éléments en bois sera issu de forêts gérées durablement.



La position de chacun des 5.000 sièges a été calculée afin que les spectateurs aient pleine vue sur tout le terrain. Le toit des tribunes sera recouvert d'une membrane transparente afin de favoriser la pousse du gazon.

La construction prévoit d'ores et déjà une extension future du stade.

SOURCE : ZAHA HADID ARCHITECTS



© Zaha Hadid Architects

LE PLUS HAUT BÂTIMENT TERTIAIRE EN BOIS DE FRANCE

Imaginé par le bureau Architecturestudio, le Palazzo Nice Médiria s'inscrit dans une démarche durable et innovante : végétalisation des espaces externes, autonomie et maîtrise énergétiques, ossature bois, chantier sec limitant les déchets... Avec ses neuf niveaux, cet immeuble a une hauteur totale de 35 m. Les murs et les planchers sont en lamellé croisé (CLT) ; les poutres et les poteaux sont en lamellé-collé.

La structure bois est contreventée par deux cages d'ascenseurs. Le bois est prédominant dans l'aménagement intérieur.

Afin d'accueillir circulations verticales extérieures et terrasses, le bâtiment est enveloppé d'un exosquelette métallique. Des jardinières judicieusement réparties sur le pourtour permettent de végétaliser cet espace et participent de la performance bioclimatique de l'ouvrage. Les ombres générées par l'exosquelette permettent de lutter contre les problèmes de surchauffe en été. D'un point de vue énergétique, le bâtiment est relié à une boucle géothermique d'eau tempérée et est coiffé de panneaux photovoltaïques.

SOURCE : WWW.ARCHITECTURESTUDIO.FR



© Antoine Duhamel

LE BOIS DANS LA CONSTRUCTION S'EXPOSE

Ayant pour but de promouvoir l'utilisation du bois dans la construction et de démontrer qu'il est un matériau de construction employé avec succès depuis très longtemps, le National Building Museum de Washington organisait une exposition qui s'est clôturée fin mai 2017. Les différents matériaux de construction bois - lamellé-croisé, lamellé-cloué, lamellé-collé notamment - y étaient exposés et détaillés. Différents panneaux en bois créés pour l'occasion servaient à structurer, accompagner et informer les visiteurs tout au long de l'exposition.

Les différentes techniques et possibilités de construction « high-tech » étaient présentées et détaillées, les organisateurs mettant l'accent sur la préfabrication en usine ou la rapidité d'assemblage sur site, deux arguments qui jouent très positivement en faveur du bois.

Le National Building Museum a également voulu attirer l'attention des visiteurs sur les bénéfices de la construction bois et ses avantages économiques. Une partie de l'exposition évoquait la redynamisation de l'économie rurale au travers des industries œuvrant dans le domaine du bois, une autre abordait la question des impacts positifs sur la qualité de vie dans les centres urbains, une troisième réinsistait sur la capacité du bois à séquestrer le carbone lorsqu'il est mis en œuvre dans la construction.

Par ailleurs, les qualités intrinsèques du matériau bois étaient bien sûr mises en avant : ratio poids/solidité particulièrement élevé, faible énergie grise, réduction des émissions de CO₂, qualités énergétiques... Certaines croyances étaient combattues avec force détails : des idées reçues sur le bois et le feu, sur la pérennité des constructions bois, sur la déforestation... Enfin, quelques réalisations achevées ou en cours de construction avaient été sélectionnées et étaient présentées en raison de leur esthétique, de leurs fonctionnalités ou bien de leurs performances techniques.

Ainsi, le National Building Museum mettait en avant ce qui est peut-être la plus ancienne construction bois encore intacte dans son intégralité et en service. Certes il existe d'autres édifices en bois plus anciens, cependant il n'en reste que des parties ou vestiges, ou ils ne sont plus en usage. Datant de 1056, la pagode Sakyamuni du Temple Fogong, en Chine, est construite entièrement en bois. Elle mesure 67,31 m de haut et présente un diamètre de 30,27 m à sa base. Cette pagode a résisté à de nombreux tremblements de terre et n'a jamais nécessité que des réparations mineures, sauf une intervention plus profonde en lien avec la Seconde Guerre mondiale (conflit sino-japonais). Sa construction n'a nécessité aucun clou et a été réalisée suivant la technique traditionnelle des tenons et mortaises.

Il semblerait toutefois qu'aujourd'hui son inclinaison progressive inquiète les spécialistes de l'architecture qui ne parviennent pas à trouver un consensus sur des actions et réparations à engager pour consolider cette pagode et éviter ainsi sa disparition.

Autre réalisation mise en avant, contemporaine celle-ci, il s'agit d'un carrousel en bois, structure et manège, situé à Stamford dans le Connecticut. Cette attraction, récemment achevée, est originale par la forme de sa coupole.

La coupole du manège est réalisée au moyen d'une superposition de panneaux en bois lamellé-croisé, qui forment un mouvement ondulé ponctué par 3 puits de lumière. Cette



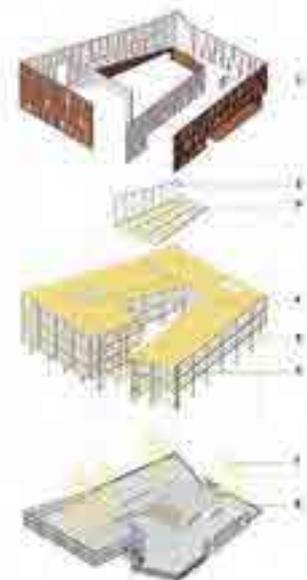
coupole est supportée par des poutres en bois lamellé-collé. La structure en bois qui abrite le manège est faite de murs mobiles qui peuvent être ouverts aux saisons chaudes. Une trentaine de chevaux, poissons, oiseaux et autres animaux en bois ont été réalisés à la main pour composer le manège.

SOURCE : GRAY ORGANSCHI ARCHITECTURE

Enfin, en matière de projet en cours, le UMass Amherst Design Building, bâtiment de l'Université du Massachusetts situé à Amherst, était mis à l'honneur. Il regroupera bientôt les départements d'Architecture paysagère, d'Architecture et des technologies du bâtiment, aujourd'hui dispersés sur le campus. Ce bâtiment est conçu autour d'une cour intérieure donnant sur les façades en bois apparent.

La structure, de type poteaux-poutres, est en bois lamellé-collé, les sols en composite bois-acier, du bois lamellé-croisé est laissé apparent en intérieur. Le bâtiment vise une certification LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), niveau or (la certification comporte 4 niveaux : argent, or et platine).

SOURCE : LEERS WEINZAPFEL ASSOCIATES



- 1 Enveloppe cuivre anodisé et aluminium
- 2 Treillis en acier
- 3 Ceinture en composite bois lamellé-collé/acier
- 4 Toit-terrace en bois lamellé-croisé
- 5 Poteaux et poutres de structure en bois lamellé-collé
- 6 Sols en composite bois lamellé-croisé/béton
- 7 Cages d'escalier servant de contreventement en bois lamellé-croisé
- 8 Fondations en béton

CONSTRUCTION BOIS, ENVIRONNEMENT ET CLIMAT

Le Département américain de l'Agriculture veut encourager le développement de constructions en bois de grande hauteur afin d'accélérer l'adoption de technologies innovantes, encore émergentes, autour de produits bois destinés à la construction. La collaboration avec d'autres pays est encouragée.

Dans ce cadre, le « Timber Innovation Act » de 2016 veut promouvoir les panneaux en bois massif lamellé-collé, lamellé-croisé, en fibres de bois laminées et lamibois.

À l'image d'autres programmes sur d'autres continents, la construction bois est encouragée pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, le bois est un matériau renouvelable, réutilisable sous différentes formes, plusieurs fois, à la différence du béton par exemple. Il peut être réintégré dans la chaîne de production de matériaux à base de bois ou, en dernier ressort, il peut être converti en combustible à des fins de chauffage.

D'autre part, le bois ne nécessite qu'une faible quantité d'énergie à ses étapes d'extraction et de recyclage en comparaison au béton et à l'acier. L'empreinte carbone, tout au long du processus, est ainsi réduite. Le bois capture une grande quantité de carbone présent dans l'atmosphère et le garde piégé tout au long de sa vie. Il apparaît qu'aux États-Unis, au cours de la dernière décennie, 39 % des émissions de carbone sont issues de l'industrie de la construction (36 % en Europe). C'est pour cela que nombre de pays encouragent l'utilisation de matériaux renouvelables dans la construction afin de réduire l'empreinte carbone du secteur. Par ailleurs, introduire plus de bois dans les constructions en zone urbaine permet de réduire l'effet d'îlot thermique urbain lié à l'utilisation du béton et du goudron.

À ce jour, les constructions totalement en bois n'excèdent généralement pas 8 à 12 étages. C'est pourquoi le « Timber Innovation Act » se focalise sur les bâtiments de plus grande hauteur qui nécessitent encore le développement de nouveaux produits et solutions innovantes à base de bois. En effet, la structure de tels bâtiments impose plus de contraintes en termes de stabilité, contraintes de résistance à la compression, résistance au feu, à l'humidité... ils ne peuvent donc pas être bâtis exclusivement en bois.

Les recherches et développements en cours sur les matériaux composites à base de bois pourraient permettre de répondre à cette demande, tout en ayant un impact positif sur l'environnement et le climat.

SOURCE : ENVIRONMENT AND ENERGY STUDY INSTITUTE



Premières étapes de la construction du bâtiment « Brock Commons » de 18 étages (CLT)
© Acton Ostry Architects Inc. & University of British Columbia.

FAÇADE EN NID D'ABEILLE



Ce bâtiment de 10 étages en bois est construit sur des fondations et un premier niveau en béton. L'immeuble est constitué d'éléments en bois lamellé-collé et lamellé-croisé.

Afin de garantir la résistance du bâtiment aux vents et aux séismes, plusieurs systèmes constructifs sont mis en œuvre : des murs de contreventement intérieurs en bois et des entretoises extérieures en diagonale forment une façade en nid d'abeille. Ces entretoises sont conçues en bois lamellé-collé. Elles créent des balcons autoportants à rupture de ponts thermiques. Cet immeuble d'une hauteur d'environ 45 mètres intégrera également des matériaux composites et biosourcés, des soffites en bois ainsi que de larges surfaces vitrées. Une toiture terrasse permettra la plantation de végétaux.

Le cabinet d'architecture canadien Dialog a prévu de laisser le bois apparent au niveau des colonnes, des plafonds et des murs de contreventement. Il y aura également un environnement de travail en matériaux naturels et selon les principes de la biophilie. Ce bâtiment canadien qui proposera des bureaux et des salles de réunion devrait se terminer en 2021.

SOURCE : DIALOG DES GN



CENTRE CULTUREL SARA

Conçu par le bureau White Arkitekter, le Centre culturel Sara est l'un des plus hauts bâtiments en bois au monde. Situé en Suède juste en dessous du cercle polaire, ce complexe accueille un théâtre, un musée, une galerie d'art, la bibliothèque municipale et un hôtel. Haute de 75 m, la tour qui abrite l'hôtel, a été construite avec une structure poteaux-poutres en bois lamellé-collé et des modules préfabriqués en bois lamellé-croisé (CLT) empilés entre les deux noyaux d'ascenseur. La façade vitrée offre une vue spectaculaire sur différents quartiers de la ville.

Les volumes à faible hauteur construits avec une structure poteaux-poutres en bois lamellé-collé et des murs de contreventement en CLT, aident à redistribuer les charges et améliorent la stabilité structurelle de la tour. Les fermes caractéristiques au-dessus des grands foyers sont composées de poutres hybride en bois lamellé-collé et en acier. Construit en bois, ce Centre est conçu pour résister aux conditions climatiques locales particulièrement difficiles, tout en restant économe en énergie. La toiture végétalisée contribue à l'isolation thermique, à l'absorption des nuisances sonores, à la valorisation de la biodiversité et au ralentissement du ruissellement des eaux pluviales.

SOURCE : [HTTPS://WHITEARKITEKTER.COM/PROJECT/SARA-CULTURAL-CENTRE](https://whitearkitekter.com/project/sara-cultural-centre)



VILLE LABORATOIRE

Axé sur le thème de la mobilité, le projet de « ville laboratoire » est proposé par le cabinet d'architecture BIG au pied du Mont Fuji au Japon. L'objectif est d'atteindre un équilibre entre les véhicules, les divers modes de déplacement, l'homme et la nature. Il s'agit également de travailler à la mise au point de nouvelles technologies : maisons connectées et intelligentes, intelligence artificielle, mobilité et autonomie... En outre, le projet vise à la neutralité carbone. Les bâtiments seront conçus en bois, combinant les techniques de l'artisanat japonais avec les technologies de fabrication robotisées. Les toits seront équipés de panneaux photovoltaïques. Un système géothermique, des piles à combustible à hydrogène et l'énergie solaire seront utilisés. La filtration des eaux pluviales est également prévue.

Cette ville, aménagée avec de nombreux espaces verts et jardins intérieurs, sera divisée en 3 zones distinctes : une zone pour les véhicules autonomes rapides, une 2^{ème} pour les modes de déplacement plus doux (vélos, scooters) et enfin une dernière zone, piétonne avec plus d'espaces verts. La construction de cette ville laboratoire imaginée par Toyota, devrait démarrer en 2021.

SOURCE : WORLD ARCHITECTURE COMMUNITY



CANADA EARTH TOWER

Un nouvel immeuble hybride de 30 à 40 étages devrait voir le jour au Canada. Il sera majoritairement conçu en bois ignifugé sur des fondations en béton. Les escaliers et l'ascenseur seront néanmoins construits au sein de cages en béton afin de procurer une stabilité latérale à la construction. Des colonnes en bois et des planchers composites compléteront la structure. Diverses techniques de construction seront utilisées : bois lamellé-croisé, bois lamellé-collé, bois lamellé-chevillé. Le toit sera végétalisé et comportera des installations photovoltaïques. Géothermie, ventilation naturelle et triple vitrage sont également prévus. Des systèmes de récupération de chaleur et des eaux seront installés. Sur la façade exposée au sud, plusieurs jardins communs et accessibles aux habitants seront positionnés. Cette structure hybride permettra de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Les architectes de l'agence Perkins+Will soulignent que l'immeuble ne consommera pas en fonctionnement d'énergie fossile. Cet immeuble abritera des appartements, des commerces, des bureaux ainsi que des restaurants.

SOURCE : PERKINS+WILL



BILAN CARBONE NEUTRE

Ce bâtiment de 4 étages et d'une surface de 8.100 m² est en cours de construction à Toronto. Il présentera un bilan carbone neutre. Les poutres et les colonnes sont conçues en bois lamellé-collé, les escaliers et la cage d'ascenseur en bois lamellé-croisé ainsi que les murs de contreventement pour la résistance aux vents et aux séismes.

Quatre cheminées solaires sont prévues afin d'améliorer la ventilation naturelle du bâtiment. Le toit végétalisé sera irrigué par l'eau de pluie collectée et comportera des panneaux solaires. D'après les simulations réalisées sur une base annuelle, le bâtiment produira au moins l'énergie qu'il consomme. Les cabinets d'architectes ZAS et Bucholz Mc Evoy prévoient une réduction de 50 % des émissions carbone lorsque le bâtiment sera en fonctionnement. Dès qu'il sera terminé, début 2021, ce bâtiment entend fournir à ses occupants un environnement de travail sain.

SOURCE : ZAS ARCHITECTS



Toronto Region and Conservation Authority © ZAS Architects



© Marcel IJzerman

BUREAUX FLOTTANTS EN BOIS

Le Floating Office Rotterdam (FOR), imaginé par le bureau d'architecture Powerhouse Company et développé par RED Company, est le plus grand immeuble de bureaux flottants entièrement construit en bois. Le bâtiment est amarré à l'ancien port industriel de Rijnhaven au cœur de la ville de Rotterdam. Il abrite des bureaux et un restaurant.

Le FOR constitue un exemple de bâtiment résilient à même de s'adapter au changement climatique. Sa principale caractéristique est d'être une construction « flottante ». Il a été conçu en vue d'être un bâtiment « zéro émission » et de réduire son empreinte écologique. Les architectes ont choisi pour cette construction uniquement des matériaux réutilisables et recyclables. La structure en bois peut facilement être démontée et réutilisée dans d'autres contextes si nécessaire. Un pan de toit est équipé de 870 m² de panneaux solaires qui permettent au bâtiment de générer sa propre énergie. L'autre pan est végétalisé. Le bâtiment est aussi équipé d'un système d'échange de chaleur qui utilise l'eau du port. De larges surfaces vitrées permettent à la lumière naturelle de pénétrer dans le bâtiment. La présence des balcons saillants pour les niveaux inférieurs et d'un gigantesque toit en pente pour le niveau supérieur assure de l'ombre et régule l'ensoleillement des pièces en dessous.

SOURCE : [HTTPS://WWW.POWERHOUSE-COMPANY.COM/FLOATING-OFFICE-ROTTERDAM](https://www.powerhouse-company.com/floating-office-rotterdam)

UN IMMEUBLE EN BOIS DE 80 ÉTAGES

S'il voit le jour, cet immeuble en bois de... 80 étages et de 244 m de haut repoussera très loin les limites des matériaux bois et biosourcés, ainsi que celles des technologies permettant leur mise en œuvre.

Plusieurs systèmes constructifs sont prévus : bois lamellé-croisé pour les murs centraux, et la dalle ; bois lamellé-collé pour les renforts et les poutres ; lamibois pour les colonnes notamment. La société d'architecture Perkins+Will souligne que les matériaux seront utilisés de façon optimale.

Le défi est d'éviter que la structure en bois ne tangué. Pour ce faire, les architectes et ingénieurs proposent de construire tout l'immeuble en modules ayant la forme d'un triangle ou d'un losange. En effet, ces formes sont structurellement plus résistantes que des rectangles. On obtiendra ainsi une structure en nid d'abeilles. Les modules seront préfabriqués en usine puis assemblés sur site.

Pour encore renforcer la stabilité et la rigidité de la structure, le gratte-ciel sera constitué de 2 immeubles reliés au sein d'un atrium central. Les 2 immeubles seront connectés par des poutres en bois lamellé-collé.

Cet immeuble, prévu pour être construit à Chicago, est toujours à l'état de projet.

Les recherches se poursuivent sur les possibilités et contraintes d'utilisation du bois ainsi que sur les technologies associées à mettre en œuvre en œuvre.

SOURCE : PERKINS+WILL



TOUR EN BOIS CINTRÉ

Le processus naturel de torsion du bois lors de son séchage a permis la construction de cette tour de 14 m, constituée de 12 panneaux incurvés en bois lamellé croisé.

Les ingénieurs de l'Université de Stuttgart (Institute for Computational Design and Construction et Institute for Building Structures and Structural Design) soulignent que le processus ne nécessite aucune machine spécifique pour cintrer le bois.

Chacune des pièces constitutives des panneaux de bois d'épicéa lamellé croisé ont une teneur en humidité de 22%. Ce taux d'humidité est ensuite réduit à 12% selon un processus industriel de séchage. Le bois a été disposé de telle manière, qu'à la fin du processus de séchage, les pièces de bois sont cintrées naturellement et selon l'angle souhaité. Ceci, grâce à des modélisations mécaniques informatiques qui ont permis d'optimiser le positionnement des planches de bois de façon à obtenir différents types et rayons de courbure. Les planches de bois sont rapprochées et, ensuite, laminées l'une contre l'autre afin de créer des panneaux de plus grande dimension et d'en stabiliser la courbure.

Les ingénieurs soulignent que cette réalisation ouvre des opportunités en matière d'architecture.

SOURCE : INSTITUTE FOR BUILDING STRUCTURES AND STRUCTURAL DESIGN



CONCEPT DE BÂTIMENT

Cet immeuble de grande hauteur (26 étages) doit être conçu à l'aide de matériaux recyclés.

Les éléments de la façade seront fabriqués à partir de tuiles recyclées et le béton, à l'aide de débris de briques. Les panneaux en bois ainsi que le plancher seront réalisés avec des encadrements de fenêtres recyclés ou du bois récupéré. Ce projet prévoit de recycler 17.577 tonnes de déchets dont ceux cités. Ceci permet de minimiser les émissions de CO₂ dès la phase de construction, ainsi que l'empreinte carbone du bâtiment. L'architecture de ce bâtiment est prévue pour laisser pénétrer un maximum de lumière naturelle. Un système de récupération des eaux de pluie a été pensé afin d'irriguer la toiture végétalisée ainsi que les plantations sur les terrasses. Les végétaux proposés par les architectes identiques aux variétés présentes dans l'environnement du bâtiment afin d'intégrer parfaitement ce dernier dans le paysage.

Ce projet n'a pas été retenu par la ville de Copenhague. Cependant, les architectes du cabinet Tredje Natur souhaitent qu'il serve à alimenter d'autres idées et projets de construction davantage respectueux de l'environnement et reconnectés avec la nature.

SOURCE : TREDJE NATUR



Représentations de l'immeuble et des modules FarmHouse - © Precht

FERME VERTICALE

Ce concept d'immeuble « FarmHouse » permet à ses habitants de cultiver selon le principe de ferme verticale.

Des modules d'habitations triangulaires sont conçus en bois lamellé croisé puis assemblés pour proposer des espaces de vie personnalisés et de tailles différentes en fonction du nombre d'occupants. Les parois de chaque module sont composées de trois couches :

- Sur la face intérieure, sous la couche de finition, les réseaux d'alimentation ;
- Au milieu, une couche d'isolation ;
- Sur la face extérieure, les éléments de support pour la culture ainsi que le dispositif de distribution en eau pour l'irrigation.

Par ailleurs, cette face externe est personnalisable en fonction de l'utilisation prévue : culture hydroponique, panneaux solaires, dispositifs de gestion des déchets... Ces modules sont préfabriqués en usine, livrés à plat puis assemblés sur site.

L'objectif des architectes du Studio autrichien Precht est de reconnecter l'humain à la nature et de rendre les constructions plus écologiques. Deux années de développement ont été nécessaires à la mise au point de ce concept.

SOURCE : ARCH DAILY



UNE TOUR DE 350 MÈTRES

À l'état de projet, cette tour en bois sera la structure la plus haute jamais construite au Japon et dans le monde. Elle abritera un hôtel, des bureaux, des appartements ainsi que des commerces.

70 étages pour 350 m de haut, la construction appelée W350 sera hybride bois-acier. Cependant, le bois constituera au moins 90% de la structure. 185.000 m³ de bois sont envisagés pour la construction.

Les colonnes et poutres en bois et acier seront soutenues par des bras additionnels - bois et acier - positionnés à l'intérieur de la structure afin d'amortir les vibrations. En effet, la construction devra résister aux vents et séismes, fréquents au Japon. L'intérieur de l'immeuble sera construit uniquement en bois. À l'extérieur, des balcons couverts de végétaux sont prévus sur les 4 faces de la construction. Le toit accueillera également des végétations.

Les plans et technologies utilisés pour la construction de ce bâtiment sont toujours à l'étude et en développement. L'immeuble est prévu pour être achevé en 2041. Il permettra la mise au point de nouvelles technologies et méthodes de construction plus respectueuses de l'environnement. Cela devra également permettre de revoir à la baisse les coûts engendrés par la construction de la structure.

L'objectif du concepteur de cette tour est de transformer l'architecture de la capitale japonaise pour la rendre plus respectueuse de l'environnement.

SOURCE : DEZEEN



Visuels de la tour W350 - © Dezeen



BÂTIMENT DU FUTUR

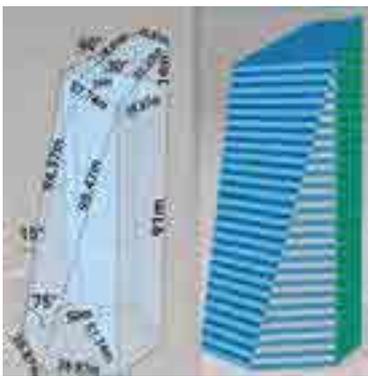
Un concours organisé par l'Académie des Sciences de New York et la société United Technologies Corporation a proposé à de jeunes étudiants âgés de 13 à 18 ans de créer leur concept d'immeuble respectueux de l'environnement. Un groupe de 6 jeunes issus de 5 pays (Roumanie, Inde, Népal, Bangladesh et Norvège) a conçu un bâtiment du futur qui pourrait être construit dans n'importe quelle ville et s'adapter à n'importe quel environnement.

Il s'agit d'un projet d'immeuble résidentiel et commercial de 26 étages. En voici les caractéristiques principales :

- Les murs extérieurs sont inclinés selon un angle de 15° afin d'optimiser la « collecte solaire » ;
- Les murs exposés nord-sud sont couverts de vignes et plantes grimpantes afin d'isoler le bâtiment et purifier l'air ;
- Les murs exposés est-ouest sont équipés de panneaux solaires ;
- Le toit est également équipé de panneaux solaires pouvant être orientés en fonction de l'inclinaison du soleil (qui diffère selon la latitude sous laquelle est construit le bâtiment) ;
- Un système de collecte des eaux usées (cuisine et salle de bain) est prévu : les eaux seront purifiées et alimenteront les chasses d'eau ou serviront à l'irrigation des murs végétaux ;
- Le bâtiment sera monitoré et connecté afin de suivre les consommations électriques individuelles. La lumière et la température des communs seront également ajustées via ce système.

Même s'il s'agit d'un concept, les jeunes étudiants estiment avoir imaginé un bâtiment qui peut contribuer à rendre la planète plus verte.

SOURCE : ACADEMIE DES SCIENCES DE NEW YORK



BILAN DES CONSTRUCTIONS BOIS DE GRANDE HAUTEUR

En juin 2017, une étude proposant un aperçu des constructions bois et mixtes de grande hauteur (à partir de 7 étages) est parue. Les constructions sont classées en différentes catégories : achevées, en cours et prévues, c'est-à-dire sans garantie de construction. Cette étude s'intéresse également aux systèmes constructifs mis en œuvre pour chacun des bâtiments.

Si l'on s'intéresse uniquement aux immeubles de plus de 10 étages :

- 6 immeubles ont été complètement achevés :

DÉNOMINATION	VILLE	SYSTÈME CONSTRUCTIF	ANNÉE D'ACHÈVEMENT
Wenlock Cross/ The Cube	Londres - Royaume-Uni	Bois/acier - 10 étages	2015
Trafalgar Place	Londres - Royaume-Uni	Bois - 10 étages	2015
Lagerhuset	Eslov - Suède	Bois - 10 étages	2008
Forte Tower	Melbourne - Australie	Bois - 10 étages	2013
Banyan Wharf	Londres - Royaume-Uni	Bois - 10 étages	2015
The Treet	Bergen - Norvège	Bois - 14 étages	2015

- 1 immeuble est en cours d'achèvement :

DÉNOMINATION	VILLE	SYSTÈME CONSTRUCTIF	ANNÉE D'ACHÈVEMENT
Brock Commons	Vancouver - Canada	Bois/béton - 18 étages	2017

Brock Commons est, à ce jour, le plus haut bâtiment dont l'achèvement total est imminent.

- 2 immeubles sont en cours de construction :

DÉNOMINATION	VILLE	SYSTÈME CONSTRUCTIF	ANNÉE D'ACHÈVEMENT
Origine	Québec - Canada	Bois - 13 étages	2017
HoHo	Vienne - Autriche	Bois/béton - 24 étages	2017

14 bâtiments allant de 10 à 35 étages ont été proposés ou imaginés.

SOURCE : COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT



Représentation Oakwood tower ©PLP Architecture



The Treet -
©timberdesignandtechnology



Enfin, quelques immeubles à l'état de projet ou en cours d'étude ont été listés. On peut citer parmi eux une tour résidentielle de 80 étages culminant à 300 m à Londres.

L'Université de Cambridge a participé à l'étude de faisabilité du projet en menant des recherches sur l'utilisation du bois en tant que matériau principal dans ces conditions. Le cabinet d'architecture, PLP Architecture, a annoncé des discussions avec le maire de Londres.

L'étude complète, accompagnée d'une carte des implantations des immeubles identifiés, est consultable sur le site :

WWW.CTBUH.ORG/PUBLICATIONS

PROJET ARBORICOLE

Arboricole est un projet immobilier qui s'apparente à une forêt verticale. Il a été présenté dans le cadre d'une compétition internationale pour la ville d'Angers. Le projet intègre les principes de l'architecture biophilique qui veut connecter l'homme à la nature. Il s'agit d'exploiter le biomorphisme, le bioclimatisme, l'aquaponie, la permaculture et d'employer des matériaux biosourcés et recyclables : laine de chanvre, bois, huile de lin, essences de bois imputrescibles (issues de forêts écoresponsables) entre autres.



Représentations du projet immobilier Arboricole - © Vincent Callebaut Architecture

Pour chauffer et rafraîchir le bâtiment, on prévoit d'installer des panneaux solaires hybrides ainsi qu'un système géothermique. Sur le toit du bâtiment, des jardins suspendus sont prévus. La façade est couverte de pierres blanches de Tuffeau (roche calcaire sédimentaire du Val de Loire).

L'immeuble a été dessiné en fonction de la course du soleil et de l'orientation des vents dominants. L'effet îlot de chaleur urbain est neutralisé grâce à l'évapotranspiration des plantes des balcons et



du toit. De plus, ces plantes permettent de capter les particules fines de la pollution urbaine, le CO₂ ainsi que l'oxyde d'azote.

Bien que plébiscité par le public, ce projet n'a pas été retenu. Cependant, le Cabinet d'architecture (Vincent Callebaut Architecture) espère qu'il servira de prototype pour construire des villes plus vertes et plus harmonieuses.

SOURCE : VINCENT CALLEBAUT ARCHITECTURE

81 M DE STRUCTURE EN BOIS

En cours de construction, cet immeuble de 18 étages, Mjøstårnet, est situé à Brumunddal en Norvège.

Le bâtiment prendra appui sur la dalle en béton du rez-de-chaussée qui est soutenue par des poteaux ancrés dans le sol rocheux. Ces poteaux supportent les forces de tension et compression.

La structure principale est constituée de poteaux, de poutres et d'éléments transversaux en bois lamellé-collé et en lamibois. À l'intérieur, se situent des colonnes et des poutres en bois qui supporteront les forces horizontales et verticales du bâtiment. Les deux cages d'escaliers et les trois cages d'ascenseurs seront également érigées en bois lamellé-croisé (CLT).

Les éléments de façade seront préfabriqués avec une couche isolante recouverte d'un panneau puis fixés sur l'extérieur de la structure bois.

Les planchers des étages 2 à 11 sont réalisés en lamibois, tandis que ceux des étages 12 à 18 sont conçus en composite bois-béton.

Les concepteurs ont souhaité que le bois utilisé pour cette construction vienne de forêts d'épicéas locales. L'achèvement de l'immeuble est prévu en décembre 2018 et proposera appartements, piscine intérieure, hôtel, restaurant et bureaux.

Sans noyau en béton à l'intérieur de la structure pour soutenir l'édifice, la tour Mjøstårnet se revendique la plus haute construction bois.

SOURCE : MOELVEN



Structure de la tour Mjøstårnet © Rune Abrahamsen – CEO Moelven Limtre AS Moelv, Norway

MODERNISME ET CACHET DE LA CONSTRUCTION BOIS

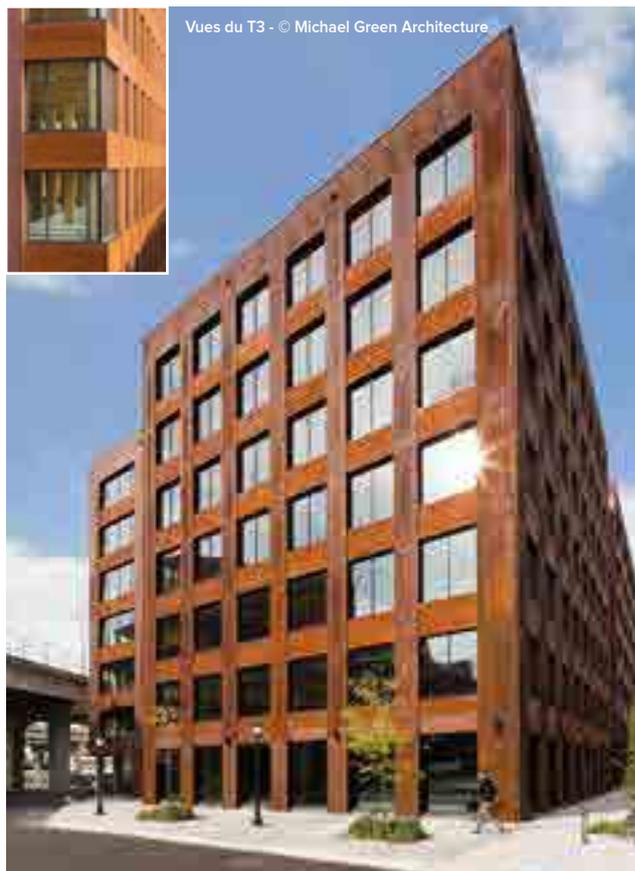
Cet immeuble, situé à Minneapolis (USA), s'appelle T3 pour « Timber Technologie Transit ». Il compte 7 niveaux et est entièrement bâti en bois pour offrir environ 20.000 m² de bureaux et de commerces. C'est aujourd'hui le plus haut bâtiment en bois aux États-Unis.

Environ 3600 m³ de bois ont été utilisés pour la construction, ce qui représente une séquestration d'environ 3.200 tonnes de CO₂ tout au long de la vie du bâtiment. Pour ce chantier, les concepteurs ont eu recours à un système constructif de type poteaux-poutres en bois lamellé-collé, à des dalles en CLT et à des panneaux de bois cloué (NLT) en façade.

L'objectif de cette construction bois est de conserver les caractéristiques et le cachet de « l'ancien » tout en offrant des perspectives modernes, des techniques de construction efficaces, ainsi que le confort, la modernité et la luminosité à l'intérieur.

Les architectes ont souhaité offrir un bâtiment traditionnel qui se fonde dans son environnement. Les petites imperfections du bois ainsi que ses variations de couleur, notamment en extérieur, amènent un réel cachet et procurent une impression de chaleur.

SOURCE : MGA - MICHAEL GREEN ARCHITECTURE



24 ÉTAGES MAJORITAIREMENT EN BOIS

Cette nouvelle construction atteindra bientôt les 84 m de hauteur, sous forme de tours jumelles, et elle abritera un hôtel, un restaurant, des bureaux et des appartements. Situé à Vienne, en Autriche, cet immeuble appelé « HoHo » est conçu sur base d'une structure mixte bois/béton qui comporte environ 75% de bois.

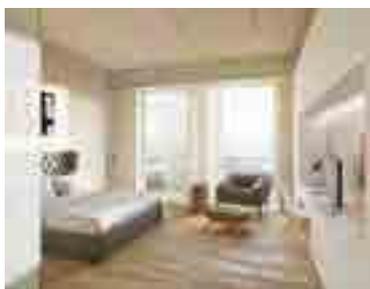


Cette réalisation se veut une référence en matière de critères environnementaux avec la mise en place de systèmes de récupération d'énergie intégrés aux ascenseurs, des panneaux photovoltaïques, un système de ventilation décentralisé avec air conditionné... L'ensemble des matériaux respecte les exigences autrichiennes, lesquelles sont assez draconiennes pour tout ce qui relève du comportement au feu, de la résistance mécanique, de l'intégration architecturale, et plus largement de la réglementation pour les constructions de grande hauteur.

Le béton est utilisé au cœur du bâtiment pour créer une structure primaire porteuse, renforcée en périphérie par un système de piliers en bois. La structure bois, qui est autoportante, vient se fixer aux éléments en béton. Les planchers, en bois composite, sont également solidaires de la structure en béton et s'avancent jusqu'au bord du bâtiment, soutenus par les piliers en bois positionnés autour du bâtiment. Pour refermer la structure, des panneaux préfabriqués servent de murs extérieurs. Ces panneaux sont conçus en bois massif avec un enrobage en béton pour former la façade extérieure. À l'intérieur, le bois est laissé apparent au niveau des plafonds, des murs et au travers des piliers afin de créer une atmosphère naturelle et chaleureuse.

Les travaux ont débuté à l'automne 2016 et sont prévus pour durer jusqu'en 2018. Le cabinet d'architecture qui a conçu l'immeuble HoHo indique que cette construction évitera l'émission de 2.800 tonnes de CO₂ par rapport à un immeuble similaire en béton et en acier.

SOURCE : TIMBER DESIGN AND TECHNOLOGY



DE L'ARBRE À L'ARBRE



Représentation du Projet Tree Tower Toronto - © Penda

Haute de 62 m, la « Tree Tower Toronto » comptera pas moins de 18 étages pour une surface de 5.000 m². Cette tour veut connecter la nature aux zones urbaines et aux bâtis. Son design vient d'être dévoilé.

Il est prévu de concevoir de larges balcons terrasses qui pourront accueillir des jardins potagers, des buissons et même des arbres. Cette végétation contribuera à rafraîchir naturellement le bâtiment ainsi qu'à en réduire l'empreinte carbone. Par ailleurs, l'intimité de chaque appartement sera préservée grâce à la végétation.

Le bâtiment sera érigé en bois et constitué de modules faits de panneaux lamellés croisés préfabriqués. Une fois les fondations et la structure porteuse du bâtiment, achevées, les modules seront acheminés sur le site et positionnés à l'aide de grues. Les façades seront également recouvertes de bois.

Le cabinet d'architecture autrichien Penda, qui propose cet édifice, souligne que cette méthode de construction est plus rapide, génère moins de déchets et est plus respectueuse de l'environnement.

Béton et acier supporteront les panneaux de bois. De plus, les quantités de béton et d'acier seront limitées puisqu'elles sont conçues pour supporter efficacement les panneaux de bois lamellé croisé qui constituent les modules et les façades.

La construction dans son ensemble a été pensée en se référant à l'analyse du cycle de vie du bâtiment et de ses composantes.



SOURCE : ARCHDAILY

D'UN IMMEUBLE À L'AUTRE

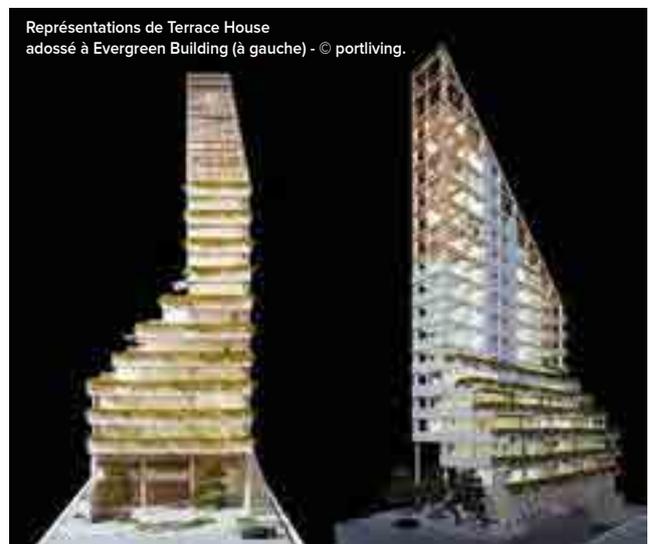
Le Brock Commons, immeuble le plus haut à ce jour (18 étages et 53 m) risque de perdre sa place de numéro 1 ! Le Terrace House, également hybride, est prévu pour culminer à 71 m avec 19 étages.

Ce futur bâtiment sera adjacent à un immeuble achevé en 1978, Evergreen Building, et s'adaptera à son design. En effet, les terrasses - dans le prolongement de celles de l'ancien immeuble - seront abondamment garnies de végétation et prendront la forme d'escaliers sur un côté pour offrir une image en miroir. Par ailleurs, Terrace House reprendra les formes architecturales triangulaires ainsi que les matériaux naturels utilisés pour la première construction. L'architecte paysagiste ayant travaillé sur le projet de 1978, Cornelia Oberlander, fait également partie de l'équipe d'experts chargée d'assurer la continuité de l'ensemble.

Terrace House sera construit à base de bois (40%), de verre et de béton. L'ossature est prévue en bois (approvisionnement local) et les façades seront revêtues de verre. L'ensemble reposera sur un noyau en béton et en acier. Les fondations seront réalisées en béton. Le bois restera apparent en intérieur, comme en extérieur et sera protégé par le verre. Aucun traitement n'est donc prévu sur celui-ci. Les formes carrées et triangulaires seront proportionnelles entre elles.

L'architecte en charge du projet Terrace House, Shigeru Ban, a ainsi souhaité prolonger le visuel architectural et la philosophie développée en 1978 par Arthur Erickson pour l'immeuble Evergreen Building.

SOURCE : ARCHITECT MAGAZINE



17 ÉTAGES EN BOIS LAMELLÉ-CROISÉ



Vue sur la structure hybride bois/béton et détails des dalles de plancher en bois lamellé-croisé, piliers en bois lamellé-collé et raccords acier

Brock Commons, résidence étudiante de l'Université de Colombie-Britannique, est une construction hybride bois-béton-acier-aluminium qui se veut la démonstration des caractéristiques durables de la construction bois en grande hauteur, mais également le témoignage de sa compétitivité économique.

L'immeuble de 18 étages repose sur un socle en béton. Il compte 2 cages en béton pour l'ascenseur et l'escalier, qui concourent au contreventement de la structure. Les 17 niveaux suivants sont réalisés au moyen de panneaux de bois massif lamellé-croisé pour les murs et sols, le tout soutenu par des piliers en bois lamellé-collé. Les raccords sont assurés au moyen de pièces en acier. Enfin, la façade extérieure est en aluminium et verre.

En premier lieu, la totalité de la structure a été modélisée en 3D afin d'anticiper l'ensemble des besoins et de permettre la préfabrication des éléments en amont du chantier. C'est également là que se situe l'originalité de cette construction.

Les différents panneaux de bois massif lamellé-croisé ont été spécialement conçus et préfabriqués pour cet immeuble puis livrés, posés et assemblés. Ceci explique le temps record qu'a nécessité la construction : 8 mois après le début, le 464e et dernier panneau de bois lamellé-croisé est en place au 18e étage, à 53 m du sol. Chaque panneau est constitué de 5 plis et mesure 2,85 m de large pour 8 à 12 m de long. Le panneau le plus imposant pèse environ 3.500 kg.

Le bâtiment a fait l'objet d'une attention toute particulière en matière de risque incendie. Il bénéficie notamment de sa propre réserve d'eau et d'une alimentation électrique de secours afin que les dispositifs anti-incendie puissent fonctionner en cas de coupure d'eau et d'électricité. En outre, les éléments en bois ont été recouverts d'une cloison sèche.

L'immeuble doit être normalement achevé en août 2017. Il sera à cette date le plus haut bâtiment bois achevé. Son budget est de 51,5 millions de dollars dont 4,45 millions de frais d'expertises extérieures pour évaluer la faisabilité technique et financière de la mise en œuvre de tels composants bois à cette échelle. Selon les responsables, ces frais liés à l'innovation pourraient être évités sur de futures constructions.

Enfin, à des fins d'études et d'observations, le bâtiment a été équipé d'une série de capteurs afin de recenser différentes données : taux d'humidité, vibrations, mouvements des pièces de structure... À suivre.

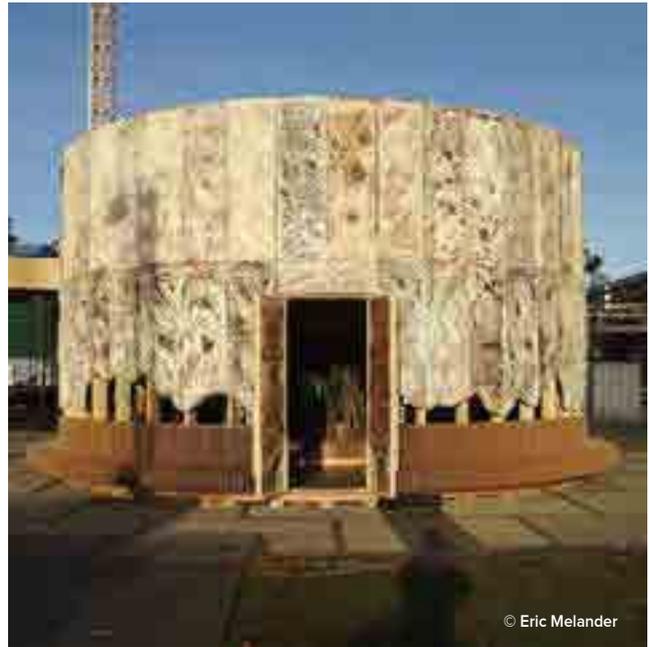
SOURCE : NATURALLY:WOOD



PAVILLON BIOSOURCÉ

Un grand nombre de matériaux biosourcés ont été utilisés pour ériger ce pavillon : bois, chanvre, mycélium, roseaux, coton... Plusieurs sociétés ont collaboré durant plus de 2 années afin de sélectionner les matériaux puis de concevoir cet édifice. Afin de documenter ces années de recherches, un guide sur la conception et la construction de ce pavillon, ainsi que sur les matériaux utilisés, a été élaboré. Il est consultable à l'adresse suivante : <https://thegrowingpavilion.com/biobased-materials>. Un film a également été réalisé. L'aspect naturel des matériaux utilisés a été conservé. L'objectif des créateurs était de mettre en évidence les possibilités de construction avec des matériaux naturels, tant au niveau du design que des nombreuses applications possibles. L'ossature est en bois, les murs sont constitués de panneaux de mycélium, le sol est couvert de roseaux. Les bancs sont conçus à base de déchets agricoles. L'ensemble de la structure est démontable et tous les éléments peuvent être réutilisés.

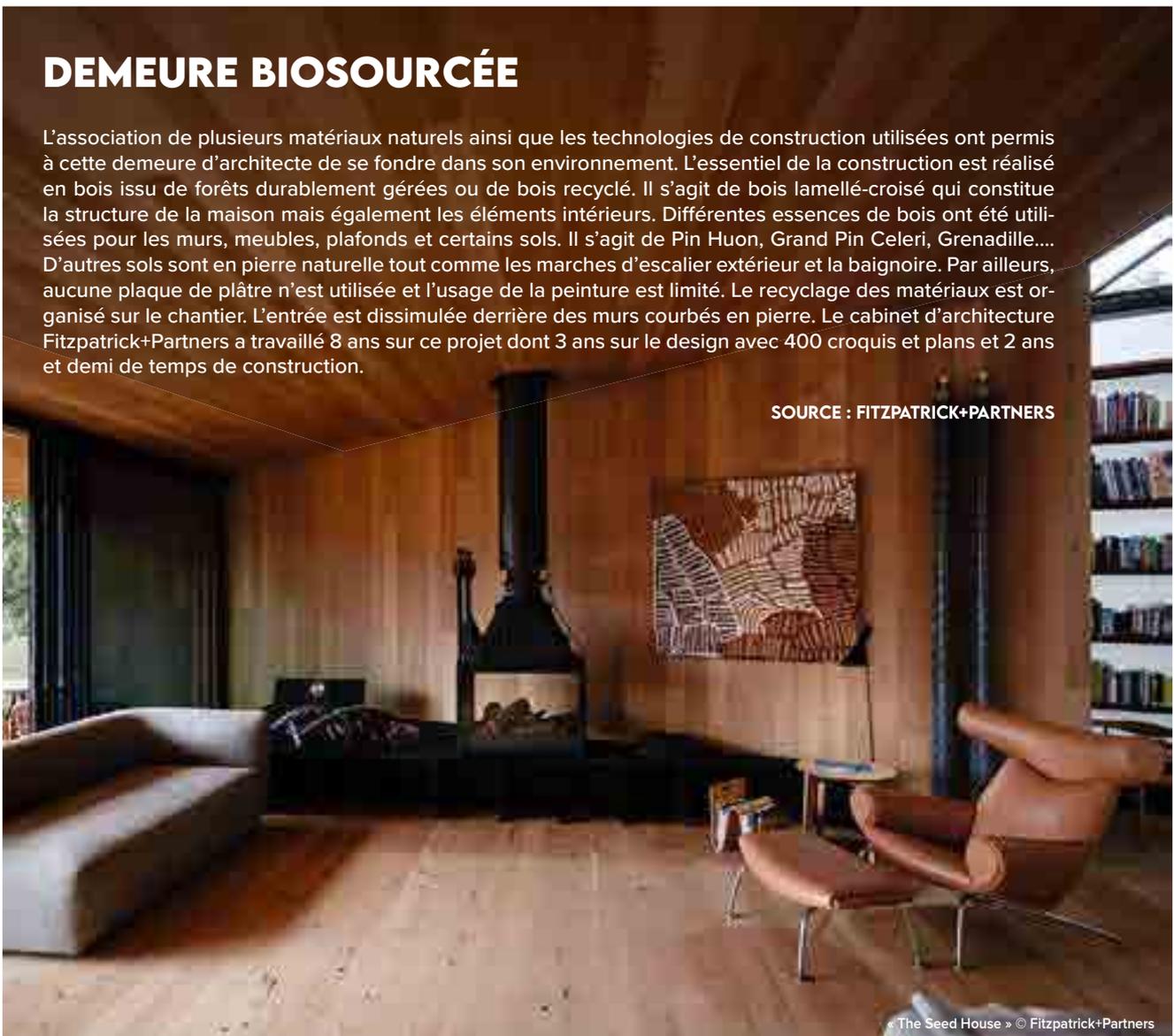
SOURCE : THE GROWING PAVILION



DEMEURE BIOSOURCÉE

L'association de plusieurs matériaux naturels ainsi que les technologies de construction utilisées ont permis à cette demeure d'architecte de se fondre dans son environnement. L'essentiel de la construction est réalisé en bois issu de forêts durablement gérées ou de bois recyclé. Il s'agit de bois lamellé-croisé qui constitue la structure de la maison mais également les éléments intérieurs. Différentes essences de bois ont été utilisées pour les murs, meubles, plafonds et certains sols. Il s'agit de Pin Huon, Grand Pin Celeri, Grenadille.... D'autres sols sont en pierre naturelle tout comme les marches d'escalier extérieur et la baignoire. Par ailleurs, aucune plaque de plâtre n'est utilisée et l'usage de la peinture est limité. Le recyclage des matériaux est organisé sur le chantier. L'entrée est dissimulée derrière des murs courbés en pierre. Le cabinet d'architecture Fitzpatrick+Partners a travaillé 8 ans sur ce projet dont 3 ans sur le design avec 400 croquis et plans et 2 ans et demi de temps de construction.

SOURCE : FITZPATRICK+PARTNERS



MAISON BIOSOURCÉE

Cette maison de 30 m² a été construite en dix jours par impression 3D à base de matériaux biosourcés.

Il s'agit principalement de terre et de déchets issus de l'agriculture. Le mélange est composé de 25% de terre, 40% de paille de riz hachée, 25% de balles de riz et 10% de chaux hydraulique. La technologie d'impression 3D et l'imprimante développées permettent la réalisation de maisons de formes et tailles variées.

L'imprimante utilisée est suspendue à une grue, les murs de 40 cm d'épaisseur sont imprimés creux. Ils sont ensuite remplis de balles de riz hachées. Les balles de riz sont éga-

lement utilisées pour créer un enduit (avec un mélange d'argile et d'huile de lin) qui recouvre les faces intérieures des murs ainsi que le toit. Ceci permet de renforcer l'isolation. Des poutres en bois soutiennent le toit. Ainsi conçue, cette maison est biodégradable et son empreinte environnementale est limitée.

La société italienne WASP qui a mis au point ce procédé souligne qu'il est sûrement possible d'utiliser d'autres matériaux recyclés. Elle poursuit ses travaux et recherches en ce sens.

SOURCE : WASP



Pavillon Gaia imprimé en 3D © WASP

MAISON EN LIÈGE

À Windsor, en Angleterre, se trouve depuis peu la Cork House, une maison entièrement construite à partir de liège et de bois recyclés. C'est un consortium réunissant des architectes, des étudiants en architecture, des universitaires et des entreprises qui a réalisé cette maison en liège.

Ce matériau comporte plusieurs avantages : robuste, durable, résistant à l'eau et à la moisissure. Il présente également de bonnes qualités d'isolation phonique et thermique.

La structure est en bois : poutres, linteaux, fenêtres et portes sont en accoya avec des raccords en laiton massif. Le toit et les murs ont été préfabriqués.

Les blocs de liège expansé ont été conçus avec les sous-produits de la sylviculture et de l'industrie du liège. Ces blocs ont été assemblés par des joints de fixation afin d'éviter l'utilisation de colle.

Le toit, en forme de pyramide, est fermé par un puit de lumière. À l'intérieur, les murs en liège et les planchers en chêne restent visibles. Le mobilier est en bois.

Six années de recherches ont été nécessaires pour la mise au point de cette habitation. Les concepteurs soulignent que le bâtiment est facilement démontable pour être reconstruit sur un autre site ou pour recycler les matériaux. Par ailleurs, les recherches se poursuivent pour aboutir à la standardisation de la fabrication de cette maison afin de mettre sur le marché un kit de construction.

SOURCE : DEZEEN



RÉNOVATION EN BOIS ET LIÈGE

Le studio de design barcelonais Takk a rénové l'intérieur d'un appartement en suivant les nouveaux modèles d'utilisation et de conscience environnementale. Situé à Madrid, le projet, nommé « The Day After House » est un appartement de 110 m². Le maître de l'ouvrage ne disposant que d'un très petit budget, le studio Takk a eu l'idée d'aménager la moitié de la surface en habitation et de vider l'autre moitié pour créer une sorte de terrasse intérieure.

La Winter House est une boîte de 60 m² parfaitement isolée thermiquement afin de réduire les pertes énergétiques de l'appartement qui est principalement orienté

vers le nord. La distribution fonctionnelle des pièces tient compte des spécificités climatiques et environnementales de chaque espace. Les espaces centraux de la maison sont de plus en plus isolés et ont de moins en moins besoin d'apport d'énergie. Pour la Winter House, le studio a utilisé le bois et le liège naturel des matériaux à faibles émissions de CO₂. Le recours à ces matériaux a permis d'obtenir une cohérence visuelle et de rencontrer les exigences fonctionnelles.

La Summer House est une terrasse intérieure de 50 m². Les parois non isolées et sans fenêtre y ont été finies avec du mortier de ciment qui a une grande inertie thermique pour capter la chaleur pendant l'été.

SOURCE : [HTTPS://TAKKSARCHIVE.CARGO.SITE/ THE-DAY-AFTER-HOUSE](https://takksarchive.cargo.site/the-day-after-house)



© José Hevia

BIBLIOTHÈQUE MODULAIRE, MODERNE ET PERFORMANTE



© ModuleM

Pour construire la bibliothèque de l'école primaire de Dunes, la communauté de communes des Deux Rives a fait appel à l'entreprise ModuleM, spécialiste de la construction modulaire biosourcée. Cette entreprise propose des constructions modulaires et favorise l'utilisation de matériaux locaux et écologiques. Issu des dernières innovations du centre de recherche des ateliers ModuleM, le système MBS (Modulaire Bio Sourced) symbolise l'avenir des bâtiments responsables. Il garantit une qualité d'assemblage et de conception tout en permettant de choisir le type de matériaux structurels selon la nature du projet et les contraintes techniques.

Pour cette bibliothèque de 80 m², l'entreprise a préfabriqué trois modules, dont le plus lourd pèse 20 tonnes. Une grue de levage a été utilisée pour placer les modules. La conception de l'ouvrage a été rapide et économique avec une structure en métal qui a permis d'utiliser le béton de chanvre (fibres de chanvre et chaux) comme isolant thermique et acoustique. Le sol est constitué d'une dalle béton et la toiture a été réalisée par un charpentier local et est en harmonie avec l'ensemble des locaux existants. Ce bâtiment à énergie positive répond aux normes en vigueur et a été rigoureusement étudié pour garantir une qualité optimale.

SOURCE : [HTTP://WWW.MODULEM.FR](http://www.modulem.fr)

MAISON EN BOIS, PAILLE ET LIÈGE



C'est le bureau d'architecture LCA Architetti qui a imaginé cette maison simple et durable surplombant la forêt dans la petite ville de Magnago, en Italie. Le design inspiré des anciennes granges est délibérément épuré, dans le but de s'intégrer à l'environnement rural.

Pour minimiser l'impact environnemental, l'architecte a utilisé une structure en bois préfabriquée, de l'isolation en paille et un bardage en liège dont les panneaux à finition ondulée, enveloppent presque entièrement la maison. L'utilisation de liège fournit une peau thermiquement efficace qui, en tandem avec l'isolation en paille, contribue à minimiser la demande énergétique du bâtiment. La paille provient de plants de riz laissés sur place par les agriculteurs locaux. Des panneaux solaires installés sur le toit et une pompe à chaleur à air contribuent à réduire davantage la consommation d'énergie du bâtiment. L'intérieur est meublé avec de remarquables armoires sur mesure en chêne. Nous vous invitons à aller voir les photos sur le site internet de l'architecte.

SOURCE : WWW.LCARCHITETTI.COM



© Simone Bossi

VÉGÉBUILD

48

UNE MAISON EN PAILLE CENTENAIRE

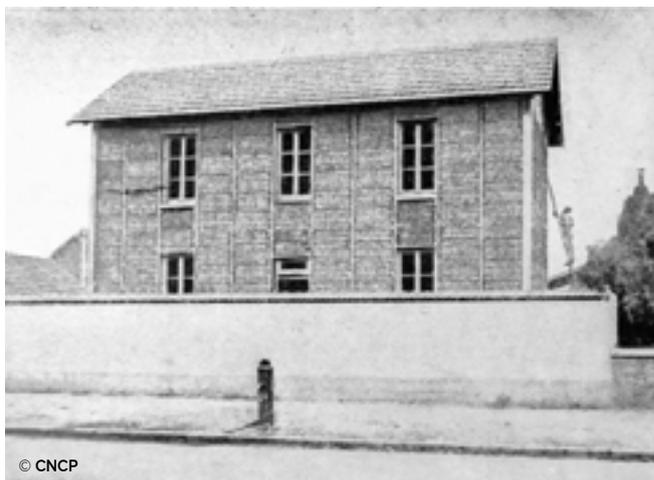
Le secret pour construire une maison centenaire ? Le journaliste Gustave Lamache nous le révélait dans son article sur la maison Feuillette. Pour vous, voici un extrait de cet article publié dans le magazine *La Science et la vie* en mai 1921. « Mais qu'est-ce que la maison de paille ? Et comment tous les avantages poursuivis par l'ingénieur promoteur de ce nouveau type de construction ont-ils été réalisés ? Sa caractéristique essentielle réside dans la composition de ses murs dont l'épaisseur est constituée par des potelets en lames de bois, très simplement agencés et entre lesquels sont disposés des blocs de matière végétale prise sur place, de paille dans la généralité des cas, mais dont la nature peut varier se-

lon la production de la région. La construction est recouverte d'une toiture appropriée,... » « ... L'ossature principale de la construction est constituée par une charpente en bois composée de fermes et de poteaux. Ces fermes et ces poteaux sont faits d'assemblages peu compliqués de pièces de bois minces qui réalisent des ensembles rigides et légers préparés à l'avance et montés sur place. » L'objectif, en 1920, était de construire une maison agréable à habiter, confortable, hygiénique et de longue durée. 100 années plus tard, on peut affirmer que l'objectif a été atteint.

SOURCE : WWW.CNCP-FEUILLETTE.FR



© Raphaël Pauschit



© CNCP

CONSTRUCTION

MAISON CIRCULAIRE

L'architecte Peter Van Impe de AST77 a conçu sa propre maison à Tirlémont, en Belgique. Pour ce projet, il s'est penché sur les formes extrêmes de la circularité.

L'élément principal du concept circulaire est un impressionnant mur de terre battue de 40 cm d'épaisseur et 15 m de hauteur. Les 5 étages sont organisés autour de ce mur en pisé de terre, construit sans liant ni fer de renfort. L'architecte a utilisé la terre extraite du chantier lors de l'excavation du sous-sol. Cette terre est devenue le matériau de base structurel de la maison. Tous les autres matériaux de construction ont également été utilisés dans une perspective circulaire. La maison a été conçue comme une banque de matériaux faciles à démêler. Ceux-ci ont été mis en œuvre autant que possible sous leur forme « nue » avec le moins de joints humides possibles pour s'assurer que le démontage ultérieur ne nécessite pas une approche destructive. En fin de compte, les matériaux purs devraient être récupérés et réutilisés sans autre recyclage. Le mur en pisé peut être démonté en ajoutant de l'eau, la terre redeviendrait simplement



de la boue. Au niveau de l'organisation, l'architecte a recherché une flexibilité maximale dans l'espace intérieur pour que celui-ci puisse s'adapter aux besoins des résidents actuels et futurs.

SOURCE : WWW.AST77.BE

UNE MAISON EN BÉTON DE CHANVRE AVEC TOITURE VÉGÉTALISÉE

Le cabinet d'architecture Atelier Lina Bellovicova a conçu cette maison moderne à Chriby, en République tchèque. Entourée par la nature, la maison est construite avec une charpente en bois et des murs en béton de chanvre. Le béton de chanvre a été choisi comme matériau principal car il possède d'excellentes propriétés isolantes, il est recyclable et également résistant aux parasites, au feu et aux moisissures. Ce matériau se « pétrifie » pendant plusieurs années et capte le dioxyde de carbone de l'air ambiant au cours de ce processus.

La conception du toit permet d'ajouter une végétalisation, pour harmoniser le bâtiment avec la verdure environnante et améliorer l'isolation de la maison. De part et d'autre de la salle à manger, deux grandes fenêtres coulissantes remplissent l'intérieur de lumière naturelle et s'ouvrent sur la terrasse qui entoure la maison. La terrasse est protégée des intempéries par le surplomb du toit. Les aménagements intérieurs tels que le meuble de la salle de bain et les placards sont principalement réalisés en bois.

SOURCE : WWW.LINABELLOVICOVA.CZ



© BoysPlayNice

MAISON BIOCLIMATIQUE PASSIVE ISOLÉE AVEC DES PANNEAUX DE LIÈGE

Construite à proximité de Barcelone, cette maison conçue par le bureau d'architecture El fil verd est presque uniquement chauffée grâce aux apports solaires. En hiver, les fenêtres placées en façade sud chauffent le bâtiment grâce à l'effet de serre. Les murs « Trombe-Michel » fonctionnent comme des chambres chaudes qui atteignent des températures élevées pendant la journée et les transfèrent par convection et rayonnement la nuit. Sur la façade nord, les ouvertures ont été minimisées pour éviter les pertes de chaleur. Le bâtiment bénéficie d'une bonne isolation en panneau de liège, de châssis de haute qualité et d'une bonne étanchéité à l'air. Pour rafraîchir le bâtiment en été, les ouvertures de façade ont été calculées de manière à créer une ventilation transversale naturelle qui est renforcée par la différence de températures qui existe entre les façades nord et sud. Les murs Trombe-Michel fonctionnent alors comme des « cheminées solaires » qui extraient l'air chaud de l'intérieur, provoquent l'entrée d'air frais de l'extérieur. Le débordement de toit en façade sud empêche les rayons solaires de chauffer le verre. Les aménagements extérieurs participent aussi à la gestion bioclimatique du bâtiment. Les arbres feuillus plantés devant l'élévation sud la protègent du rayonnement solaire estival. L'étang naturel favorise également le refroidissement de l'air et la création d'un microclimat humide.

SOURCE :
WWW.ELFILVERD.COM



© milena villalba

IMMEUBLE EN BOIS ET CHAUX/CHANVRE



© Glaime Meloni

Le cabinet d'architecture Barrault Pressacco a utilisé des biomatériaux, pour ce bâtiment situé dans le 18^{ème} arrondissement à Paris. L'immeuble comprend 15 logements sociaux ainsi que deux commerces.

Pour les façades, l'architecte a opté pour une combinaison de bois et de béton de chanvre. Constituée de sections standard de pin, l'ossature bois préfabriquée repose sur les dalles de béton. Des panneaux en fibres de plâtre fixés à l'intérieur de la structure en bois créent un coffrage dans lequel une isolation en béton de chanvre est projetée. Le béton de chanvre est un matériau à faible empreinte carbone composé de fibres de chanvre associées à un liant à base de chaux. Il est ensuite revêtu d'un enduit à la chaux pour la finition. La chaux et le chanvre sont tous les deux des matériaux naturels issus de filières françaises. L'architecte a voulu mettre en œuvre des matériaux alternatifs au ciment et au béton.

SOURCE : [HTTPS://BARRAULTPRESSACCO.COM/WORK/MRX](https://barraultpressacco.com/work/mrx)



SALLE SPORTIVE EN CHANVRE ET BOIS

Imaginée par l'Agence Lemoal, Lemoal Architecture-Paysage, cette salle sportive est le premier bâtiment public construit avec des blocs de chanvre en France. Le souhait était d'employer des matériaux pérennes et multi-performants. La couverture repose sur des demi-portiques en bois qui prennent appui sur un mur en blocs de chanvre. Ces derniers ont été utilisés car ils offrent d'excellentes performances thermiques, acoustiques, structurelles et de résistance au feu.

Les blocs de chanvre sont fabriqués à base de chènevotte, une matière agricole issue du chanvre jusqu'alors faiblement valorisé. Les fibres sont cultivées en France. Durable, performant et innovant, le béton de chanvre valorise des filières courtes et permet de mobiliser les acteurs du territoire, de l'agriculteur à l'ouvrier.

Pour faciliter l'entretien des façades, les murs en chanvre ont été revêtus, coté extérieur, par des panneaux qui pourront être remplacés individuellement. En parties basses, les



surfaces intérieures sont enduites de chanvre. En parties hautes, les blocs de béton de chanvre sont laissés apparents pour améliorer l'acoustique de la salle.

SOURCE : WWW.LEMOAL-LEMOAL.COM

COLLÈGE CONSTRUIT AVEC DES BALLOTS DE PAILLE

Ce projet est le fruit d'une collaboration entre BOUYGUES bâtiment centre sud-ouest (l'entreprise mandataire du groupement), l'architecte Frédéric Blatter du cabinet Blatter Dauphine Architecture qui a dessiné le collège de Dadonville et le cabinet d'architecture Atelier Poinville qui a imaginé le gymnase. Le collège a été réalisé selon des méthodes de construction soucieuses du respect de l'environnement. Ce bâtiment est réalisé avec une ossature en bois remplie de ballots de paille. L'utilisation de la paille comme isolant permet de répondre aux enjeux cruciaux de la transition écologique et d'économies d'énergie et de développer une filière avec des producteurs locaux. La majorité des prestations de conception et réalisation a été confiée à des PME et des artisans locaux. Le collège est labellisé à énergie positive grâce à la bonne isolation et aux panneaux photovoltaïques placés sur les toits. En plus de la partie dédiée à l'enseignement, le complexe abrite un gymnase communautaire qui peut accueillir 250 spectateurs dans les gradins. L'ensemble est construit sur une surface bâtie de 6.200 m².

SOURCE : [HTTP://WWW.BLATTER-ARCHITECTE.COM/EN/-P-112.HTML](http://WWW.BLATTER-ARCHITECTE.COM/EN/-P-112.HTML)



EXTENSION D'UNE ABBAYE EN BOIS ET PAILLE

La « Haus St. Wunibald » est un projet de la rénovation de l'Abbaye Bénédictine de Plankstetten en Allemagne. Ce nouveau bâtiment permet d'augmenter la capacité d'accueil de l'abbaye et abritera également l'administration paroissiale et un jardin d'enfants. Les moines ont choisi la construction en paille car leur objectif était d'édifier une construction écologique et durable utilisant leurs propres matières premières. Cette construction fait partie des 5 bâtiments démonstrateurs financés par le Fond Européen FEDER dans le cadre du projet UP STRAW, programme Interreg Europe du Nord-Ouest.

Pour construire ce bâtiment de 1.555 m², l'entreprise Holzbau Bogner GmbH a assemblé 50 murs préfabriqués remplis de paille, 25 plafonds et de nombreux éléments de toiture. Il est l'un des plus grands bâtiments construits en bottes de paille d'Allemagne.

Il a nécessité 300 m³ de paille qui proviennent entièrement de la ferme de l'abbaye qui se trouve à 1,5km du projet. Grâce à une presse mobile, 2.500 bottes de paille ont été produites sur place. Ces bottes sont reconnues et réglementées comme matériaux de construction. Le bois aussi est une ressource locale. La structure du bâtiment et les aménagements intérieurs ont été réalisés avec environ 500 épiceas qui proviennent de la forêt du monastère.

Pour respecter les règles de protection incendie, les murs extérieurs contiennent des couches incombustibles de part et d'autre de la paille. Coté intérieur, c'est un enduit à l'argile qui remplit cette fonction alors qu'un panneau de placoplâtre a été placé à l'extérieur.

SOURCE : [HTTPS://BAU-MIT-STROH.DE](https://bau-mit-stroh.de)



© Wiebke Kaesberg

COLLÈGE EN BOIS, CHANVRE, LIN ET COTON

Conçu par l'Agence Vincent Bourgoïn Architecte avec l'Entreprise Bouygues Bâtiment Centre Sud-Ouest dans le cadre d'un Marché Global de Performance, le collège de Pithiviers en France fait la part belle aux matériaux bio sourcés. Les murs au rez-de-chaussée sont construits en béton avec une isolation réalisée à partir d'un mélange de chanvre-lin-coton. Les murs de l'étage sont réalisés en ossature bois avec l'isolation chanvre-lin-coton et un bardage bois en façade.

Ce bâtiment performant sur le plan environnemental est certifié HQE Excellent Effinergie. Une étude a été réalisée pour faire de ce collège un bâtiment à énergie positive. Grâce à la bonne isolation, le collège a une

consommation d'énergie limitée pour la chaudière au bois. Il produit aussi de l'énergie renouvelable via des panneaux photovoltaïque placés sur les toits. Le collège est classé E3C2. En parallèle de la reconstruction de ce collège, le projet comprend la réhabilitation et l'extension du gymnase existant, ainsi que la réhabilitation de la salle polyvalente et de la demi-pension. Ces espaces sont accessibles aux associations locales en dehors des heures scolaires. Le projet inclut également la construction de quatre logements de fonction en ossature bois avec une isolation en paille et un bardage bois en façade. Ces logements sont classés E4C2.

SOURCE : [HTTPS://WWW.BOURGOIN-ARCHI.COM/ COLLÈGE-DE-PITHIVIERS](https://www.bourgoin-archi.com/collège-de-pithiviers)



© Vincent Bourgoïn Architecte

UN CAMPUS EN ARGILE ET EN BOIS

Kéré Architecture a réalisé l'Institut de Technologie du Burkina Faso en utilisant une méthode innovante avec de l'argile locale. Les murs sont formés d'argile combinée au béton et coulés sur place dans de grands coffrages. Ces murs massifs contribuent de manière significative à rafraîchir les espaces intérieurs.

Pour créer un sentiment d'unité avec le reste du campus, les bâtiments sont revêtus d'une peau transparente en bois d'eucalyptus local. Cette peau laisse pénétrer la lumière naturelle dans les espaces de circulation. Le même bois est utilisé pour les plafonds suspendus des salles de classe, donnant un rythme dynamique aux intérieurs et complétant les murs d'argile. Entre la toiture et les plafonds suspendus, l'air chaud accumulé peut être évacué via une cheminée située à l'arrière de chaque module.

Les salles de classe et les locaux des fonctions auxiliaires sont disposés orthogonalement pour définir une cour rectangulaire tout en permettant au campus de se développer en fonction de ses besoins. Les modules sont décalés pour permettre à l'air de circuler dans la cour centrale, créant un espace frais où les étudiants peuvent se détendre et interagir.



Situé sur une plaine inondable, le projet comprend d'importants travaux d'aménagement paysager pour protéger les bâtiments. Pendant la saison des pluies, l'eau est canalisée dans un grand réservoir souterrain qui sert ensuite à irriguer les vastes plantations de mangues.

SOURCE : WWW.KEREARCHITECTURE.COM

BUREAU EN BOIS ET PAILLE

Les nouveaux bureaux du Cluster Eco-construction ont été construits dans le cadre du programme européen Interreg UP STRAW dont le but est de promouvoir la paille comme matériau de construction. Imaginé par les bureaux Helium3 et Havresac et construit par l'entreprise Mobic, le bâtiment accueillant des espaces de bureaux et de formation se veut ambassadeur de l'éco-construction, identitaire, novateur et inspirant.

Pour ce bâtiment, le constructeur a utilisé des demi-grumes d'épicéa brut pour ses faces internes et externes. Comme le bois a subi moins de transformation, cette ossature innovante est économiquement compétitive. La construction complète des modules a été préfabriquée en usine, chez Scidus, à l'abri des intempéries. Placée à l'intérieur des murs, la paille en vrac a été compressée pour leur conférer de meilleures performances en termes d'isolation, de régulation hygrométrique et de résistance au feu. Les poteaux extérieurs soutenant la partie en porte-à-faux du bâtiment sont en grumes usinées. Enfin, le bâtiment est entièrement posé sur des pieux en acier vissés dans le sol. Cette technique permet à la fois de réaliser le plancher inférieur en bois, de permettre de préserver le terrain et de conserver la perméabilité à l'eau du sol.

SOURCE : WWW.HELIUM3.BE



PAVILLON BOIS-ACIER



Cette structure « Serpentine Pavillon » a été conçue afin d'abriter les visiteurs mais également pour récolter l'eau de pluie. Le toit de 25 m de diamètre est réalisé en bois, soutenu par une structure en acier. Les murs sont érigés en blocs de bois préfabriqués. Les fondations sont réalisées en béton coulé.

Le pavillon possède 4 entrées ainsi qu'une large ouverture au centre du toit, autorisant la circulation de l'air. Ouvertures et interstices permettent de procurer une certaine légèreté architecturale au pavillon.

La pluie qui tombe sur le toit est canalisée à travers un oculus, créant ainsi une chute d'eau. Elle est ensuite acheminée dans un système de drainage au sol afin de la stocker en réservoir pour irriguer le parc lorsque nécessaire.

Jusqu'à 9.000 L d'eau peuvent ainsi être récupérés. Les blocs de bois incurvés, colorés en bleu indigo, couleur symbolique pour l'architecte d'origine africaine, sont des sections triangulaires. Les interstices entre les blocs de

bois permettent au soleil et à la lumière de pénétrer à l'intérieur de cet abri. Il en va de même pour la toiture, couverte de plaques de polycarbonate.

L'architecte allemand, Diébédo Francis Kéré, s'est inspiré de l'arbre pour penser l'architecture de cet abri et connecter le visiteur à la nature. En effet, dans son pays d'origine, le Burkina Faso, l'arbre tient une place centrale. Il s'agit d'un lieu de rencontres et d'activités pour la population qui peut se mettre à l'abri à l'ombre des branchages.

Le pavillon semble très sobre, simple mais la fabrication de la structure a été un réel défi selon le fabricant des 9 derniers pavillons. Chaque année un architecte est choisi pour concevoir un tel pavillon et l'ériger à Kensington Garden à Londres. Il s'agit souvent de la 1ère construction en Angleterre de l'architecte sélectionné.

C'est la 17^{ème} édition de l'exposition cette année.

SOURCE : SERPENTINE GALLERIES



UN TEMPLE INNOVANT

Cet édifice a été achevé après 13 années de travaux ininterrompus, prenant en compte la conception de la structure jusqu'à l'achèvement sur site. Il a été conçu puis construit à partir d'une modélisation informatique, à l'aide de logiciels de conception, de calcul et de fabrication. L'innovation s'exprime ici dans trois directions : les matériaux utilisés, la technologie mise en œuvre et l'architecture de la structure.

Pour donner vie à ce temple situé sur les contreforts des Andes au Chili, à proximité de Santiago, les matériaux et les technologies ont été adaptés aux exigences du projet qui sont tout à fait uniques.

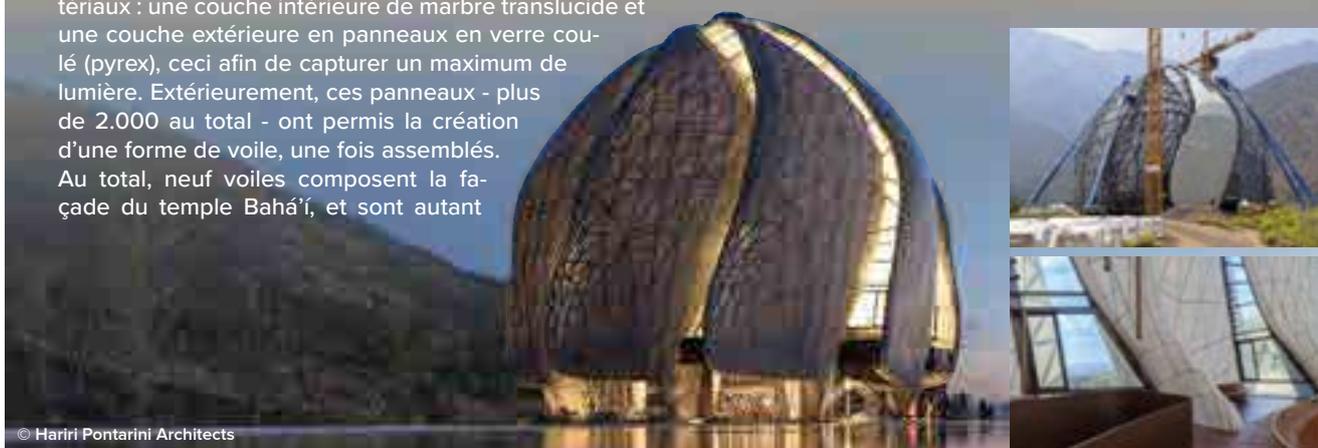
Ainsi, le revêtement extérieur est constitué de deux matériaux : une couche intérieure de marbre translucide et une couche extérieure en panneaux en verre coulé (pyrex), ceci afin de capturer un maximum de lumière. Extérieurement, ces panneaux - plus de 2.000 au total - ont permis la création d'une forme de voile, une fois assemblés. Au total, neuf voiles composent la façade du temple Bahá'í, et sont autant

d'ouvertures pour pénétrer dans ce temple. L'intérieur est réalisé en bois.

La structure a été conçue afin de résister aux vents et séismes violents, ainsi qu'aux variations de températures journalières particulièrement importantes. Elle est constituée de milliers d'éléments en acier, connectés les uns aux autres pour supporter les voiles. Chaque voile s'appuie sur des colonnes en béton, elles-mêmes ancrées sur des appuis antisismiques en élastomère.

Cet ouvrage, réalisé par le cabinet d'architecture Hariri Pontarini Architects, basé à Toronto, a gagné le prix 2017 de la compétition « Innovation in Architect Award » organisée par l'Institut Royal d'Architecture du Canada.

SOURCE : ROYAL ARCHITECTURE INSTITUTE OF CANADA



© Hariri Pontarini Architects

ZÉRO DÉCHET POUR UNE VOÛTE EN PIERRE

Ce prototype de voûte de 26 m² a été réalisé par une société française, SNBR, en collaboration avec un groupe d'architectes italiens, New Fundamentals Research Group. La technique de fabrication permet d'approcher la notion de zéro déchet : les modules en pierre sont de deux sortes, l'un étant le miroir de l'autre. De plus, la forme des blocs de pierre est basée sur le parabololoïde hyperbolique (surface réglée par chaque point de laquelle passe une droite appelée génératrice ou encore glissement d'une parabole sur une autre).

Les blocs de calcaire, trapézoïdaux, sont découpés grâce à une technologie robotisée de taille de pierre. À ce stade, les déchets de pierre issus de la découpe sont réutilisés via les techniques de moulage et de contre-moulage pour ainsi obtenir une pierre reconstituée. Les blocs sont ensuite placés sur une structure temporaire en bois puis jointés. Après le retrait de la structure temporaire, des câbles en acier inoxydable sont insérés dans les perforations axiales réalisées dans les blocs de pierre. Les câbles sont alors mis en tension grâce à des pompes puis arrimés à la base : la voûte est ainsi précontrainte.

Ces travaux ainsi que ces expérimentations tentent d'établir une connexion innovante entre la morphologie, la structure et la technique de fabrication. L'objectif final est d'élaborer de nouvelles formes de structures autoportantes par l'intégration d'analyses paramétriques : il s'agit d'analyses qui se basent sur des distributions statistiques supposées dans des données. La réutilisation des déchets est également un point essentiel de ces recherches. La technologie est ici au service du respect de l'environnement.

SOURCE : ARCHDAILY



Voûte en pierre - © Maurizio Barberio.

UNE VOÛTE DE 300 PIERRES

Dans le cadre d'un partenariat entre l'ENSA, École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Malaquais et le département de recherches de l'Atelier d'Architecture et d'Urbanisme de Bethléem, des travaux ont été menés afin d'explorer de nouvelles techniques de construction en pierre. Le résultat de ces recherches est une voûte autoportante construite entièrement en pierre, dans la ville de Jéricho. Cette voûte couvre une surface de 60 m² avec une envergure de 7 m. Trois cents pierres ont été nécessaires pour ériger l'édifice. Les quatre faces des pierres sont inclinées afin de s'emboîter les unes dans les autres.

Pour ériger la construction, un coffrage en polystyrène de plusieurs blocs, réalisé par une machine de fraisage à commande numérique et soutenu par un échafaudage en bois, a été installé sur le site. Ce coffrage a été dessiné selon le modèle inverse de la structure en pierre. Ainsi, les blocs en pierre sont déposés à leur place exacte sur le coffrage en polystyrène et emboîtés les uns dans les autres en commençant par le sommet de la struc-

ture. Les blocs de coffrage sont retirés au fur et à mesure de la construction afin de garantir la stabilité de l'arche qui repose sur 3 pieds ancrés dans des fondations.

Les blocs de pierre ont été dimensionnés et dessinés par modélisation informatique puis coupés un par un. Ils sont tous différents les uns des autres. De même, la totalité de l'arche a été modélisée par ordinateur. Afin d'assurer la stabilité et la résistance de la voûte, plusieurs paramètres ont été étudiés : la forme dans sa globalité, la densité des pierres et l'angle de contact entre chaque bloc. Morphologie structurale et stéréotomie ont également été analysées. L'objectif est triple : revaloriser la pierre qui fut le premier matériau de construction dans la région de Jéricho, revaloriser le savoir-faire et le travail de la pierre et mettre au point de nouvelles techniques ou moderniser des techniques utilisées grâce aux technologies numériques.

SOURCE : DESIGNBOOM



Voûte en pierre - © AAU Anastas.

PIERRE ET BÉTON

Ce musée est construit à base de béton et de pierre. Il s'agit de la rénovation et de l'extension du Centre National de biodiversité aux Pays-Bas. Un atrium en béton d'une hauteur de 36 m relie les deux parties du centre. Les façades de cet atrium présentent des formes géométriques ovales et hexagonales, en béton, imbriquées les unes dans les autres. Une surface vitrée permet à la lumière d'entrer dans l'atrium.

Cette façade est complétée par 4 blocs de pierre rectangulaires. Il s'agit de travertin, roche calcaire sédimentaire blanche qui peut prendre différentes couleurs en fonction des impuretés qu'elle contient. Elle est ici d'une teinte rouge. Sur ces couches de roche, une frise blanche plus ou moins épaisse présente des motifs à l'aspect soyeux.

Cette frise est constituée de 263 panneaux moulés en béton et en granulats très fins de marbre blanc. Ces éléments sont préfabriqués. Cet ensemble roche-béton se prolonge à l'intérieur de l'atrium pour en créer les volumes et les différents niveaux. Le cabinet d'architecture Neutelings Riedijk et la créatrice de mode Iris Van Herpen (pour la frise) se sont associés pour la création de cette extension.

SOURCE : DEZEEN

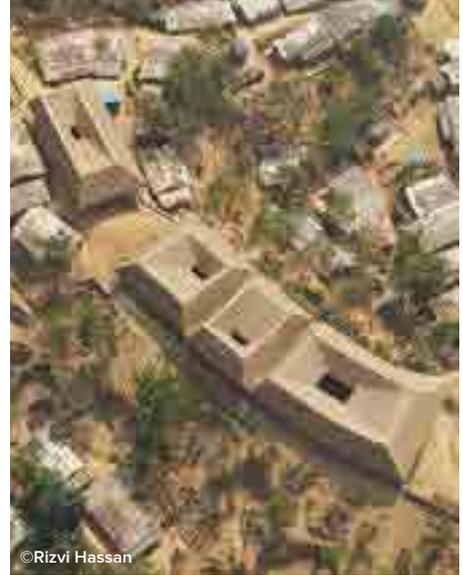


CENTRE CULTUREL DE LA MÉMOIRE ROHINGYA

Situé au milieu d'un camp de réfugiés au Bangladesh, ce Centre vise à préserver l'identité des communautés Rohingya en collectant et diffusant leurs connaissances et leurs histoires. Afin de concevoir ce bâtiment, l'architecte Rizvi Hassan a rencontré des membres de cette communauté pour s'imprégner de leur histoire, leur culture, leurs connaissances, techniques et modes de vie. Les matériaux ont été sélectionnés avec soin pour avoir recours à des techniques ancestrales lors de la construction. Les artisans âgés enseignant aux plus jeunes comment créer des palettes en feuilles de palmier nipa pour la toiture, comment tisser le bambou, ou construire les traditionnels portes-fenêtres tandis que les jeunes rohingyas exploraient de nouvelles possibilités.

Le dépassement du toit tout autour de la structure assurent une protection contre les fortes pluies. Il permet également la libre-circulation et génèrent les espaces autour du hall principal de la communauté. Les quatre toits conçus pour récolter l'eau de pluie le cas échéant, créent quatre cours intérieures qui fonctionnent comme source de lumière et offrent une ambiance sereine. L'aménagement de ces cours a été réalisé avec des plantes répertoriées par les anciens, collectées et plantées pour créer le potager, les plans d'eau et le jardin de guérison.

SOURCE : WWW.RIZVIHASSAN.COM



©Rizvi Hassan



PAVILLON EN LIN

Situé dans le jardin botanique de l'Université de Fribourg, le pavillon livMatS est le premier bâtiment dont la structure porteuse est entièrement constituée de fibres de lin filées en continu et enroulées à l'aide d'un robot. La structure porteuse se compose de 15 éléments dont la longueur varie de 4,50 à 5,50 m et ne pèse qu'une centaine de kilos. Cette structure, qui couvre une surface de 46 m, est conforme aux normes pour la reprise des charges du vent et de la neige. La recherche relative au matériau, au processus informatique et à la fabrication robotique a été réalisée par une équipe interdisciplinaire d'étudiants de l'ITECH de l'Université de Stuttgart et de chercheurs ICD/ITKE de l'Université de Stuttgart.

Les données de production ont ensuite été transmises au partenaire industriel FibR GmbH Stuttgart pour la production des éléments structurels. Dans ce processus de fabrication additive, le robot place des faisceaux de fibres sur un cadre d'enroulement. Cela permet un calibrage ciblé et une haute précision en ce qui concerne l'orientation, l'alignement et la densité des fibres qui conduit à une excellente efficacité des matériaux et se traduit par une capacité de charge élevée. De plus, le processus ne produit aucun déchet et même le cadre d'enroulement peut être utilisé pour tous les éléments géométriquement variables. Le pavillon livMatS est recouvert d'une peau en polycarbonate imperméable, qui non seulement offre un abri contre les intempéries, mais protège également les fibres des rayons UV directs et de la pluie ou de la neige.

SOURCE : [HTTPS://WWW.INTCDC.UNI-STUTTART.DE/RESEARCH/BUILDING-DEMONSTRATORS/BD-5](https://www.intcdc.uni-stuttgart.de/research/building-demonstrators/bd-5)

DU BOIS COUSU

Une équipe pluridisciplinaire d'étudiants, de chercheurs, d'ingénieurs, d'architectes, d'informaticiens et de biologistes de différents départements de l'Université de Stuttgart a mis au point et conçu un pavillon de démonstration faisant la part belle à l'architecture. Particularité de cette réalisation : bien qu'en bois, elle fait appel pour la première fois à une technique de couture industrielle robotisée.

Pour commencer, une méthode de couture, par robot, de minces panneaux de contre-plaqué a été mise au point. En parallèle, une méthode de fabrication a permis la production de 151 segments de contre-plaqués souples et incurvés sur la base de feuillards extrêmement fins, autorisant donc la courbure. Ces segments sont constitués chacun de 3 feuillards contre-plaqués laminés en hêtre. Une fois la forme désirée atteinte, un robot vient coudre l'élément afin de le figer.

Les coutures en fibres polyester, réalisées en forme de laçage entre les différents éléments, permettent de transférer les forces de tension entre les segments. Aucune fixation métallique n'est donc nécessaire. La structure réalisée pèse 780 kg, sa surface est de 85 m² pour un poids structurel de 7,85 kg/m².

La forme originale de cette structure est inspirée des oursins plats dont la carapace présente des qualités de résistance aux conditions extérieures lors de leur croissance. En effet, cer-

taines espèces d'oursins possèdent une carapace faite de plaquettes de calcite reliées entre elles par des articulations et des éléments fibreux.



CAVE RÉHABILITÉ

À Mexico City, une cave de 70 m² a été entièrement transformée. Elle se situe sous une maison à une profondeur d'environ 12 m. Dans un 1er temps, il a été nécessaire de sécuriser la structure, par des linteaux métalliques, puis en sculptant les plafonds en pierre afin d'alléger la structure et de répartir les forces. Il s'est ensuite agi de réduire l'humidité en privilégiant la circulation de l'air naturel. Ceci a été complété par des injecteurs d'air et des déshumidificateurs. Un matériau thermoformable recouvre entièrement les colonnes qui soutiennent le plafond. Ce matériau aux propriétés photocatalytiques réagit sous l'effet de la lumière (naturelle ou artificielle) et purifie l'air. Pierre et bois ont été majoritairement utilisés au sein de la structure. Les murs en pierre permettent de compter le temps écoulé à travers les strates qu'ils présentent. La pierre a été laissée apparente au plafond. Le sol est en bois ainsi que certains éléments d'ameublement. Plusieurs essences de bois ont été utilisées.

SOURCE : INHABITAT

Cave photocatalytique © Jaime Navarro



Pavillon de démonstration © ITKE

SOURCE : INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES AND STRUCTURAL DESIGN (ITKE)

BAMBOU RENFORCÉ

Les réalisations présentées sur cette page illustrent la résistance du bambou lorsqu'il est renforcé. Dans la première structure, l'architecte Kengo Kumo de l'Université de Tokyo a renforcé le bambou avec de la fibre de carbone. Il souligne les qualités antisismiques de la structure ainsi réalisée. La structure est autoportante et résistante grâce à des anneaux de deux mètres de diamètre recouverts de fibre de carbone sur leur face intérieure. Ces anneaux sont ensuite entrelacés sous forme de nid. Une partie de la structure ne repose pas sur le sol.

L'architecte a souhaité explorer les qualités de souplesse, de précision, de légèreté et de robustesse du bambou. La construction est dix fois plus rigide grâce à la fibre de carbone.

SOURCE : DEZEEN



La deuxième structure est un pavillon en bambou et en acier. 320 plants de bambou ont été nécessaires pour bâtir ce pavillon de dix mètres de haut et trente mètres de large.

La construction située à Taiwan, arrimée sur des fondations en béton, a été réalisée en plusieurs phases sur le site. Dans un premier temps, le squelette en acier de la structure a été mis en place. Les deux côtés ont été érigés de manière symétrique. Les bambous ont ensuite été positionnés sur l'ensemble de la structure afin de la rendre plus résistante. Le haut du pavillon a été revêtu de bambou tissé pour le consolider.

Le pavillon ainsi conçu veut donner l'impression aux visiteurs de traverser une forêt de bambou. L'objectif du studio d'architecture Zuo est d'encourager la construction d'édifices à base de matériaux naturels afin de préserver l'environnement et de reconnecter l'homme avec la nature.

SOURCE : DESIGNBOOM



PAVILLON EN BAMBOU

À la demande de la ville de Beijiao en Chine, l'atelier cnS a conçu deux pavillons en bambou pour le parc paysager du champ de fleurs de Xianmo. Les structures, leurs formes, la conception de l'œuvre d'art sont dérivées des excellentes propriétés de traction et de flexion du bambou. Ces structures tridimensionnelles fournissent des abris contre le soleil et la pluie. Pour réaliser ces structures, l'atelier cnS s'est appuyé sur les compétences traditionnelles du tissage en bambou tout en remplaçant la corde de chanvre par une corde de coco pour obtenir une meilleure résistance aux intempéries. Le revêtement du toit est tissé avec des bandes de bambou recouvertes de palmier qui est également résistant aux intempéries et à la pluie. Les écorces de palmier ont d'abord été cousues en unités modulaires de 1m*1m, puis ces unités sont connectées et taillées pour former le toit créant ainsi une impression de rythme similaire au toit en tuiles.

Pour le « Pavillon des fleurs », une ligne en spirale est utilisée comme guide pour former le rythme de la structure. Le « Pavillon

Embrassez », quant à lui, se compose de deux parties, en forme de coquille inversée, reliées pour former une boucle fermée. Ses surfaces incurvées dans deux directions atteignent une portée de 12 m avec des parties en porte-à-faux. La structure couvre un espace scénique à grande échelle et un plus petit espace au bord de l'eau.

SOURCE : [HTTP://WWW.ATELIERCNS.COM/NEW-GALLERY-56](http://www.ateliercns.com/new-gallery-56)



WAKA WATER

Construites en Ethiopie, les Warka Water sont des tours imaginées par Arturo Vittori, architecte et designer industriel italien. S'inspirant des filets tendus dans les oliveraies pour récolter les fruits et sur lesquels se pose la rosée du matin, l'architecte a conçu une tour de 9 m de haut tout en formant un quadrillage sur lequel il fixe ses filets.

Pour construire les tours, Arturo Vittori utilise du bambou, une matière première très solide et très flexible. La tour forme une sorte de château d'eau avec, en son centre, un réservoir et un robinet en sortie. La nuit, les filets se chargent d'humidité (pluie, brouillard, rosée), l'eau ruisselle puis elle passe au travers d'un filtre avant de remplir le réservoir. Chaque Warka Water récupère environ 100 L d'eau par jour.

Il s'agit d'une structure passive, qui fonctionne grâce à des phénomènes naturels tels que la gravité, la condensation et l'évaporation. D'un coût inférieur à 1.000 €, ces structures sont conçues pour fournir une source d'eau alternative aux populations rurales qui ne peuvent accéder à l'eau potable. Les tours sont très légères et peuvent être déplacées par seulement 4 personnes.

SOURCE : [HTTPS://WARKAWATER.ORG](https://warkawater.org)



« L'ARC » EN BAMBOU

La société de design IBUKU en collaboration avec Jörg Stamm et Atelier One ont conçu l'Arc, une structure en bambou complexe pour le campus de l'École Verte à Bali, en Indonésie. Les concepteurs ont utilisé des surfaces courbes pour générer un volume massif qui paraît délicat et léger. Avec ses arcs de 19 m de portée, interconnectés par des grilles tendues en bambou, l'Arc de l'école verte de Bali est un exemple d'architecture organique. Des faisceaux de tiges de bambou en arcs paraboliques entrecroisés donnent sa forme à la structure, tandis que des surfaces en grille soutiennent les arches, les maintiennent en place et stabilisent la structure. La combinaison des différents éléments crée une illusion où le toit semble drapé entre les arches.



Les deux systèmes créent ensemble une structure unique et très efficace, capable de fléchir sous la charge, ce qui permet au poids de se redistribuer et d'atténuer ainsi les charges localisées sur les arches.

La structure qui en résulte adopte une forme distinctive avec des arches minces, paraissant incroyablement légère comme si elle était faite de tissu.

SOURCE : [WWW.IBUKU.COM](http://www.ibuku.com),
[WWW.GREENSCHOOL.ORG/BALI](http://www.greenschool.org/bali)

UNE SALLE DE SPORT EN BAMBOU



Cette salle de sport de 782 m², dédiée à une école de Chiang Mai en Thaïlande, est entièrement bâtie en bambou. Le toit de la structure, réalisé sur trois niveaux, est couvert de bardeaux de bois de bambou. Sa forme veut ainsi rappeler celle des pétales de la fleur de lotus.

Le bambou a été traité avec du sel de borax afin d'éviter les traitements chimiques et préserver la qualité et la résistance du bambou, prévu pour ne pas s'altérer avant une cinquantaine d'années. Les sections de bambou sont assemblées par cordage pour ne pas nuire à la très faible empreinte carbone de ce bois.

Les différentes ouvertures réalisées dans le toit et les murs permettent de ventiler le bâtiment et d'assurer une atmos-



Stade entièrement construit en bambou - © Alberto Cosi.

phère intérieure tempérée sans air climatisé. La lumière y pénètre également naturellement.

La structure repose sur des fermes en bambou de plus de 17 m, construites sur site et relevées à l'aide de grues. Elle est laissée apparente à l'intérieur de la salle. L'objectif est d'atteindre une capacité de 300 élèves.

La salle devait également être en harmonie avec les bâtiments de l'école conçus en bambou et en terre. Des études et tests ont été réalisés au préalable afin de s'assurer de la résistance de la structure aux tremblements de terre et aux vents violents puisqu'aucune structure en acier ne vient renforcer l'ossature en bambou.

SOURCE : ARCHDAILY



RESTAURANT EN BAMBOU

Situé dans une région forestière au Nord du Vietnam, ce restaurant en bambou est la pièce centrale d'un complexe comprenant 135 villas, cinq hôtels et huit bungalows. Pour ce projet, l'agence VTN architects a imaginé une structure en gradin en s'inspirant de l'architecture traditionnelle en Asie. Le toit circulaire avec trois niveaux est composé de 36 modules similaires qui sont renforcés par un maillage en bambou. D'une superficie de 1.050 m carrés, il est assemblé de deux toits en forme annulaire et d'un dôme central. Ces éléments sont empilés et détachés pour créer des bandes lumineuses qui assure la qualité spatiale à l'intérieur du projet. Le plus grand rayon mesure environ 18 m tandis que la hauteur de la structure est de près de 16 m. Le restaurant est un espace semi-extérieur qui permet au visiteur de bénéficier d'une vue panorama magnifique vers l'extérieur.

SOURCE : WWW.VTNARCHITECTS.NET

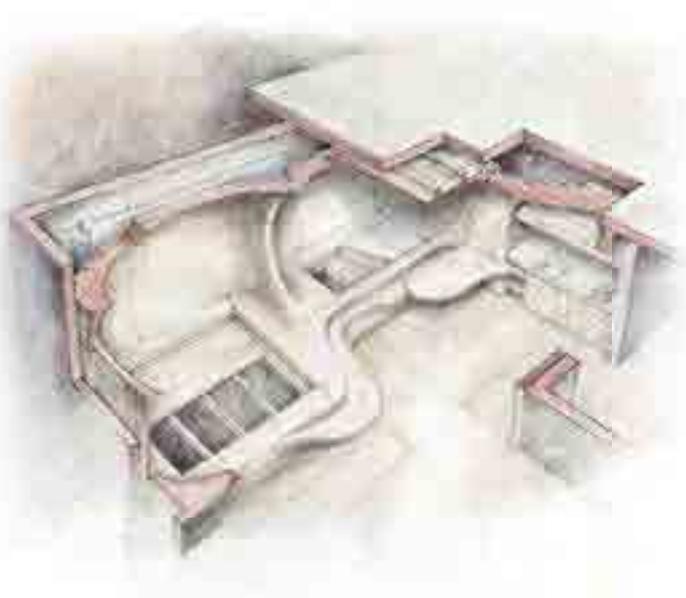
© Hiroyuki Oki

LA SUITE WOODEN CAVE

Le concept de « grotte » qui abritait autrefois l'humanité a été la principale source d'inspiration du projet Wooden Cave. Des murs sinueux en bois d'épicéa noir s'enroulent autour de cette suite confortable que le bureau Tenon Architecture a créée pour un hôtel de villégiature au sud de la Grèce. Le design, avec ses surfaces courbes, et le choix du bois comme matériau de construction principal cherchent à recréer un environnement chaleureux et accueillant qui conserve la sensation archétypique d'un abri naturel.

Un programme basé sur un algorithme a été utilisé pour dessiner la forme requise de chaque pièce de bois avant qu'elles ne soient coupées sur place par les deux architectes du studio. Le mur et la plate-forme comprennent 1112 morceaux d'épicéa noir. Les pièces ont ensuite été assemblées pour former 55 grands modules. Après avoir été façonnés et lissés à la main, les modules ont été assemblés dans la structure finale en forme de grotte. D'autres éléments, comme les planchers, les placards de la kitchenette et la table à manger ont été fabriqués en pin sans nœuds.

SOURCE : WWW.TENON-ARCHITECTURE.COM



ENVIRONNEMENT BIOPHILIQUE

Une étude pilote est en cours à Londres afin de mesurer l'impact du design biophilique sur le bien-être au travail et la productivité.



L'ensemble des matériaux est naturel : le bambou sous différentes textures est utilisé pour les sols, sur les murs ainsi que pour les bureaux dans lesquels sont intégrées des plantes naturelles.

Le système d'éclairage circadien est relié à une horloge astronomique : bleu froid le matin qui évolue en blanc brillant l'après-midi pour devenir orangé à la tombée de la nuit. Des capteurs détectent différentes données : qualité de l'air, luminosité, température, humidité et temps de travail actif.

L'étude se déroule en 2 temps : les employés travaillent une période de 4 semaines au sein de cet environnement puis une seconde période de 4 semaines au même étage mais sans environnement biophilique.

Les employés doivent répondre à une enquête journalière afin d'évaluer leur confort, leur satisfaction, leur ressenti dans cet environnement. Leurs réponses seront comparées à celles qu'ils feront lors de la 2^{ème} période de 4 semaines.

SOURCE : DAEWHA KANG DESIGN



Bureaux en environnement biophilique © DaeWha Kang Design



CONSTRUCTION - **PRODUIT INNOVANT**

RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

PRODUIT INNOVANT

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION À BASE DE FIBRES NATURELLES RECYCLÉES

À partir de différentes fibres recyclées, de nouveaux matériaux de construction sont en cours de mise au point et de test. C'est le cas notamment avec BioSIPs (Bio-Structural Insulated Panels) qui, sur base de déchets de papier, de mauvaises herbes, de chanvre et de déchets de bois, recyclés et transformés, offre des matériaux isolants pour la construction de murs, toits et planchers.

Pour leur concepteur, l'Université du Colorado, ces panneaux sont solides, légers et aisés à assembler. Ils ne nécessitent aucune colle lors de leur fabrication. Un brevet a été déposé. L'objectif est de proposer des produits de substitution à ceux dérivés du pétrole.

Le prototype d'une petite maison a été entièrement construit en matériaux BioSIPs : sols, murs, plafonds, ameublement. Au total, 3,1 tonnes de déchets ont été utilisées pour réaliser cette structure.

Actuellement, les travaux se poursuivent afin de rendre commercialisables ces nouveaux éléments, sachant que ces panneaux sont déjà très compétitifs économiquement par rapport à leurs homologues en bois. En parallèle, des développements logiciels sont en cours afin de permettre la création de formes complexes (courbes, pliures) avec ce nouveau matériau.



Prototype de maisonnette réalisé entièrement en BioSIPs

SOURCE : UNIVERSITÉ
DU COLORADO - DENVER

FIBRE POUR BÉTON 100% VÉGÉTALE



© SIKA

L'entreprise Sika propose aujourd'hui une fibre pour béton 100% végétale la SikaFiber-200 Végetal. Fabriquée en Europe, SikaFiber-200 Végetal est une alternative éco-responsable aux microfibrilles polymères utilisées sur le marché. Les fibres sont obtenues à partir de bois de forêts européennes gérées durablement. Elles participent à la fabrication de bétons plus facilement recyclables, notamment par l'absence de plastique dans les retours bétons et dans les bacs de rétention. Elles sont plus particulièrement destinées aux bétons coulés à plat (chapes, dallages industriels, bétons désactivés, décoratifs, matricés, planchers, terrasses,...). Les microfibrilles Végetal génèrent un réseau de fibres encore plus dense pour une meilleure résistance à la fissuration due au retrait plastique, sans interférer sur la fluidité du béton. Des mesures réalisées selon un protocole spécifique ont démontré que l'utilisation de cette fibre, à un dosage de 300 g/m³, permet une réduction de 68% des fissures au jeune âge par rapport à un béton non fibré.

SOURCE : [HTTPS://FRA.SIKA.COM/FR/NOUVEAUTES-PRODUITS/SIKA-FIBER-200-VEGETAL.HTML](https://fra.sika.com/fr/nouveautes-produits/sika-fiber-200-vegetal.html)

BRIQUES À BASE DE BOUSE D'ÉLÉPHANT

Boonserm Premthada, architecte thaïlandais a mis au point des briques de construction en utilisant des bouses d'éléphants. Ces animaux ingèrent chaque jour près de 200 kilos de plantes dont beaucoup d'herbe Napier (*Cenchrus purpureus*), ce qui rend leurs selles particulièrement riches en fibres. En mélangeant ces bouses avec du ciment et de l'eau, on obtient des briques plus légères, mais suffisamment solides pour être utilisées. Mené avec le Bangkok Project Studio, ce projet est né dans le village de Ban Ta Klang (Thaïlande), région connue pour son tourisme basé sur la domestication des pachydermes. Cette initiative, qui permet notamment de créer des emplois au sein de la population locale, s'avère également des plus écologiques. L'architecte a utilisé ces briques pour construire « Le Théâtre des Éléphants » qui a été présenté à la Biennale Architecture et Paysage de Versailles en 2022.

SOURCE : WWW.BANGKOKPROJECTSTUDIO.CO/VERSAILLES.HTML



©Spaceshift Studio

LES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION BIOSOURCÉS

Les matériaux de construction biosourcés enregistrent une demande croissante. En effet, les exigences actuelles de respect de l'environnement, de réduction de l'empreinte carbone, d'économies d'énergie... provoquent une hausse d'intérêt pour ces matériaux biosourcés.

Si les matériaux biosourcés utilisés en construction offrent effectivement de réelles propriétés d'isolation thermique et acoustique, leurs propriétés mécaniques sont moindres et ils ne peuvent donc pas être utilisés comme éléments porteurs, hormis dans le cadre de la construction bois légère. Selon une étude française de la Direction Générale des Entreprises, parue en mai 2016, les matériaux biosourcés sont essentiellement utilisés sous forme de produits d'isolation (vrac, panneaux, rouleaux), de bétons végétaux,

de peintures et revêtements muraux, ainsi que de colles et mortiers.

Concernant les bétons végétaux, les fibres de chanvre ou de lin, associées à un liant minéral, semblent à ce jour être la solution la plus utilisée. Les plantes sont valorisées sous forme de fibres pour leurs qualités de résistance à la traction et de ductilité, notamment dans les bétons biosourcés. Ces derniers sont généralement malléables, très poreux et apparemment peu denses. Les propriétés des bétons végétaux dépendent de l'association fibres naturelles/liant utilisé.

En fonction des ressources disponibles sur le sol français, quelques recherches et études ont été conduites et préconisent plusieurs associations fibres naturelles/liant :

MATERIAU	PROVENANCE	LIANT UTILISÉ
Bois de Chanvre	Coproduit de l'agriculture	Chaux aérienne - Chaux hydraulique Mélange métakaolin/chaux
Anas ou étoupes de Lin	Coproduit de l'agriculture	Ciment Portland - Mélange ciment/sucrose
Sciures ou copeaux de tous bois	Déchets de scieries	Ciment Portland - Mélange ciment/argile
Tige de tournesol	Sous-produit de l'agriculture	Mélange métakaolin/chaux
Betterave séchée ou pulpe	Déchets des industries agro-alimentaires	Ciment Portland
Tige de Miscanthus	Coproduit éthanol	Ciment Portland
Balle de riz	Sous-produit de l'agriculture	Chaux
Paille de lavande	Sous-produit de l'agriculture	Ciment Portland
Paille de colza	Sous-produit de l'agriculture	Ciment/chaux



Association entre béton et chanvre

À ce stade de maturité des matériaux biosourcés dans la construction, et le peu de recul, quelques études se sont attachées à la durabilité des bétons végétaux. Cependant les protocoles d'analyses et les propriétés analysées étant différents, il semble délicat de comparer les résultats obtenus et d'en tirer des enseignements fiables.

À ce jour, pour leur mise en œuvre, il existe selon cette étude de la Direction Générale des Entreprises, beaucoup de documentations (avis techniques, règles professionnelles...) relatives aux matériaux biosourcés et techniques de construction associées.

SOURCE : RILEM TECHNICAL LETTERS / ÉTUDES ÉCONOMIQUES DIRECTION GÉNÉRALE DES ENTREPRISES.

MATÉRIAU COMPOSITE BIOSOURCÉ ISOLANT

Le projet européen ISOBIO s'est fixé pour objectif de parvenir à une plus grande intégration des matériaux biosourcés dans la construction et, à ce titre, les partenaires impliqués travaillent ensemble au développement d'un nouveau composant.

Au travers de leur démarche, ils souhaitent contribuer à la réalisation de bâtiments plus respectueux de l'environnement en mettant au point un produit biosourcé qui offre une meilleure isolation (20% de plus), une moindre énergie grise (50% de moins) et qui permette une baisse des coûts de construction (15% de moins). Ce produit disposera également de propriétés chimiques et mécaniques pour lutter contre l'absorption d'eau et pour résister à l'humidité et au feu. Ce matériau procurera une sensation de bien-être, de confort et une amélioration de la qualité de l'air intérieur.

Ce nouveau composite isolant est fabriqué à partir d'agré-gats biosourcés existants (chanvre, paille, argile, blé, herbe... par exemple) et d'un liant innovant. Il se présente sous la forme de panneaux ou d'un enduit. Un premier prototype a été dévoilé en février 2017, à mi-parcours du projet, et la composition finale du produit est en voie de finalisation.

SOURCE : ISOBIO PROJECT



UNE BRIQUE COMPOSITE BOIS ET CIMENT

Cette brique composite est basée sur une ancienne technologie suisse ayant bénéficié de plusieurs améliorations. Il s'agit ici de briques de coffrage à béton conçues à partir de fibres de bois vierges issues de l'industrie du bois et du ciment Portland. Les additifs et formules permettant la liaison bois/ciment restent propriété secrète de Nexcem, société à l'origine de ce produit.

Les fibres, réduites en fines particules, sont traitées pour en retirer les sucres présents naturellement dans le bois. Ceci permet d'éviter la formation de moisissures et dissuade les insectes de s'y loger. De plus, une couche de laine de roche est ajoutée sur une ou deux faces internes des briques afin d'en renforcer les propriétés isolantes. Ces faces sont destinées à être positionnées du côté extérieur du mur. Le ciment est ensuite coulé dans ces briques pour former les murs. Des barres d'armature doivent être installées horizontalement et verticalement. Elles peuvent être directement vissées dans la brique composite. À l'intérieur, les cloisons sèches peuvent également être fixées sur ces briques composites, sans avoir besoin de pare-vapeur.

Nexcem fait état des qualités d'isolation phonique et thermique améliorées grâce à sa technologie, ainsi que d'une meilleure résistance à l'humidité et au feu. Elle souligne également que les fibres de bois ainsi récupérées échappent à une mise en décharge et permettent une réutilisation et que le carbone issu du ciment est séquestré dans la brique composite. Quant au ciment, cette technique permet d'en réduire la quantité utilisée.

SOURCE : WWW.NEXCEMBUILD.COM

FABRICATION DE BRIQUES NATURELLES

La société Biomason a développé une technologie de fabrication de briques, pouvant être utilisées comme matériau de construction, par précipitation microbienne.

Du sable est déposé dans des moules rectangulaires. Les bactéries introduites dans le sable enveloppent petit à petit les grains de sable, puis des cristaux de carbonate de calcium commencent à se former autour, comblant ainsi les interstices entre les grains. Ces cristaux croissent jour après jour.

Afin de stimuler le processus, une irrigation en eau riche en nutriments est mise en place. Le processus de cémentation a lieu dans des conditions de température ambiante, la cuisson au four n'est plus nécessaire.

Le résultat est une brique « Biobrick » qui croît « toute seule » en ayant l'apparence du grès et la robustesse du marbre. La magie opère en moins de 5 jours.

Ce processus s'apparente à celui, naturel, de la croissance du corail. Selon la professeur assistante en architecture de l'Université Américaine de Sharjah (Émirats arabes unis), Ginger Krieg Dosier, ces briques peuvent atteindre la taille attendue pour pouvoir être mises en œuvre en construction. Pour parfaire son process, elle travaille actuellement à l'élaboration d'un système de récupération de l'ammoniaque dé-

gagée lors du processus de croissance des briques pour la réinjecter dans le cycle de fabrication de ces mêmes briques.

Prévues pour une commercialisation en 2017, lorsqu'elles seront compétitives face aux briques traditionnelles, les « Bio-bricks » devraient permettre au secteur de la construction de réduire son empreinte carbone en s'affranchissant tout simplement de l'étape de cuisson au four.

SOURCE : BIOMASON



Brique naturelle © Biomason



Panneaux de fibres de bois 3D © BASF

BOIS COMPOSITE MOULÉ À CHAUD

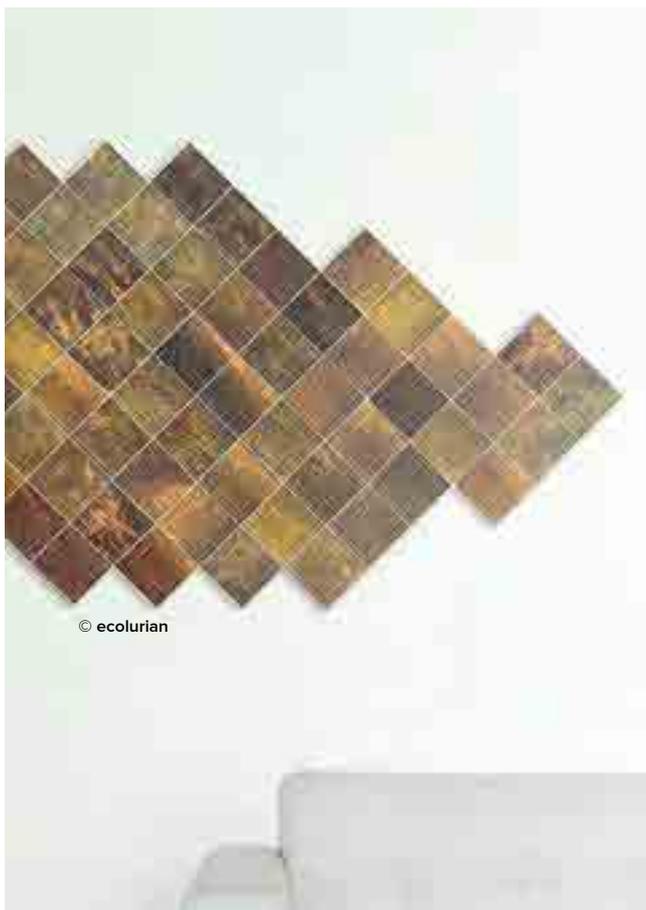
La société BASF a été récompensée en 2017 et 2018 pour sa technologie de fabrication 3D de panneaux de fibres de bois. Cette technologie est destinée aux industries de l'ameublement et du design.

Elle permet le moulage à chaud d'un bois composite. La composition de ce liant en fibres autorise la constitution des 3 axes spatiaux en même temps. Le liant innovant, mis au point par cette même société, ne contient pas de formaldéhyde.

Par ailleurs, ce composite peut être fabriqué sur les lignes de moulage existantes pour créer un panneau bois composite intermédiaire. Ce panneau peut ensuite être moulé en 3D et la surface peut être décorée et structurée, y compris après un temps de stockage. En effet, ce bois-composite reste stable en conditions de stockage et autorise des opérations de post-moulage.

Enfin, des additifs tels que des pigments, des agents ignifuges ou encore des déperlants sont compatibles avec ce liant et cette technologie.

SOURCE : BASF



CARREAUX EN ALGUES

L'équipe de conception d'Ecolurian a développé des carreaux muraux écologique et pour la décoration intérieure. Fabriqué à partir d'algues de varech soigneusement sélectionnées de l'océan Pacifique. La combinaison de couleurs, de nuances et de motifs est donnée par l'aspect naturel de l'algue varech. Chaque carreau est unique et irremplaçable. Des ambiances vives et harmonieuses peuvent être créées grâce à la sélection rigoureuse de nos carreaux. Ecolurian propose deux versions des carreaux : les carreaux d'algue pure est une version sans revêtement avec des performances naturelles pour absorber l'humidité des zones intérieures. Convient aux intérieurs secs.

Les carreaux d'algue modifié est une version avec des performances plus élevées de résistance à l'eau et à l'humidité. Cette solution de revêtement qui a été développée en coopération avec la société néerlandaise Akzo Nobel convient aux zones semi-humides.

SOURCE : ECOLURIAN



DU VOLCAN AUX CARREAUX

Des carreaux ont été conçus à base de lave et de cendres volcaniques d'un volcan sicilien. Trois années d'essais ont été nécessaires aux designers Formafantasma (Pays-Bas) et Dzek (Royaume-Unis) pour la mise au point de ces carreaux. En effet, la haute teneur en oxyde métallique des cendres volcaniques et des roches basaltiques ont rendu leur comportement instable lors des essais de cuisson. Plusieurs coloris sont disponibles : en mélangeant différentes quantités, différentes granulométries et différentes densités de matériau volcanique, les teintes et aspects des carreaux varient. Les carreaux sont vitrifiés à la main. Cette collection, ExCinere, est destinée à un usage intérieur comme extérieur : façade, sol, plans de travail...

SOURCE : FORMAFANTASMA



Excinere © Formafantasma



PANNEAUX ACOUSTIQUES EN MYCÉLIUM

Le studio d'architecture Arup et la société italienne de biodesign Mogu ont collaboré pour concevoir un système de panneaux acoustiques en mycélium, baptisé Foresta. Le mycélium est le tissu végétatif des champignons. C'est un matériau à croissance rapide et entièrement renouvelable qui peut être réutilisé ou composté en fin de vie. Chaque module est conçu en cultivant le mycélium sur un substrat de déchets agro-industriels, tels que du chanvre, du coton et des résidus textiles. Le matériau biocomposite final ne contient pas de spores, favorisant des environnements sains et offrant une alternative aux matériaux d'origine fossile. Grâce à sa structure souple et poreuse, le mycélium est un matériau léger et un excellent absorbeur de bruit. Le système se compose d'un cadre en bois modulaire et de panneaux de mycélium. Il est basé sur une conception modulaire où le cadre en bois supporte les panneaux acoustiques avec des aimants intégrés dans chaque nœud. Ce système est facile à assembler, permet une flexibilité de conception et des changements de disposition faciles. Les panneaux sont disponibles en différentes couleurs, géométries et textures.

SOURCE : [HTTPS://MOGU.BIO/ACOUSTIC/FORESTA-SYSTEM/](https://mogu.bio/acoustic/foresta-system/)

© Mogu

UNE ALTERNATIVE AU BOIS LAMELLÉ-CROISÉ ?

Une entreprise américaine basée dans l'Oregon a mis au point un panneau de contreplaqué massif « Mass Plywood Panels ».

Ce contreplaqué est plus particulièrement destiné aux murs et planchers dans les immeubles multi-étages. Les panneaux proposés mesurent jusqu'à 3,65 m de large, 14,60 m de long et 60 cm d'épaisseur. Ces dimensions sont adaptées en fonction de la demande. Ils permettent d'atteindre les mêmes performances structurelles qu'un panneau en bois lamellé-croisé avec 20 à 30 % de bois en moins.

La société indique qu'il est possible de réaliser, lors de la production de ces panneaux, les ouvertures pour les portes, fenêtres et autres besoins.

De nouveaux tests en laboratoire sont prévus, cependant les propriétés structurelles et physiques comme la densité, le collage et la résistance aux tensions et pressions, ont d'ores et déjà été analysées et validées en partenariat avec l'Université d'État de l'Oregon.

SOURCE : WOOD WORKING NETWORK



ISOLANTS EN BÉTON VÉGÉTAL

Le bureau d'études Kellig Emren a développé de nouveaux matériaux isolants préfabriqués à base de granulats végétaux, de terre crue et de chaux. Le granulat végétal le plus souvent utilisé est le miscanthus, mais ce dernier peut être remplacé par la chènevotte de chanvre. L'isolant obtenu se présente sous forme de carreaux pleins à rainures / languettes. Il est classé dans la catégorie des produits ininflammables. Ces matériaux emploient des matières premières bas carbone issues d'agro-ressources locales et à faible taux de transformation. En fin de vie, les panneaux peuvent être directement revalorisés par broyage puis adjonction d'eau et d'une faible quantité de liant pour créer de nouveaux panneaux.

Actuellement, le bureau d'études travaille sur un nouveau processus de fabrication adaptable à tous types de gisements biosourcés et géosourcés afin de mieux valoriser des ressources effectivement présentes sur un territoire. L'idée est de proposer une solution permettant de relocaliser les productions de matériaux de construction au sein de modèles économiques circulaires et vertueux tout en augmentant leurs qualités.



© KelligEmren

SOURCE : WWW.KELLIGEMREN.FR

VÉGÉBUILD

ENDUIT CHAUX/CHANVRE ISOLANT À PROJETER

72

PRODUIT INNOVANT



© Parexlanko, Getty Images

L'entreprise Parexlanko a créé un enduit à base de chanvre appelé Parnatur. Les bétons et mortiers de chanvre sont couramment utilisés pour les murs intérieurs et extérieurs, pour l'isolation des sols et des toitures mais aussi dans les enduits. Le chanvre est une plante naturelle et écologique apportant des propriétés thermiques largement reconnues. La tige de chanvre est constituée d'une partie fibreuse, la filasse et d'une partie ligneuse, la chènevotte. Les enduits chaux/chanvre sont respirants et hydro-régulants. Les principales

innovations de la solution mise au point par Parexlanko sont ses caractéristiques thermiques et sa facilité d'application. La conductivité thermique de l'enduit est de 0,066 W/m.K ce qui permet de limiter l'impact des variations de température de l'extérieur sur la température intérieure tant en hiver qu'en été. Par ailleurs, l'enduit peut être appliqué avec une machine à projeter ce qui permet un gain de temps pour la pose.

SOURCE : [HTTPS://WWW.PAREXLANKO.COM/FR/PARNATUR-CORPS-DENDUIT-CHANVRE](https://WWW.PAREXLANKO.COM/FR/PARNATUR-CORPS-DENDUIT-CHANVRE)

PANNEAU ISOLANT À BASE DE LAINE DE MOUTON

Plusieurs objectifs ont été assignés au développement d'éco-matériaux et de solutions biosourcées dans le cadre du programme Horizon 2020. Ce programme intervient dans les domaines suivants :

- Matériaux pour l'enveloppe des bâtiments ;
- Nouvelles technologies permettant le développement d'éléments préfabriqués à base de matériaux de construction recyclés ;
- Matériaux d'isolation très performants montrant des propriétés améliorées.

L'un des volets de ce programme est le projet Eco-See. Il consiste à promouvoir un nouveau matériau d'isolation, à base de laine de mouton. En effet, de précédentes recherches ont démontré la capacité de la laine de mouton à absorber certains gaz dangereux tels que les composés organiques volatils. L'équipe du projet Eco-See veut améliorer ses capacités d'absorption et proposer un nouveau prototype.

Suite à de nombreux tests sur différents échantillons de laine, les chercheurs ont démontré que les capacités d'absorption dépendent de la race du mouton et du traitement appliqué à la laine. Différents traitements ont été effectivement testés : mécanique, chimique, irradiation... Par ailleurs, l'ajout de certains polymères naturels augmentent de 100% l'absorption des composés organiques volatils selon les chercheurs.

Un prototype a donc été mis au point sur base de ces différents tests puis expérimenté en conditions réelles. Ce panneau d'isolation montre des propriétés améliorées en termes d'efficacité énergétique notamment, en comparaison avec des matériaux classiques. Il bénéficie d'un traitement (ajout



Isolant à base de laine de mouton - ©Eco-See



de polymères naturels) lui permettant de capturer plus de composés organiques volatils.

Il est à souligner que ce prototype de panneau bénéficie d'autres innovations développées par Eco-See outre la laine de mouton traitée : bois avec revêtement photocatalytique, panneau en chaux, enduits d'argile modifiés.

Le groupe de recherche composé de la société Black Mountain Insulation (BMI) et de chercheurs du Centre des Biocomposites de l'Université de Bangor affirme que cette solution est financièrement abordable et peut avoir un réel impact sur le marché.

SOURCE : ECO-SEE

DU BÉTON DE BOIS

L'entreprise Lignoroc a mis au point un « béton de bois » structural. Composé d'un volume de 90% de bois, il stocke plus de CO₂ que celui émis pour produire le ciment qui l'enrobe. Pour réaliser son béton bois, Lignoroc valorise des chutes de scierie en utilisant des granulats de bois, surtout des résineux, d'une granulométrie de 20 à 40 mm. D'un point de vue isolation, le béton bois a un lambda de 0,15 W·m-1·K-1. Un mur de 20 cm d'épaisseur a un déphasage thermique de plus de 21 h ce qui ralentit les problèmes de surchauffe en été. Le béton de bois auto-régule naturellement l'hygrométrie de l'air intérieur. Lorsque l'air est très humide, le mur en béton de bois absorbe l'humidité sans créer de condensation. Lorsque l'air devient sec le mur libère la vapeur d'eau absorbée. Ce principe d'absorption et de restitution de la vapeur augmente la sensation de confort thermique.

Comme le béton de bois est autoporteur les murs sont préfabriqués en usine. Ils sont calibrés pour un assemblage au millimètre. La mise en œuvre sur chantier est donc simple et rapide. Si besoin, les murs peuvent être redécoupés sur site à l'aide d'une tronçonneuse ou d'une disqueuse. L'entreprise souhaite, à présent, vendre des licences technologiques à des industriels de la préfabrication. Lignoroc leur livrera le granulats additivés de minéraux à mélanger avec leur ciment et de l'eau.

SOURCE : WWW.LIGNOROC.COM



©Lignoroc



© Stablame

CLT 100% BIOSOURCÉ

L'entreprise de construction Stablame a créé un panneau en CLT 100% biosourcé. Dénommé Stabigreen, ce panneau résulte de la volonté de trouver une alternative aux clous en aluminium. Des clous en bois de hêtre densifié sont donc utilisés par l'entreprise.

Ce nouveau produit offre plusieurs avantages. Il permet d'avoir un panneau CLT sans colle pouvant être utilisé en apparent. De plus, en fin de vie, le panneau Stabigreen peut être facilement recyclé puisqu'il n'est composé que de bois sans colle, sans aucun élément métallique. C'est un produit environnementalement optimal. Cette innovation a reçu la Fibre d'or dans la catégorie innovation décernée par la filière bois wallonne en 2021.

SOURCE : WWW.STABLAME.BE/SYSTEMES-CONSTRUCTIFS/CLT-CLOUE

BOIS LAMELLÉ CHEVILLÉ



Ces éléments ne nécessitent ni colle ni clou à l'assemblage. Les panneaux en bois lamellé chevillé sont particulièrement adaptés pour les portées horizontales. Ils sont surtout utilisés pour des murs, des sols et des structures de toit. Les panneaux sont fabriqués à l'aide d'une machine à commande numérique.

Cette technologie a vu le jour en Suisse et semble être fort utilisée en Allemagne, en Autriche et en Suisse.

Les panneaux en bois lamellé chevillé sont réalisés en bois d'œuvre issu de résineux. Les lames de bois sont empilées

les unes sur les autres puis assemblées par friction et fixées à l'aide de chevilles en bois. L'assemblage par friction permet de procurer une certaine stabilité dimensionnelle au panneau. Les chevilles, en bois de feuillus, peuvent être positionnées de manière perpendiculaire ou en diagonale à travers les lames de bois.

Les avantages avancés sont les suivants :

- Excellente résistance au feu,
- Rapidité d'assemblage due à l'absence de connecteur métallique,
- Possibilité d'intégrer aux panneaux des matériaux d'isolation tels que de la laine minérale, des fibres de bois, des conduits électriques ou bien encore des bandes d'isolation acoustique,
- Aucune émanation de substances toxiques ne se produit en raison de l'absence de colles et de résines, ce qui permet d'améliorer la qualité de l'air intérieur,
- Moins coûteux que les panneaux en bois lamellé croisé car plus rapide à produire.

Soulignons cependant quelques inconvénients en comparaison avec les panneaux en bois lamellé croisé : un changement conséquent du taux d'humidité peut entraîner un déplacement de mouvements du bois, d'autant plus que les fibres sont orientées dans la même direction, offrant ainsi moins de résistance au cisaillement.

SOURCE : ECOHOME



BOIS LAMELLÉ-CROISÉ HYBRIDE

Le projet HCLTP, pour « Hybrid Cross Laminated Timber Plates », a permis de mener des recherches pour la mise au point d'un nouveau type de panneau hybride en bois lamellé-croisé (CLT). Celui-ci combine bois et béton, ainsi qu'un système d'assemblage innovant. Ce projet européen a pu se pencher sur les six grandes phases de développement de ce produit : la modélisation informatique, les expérimentations, les analyses architecturales et physiques dans le bâtiment, la mise au point du processus de fabrication, l'analyse des coûts, et enfin les procédures d'accréditation du produit.

Les panneaux HCLTP tentent de répondre à plusieurs préoccupations : une moindre consommation de matière (et notamment de bois), une plus grande adaptabilité, ainsi que l'optimisation des performances mécaniques, de résistance au feu et au séisme.

Ce CLT hybride est composé d'un panneau de bois lamellé-croisé classique qui est complété par des traverses en bois collées. Une couche de béton y est ensuite fixée par un système de raccord spécialement développé et testé pour cet usage. Les illustrations présentent 2 solutions : la couche de béton est disposée soit en couche inférieure, soit

en couche supérieure du lamellé-croisé. On peut également distinguer les 2 solutions de raccord bois/béton.

Ainsi conçus, ces panneaux hybrides offrent une plus grande solidité ainsi qu'une plus grande résistance à la flexion. Le panneau sans la couche de béton permet déjà, selon les résultats de ces recherches, une réduction de 50% de la quantité de bois nécessaire pour les planchers-terrasses, de 40 % pour les planchers-sols et de 30% pour les éléments muraux si l'on compare avec des panneaux CLT classiques.

Il reste à concevoir une ligne de production adaptée à de petites séries. D'autres essais sont également à prévoir : performance acoustique, résistance au cisaillement, faisabilité financière détaillée...

SOURCE : HCLTP



UN PANNEAU À BASE DE MYCELIUM

Le polystyrène n'est pas biodégradable et n'entre pas toujours dans un processus de recyclage. Dans le bâtiment, il est utilisé notamment comme isolant thermique sous forme de panneaux de polystyrène extrudé.

La société Ecovative propose une alternative plus respectueuse de l'environnement en fabriquant des panneaux isolants, entre autres applications, à base de champignons : MycoBoard™.

Tout commence par l'achat et la récupération de sous-produits de l'agriculture, d'anciennes tiges de maïs par exemple, que la société trie et nettoie. Ces tiges sont ensuite mélangées à d'autres déchets (sciures ou copeaux de bois, lin, colza, chanvre notamment) et au mycélium, puis le tout est entreposé afin que la croissance du mycélium débute.

Ce mélange est ensuite déposé sur un support afin de continuer à croître. Petit à petit, le mycélium grandit naturellement autour des sous-produits de l'agriculture

auxquels il est mélangé, qu'il digère, en prenant la forme du support sur lequel il a été déposé. Une fois constitué, le nouveau matériau est pressé et déshydraté afin de stopper la croissance du mycélium.

Sans formaldéhyde, ni résine toxique, sans dégagement de composés organiques volatils, ce matériau possède des propriétés acoustiques et de résistance au feu naturelles. MycoBoard™ est de taille et de forme personnalisable, entièrement recyclable.

Il est possible d'utiliser ce matériau en tant que panneau de particules pour la construction et matériau pour l'ameublement notamment.

SOURCE : ECOVATIVEDESIGN



Le panneau MycoBoard™ © Ecovative

PANNEAUX EN FIBRES DE CELLULOSE

La start-up barcelonaise Honext a développé des panneaux de construction durable pour le cloisonnement ou le revêtement intérieur. Honext utilise de la cellulose avec fibres, trop courtes pour être transformées en papier. Plutôt que de jeter ces fibres dans des décharges ou de les brûler, on les mélange avec de l'eau et des enzymes permettant de créer des liaisons solides sans avoir à utiliser des additifs de collage ou des résines non recyclables. Des additifs non toxiques sont ajoutés pour améliorer la résistance des panneaux. Ce mélange est ensuite comprimé et façonné en panneau, puis séché. On obtient ainsi des panneaux sans émissions et n'émettant aucune particule nocive.



© Miquel Morales Montanchez

Honext vise à rendre le processus de production neutre en carbone. L'usine utilise du gaz et de l'électricité générés par la digestion des déchets de la ville, tandis que l'eau est utilisée en circuit fermé. Une fois que le matériau est arrivé en fin de vie, il peut être réinjecté au début de la ligne de production.

SOURCE : WWW.HONEXTMATERIAL.COM

PANNEAU À BASE DE CARTON RECYCLÉ

Ce matériau est composé à 100% de carton ondulé, recyclé après usage, et bénéficie de traitements faits à la main afin que chaque panneau ait sa propre teinte et finition.

Ces finitions présentent un aspect métal vieilli et rouillé pour une impression visuelle inédite qui se veut naturelle et inspirée de la nature. Au total, 5 finitions sont proposées : cuivre galvanisé, cuivre patiné, rouille patinée, rouille et acier.

Le processus de fabrication de ce matériau qui ne requiert qu'eau, chaleur et pression, est annoncé comme étant respectueux de l'environnement.

Cette innovation est le fruit d'un partenariat entre deux sociétés : Ecor®, spécialisée dans les matériaux durables et renouvelables composés à 100% de matières recyclées, et 3Form, fabricant de matériaux de construction durables et de solutions architecturales innovantes.

SOURCE : 3FORM



Elemental - Rouille patinée ©3Form

UN PANNEAU SANDWICH EN MOUSSE DE BOIS

L'Institut de recherche Fraunhofer WKI, en collaboration avec l'Institut des techniques d'assemblage et de soudage de Brunswick en Allemagne, a développé un panneau sandwich à base de mousse de bois. Il est revêtu d'une fine couche de béton renforcée de textile de chaque côté.

Cet élément recyclable est léger, présente de très bonnes propriétés d'isolation thermique et phonique et résiste au feu. La mousse de bois est uniquement composée de fibres de bois. Le processus de fabrication permet d'éviter l'utilisation de colle ou de liant issus de ressources fossiles.

Différentes essences de bois ont été testées afin de garantir l'utilisation de ce panneau comme matériau de construction. Les scientifiques soulignent que la mousse de bois ainsi obtenue provient de résidus de bois disponibles localement. Ce panneau sandwich est destiné à l'aménagement intérieur.

SOURCE : FRAUNHOFER WKI



PANNEAUX ACOUSTIQUES 100% BIOSOURCÉS

Grâce à sa collaboration avec l'Institut Royal de Technologie en Suède, l'entreprise Baux a mis au point des panneaux acoustiques réalisés avec un nouveau matériau 100% biosourcé et biodégradable. L'élément principal de ce matériau est la cellulose. La conception de ces panneaux est similaire à celle du papier. Les fibres de cellulose sont extraites de sapin et de pin suédois gérés de manière durable. Elles sont transformées en cellulose liquide puis séchées pour devenir une pâte, sans ajout de produit chimique. Ce matériau est ensuite modifié pour devenir hydrofuge et ignifuge. Pour plus de solidité, l'entreprise ajoute une combinaison catalytique à base d'amidon de pommes de terre, de cire végétale et d'écorces de citrons, limes et oranges. Cet adjuvant crée une matrice puissante de fusions intermoléculaires. La pâte acoustique est colorée avec du son de blé sans OGM ce qui permet d'éviter l'utilisation de peinture. La société poursuit

ses recherches afin de mettre au point d'autres teintes à base de colorants naturels : airelles rouges, myrtilles, betteraves... L'eau utilisée lors de la production est recyclée dans le système circulaire fermé de l'usine pour être réutilisée dans le lot suivant.

Solide, hydrofuge et léger, le panneau est fini avec des motifs, découpé au laser, pour former des surfaces nano perforées. Grâce à ces motifs, les ondes sonores pénètrent dans le panneau et restent emprisonnées dans la structure en nid d'abeille au dos du panneau. Ils sont destinés à insonoriser des environnements bruyants tels que des restaurants, des bureaux ou des salles de classe. Les panneaux sont aussi des retardateurs de feu.

SOURCE : WWW.BAUX.COM



DE LA PAILLE DE RIZ AU PANNEAU

Un panneau de fibres à densité moyenne a été fabriqué à partir de paille de riz et sans formaldéhyde. La résine utilisée est constituée de 4,4'-diisocyanate de diphénylméthylène mais la société CalPlant souhaite trouver une alternative à cette résine et procèdera à des tests avec, notamment, une résine à base de soja. Quant à la paille de riz, elle provient de producteurs locaux.

La société souligne que ces panneaux, d'une épaisseur de 2 à 30 mm présentent les mêmes propriétés que les panneaux MDF habituellement utilisés. Ils sont destinés à diverses applications : panneau sandwich composite, sol stratifié, porte, moulure, menuiserie... Ils pourront être peints ou plaqués. Après plusieurs années de recherches, ces panneaux en sont au stade industriel. Ils seront mis sur le marché début 2020, une fois l'usine de production achevée. La société espère produire environ 30% de la demande californienne en panneaux MDF.

SOURCE : CALPLANT



PANNEAUX EN ÉCAILLES DE POISSON

SCALE a été fondée pour créer de nouveaux matériaux biodégradables, biosourcés, non nocifs et fabriqués à partir de matières premières marines. SCALITE est son premier matériau entièrement fabriqué à partir d'écailles de poisson, un sous-produit abondant, recyclable et peu valorisé de l'industrie de la pêche. Ces plaques rigides sont totalement naturelles sans aucun additif chimique et se collent en utilisant leur propre résine. Elles ne contiennent pas de composés organiques volatils, ni de formaldéhyde, ce qui est idéal pour les environnements intérieurs.



© David Duchon-Doris



SCALITE a des propriétés mécaniques similaires à celles du MDF et du béton. Ce produit existe en de nombreuses couleurs qui peuvent être mélangées pour produire des motifs ressemblant à de la pierre. Il est tout à fait adapté à des applications d'aménagement d'intérieur, la création de mobiliers et de produits design. La méthode de production consomme peu d'eau et d'énergie et n'utilise aucun produit chimique nocif. De plus, le fabricant peut réinjecter ses déchets de production dans le processus de fabrication. Ce produit se dissout rapidement dans un environnement marin et est sans danger pour celui-ci.

SOURCE : WWW.SCALE.VISION

BÉTON À BASE DE DÉCHETS ALIMENTAIRES

Kota Machida et Yuya Sakai, deux chercheurs de l'université de Tokyo, ont mis au point un matériau de construction s'apparentant à du béton. Pour ce faire, ils ont utilisé successivement différentes matières premières. D'abord, de la sciure de bois qu'ils ont soumise à une compression thermique. Ils ont ensuite testé des plantes puis des déchets végétaux comme des épiluchures d'orange, des peaux de banane, du marc de café, des feuilles de thé, des oignons, des citrouilles, du chou, des algues.... Dans tous les cas, ils ont séché les matières utilisées, les ont réduites en poudre qu'ils ont pressée à chaud dans un moule. A chaque fois, le processus s'est révélé délicat car il faut parfaitement ajuster la température et la pression pour que la poudre se lie en ciment. Si les différents matériaux obtenus se sont révélés être de qualité variable, la plupart avaient une ré-

sistance supérieure à celle du béton. La moins performante fut la citrouille tandis que la résistance à la flexion du chou chinois est de quatre fois supérieure à celle du béton.

Actuellement, seules des assiettes ont été produites, mais les chercheurs pensent que ce matériau pourrait servir dans la construction de bâtiments à condition de le laquer pour le rendre imperméable et le protéger des rongeurs. Ce matériau est biodégradable, il peut être enterré et s'il est broyé et mélangé avec de l'eau, il redeviendra comestible. Les chercheurs souhaitent le rendre recyclable. Le mélange de différents déchets alimentaires peut augmenter la résistance du matériau et permet de varier les coloris.

SOURCE : [HTTPS://FABULAJP.COM](https://FABULAJP.COM)



SOUS-TOITURE À BASE DE CANNE À SUCRE

Avec cette sous-toiture, l'entreprise BMI Monier a créé une véritable alternative pour réduire l'empreinte carbone des produits de construction. Pour y arriver, l'entreprise a eu recours aux matériaux biosourcés renouvelables issus du végétal. Ces matériaux permettent en effet de se substituer à des matières premières pétrosourcées. Un travail important de R&D a été mené pour transformer l'éthanol issu de la canne à sucre en bio-polyéthylène, et ainsi éviter de recourir à des matières premières issues du pétrole et du gaz. D'un point de vue chimique et structure moléculaire, le bio-polyéthylène et le polyéthylène issu du pétrole sont identiques. Après trois ans de recherche et d'essais industriels, l'entreprise BMI Monier a créé l'écran de sous-toiture Biolaytec. Cette sous-toiture hautement perméable à la vapeur d'eau et composée à 87% à partir de ressources renouvelables est aussi résistante que celle en polyéthylène.

SOURCE :
[HTTPS://WWW.BMIGROUP.COM/FR/
P/DIVOROLL-BIOLAYTEC-BEIGE-2855232821](https://www.bmigroup.com/fr/p/divoroll-biolaytec-beige-2855232821)



©BMIGroup

PANNEAUX À BASE DE FIBRES DE COCO

La société suisse NaturLoop a créé un panneau biosourcé innovant : Cocoboard®. Ce panneau est composé de fibres de coque de noix de coco et d'un adhésif naturel à base d'extraits de tanins. La coque de noix de coco, sous-produit de la récolte de ce fruit, est la partie fibreuse externe de la noix. Globalement, 21 millions de tonnes de cosques par an restent inexploitées dans le monde. Les panneaux sont produits dans une logique d'économie circulaire et l'entreprise s'approvisionne à proximité du site de fabrication. En recyclant ces sous-produits agricoles, le processus de fabrication a un impact environnemental réduit et crée des sources de revenus supplémentaires pour les communautés agricoles locales. En plus d'avoir une faible empreinte environnementale, il a une plus grande résistance à l'humidité par rapport aux panneaux de fibres du commerce, résiste naturellement aux termites et est exempt d'émissions de formaldéhyde.

SOURCE : [HTTPS://NATURLOOP.COM](https://naturloop.com)



© NaturLoop

UNE 2 CV EN BOIS

Cette 2 CV en bois, entièrement construite à la main, est opérationnelle! Après avoir passé le contrôle technique, la voiture a fait ses premiers pas dans le centre-ville de Loches, en France, en septembre dernier.

Il aura fallu 6 années - de l'élaboration des plans à la réalisation complète - à Michel Robillard pour achever cette réplique grandeur nature du modèle de 1953. Seuls 3 éléments n'ont pas été conçus par ce menuisier à la retraite : le moteur, les roues ainsi que les phares qui sont des pièces d'origine.

Plusieurs essences de bois ont été utilisées : le poirier pour l'ossature, le pommier pour le capot, le noyer pour les ailes et le volant, le merisier pour les portes et le coffre ainsi que l'orme pour le tableau de bord. Sur le capot, les 22 ondulations du

modèle d'origine ont été fidèlement réalisées dans la masse du bois. Les finitions ont été achevées aux ciseaux à bois et au papier de verre. Un moteur de 3 CV, isolé par une protection thermique pour éviter la surchauffe du bois, a été installé pour faire face au poids supérieur de cette voiture en bois.

Si ce bolide est aujourd'hui capable de rouler, son créateur préférerait pourtant le voir exposer dans un musée ou une galerie d'art.

SOURCE : HUFFINGTONPOST



Michel Robillard, menuisier, dans sa 2 CV ©AFP



AUTOMATE EN BOIS

A l'aide d'un manuscrit ancien retrouvé récemment, d'une seule piste de réflexion pour débiter et de la visualisation 3D, le lion de Léonard de Vinci a été recréé ! Il s'agit d'un automate en bois mesurant 2 mètres de haut et 3 m de long. Le mécanisme reconstitué est métallique. Il s'agissait d'une commande passée par le Pape Léon X à Léonard de Vinci pour le roi François 1^{er}. Ce lion pouvait faire quelques pas. Son ventre contenait des fleurs de lys et devait s'ouvrir devant le roi François 1^{er} pour y déposer les fleurs à ses pieds.

Les chercheurs du Léonardo 3 Museum de Milan soulignent la difficulté de déchiffrement de ce manuscrit et les nombreuses hypothèses savantes qu'ils ont dû émettre afin de reconstituer cet automate imaginé il y a 500 ans.

SOURCE : DAILY MAIL

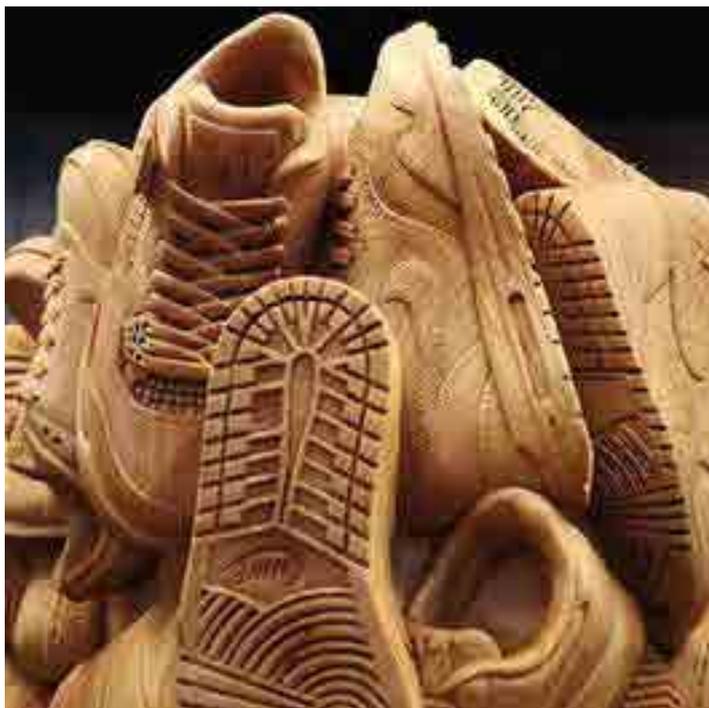


Lion de Léonard de Vinci ©Daily Mail

SCULPTURE REPRÉSENTANT DES CHAUSSURES

Cette sculpture présente de multiples et infimes détails. Le maître ébéniste a fidèlement reproduit à la main des chaussures de sport dans les moindres détails. L'œuvre pèse 61 kg et est composée de deux parties afin d'être transportable et assemblée sur le lieu d'exposition. 7 modèles différents de chaussures de sport d'une célèbre marque y sont représentés. 5 L d'huile de lin ont été nécessaires pour la protéger. Elle est exposée dans un magasin de chaussures de sport. Christer Björkman, sculpteur suédois, souhaitait par ce travail mettre en valeur cet artisanat pratiqué depuis des siècles avec les mêmes techniques et les mêmes outils : burin et ciseaux à bois notamment.

SOURCE : WOODWORKING NETWORK



© Christer Björkman

MOTO ÉLECTRIQUE

Deux ingénieurs français de la société Newron Motors ont développé une moto électrique connectée avec une finition bois. La batterie est de forme cylindrique. Elle est recouverte de LED et laissée apparente. Des pièces de bois courbées relient le siège d'une forme atypique à la fourche de la moto en passant de chaque côté du guidon. Une autre pièce de bois part de l'arrière du siège

pour passer sous le cylindre de la batterie et revenir à l'avant. Les batteries sont au lithium-ion et proposent une autonomie de 200 à 300 km selon le type de conduite. A l'état de concept, cette moto Newron a été conçue en partenariat avec Dassault Systems et Advans.

SOURCE : DESIGNBOOM



© Newron

BOUTEILLE À BASE DE PAPIER

Pulpex Limited a développé une bouteille à base de papier évolutive, la première du genre, conçue et développée pour être 100% sans plastique. La bouteille est fabriquée à partir de pulpe de source durable pour répondre aux normes de sécurité alimentaire.

La technologie permettra aux marques de repenser leurs conceptions d'emballage, ou de déplacer les conceptions existantes vers le papier, sans compromettre la qualité du produit. La technologie de Pulpex Limited lui permet de produire une variété de bouteilles à moule unique. L'emballage a été conçu pour contenir une variété de produits liquides.

SOURCE : WWW.DIAGEO.COM



© Diageo

TUBE EN PÂTE DE BOIS

La société suédoise Wood Tube a créé des tubes légers en pâte à base de bois. Ces tubes sont faits d'une fibre de bois qui est chimiquement ou mécaniquement réduite en pâte et est généralement utilisée dans la fabrication du papier. Le résultat est un produit entièrement bio qui peut être recyclé comme du carton ordinaire et qui est fabriqué à partir de papier certifié FSC. Ce certificat garantit tant l'origine responsable de la matière première (issue d'une gestion durable des forêts et/ou du recyclage) mais aussi sa traçabilité tout au long de la chaîne de commercialisation. Ces tubes sont principalement utilisés pour construire des cloisons légères. Une analyse du cycle de vie a montré que Wood Tube émet 14 fois moins de CO₂ qu'un équivalent en acier. Par rapport au poteau en bois, l'avantage est que l'utilisation du papier comme matière première est très économe en ressources. Un arbre peut produire quatre fois plus de poteaux en papier par rapport aux options en bois standard. Ainsi, Wood Tube



© Wood Tube

contribue à une industrie plus durable en réduisant considérablement les émissions de CO₂ et en utilisant plus efficacement les matières premières forestières. Les tubes sont rentables et faciles à utiliser. Si l'application principale est la cloison légère, ils peuvent être fournis sous n'importe quelle forme et taille pour s'adapter à différentes fonctions comme pour des cadres pour des meubles, des lits, des canapés...

SOURCE : [HTTPS://WWW.WOODTUBE.SE](https://www.woodtube.se)

CASQUE AUDIO

Les coques de ce casque audio sont fabriquées en bois issu de forêts durablement gérées : un arbre est planté afin de remplacer l'arbre coupé pour fabriquer le produit.

Ce casque allie design rétro, technologie (connexion Bluetooth rapide, qualité du son) et matériaux plus respectueux de l'environnement. Aucune pièce en plastique n'a été utilisée. Le bandeau et les bras réglables du casque sont en acier inoxydable et en aluminium. Du cuir naturel souple couvre l'intérieur du bandeau, les écouteurs et leur mousse à mémoire de forme.

La société House of Marley souligne l'autonomie en fonctionnement de ce casque : trente heures sur batterie. Celle-ci peut être rechargée en seulement deux heures.

SOURCE : HOUSE OF MARLEY



CASQUE BIOSOURCÉ

Ces casques seront conçus à partir de matériaux biosourcés. Il s'agit plus précisément de micro-organismes cultivés :

- Cellulose sans lignine obtenue par voie enzymatique ;
- Acide polylactique pour l'impression 3D des bandeaux de tête ;
- Mycelium présentant l'aspect du cuir pour la mousse des coussinets d'oreille ;
- Soie d'araignée bio-synthétique pour le maillage à l'intérieur des écouteurs ;
- Mycélium pour le matelassage des écouteurs.

Le studio de design Aivan explique avoir étudié les propriétés des différents matériaux et chercher comment les utiliser, pour quel objet, au lieu de concevoir un produit et chercher ensuite avec quels matériaux le créer. Ces casques ont été conçus selon les principes de la biologie de synthèse qui regroupe la biologie et les principes d'ingénierie. Ces travaux et recherches sont le fruit de la collaboration entre Aivan, le centre technique de recherches VTT et l'Université d'Aalto en Finlande.

SOURCE : DEZEEN



UNE ENCEINTE EN HÊTRE

Cette enceinte est constituée d'une étroite et mince bande de hêtre enroulée sur elle-même puis insérée dans un cylindre en acrylique transparent. Elle dissimule un câble d'alimentation supportant un haut-parleur.

Une fine bande de bois laissée libre au bout de l'enceinte est destinée à mettre en valeur le travail du bois ainsi que la structure de l'enceinte.

Le hêtre a été privilégié car cette essence absorbe le bruit. Grâce à la forme de l'enceinte et aux propriétés acoustiques du hêtre le son produit est à la fois net et doux, selon le concepteur de l'enceinte.

SOURCE : DEZEEN



Enceinte en bois de hêtre - © Dezeen

ORDINATEUR PORTABLE EN BOIS

Pour lutter contre les déchets électroniques et les substances chimiques toxiques des ordinateurs portables la société IAMECO de Dublin a conçu et mis sur le marché un ordinateur portable en bois.

IAMECO annonce que cet ordinateur est prévu pour durer au moins 10 ans. Afin de s'adapter aux changements technologiques, les composants individuels peuvent être mis à jour ou changés.

Quelles sont les caractéristiques de ce portable ? :

- Moins de substances chimiques (plomb, cadmium, mercure...);
- La réduction de la consommation d'énergie d'environ un tiers;
- Le remplacement des éléments en plastique dérivés du pétrole par des éléments en frêne, érable et hêtre issus de forêts durablement gérées ;



- Une consommation d'eau réduite de 75% au cours du processus de fabrication ;
- Des émissions de gaz à effet de serre réduites de 30%.

La société souligne que cet ordinateur portable est réutilisable et recyclable à hauteur de 70%.

SOURCE : INHABITAT



Ordinateur portable D4R © iameco

MATÉRIAU RÉALISÉ AVEC ALIMENTS RECYCLÉS

L'entreprise d'innovation matérielle Ottan Studio développe, conçoit et produit des matériaux bio-composites solides, durables et esthétiques en revalorisant les sous-produits de l'industrie alimentaire. Après avoir récolté des matériaux tels des écorces de fruits, des céréales périmées, des épluchures de légumes, des feuilles d'arbres, de l'herbe,... elle les mélange à des résines écologiques puis les injecte dans des moules pour créer des objets tendances, des carreaux muraux, des intérieurs de voiture...



© Ottan studio

Ottan Studio utilise uniquement les couleurs originales et naturelles des déchets recyclés : le violet des oignons, le rouge des poivrons, la teinte rosâtre des grenades, le jaune des lentilles ou des écorces de citron et le vert tendre obtenu grâce aux feuilles récoltées lors de la taille des arbres, toutes ces couleurs se reflétant dans le résultat final. De plus, comme les produits sont faits à la main, il n'y a pas deux articles identiques et tout est unique en son genre. L'entreprise propose ses services aux architectes et aux concepteurs de produits.

SOURCE : WWW.OTTANSTUDIO.COM



OHMIE, LA PREMIÈRE LAMPE AU MONDE À BASE D'ÉCORCES D'ORANGE

Le studio italien Krill Design a créé une lampe de bureau à base de matériaux naturels et compostables. Baptisée Ohmie, elle est imprimée en 3D et réalisée en Rekrill, un biopolymère 100% naturel et compostable. La volonté de Krill Design est d'offrir une meilleure gestion des déchets dans la chaîne alimentaire et d'utiliser le design pour développer des produits durables inscrits dans l'économie circulaire.

Pour créer la lampe Ohmie, Krill Design utilise des déchets d'orange séchés, qu'elle broie et réduit en poudre très fine. Cette poudre est ensuite mélangée à des polymères plastiques compostables pour obtenir la pastille qui est transformée en filament. Hormis les parties électroniques, le corps de la lampe est moulé comme un corps à filament unique du biomatériau fondu dans un mouvement continu, la conception est spécialement étudiée pour utiliser le moins de matière possible. Ohmie est conçu pour avoir un faisceau parfaitement incliné pour éclairer l'espace de travail. Les oranges étant des produits naturels, les couleurs des différents lots peuvent légèrement varier.

SOURCE : [HTTPS://WWW.KRILLDESIGN.NET](https://WWW.KRILLDESIGN.NET)



© Krill Design

BRIQUES À BASE DE DÉCHETS TEXTILES

Alors que l'Europe génère chaque année quatre millions de tonnes de déchets textiles, l'entreprise FabBrick a trouvé un moyen de les valoriser en briques. Lancée par une jeune architecte, la société a dû inventer une colle écologique pour transformer le textile en briques.

Cette innovation permet de créer un matériau de construction moins polluant que le béton et de valoriser des déchets destinés à l'incinération. Sur la base d'un modèle d'économie circulaire à partir des déchets textiles de ses clients, l'entreprise les transforme en briques de décoration pour créer des parements muraux, des supports de chaussures, des mobiliers... FabBrick a déjà fabriqué 455.000 briques et ainsi revalorisé 18 tonnes de déchets textiles et de masques usagés. Pour le futur, l'entreprise souhaite industrialiser son processus de fabrication. Elle réalise également des recherches pour créer des briques de construction.

SOURCE : WWW.FAB-BRICK.COM



ABAT-JOURS BIOSOURCÉS

À la place de matériaux synthétiques, un designer londonien utilise du mycélium pour fabriquer des abat-jours. La lumière diffusée est naturelle et douce. La source de lumière est indépendante, positionnée au pied de la lampe et dirigée vers l'abat-jour.

Des déchets de papier sont placés dans un moule avec des spores de mycélium.

Ces dernières entament leur croissance dans des conditions de température et d'humidité précises et contrôlées. Le processus s'opère durant 2 semaines.

Passé ce terme, le papier est digéré par le champignon, laissant place à un socle de mycélium. Celui-ci est alors séché puis pressé selon la forme souhaitée.

Le designer Nir Meiri s'est associé à la société Biohm, spécialisée dans les applications à base de mycélium, pour concevoir cette lampe dont la forme veut rappeler intentionnellement celle du champignon.

SOURCE : DEZEEN



Lampes de table avec abat-jours à base de mycélium © Dezeen



PRODUITS À BASE DE MARC DE CAFÉ



Le projet Co.ffee Era est né de la volonté de la startup Krill Design, engagée dans le domaine du biodesign, de proposer une solution à la gestion des déchets biologiques. Ce projet met en œuvre une démarche d'Economie Circulaire au niveau local alliant durabilité, innovation technologique et créativité. Concrètement les bars et restaurants de trois quartiers Milanais livrent le marc de café à Krill Design qui les transforme en une matière 100% biodégradable alternative au plastique. Ensuite, les designers de Polytechniques de Milan conçoivent des objets biodesign qui seront fabriqués chez Krill Design, grâce à la technologie d'impression 3D. La boucle se referme avec le retour du marc de café, sous forme d'objet design, dans les bars, restaurants et autres commerces locaux.



© Krill Design

Co.ffee Era montre le cercle vertueux et le chemin « alternatif » à la décharge que les déchets de café peuvent emprunter, pour se transformer en quelque chose d'utile et chouette. Une durabilité plus large qui peut activer des microéconomies et des bénéfices mutuels dans l'écosystème local.

SOURCE : [HTTPS://WWW.COFFEE-ERA.NET](https://www.coffee-era.net)

BAIGNOIRE EN BOIS

Une société suédoise a pour objectif de réduire l'impact environnemental de l'industrie de la céramique. Elle a donc conçu une baignoire à base de copeaux de bois. Il s'agit de bois composite, imperméable mis au point par la société. Les copeaux de bois sont mélangés à une résine transparente afin de conserver l'aspect visuel du bois. En fin de vie, cette baignoire, ainsi que les autres produits sanitaires proposés par la société Woodio, deviendront des déchets destinés à être brûlés pour produire de l'énergie. La société travaille à l'élaboration de carrelage pour salle de bain à base de copeaux de bois également.

SOURCE : WOODIO



© Woodio

DE L'USAGE DU BOIS EN INTÉRIEUR

Le projet européen Wood2New qui s'est achevé cette année avait pour objectif d'améliorer la performance et de renforcer l'usage des éléments à base de bois proposés en aménagement intérieur.

À partir de l'identification des freins et des leviers à l'utilisation du bois en intérieur, les partenaires ont jugé nécessaire d'évaluer les effets bénéfiques sur le bien-être humain et de progresser dans ce domaine. Différents tests ont été réalisés sur plusieurs essences de bois : bouleau blanc, orme lisse, frêne commun, chêne rouvre, aulne glutineux, érable de Norvège, sapin de Douglas, mélèze de Sibérie, pin sylvestre et enfin épicéa.

Parmi toutes les données recueillies, et les tests pratiqués puis analysés, quelques enseignements majeurs émergent :

- D'abord, sur l'impact de l'humidité de l'air ambiant sur le bois. En intérieur, lorsque le degré d'humidité augmente, le bois absorbe cette humidité ambiante. À l'inverse, lorsque le taux d'humidité chute, le bois libère l'humidité stockée. Au cours de ces phases, une réaction exothermique se produit provoquant un changement de la température du bois. L'efficacité énergétique d'un bâtiment peut ainsi être impactée. Toutefois, les revêtements et traitements déposés sur le bois peuvent influencer sur sa réaction.
- Ensuite, à propos de la sensation ressentie au toucher du bois à main nue. À différentes températures, plusieurs matériaux, dont le bois, ont été évalués lors de tests. Il ressort que le toucher du bois brut est souvent ressenti comme agréable. Lorsque le bois a été traité avec un produit du type lasure, les traitements à base d'huile sont alors les plus

appréciés. Partant de ces constats, le bien-être ressenti au sein d'un bâtiment peut être renforcé.

- Enfin, en matière d'émissions de composés organiques volatils, formaldéhyde, et autres micro-organismes tels que les spores de moisissures. Six à huit mois après la construction, il est impossible de déceler une différence substantielle d'émission de composés organiques volatils entre une construction en bois massif (madriers empilés) et construction à ossature bois. Dans tous les cas, le terpène affiche toujours un taux plus élevé dans le cas d'une construction en bois, mais rien d'étonnant à cela car il s'agit d'un composé organique produit par de nombreuses plantes et en particulier par les conifères. Autre enseignement, les taux de composés organiques volatils mesurés dans une construction bois sont sensiblement similaires à ceux relevés dans une construction en béton. Il est également à souligner que le système de ventilation, les éléments de construction, l'ameublement, ainsi que les revêtements ont un impact sur la qualité de l'air intérieur; surtout pendant les tout premiers mois suivant la construction.

Cette vaste étude, 36 mois de travaux, conclut sur les effets bénéfiques du bois sur la qualité de l'air intérieur : régulation de l'humidité, perception positive des résidents, réduction du stress, meilleure acoustique...

L'étude est consultable dans son intégralité à cette adresse : <http://www.wood2new.org/publications/>

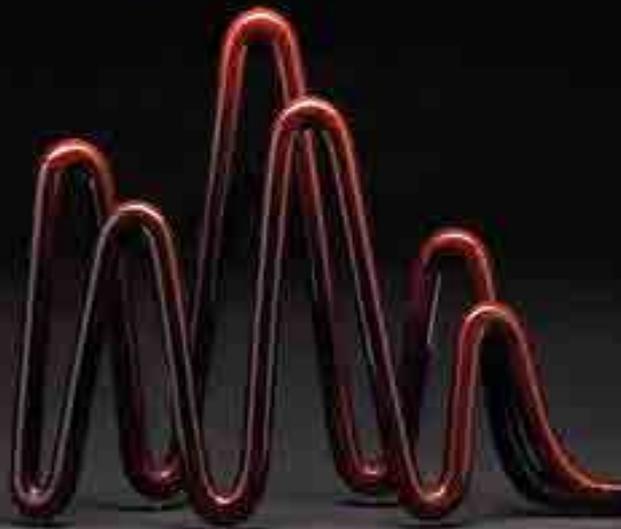
SOURCE : WOOD2NEW



RADIATEUR ÉLECTRIQUE VÉGÉTAL

Sa structure est composée d'une trentaine de tubes imprimés en 3D à partir de résine de soja biodégradable. Pour solidifier ce squelette, Nicolas Pinon, ébéniste laqueur et Dimitry Hlinka, designer, se sont inspirés de la technique ancestrale du kanshitsu, utilisée au Japon. Cette stratification de tissu, de terre et de laque crée une matière résistante, légère et entièrement naturelle. Le radiateur est enduit de terre calcinée, matériau qui a la propriété d'absorber et de diffuser rapidement la chaleur, et recouvert de plusieurs couches de textile de chanvre, connu pour sa résistance. L'ossature est ensuite laquée avec la sève de « Rhus verniciflua », arbuste qui pousse en Orient. Cette laque est imperméable, appropriée pour les contacts alimentaires et résiste à la chaleur. La thermochromie est obtenue grâce à une couche colorée rouge recouverte de deux couches qui sont noires à froid et deviennent transparentes à partir de 35 °C. Pour obtenir ce brillant, il a fallu plus d'une dizaine de couches.

SOURCE : WWW.ATELIER-HLINKA.COM



© Étienne Labelson

SURFACES FLEURIES SUR SUPPORT EN LIN

L'entreprise Organoid a développé des feuilles fleuries à base de matière végétale tels que le foin, les pétales, les feuilles, les fleurs, les tiges, la citronnelle... Toutes ces matières végétales proviennent du Tyrol autrichien, à proximité de l'usine, ce qui permet d'avoir un processus de fabrication neutre en CO₂. La matière végétale est mélangée avec un liant écologique puis pressée. Pour fournir la translucidité et la stabilité requises, plusieurs couches de matières premières sont appliquées minutieusement à la main. Toutes les surfaces d'Organoid sont livrées non traitées sans scellément. Grâce à un processus de production doux, les caractéristiques naturelles du parfum, de la couleur et du toucher sont préservées.

Ces feuilles fleuries peuvent être pressées sur tous les matériaux à base de bois et les matériaux souples comme le papier ou les films autocollants. Pour augmenter la résistance à l'abrasion et à l'eau et pour empêcher la décoloration par la lumière du soleil, les surfaces peuvent être traitées avec des huiles et des vernis conventionnels ou être scellées avec une résine époxy pour des exigences particulièrement élevées en matière de durabilité et de résistance à l'abrasion. En plus des produits semi-finis personnalisables selon les exigences esthétiques et les applications souhaitées, l'entreprise propose aussi des panneaux et feutres acoustiques ainsi que des produits en 3D comme des chaises.

SOURCE : WWW.ORGANOIDS.COM



© ORGANOID TECHNOLOGIES GmbH

TOITURE VÉGÉTALE EN LIÈGE

L'entreprise Earthkweek a développé un système de toiture verte qui contribue à atténuer l'effet des fortes précipitations à court terme, lutte contre les problèmes de surchauffe en été et apporte une isolation supplémentaire en hiver.

L'entreprise utilise des modules de liège de différentes épaisseurs. Le liège utilisé est 100% biosourcé et issu d'une source renouvelable le chêne-liège (*quercus suber*). De plus, les modules sont remplis à la fois de substrat circulaire et de tapis



© earthkweek

capillaire de vêtements usagés. Le film utilisé sous les modules est biosourcé et au lieu de cailloux autour des bordures du toit vert, l'entreprise travaille avec des « pierres de pêche » naturelles séchées.

Les plantes comme différentes sortes de sedum mais aussi des modules de fleurs et d'herbes sont choisies de telle façon à offrir un habitat naturel aux abeilles, papillons et autres insectes qui attireront plus d'oiseaux. Elles sont cultivées et entretenues sans l'utilisation de produits chimiques. L'entreprise utilise principalement des plantes indigènes pour aider et soutenir la flore et la faune locales.

SOURCE : WWW.EARTHKWEK.NL



ISOLATIONS THERMIQUES BIOSOURCÉES POUR TOITURE-TERRASSE

Le fabricant français de systèmes d'isolation thermique et phonique PAVATEX a conçu le premier procédé d'isolation thermique biosourcée pour toiture-terrasse breveté via une appréciation technique d'expérimentation. Le procédé PAVAROOF® allie un panneau isolant rigide en fibres de bois posées sur la structure en bois et une seconde couche d'isolant réalisée avec un panneau rigide en liège expansé qui est placé sous la membrane d'étanchéité. Grâce à l'utilisation de matériaux biosourcés, ce procédé assure la transition vers des bâtiments bas carbone. Les performances en matière de déphasage thermique, de régulateur du taux d'humidité et d'atténuation des variations de températures du procédé PAVAROOF® améliorent le confort intérieur tant en hiver qu'en été. Il est adapté aux toitures inaccessibles sur éléments porteurs en bois.

SOURCE : [HTTPS://WWW.SOPREMA.FR/FR/PRODUCT/ISOLATION/TOITURE/TOITURE-PLATE/SUPPORT-D-ETANCHEITE-FIXEE-MECANIQUEMENT/SYSTEME-PAVAROOFT](https://www.soprema.fr/fr/product/isolation/toiture/toiture-plaque/support-d-etancheite-fixee-mecaniquement/systeme-pavarooft)



© Soprema

UN ASCENSEUR EN MATÉRIAUX COMPOSITES

Il s'agit ici d'un ascenseur d'un nouveau genre : réalisée en matériaux composites, la cabine ne pèse que 150 kg environ. Les composites utilisés sont des polymères renforcés par des fibres de carbone, des polymères renforcés par des fibres de verre et des polymères bio-dérivés. Tout aussi résistante, voire plus que si elle avait été construite avec des matériaux dits « traditionnels », cette cabine d'ascenseur a été testée avec un lest de 1600 kg : elle est restée intacte après la chute.

La société qui l'a conçue fait valoir le fait que cette nouvelle cabine diminue le besoin en supports structuraux, murs en béton pour les fixations en acier, supports pour les guides et les rails, structures pour les portes à chaque étage... Les temps d'installation et de maintenance sont ainsi réduits, les coûts également.



Trois options d'installation sont possibles : entraînement par courroie, chaîne rigide ou hydraulique. Cet ascenseur ne requiert qu'une seule surface pour son installation et une fosse peu profonde.

Nommé le « 8 », cet ascenseur peut répondre à plusieurs attentes : pour handicapé car le diamètre de rotation à l'intérieur de la cabine convient aux fauteuils roulants, pour un usage public, dans un cadre privé. Il est à ce jour prévu pour être installé dans des immeubles de moyenne hauteur (8 étages maximum) mais pourra, par la suite, être adapté pour desservir 20 étages (maximum).

La société vise une commercialisation durant l'année 2017.

SOURCE : COMPOSITES WORLD

PANNEAUX DE CONSTRUCTION RÉUTILISABLES

Un étudiant de l'université de Brunel à Londres, également jeune créateur de sa société Biohm, a mis au point un système de construction modulaire, démontable et réutilisable.

La forme des panneaux est inspirée par des structures existantes dans la nature, à l'image des alvéoles des nids d'abeilles en forme d'hexagone. Cette forme leur confère une intégrité structurelle renforcée. Le chercheur s'est inspiré de cet hexagone pour concevoir ses panneaux : un hexagone régulier peut se décomposer en triangles équilatéraux.

La société a donc mis au point des panneaux triangulaires « Triagomy » qui se raccordent les uns aux autres - par des connecteurs - pour créer des habitats, à ce stade en modèle réduit.

Ceci est complété par une technique d'assemblage qui ne nécessite ni liant ni fixation ou autre dispositif additionnel permanent. L'ensemble est annoncé comme durable, robuste et démontable pour être remonté à n'importe quel moment soit pour être relocalisé, soit pour en ajuster la taille.

La société avance une réduction de l'impact environnemental de 40 % à 90 % et un temps de construction largement diminué. Par ailleurs, les panneaux sont recyclables.

Actuellement, l'isolant utilisé au cœur de chaque panneau préfabriqué est à base de mycélium. La partie extérieure est conçue d'un matériau neutre en carbone, en alternative au béton.

L'apparence des murs extérieurs et intérieurs peut être personnalisée selon les goûts des utilisateurs. Les prochains travaux ont pour objectif le développement de panneaux grandeur nature. La petite société est également à la recherche d'opportunités de financements afin de se développer.



SOURCE : BIOHM



AMEUBLEMENT MODULAIRE ET... MODULABLE

Livrée en kit, la chaise Spyndi peut être assemblée selon la forme souhaitée par son utilisateur. Ses créateurs se sont inspirés de la colonne vertébrale humaine pour concevoir cette chaise : flexible et robuste à la fois. Spyndi est prévue pour être utilisée en intérieur comme en extérieur.

10 années de recherche ont été nécessaires pour aboutir à cette chaise modulaire et modulable. Pas moins de 1650 morceaux de bois de bouleau sont travaillés à la main pour obtenir ce puzzle personnalisable. Il existe 60 manières différentes de combiner les pièces de bois et ainsi former tabouret, fauteuil, siège...

Il suffit de glisser les pièces de bois les unes dans les autres. Une fois cette étape réalisée, la chaise peut bouger et se courber selon la forme souhaitée. Lorsque la courbure désirée est atteinte, on peut figer l'ensemble grâce à des systèmes de verrouillage dissimulés aux extrémités de la chaise.

Les designers ont souhaité proposer une pièce d'ameublement qui ne soit pas figée dans le temps et qui puisse être transformée au gré des envies.

SOURCE : SPYNDI



Velo Chair © Jan Waterston



UNE CHAISE EN BOIS INSPIRÉE PAR UN VÉLO EN CARBONE

Inspiré par sa passion de la « petite reine » moderne en carbone, le designer anglais Jan Waterston a conçu cette chaise « Velo Chair » aux lignes particulières, semblant entourer son occupant.

Dans ce projet, il s'agit surtout de flirter avec les limites physiques du bois. En effet, une seule pièce de bois de frêne a été utilisée et cintrée pour former le dossier, façonnée entièrement à la main. Le tout en s'assurant de la correcte ergonomie de l'ensemble.

Le frêne a été choisi pour sa robustesse et sa flexibilité. L'assise et l'accoudoir sont réalisés en placage stratifié. Ceci assure la solidité de l'assise et permet de la former de manière ergonomique grâce à la flexibilité des minces feuilles de placage collées entre elles.

L'ensemble est conçu à la main, avec des méthodes et outils traditionnels. L'objectif était également de rendre harmonieuses et naturelles, voire quasi invisibles, les jonctions entre les différents éléments constituant la chaise.

Le design de la chaise encourage son occupant à prendre place au fond du siège, à l'endroit où le confort d'assise est maximal.

SOURCE : TIMBER DESIGN & TECHNOLOGY

PRODUITS À BASE DE POSIDONIA OCEANICA

La Posidonia Oceanica compte parmi les plus anciens organismes vivants sur Terre. Il s'agit d'une herbe marine endémique de la mer Méditerranée. Les feuilles peuvent atteindre une longueur d'1,20 m. Les colonies de Posidonia Oceanica forment d'immenses prairies tapissant plus de 3.500 km² de fonds marins. Cette plante est protégée car elle nettoie la mer Méditerranée de la pollution et convertit le CO₂ en oxygène. Malheureusement, elle est menacée par le changement climatique qui provoque chaque année la disparition de 5% des colonies. Les herbes mortes s'échouent et ruinent de nombreuses plages. Elles sont alors considérées comme un déchet et sont mises en décharge. Nous vous présentons ici deux projets qui recyclent ces herbes échouées et les valorisent dans des produits durables.

METIS SEAGRASS



Les produits Metis Seagrass sont 100% écologiques fabriqués à partir de Posidonia Oceanica et de liants écologiques respectueux de l'environnement. Ces matériaux uniques et renouvelables sont combinés avec un design et une technologie contemporains. Metis Seagrass produit des panneaux rectangulaires. Ceux-ci peuvent être utilisés comme revêtements muraux. Ils ne produisent pas de fumées dangereuses dans les espaces intérieurs. Pour réaliser des panneaux de différentes couleurs, l'entreprise utilise des pigments respectueux de l'environnement.

SOURCE : [HTTPS://METIS-SEAGRASS.COM](https://metis-seagrass.com)

OCEANIDES

Conçue par Alexia Mintsouli pour le studio britannique Alex Mint, Oceanides est une série de tables sculpturales inspirées par la brise de l'océan et fabriquées à partir de deux matériaux naturels. La base et les pieds des tables sont en marbre Tortora du Péloponnèse, tandis que les plateaux de table marron sont à base de Posidonia Oceanica, ce qui crée une variation naturelle du motif. Le souhait de la designeuse est d'utiliser des matériaux locaux respectueux de l'environnement tout en collaborant avec des artisans grecs locaux dont l'entreprise PHEE.



SOURCE : [HTTPS://WWW.ALEXMINT.COM/OCEANIDES](https://www.alexmint.com/oceanides)

MEUBLES EN TEXTILE RECYCLÉ ET RESSOURCES BIOSOURCÉES

L'entreprise Planq a développé un placage réalisé à partir de déchets textiles 100% recyclés et de ressources biosourcées, tels que le lin et le jute. Après un long développement, l'entreprise a créé un procédé pour déchiqueter le textile en fibres qui sont cardées en feutre. Ceci peut être utilisé comme solutions acoustiques ou pressé avec un liant biodégradable à base d'amidon de pomme de terre ou de maïs pour former un placage de 1,3 mm d'épaisseur. Ce matériau sert d'élément de base pour les meubles et des produits sur mesure. Le PlanqTextile est utilisé comme siège pour les chaises, pour les dessus de table et pour des étagères. Le matériau est collé avec une colle réversible.

Les fibres textiles peuvent être vues comme les veines du marbre. Chaque produit est unique et ressemble à un marbre en textile.

Les différents lots de vieux vêtements et de ressources biosourcées peuvent avoir des résultats de couleur différents. Pour les éléments en bois l'entreprise utilise du bois certifié FSC® qui provient de forêts gérées durablement. Les essences utilisées sont principalement du chêne, du noyer et du frêne. Notez que dans une optique d'économie circulaire, Planq propose aussi la location de meubles.



SOURCE : [HTTPS://WWW.PLANQPRODUCTS.COM/](https://www.planqproducts.com/)

UN SIÈGE EN BOIS CINÉTIQUE

SWISH est un tabouret composé de 27 pièces fines de bois arrondies en contreplaqué de bouleau. Ces pièces de bois sont produites grâce à une machine à commande numérique préprogrammée pour prendre plusieurs formes. Elles sont assemblées par un système breveté de charnières et de jonctions individuelles sans ajout de quincaillerie ou autres ferrures.

Chaque bande de bois est différente de l'autre. Par conséquent, ce siège peut être installé dans plusieurs positions, ce qui est impossible avec des procédés de fabrication traditionnels. Le tabouret peut également être rapidement plié. Une fois à plat, il peut être rangé et stocké facilement, sans prendre de place. Ce siège en bois cinétique allie technologie et respect de l'environnement.

SOURCE : WWW.CARLORATTI.COM



Tabouret SWISH de Carlo Ratti Associati et Cassina



COMME DU BOIS

Cette chaise n'est pas fabriquée en bois, mais en composite biosourcé à base de résine thermoplastique et de fibres de lin. La résine utilisée est conçue à base de déchets industriels.

La résine biosourcée et les fibres de lin sont moulées, traitées à haute température et sous haute pression. Le matériau obtenu est ensuite démoulé. Les propriétés avancées par la société Lingrove sont la légèreté du matériau, sa solidité ainsi que son bilan carbone négatif.

SOURCE : DEZEEN



Chaise Ekoa - © Lingrove

DU CANAL AU BUREAU

Une société néerlandaise, PlasticWhale, récupère les plastiques jetés dans le canal d'Amsterdam, depuis 2011. Elle transforme ensuite ces déchets en plastique soit en mousse soit en feutre de plastique pour créer divers objets : tableaux, tables, lampes, panneaux acoustiques, chaises ou encore tables. PlasticWhale a conçu, à base des bouteilles et sacs en plastique récupérés dans le canal, ses propres bateaux sur lesquels les volontaires partent nettoyer le canal. La société recycle également l'acier, les résidus de garnissage de chaises etc...

Lorsqu'ils arrivent en fin de vie, ces différents objets sont rachetés par la société pour être démantelés et réutilisés pour faire de nouveaux objets. PlasticWhale a conclu des partenariats avec une agence de design durable ainsi qu'un fabricant d'ameublement afin de développer une ligne de mobiliers de bureau.

La baleine (Whale) a inspiré la table créée à base de matériaux recyclés et de bois. Elle est conçue à base de polytéréphtalate d'éthylène recyclé et de bois de bouleau et de chêne, issus de forêts durablement gérées (label FSC).

La société indique qu'environ 1.000 bouteilles récupérées ont été utilisées pour la fabrication de cette table. Les chaises accompagnant ce mobilier ont été conçues dans le même esprit



et selon les mêmes principes. Les mobiliers sont assemblés de telle manière que leur désassemblage en fin de vie est facilité et garantit la réutilisation des différents composants.

SOURCE : PLASTICWHALE



Table de réunion et chaises PlasticWhale © PlasticWhale



Matériaux en plastique recyclé © PlasticWhale

DESIGN INFINI

Cette lampe conçue en forme de bois feuillu sera réalisée d'une seule pièce de bois, tournée autour d'un axe central. Elle représente l'infini : elle semble n'avoir ni début ni fin.



Lamp © Modulus

Cette lampe « Mobius Infinity Lamp », proposée par la société Modulus située en Californie, a été sélectionnée au cours d'un concours de design organisé aux États-Unis. Le gagnant a remporté le prototype de l'objet qu'il a dessiné. Cette lampe a été fabriquée à l'automne 2018 par les sociétés Elements Manufacturing et Pure Timber, partenaires de ce concours.

SOURCE : ELEMENTS MANUFACTURING



PETIT AMEUBLEMENT À BASE DE PIN ET DE RÉSINE DE PIN

Revenir au naturel, se désengager des processus chimiques, se servir de composants naturels pour développer des matériaux... c'est le projet réalisé par quatre designers qui ont travaillé à l'utilisation du pin maritime et de sa résine pour réaliser toutes sortes d'objets (sabots, récipients, jouets...) et de petites pièces d'ameublement (tabourets, petites tables...). La résine naturelle peut être utilisée pour de multiples applications : imperméabilisation, colles, vernis, enduits... Dans le cadre de ce projet, une fois extraite, la résine a été transformée (à minima pour la garder la plus naturelle possible) afin de produire un polymère biosourcé. Le bois de pin a été utilisé brut mais, sur une partie de l'arbre, la cellulose et la colophane en ont été extraites afin de parvenir à une exploitation maximale de la ressource. Les designers ont ensuite créé leurs objets afin de démontrer comment la résine pouvait être utilisée avec le bois pour un revêtement, une colle, une substance solide... D'autre part, ils prouvent que les seules ressources offertes par un arbre pouvaient être valorisées pour la création d'objets ou de petit ameublement naturels, sans l'ajout d'autre matériau.

SOURCE : STUDIO THOMAS VAILLY



Sixpan ©Studio Thomas Vailly

CHAISE BIOMIMÉTIQUE IMPRIMÉE EN 3D

Le designer français Patrick Jouin a réalisé ce prototype de chaise repliable imprimé en 3D. Ce n'est pas le design qui est organique mais bien le processus de fabrication qui est inspiré de la nature.

Il a utilisé le minimum de matériau possible. Chaque élément est relié à un autre afin de former un tout fonctionnel et cohérent, et ainsi reproduire le processus organique naturel. Ceci a été réalisé à l'aide d'algorithmes mathématiques pour aboutir à moins de déchets de production et moins de matériaux consommés.

Le designer indique qu'il s'agit ici d'une recherche d'efficacité depuis la phase de conception jusqu'à la fabrication de l'objet.

SOURCE : DESIGNBOOM



Chaise TAMU ©Patrick Jouin

CHAISE IMPRIMÉE EN 3D

Cette chaise a été réalisée par impression 3D à base d'acide polylactique, acide biodégradable et issu de ressources naturelles telles que l'amidon de maïs. Ce matériau garantit à la fois la légèreté et la stabilité de la chaise imprimée.

L'impression est réalisée par une extrudeuse qui permet l'utilisation de particules de plastique plutôt que de filament. Le cabinet d'architectes Zaha Hadid s'est inspiré de la formation et de la croissance des coraux au niveau de la forme et des couleurs de cette chaise.

Une autre chaise vient compléter la collection qui résulte de plusieurs expérimentations de matériaux en impression 3D.

SOURCE : DEZEEN



Chaise réalisée en impression 3D - ©Zaha Hadid Architects.

MOBILIER À BASE DE MYCÉLIUM ET MICRO-ORGANISMES

Lors de précédents numéros, nous avons évoqué la fabrication de briques naturelles par la société Biomason (Viginov Wallonie n° 1) ainsi que la conception de panneaux à base de mycélium par Ecovative (Viginov Wallonie n° 2).

Les deux sociétés ont souhaité collaborer afin de proposer du mobilier conçu à partir de leurs savoir-faire respectifs. Cette nouvelle ligne de mobilier destinée à un usage domestique ou professionnel se compose de tables et de tabourets ainsi que d'autres produits, sans toxine.

En mélangeant le mycélium - colle naturelle - à différentes fibres (bois ou autres fibres naturelles), en adaptant la taille de ces fibres et du sable, puis en modifiant le processus de fabrication (les températures ou le pH), les propriétés du matériau diffèrent et permettent par exemple à un tabouret de supporter le poids d'une personne. Des couleurs ajoutées au mélange autorisent ensuite des esthétiques et textures différentes.

Les deux sociétés poursuivent leurs recherches afin d'améliorer le processus de fabrication pour le rendre compétitif, notamment sur le plan économique, face à la chaîne de production conventionnelle d'ameublement.

SOURCE : ECOVATIVE



Mobilier conçu par Ecovative et Biomason

TABLE EN PIERRE ET PAPIER

Une créatrice belge a conçu des tables d'appoint à base de papier recyclé et de poussière de pierre. Les déchets de papier proviennent des chutes de coupe d'une imprimerie locale.

La pâte à papier et la poussière de pierre sont pressées à la main puis le mélange est moulé, lorsqu'il est encore humide, à la forme souhaitée. Le séchage a lieu à l'air libre.

Le matériau ainsi obtenu présente une apparence tachetée et un aspect pierre de couleur pâle qui dépendent des matériaux recyclés utilisés. Le plateau est en pierre, le pied et son socle en matériau composite papier-pierre, appelé « Chaud » par sa créatrice.

Elle souligne que ce matériau composite pierre-papier est solide et capable de supporter le poids de la pierre. La table d'appoint ainsi conçue est parfaitement stable.

SOURCE : DEZEEN



Table d'appoint en matériau composite pierre-papier © Dezeen

MOBILIER À BASE DE DÉCHETS

Un étudiant de l'Académie de design d'Eindhoven propose des objets conçus à partir de déchets issus du processus de recyclage du papier : étagères, bancs, tables, tabourets...

Lors du processus de recyclage, une certaine quantité de fibres est jetée : fibres de plastique, de bois et papiers non recyclables. Une fois filtrées, ces fibres sont exemptes de tout élément chimique, encre, particules alimentaires ou toxiques. Après 5 ou 6 recyclages, le papier ne peut plus être recyclé et devient alors un déchet.

Ces fibres sont déchiquetées et mélangées à des pigments naturels ainsi qu'à un agent liant. Ce mélange est ensuite disposé dans des moules puis compressé. Le designer indique qu'il est possible d'obtenir des finitions de surface variées. Il souligne également que ce processus de fabrication est simple et requiert peu de ressources.

SOURCE : TIM TEVEN



ANIMISME MODERNE

La marque de design ukrainienne Faina s'est tournée vers les matériaux locaux traditionnels pour créer des collections « vivantes » de mobilier et de décoration. Armoires avec portes en terre cuite, lampes en vigne de saule, vases en argile mystérieux font partie des produits fabriqués par la marque. Profondément inspirée de la terre ukrainienne, FAINA révèle ses traditions, ses matériaux et ses techniques artisanales millénaires. Pour la fabrication, FAINA collabore avec des artisans locaux. Doté d'un esprit vivant, chaque objet est une pièce artisanale unique. Certains meubles conviennent aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

SOURCE : WWW.YAKUSHA.DESIGN



LAIN ET RÉSINE BIOSOURCÉE

Sous la marque Solidwool, deux créateurs anglais réalisent des pièces d'ameublement originales faites à partir de laine et de résine biosourcée. La laine agit en lieu et place de la fibre de verre utilisée classiquement dans les matières plastiques moulées par injection, et la résine biosourcée vient assurer la fonction de liant.



Assise de chaise en laine et résine biosourcée ©Solidwool

La laine provient d'une race de mouton qui a longtemps fourni l'industrie de la moquette. Celle-ci ayant subi une baisse significative d'activité, cette laine n'est quasiment plus utilisée du tout.

Ce nouveau matériau d'ameublement veut concurrencer les éléments à base de pétrole très présents dans l'industrie de l'ameublement. La résine biosourcée conçue par ces deux créateurs contient environ 30% de matériaux renouvelables qui proviennent des déchets d'autres industries et notamment la pulpe de bois. Selon son fabricant, le processus d'élaboration de cette résine réduit de 50% l'empreinte carbone (en comparaison avec les résines conventionnelles) ainsi que les émissions de gaz à effet de serre. De plus, aucun produit pouvant avoir un effet néfaste sur la santé n'est utilisé.

L'objectif est également de proposer un processus de fabrication avec un impact environnemental le plus faible possible, reposant sur les principes de l'économie circulaire, et en constante recherche d'amélioration et de performance.

SOURCE : SOLIDWOOL

MOBILIER EN DRÊCHES

Chaque année, les brasseries françaises génèrent un total de 600.000 tonnes de drêches (résidus de céréales). Longtemps considéré comme un déchet, les drêches peuvent maintenant servir pour fabriquer du mobilier grâce à l'entreprise Instead. Pour y arriver, l'entreprise chauffe les drêches. Le sucre résiduel se caramélise et sert de liant. En comprimant des drêches à haute température, Instead obtient un matériau aggloméré solide qui durcit une fois refroidi. Pour accélérer la fabrication et économiser de l'énergie, lors de la phase de chauffage, l'entreprise ajoute 2% de colle recyclable.

Le résultat est un matériau résistant, imperméable et 100% recyclable. L'entreprise produit actuellement des tabourets, des horloges et des sous-bocks en partenariat avec un industriel spécialisé dans la fabrication de panneaux de particules. Le processus mis au point pour la transformation des drêches ne génère aucun déchet. A titre d'exemple, les drêches résultante de la fabrication de 6 L de bière permettent de fabriquer un tabouret.

SOURCE : WWW.INSTEADMOBILIER.FR



© Franck Grossel



DU CUIR À BASE DE CACTUS

Deux Mexicains ont créé Desserto, une entreprise éco-responsable qui commercialise une alternative au cuir. Après deux ans de recherche, ils ont développé une matière végétale à base de feuilles de cactus. Le cactus est solide, résistant et a besoin de très peu d'eau pour pousser. Les feuilles arrivées à maturité sont coupées puis nettoyées et réduites en purée. Après un séchage de trois jours au soleil, le matériau transformé subit différents traitements afin de pouvoir être commercialisé.

Cette matière organique écologique est aujourd'hui utilisée pour créer des vêtements, des accessoires de mode et du « cuir » pour mobilier. Ce produit ressemble au cuir animal mais est beaucoup plus durable et sa fabrication ne nécessite aucun produit chimique toxique. L'entreprise propose une grande variété de couleurs, d'épaisseurs et de textures. C'est assurément une **superbe alternative au cuir**.

SOURCE : WWW.DSSERTO.COM.MX

© Desserto



MOBILIERS EN LIÈGE BRÛLÉ

Le designer français Noé Duchaufour-Lawrance a utilisé du liège brûlé pour créer la collection de chaises et de tables « Burnt Cork ». Les pièces sont toutes sculptées dans des blocs de liège. Le processus traditionnel consiste à mélanger et coller des granules de liège ensemble dans des moules et à les presser pour former des blocs. Cuits pendant 16 h, les blocs sont ensuite séchés pendant 4 à 6 semaines. Duchaufour-Lawrance a développé sa propre version du processus en incorporant différentes tailles de granulés afin d'obtenir un effet de dégradé allant du grain fin du liège traditionnel à une texture semblable à de l'écorce. Les plus gros grains utilisés sont issus d'écorces de liège brûlées lors de feux de forêts. Ces résidus calcinés sont, le plus souvent, délaissés par l'industrie du liège. Les blocs sont finalement façonnés comme des sculptures de mobilier à l'aide d'une machine à commande numérique (CNC) à sept axes capable de sculpter des formes sinueuses et organiques. Cela fait de la série Burnt Cork une fusion de processus artisanaux et industriels. Dans ses pièces Burnt Cork, le gros grain se trouve au pied. Ce matériau brut laisse parfois apparaître des traces de carbonisation et rappelle l'ADN du matériau dans la base verticale de chaque pièce. En montant, le bloc se transforme en sièges avec dossiers incurvés en douceur qui accueillent le corps. Dans le cas des tables, la partie avec les grains fins forment des plateaux arrondis qui invitent au toucher.

SOURCE : [HTTPS://WWW.INSTAGRAM.COM/NOEDUCHAUFOURLAWRANCE/](https://www.instagram.com/noeduchaufourlawrance/)



© NunoSousaDias

MEUBLES FABRIQUÉS À PARTIR DE DÉCHETS

Pour créer des meubles durables, Cooloo, une société néerlandaise de développement de matériaux, utilise des matériaux recyclés à partir de déchets de cuir, de bois, de liège, de textiles et de jeans. La société a développé un processus de rembourrage produit par pulvérisation ne nécessitant aucune coupe, ni couture et générant moins de déchets. Ce processus à base d'eau n'utilise aucun solvant ni de composés organiques volatils (COV). Le rembourrage est adapté pour toute utilisation intérieure et extérieure. Il est imperméable et a une longue durée de vie.

Le procédé s'inscrit totalement dans les principes de la conception circulaire puisque la réparation et la mise à neuf des meubles abîmés est économique et écologique. Pour favoriser cette démarche, Cooloo a récemment lancé un programme de location de meubles, qui permet aux clients de profiter des meubles puis de les rendre. Cooloo remet alors les pièces à neuf. Ce système allonge la durée de vie des meubles et évite les déchets. À défaut de réutilisation, la matière peut aussi être recyclée.

SOURCE : [HTTPS://COOLOO.NL](https://cooloo.nl)



©Cooloo

ASPIRATEUR EN LIÈGE

Imaginer par le studio de design berlinois Superorganismus, le SUPER Vacuum Cleaner est un aspirateur design avec une coque en liège. Les aspirateurs sont des objets qui passent la majorité de leur temps à encombrer l'espace, ils sont rangés hors de vue, dans des armoires ou derrière des portes. Partant de ce constat les designers ont conçu un récipient en liège avec un couvercle en bois, assez grand pour contenir soigneusement le tube, les tuyaux, le bac à poussière et la buse d'aspiration. D'un point de vue technique, il fonctionne comme un aspirateur sans sac « normal ». Sa forme et ses matériaux naturels en font un objet design qui peut servir de tabouret, de chaise ou de table. La coque en liège sert d'excellent pare-chocs et de réducteur de bruit. Les couvercles en bois interchangeables renforcent son caractère adaptatif.

SOURCE : [HTTPS://WWW.SUPERORGANISMUS.STUDIO/TANGIBLE/SUPERVACUUM](https://www.superorganismus.studio/tangible/supervacuum)

© Tobias Bihlmeyer :
Super Vacuum Cleaner, 2019,
Studio Superorganismus, Berlin



MOBILIER URBAIN

Un studio de design basé à Rotterdam a débuté un partenariat avec un laboratoire grec. Dans ce cadre, les habitants sont invités à venir déposer leurs déchets en plastique au laboratoire.

Outre une sensibilisation au recyclage du plastique et à l'économie circulaire, les habitants peuvent dessiner un élément de mobilier urbain puis l'imprimer en 3D avec les plastiques recyclés. Il s'agit principalement de larges sièges qui peuvent être agrémentés d'une plantation, d'un support pour

vélo, d'un repose-livre, d'un récipient pour chien, d'une tablette... La géométrie de ces sièges présente des courbures ergonomiques pour favoriser la relaxation. Sur chaque mobilier est apposée une étiquette en métal indiquant le poids de plastique utilisé pour produire le matériau d'impression.

En janvier 2019, ce mobilier coloré a été installé dans un square à Thessalonique, après le vote des habitants concernant l'emplacement et le design de ce mobilier.

SOURCE : THE NEW RAW



Mobilier urbain ©The new raw

DU CHANVRE POUR LES JEUX OLYMPIQUES

Pour les Jeux Olympiques de 2022, à Beijing, les pistes de bobsleigh et de luge seront construites en béton renforcé par des fibres de chanvre.

Ce béton-chanvre a déjà été utilisé pour la construction de piscine ainsi qu'une piste de skateboard en Australie : Tulista Park (en illustration).

SOURCE : CONSTRUCTCONNECT

L'objectif de la société canadienne en charge des travaux était de trouver une alternative aux fibres de plastique ou de verre qui rendent difficile la finition du béton projeté. De plus, ces fibres n'évitent pas les micro-fissures qui peuvent se produire lors du séchage. Les fibres de chanvre se lient très bien tant physiquement que chimiquement avec le béton et ne se retirent pas en séchant vers la surface pour l'altérer. aucune micro-fissure ne se produit et le béton, ainsi renforcé, répond aux exigences et contraintes techniques d'une piste olympique.

Par ailleurs, la société canadienne a mis au point une nouvelle technologie d'extraction qui protège les fibres de chanvre et conserve leur solidité et leur intégrité.



Piste de Skateboard de Tulista Park à Sidney
©ConstructConnect

PONT AUTOPORTANT SANS FIXATION



Pont auto-portant - ©Département d'architecture de l'Université technique Federico Santa Maria

Il suffit de 15 minutes pour assembler, sans aucune fixation, ce pont autoportant pour piétons. D'après les études menées, il peut supporter jusqu'à 500 kg. Le prototype mis au point mesure 4 mètres de long. Cependant, son design permet de proposer de plus grandes dimensions. Il peut être désassemblé facilement pour être installé dans un autre lieu. Les joints trapézoïdaux en queue d'aronde assurent la stabilité du pont.

Quand c'est nécessaire, chacun des éléments de ce pont peut être remplacé aisément par un nouveau. Les sections

de bois peuvent également être réutilisées ou recyclées en fin de vie.

L'objectif de l'architecte chilien Diego Poblete (inspiré par un design de pont attribué à Léonard De Vinci) est de faciliter les déplacements pedestres dans les régions rurales où les chemins sont souvent coupés par des cours d'eau. Par ailleurs, cette structure respectueuse de l'environnement valorise l'utilisation de ressources locales.

SOURCE : ARCHDAILY

PONT POUR PIÉTONS

Ce pont en bois cintré d'une portée de 12 m et d'une hauteur maximale de 2,5 m est destiné aux piétons.

Une année de recherches a été nécessaire à des élèves et des professeurs du Centre d'études supérieures en design de Monterrey au Mexique pour sa création. La phase de construction, en elle-même, a duré 4 semaines.

Deux couches de contreplaqué fin ont été assemblées puis cintrées. Une méthode de traitement du bois par la chaleur et l'humidité a été mise au point. Ceci a permis d'améliorer les propriétés de flexion du bois. Ces propriétés ont fait l'objet d'une analyse structurelle réalisée par ordinateur afin d'être exploitées au maximum.

L'arc et la surface de courbure ont été calculés pour permettre une répartition optimale des forces. Les charges sont directement transférées vers les fondations.

L'ensemble des éléments du pont ainsi que leur assemblage ont fait l'objet d'une modélisation 3D. Ce pont peut supporter le poids de 5 personnes qui le traversent simultanément.

SOURCE : CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE DISENO



Pont pour piétons © CEDIM

RUBAN DE BOIS

Ce véritable ruban en bois est installé dans un magasin proposant des contreplaqués et placages dans la ville de Chandigarh en Inde. Il fait office de guide pour conduire le visiteur d'un espace à l'autre, se transforme en présentoirs, table de réunion... Il est conçu de plaques de contreplaqués (fabrication numérique) assemblées entre elles de façon à créer les courbures voulues. L'assemblage a été réalisé sur place par

des menuisiers qualifiés. Les finitions ont également été réalisées à la main (ponçage, placage...). L'objectif des concepteurs (Studio Ardete) était multiple : proposer des espaces fonctionnels, mettre en valeur l'art du travail du bois et rendre hommage à l'artisanat traditionnel indien. En effet, le travail du bois fait partie de l'histoire de l'Inde depuis des siècles.

SOURCE : WOODWORKING NETWORK



© At.Purnesh Dev Nikharaj

DU BOIS SOUS TOUTES SES FACETTES

Au cœur de Sydney, en Australie, une pièce de bois dessine l'intérieur d'un café-restaurant.

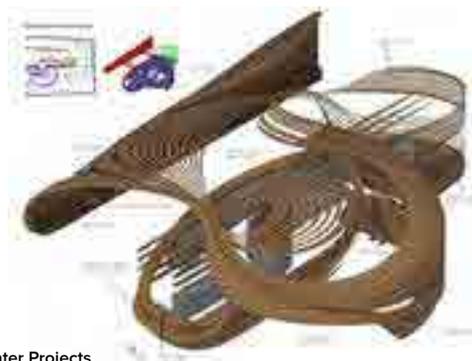
L'innovation réside dans la forme et l'usage fait de l'œuvre en bois. Ce ruban, sous forme de spirale en 3D, permet de relier les 2 étages du café au restaurant, mais il sert également à créer l'agencement intérieur, procure des rayonnages, fait office de bar et de siège selon l'endroit où l'on se trouve. Pièce maîtresse de l'intérieur, il permet une circulation naturelle et fluide et façonne les espaces.

Cette pièce de bois d'eucalyptus (Blackbutt) mesure environ 460 m linéaires. Des fabricants de bateaux ont été sollicités pour leurs connaissances du travail de telles pièces de bois, et leur savoir sur les techniques traditionnelles de collage et de vissage, notamment pour les pièces suspendues. Certaines pièces ont été fabriquées sur place afin de s'assurer de leur parfaite imbrication les unes dans les autres.

L'architecte a souhaité procurer une impression d'infini et de mystère à la vue de cette pièce de bois.



© Brett Boardman



SOURCE : ENTER PROJECTS

© Enter Projects

RÉALITÉ AUGMENTÉE

L'architecte londonien Gilles Retsin propose d'intégrer la réalité augmentée au domaine de la construction. Le logiciel utilisé présente un modèle digital du positionnement de chaque pièce de bois dans l'environnement de la construction. Il transmet ensuite ces informations, ainsi que l'emplacement des fixations, à l'équipe d'assemblage sur le site.

Les informations sont transmises par des lunettes intelligentes à réalité mixte (augmentée). Cette transmission d'informations a lieu en temps réel et permet de faire immédiatement les adaptations nécessaires.

Les éléments en bois contreplaqué sont conçus pour être utilisés dans n'importe quelle position ou fonction au sein de la structure. Ils sont constitués par des feuilles de contreplaqué et sont reliés entre eux par des barres en acier. Ces éléments peuvent être des bancs, des colonnes, des poutres ou encore le plafond de la structure.

Le designer veut démontrer que l'association de l'automatisation et des algorithmes peut faciliter la construction en bois tout en optimisant les coûts et le temps de mise en œuvre.



Structure assemblée à l'aide de la réalité augmentée © Gilles Retsin

SOURCE : GILLES RETSIN

IMPRESSION 3D DE 2.000 BRIQUES

Cet édifice « Ceramic Constellation Pavilion » de 3,80 m est le fruit de la collaboration entre la Faculté d'architecture de l'Université de Hong Kong et le groupe Sino (Hong Kong). L'objectif est de repousser les limites de l'impression 3D : la hauteur de la construction est en effet inédite.

Les 2.000 briques réalisées en impression 3D sont toutes différentes et, une fois assemblées, procurent un effet de mouvement sur les murs de la structure. Elles reposent sur une ossature en bois. L'impression 3D a permis de procurer aux différentes faces des briques davantage de transparence ou d'opacité. La stabilité de l'édifice est assurée par chacune des 2.000 différentes formes positionnées de manière précise.

Les briques sont fabriquées en terre cuite. Environ 700 kg de terre glaise ont été nécessaires à l'impression 3D. L'impression

d'une brique dure 2 à 3 min. Elles sont ensuite cuites à 1.025°C. L'assemblage a été réalisé par les étudiants au cours d'ateliers et a nécessité une dizaine de jours.

Cette réalisation pose la question de l'utilisation de l'impression 3D dans le domaine de l'architecture et du design : comment une telle structure bois composite peut-elle se comporter face aux conditions climatiques ? Les concepteurs ont, néanmoins, souhaité démontrer que l'édifice grandeur nature était réalisable.

SOURCE : DESIGNBOOM



Ceramic Constellation Pavilion.

UN ESCALIER EN CHÊNE



Escalier en chêne européen - © Joel Knight

Entièrement fabriqué en chêne européen, cet escalier a été conçu pour donner l'impression d'un arbre qui déploie ses branches afin de relier les 3 niveaux d'un restaurant londonien. Sur la photo de gauche, vous pouvez voir la pièce centrale de ce restaurant.

Aucun ancrage mural n'a été réalisé : l'escalier est construit autour d'un noyau, caché, en acier et contre-plaqué. Les marches sont fabriquées en bois massif et sont reliées à un limon intérieur hélicoïdal par des plaques d'acier dissimulées. Incurvée, les pièces se succèdent et s'imbriquent peu à peu les unes dans les autres.

Les différents éléments de l'escalier ont été réalisés selon un processus de fabrication s'inspirant de la technique de fabrication du bois courbé. De fines feuilles de placage en chêne ont été assemblées et laminées ensemble contre des moules incurvés puis poncées à la main pour obtenir le rendu souhaité. Les concepteurs ont voulu donner l'illusion que cet escalier a naturellement germé d'une graine semée au sol.

SOURCE : ATMOS STUDIO



Détail de l'escalier en chêne
© Atmos Studio

PANNEAUX DE BOIS LAMELLÉ, AGRAFÉ ET PRESSÉ

Un refuge en forme de canoé retourné, réalisé en bois, a été construit au Canada. Intitulé « The Steam Canoe », il présente deux particularités. D'abord, des tubes solaires installés à l'arrière de la structure transforment la neige en vapeur. D'autre part, ce sont surtout les panneaux de bois qui sont intéressants car ils présentent une particularité au niveau de leur fabrication.

Ces panneaux en bois lamellé sont réalisés à l'aide d'un système de fixation en métal. Il s'agit d'une sorte de Velcro® métallique, inséré entre les lamelles de bois. Lorsque les lamelles de bois et le système en métal sont pressés et roulés à la forme souhaitée, les agrafes situées sur les deux faces du système Grip Metal™ s'enfoncent dans les lamelles de placage ainsi que dans le cœur de l'assemblage. Le bois utilisé doit être plus tendre que le système de fixation métal. Ici, il s'agit d'épicéa et de chêne.

Deux avantages sont avancés : aucune colle chimique n'est nécessaire et l'assemblage peut être dissocié pour être recyclé séparément en fin de vie en tant que bois et métal.

Cette technologie s'affranchit du recours à une structure porteuse, les panneaux de bois pouvant être incurvés selon l'angle souhaité. Enfin, ces panneaux de bois lamellés, agrafés et pressés sont présentés comme légers, mais résistants, très économiques et rapides à fabriquer.

SOURCE : GRIP METAL



Système Grip Metal™ - © Grip Metal



The Steam Canoe - © Michael Muraz

IMPRESSION 3D BIOSOURCÉE

À travers ce projet, l'École polytechnique d'architecture de Milan a cherché à développer l'utilisation des matériaux biosourcés, en y associant des techniques d'impression innovantes.

Revendiquant une inspiration biomimétique, l'objectif était de s'inspirer de structures naturelles à la fois légères, résistantes et économes en matériaux. C'est la structure interne de l'os qui a été retenue comme modèle. Elle a été étudiée afin de créer des algorithmes permettant d'en reproduire la structure cellulaire en 3 dimensions, avec une consommation limitée de matériau.

Ainsi est né le Trabeculae Pavillon, nom inspiré de la trabécule osseuse qui est un petit prolongement de la substance osseuse. Ce pavillon est constitué de 275 pièces, imprimées séparément en 3D par dépôt de matière fondue, puis assemblées. Chaque pièce réclame 10 h pour être imprimée. Un biopolymère, qui se dissout dans le d-limonène, a été utilisé pour l'impression.

Le pavillon grandeur nature est en cours de réalisation et sera visible à l'École polytechnique de Milan.

SOURCE : INHABITAT



GÉOMÉTRIE FRACTALE POUR UNE CHAPELLE



Un architecte japonais a souhaité connecter l'architecture intérieure d'une chapelle avec son environnement extérieur : la forêt.

Il a donc conçu des « arbres » afin de soutenir le toit de la chapelle. Au sol, des piliers carrés en bois de 120 mm forment les troncs des 4 « arbres ». Plus les arbres se ramifient et se superposent les uns sur les autres, plus les sections de bois diminuent de taille pour passer à 90 mm, puis à 60 mm pour atteindre le toit, selon un schéma répétitif. Des tiges métalliques fines – peintes en blanc – assurent la stabilité structurelle en reliant les branches des arbres.

L'espace disponible au sol est ainsi préservé pour les visiteurs. Cette « forêt » peut supporter une charge de 25 tonnes. La structure a été réalisée selon les méthodes japonaises traditionnelles du travail du bois. L'ensemble veut créer un nouveau style d'architecture gothique.

SOURCE : DESIGNBOOM

Intérieur de la chapelle réalisé par Momoeda Yo © yousuke harigane



RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

CONSTRUCTION - PRODUIT INNOVANT

VÉGÉBUILD

109

RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

LE BIOSOURCÉ À L'ÉPREUVE DU FEU

Récemment une série de tests ont été réalisés pour démontrer la capacité des solutions biosourcées à répondre aux exigences de la réglementation relative à la sécurité incendie. Voici les résultats de quelques-uns de ces tests.

BÉTON DE CHANVRE :

Le CERIB a testé un mur de 295 mm d'épaisseur constitué d'une ossature bois noyée et d'un remplissage en béton de chanvre projeté. L'essai a été mené pendant 4h (240 min.) sans enfreindre les critères de performances d'étanchéité au feu d'isolant thermique. En face non-exposée au feu, la température moyenne n'a pas dépassé 85°C et la température maximale est restée inférieure à 90°C.

SOURCE : WWW.PAYS-DE-LA-LOIRE.DEVELOPPEMENT-DURABLE.GOUV.FR

PAILLE :

Le CSTB a testé différentes cloisons et des murs avec de l'isolation en paille. Ces parois étaient composées d'une ossature bois et de 37 cm d'isolation en paille et de 4 cm d'enduit en argiles ou plâtres. Les observations réalisées pendant les essais d'orientation n'ont montré aucune chute d'enduit pendant 120 min., quelle que soit la composition d'enduit.

BARDAGE EN BAMBOU :

L'entreprise Moso International a développé une gamme de bardage en Bamboo thermo-traité avec des profils « fermés ». L'absence d'espace entre chaque lame a pour effet d'éviter toute circulation d'air et donc de limiter la propagation des flammes et de la fumée. Cette particularité permet au bardage de répondre aux normes européennes strictes concernant la protection incendie (classement B-s1-d0).

SOURCE : WWW.MOSO-BAMBOO.COM

CHANVRE, COTON ET LIN :

Les deux marques Siniat et Biofib' se sont associées pour proposer des cloisons, contre-cloisons et plafonds avec isolation biosourcée – certifiée en termes de résistance au feu. L'isolant Biofib'Trio, à base de chanvre, coton et lin, offre une haute isolation thermique et acoustique. Il se décline en panneaux semi-rigides en épaisseurs de 45 à 200 mm ou en rouleaux. Plus de 300 configurations ont été testées avec des résistances au feu allant de 30 min à 180 min (pour des cloisons).

SOURCE : WWW.BIOFIB.COM

COMPOSANT IGNIFUGE

Un nouveau composant ignifuge a été mis au point par le VTT, centre de recherche technique finlandais. Il est destiné au traitement du bois de construction et peut être appliqué au pinceau ou pulvérisé.

Ce composant a été élaboré à base de pigments organiques et de nanocelluloses, extraites de pulpe de bois grâce à une technologie développée par le VTT. Il s'agit d'un additif destiné aux revêtements et peintures pour le bois. Ce revêtement, étanche à l'air, réduit la quantité d'oxygène à la surface du bois et ralentit ainsi de manière significative la combustion. Les tests effectués ont montré l'efficacité du revêtement.

Les scientifiques soulignent que cette solution est moins toxique que celles actuellement utilisées. Le VTT est, à ce jour, à la recherche d'un partenaire afin d'industrialiser puis de commercialiser cette technologie.

SOURCE : VTT RESEARCH



Echantillons de bois traités à gauche et non traité à droite, après 30 secondes d'exposition aux flammes © VTT

TEST DE DÉFLAGRATION SUR STRUCTURES EN BOIS LAMELLÉ-CROISÉ (CLT)

WoodWorks™, en collaboration avec deux autres organismes américains, a procédé à des tests de résistance à la déflagration sur trois structures réalisées en bois lamellé-croisé (CLT).

Les trois édifices ont été bâtis sur le même modèle : deux niveaux, ancrés à une dalle de béton. La différence se situe au niveau de la catégorie de CLT utilisé. Trois déflagrations ont été déclenchées. Les deux premières afin de tester les structures en restant dans leurs limites d'élasticité, puis la troisième au-delà de leurs limites.



Tests de déflagration sur 3 structures en CLT

Les premiers résultats communiqués de ces tests ont été jugés concluants par WoodWorks™. Les structures sont restées intactes et ont répondu comme envisagé sur le papier. Au cours de la troisième déflagration, il a été observé quelques ruptures localisées de panneaux, mais l'intégrité des raccords et la capacité de charge ont été préservées pour les 3 structures.

Les résultats ainsi que différentes autres données issues de ces tests seront utilisés afin d'augmenter l'utilisation du bois pour des applications et solutions du Département de la Défense américain, mais également pour l'ensemble des constructions devant résister à des déflagrations.

WoodWorks™ publiera les résultats complets au cours de l'année 2017.

SOURCE : WOODWORKS

OSSATURE BOIS RÉSISTANTE AUX SÉISMES



Ce bâtiment néo-zélandais de 4 étages en bois résiste aux secousses et dommages sismiques.

Il s'agit d'une ossature bois en lamellé-collé et lamellé-croisé comportant également des contreventements et câbles en acier précontraints. Les fixations entre les différents éléments

sont en acier. Ces différents éléments permettent à la structure de mieux résister aux forces latérales et aux torsions provoquées par un tremblement de terre.

L'ensemble est à la fois résistant et flexible, les câbles précontraints contribuant au maintien de la structure dans sa position originelle lors d'un séisme. Notons encore que les fixations et les câbles en acier peuvent être remplacés suite aux dommages sismiques.



Situé sur le campus de l'Université de Canterbury, ce bâtiment qui devrait être terminé cette année, porte le nom de Beatrice Tinsley, scientifique et professeur d'astronomie et ancienne élève de cette Université.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE CANTERBURY

MATÉRIAUX BIOSOURCÉS ET SÉISMES



Panneau d'isolation à base de liège - © Tecno Sugheri

Une étude émanant de Legambiente, une organisation environnementale italienne, liste une centaine de matériaux majoritairement biosourcés, naturels, recyclables et innovants, qui peuvent être utilisés dans le cadre de constructions situées en zone sismique. Cette étude détaille les caractéristiques de chacun de ces matériaux : son usage, son origine (naturel, recyclé), sa recyclabilité, ses éventuelles certifications... Elle analyse également quelques systèmes innovants dans le domaine de la construction.

Parmi les matériaux que Legambiente recommande dans un contexte de risque sismique, l'organisation met en avant, en premier lieu, le bois. Elle préconise plus particulièrement le sapin et le mélèze, utilisés sous la forme d'éléments en bois lamellés-croisés (CLT). Ces panneaux se positionnent parmi les matériaux les plus résistants durant les tremblements de terre.

Le liège est également mis en avant, sous forme de panneaux d'isolation. Le procédé thermique de fabrication permet la fusion de la résine naturellement présente dans l'écorce et agit comme une colle naturelle pour agréger les granulés et

former les panneaux. Le résultat est imputrescible, sans limite de durée de vie, 100 % naturel et recyclable.

Le bambou est préconisé en panneau massif, composé de plusieurs couches de bambou superposées et croisées. En fonction de la technique d'assemblage et de collage, le panneau possède une densité qui va de moyenne à très haute. Destiné à l'aménagement intérieur, il est disponible en plusieurs tailles, épaisseurs et aspects. Ce type de panneau est entièrement recyclable et facile à poser.

Enfin, le lin est cité sous forme de panneaux d'isolation acoustique et thermique. Ce matériau est respirant et affiche une haute résistance en milieu humide. Le panneau est réalisé à base de fibres de lin : le processus de fabrication se réalise à basse température, ne génère pas de déchet, il est faiblement énergivore et n'émet que peu de CO₂.

L'étude de Legambiente est consultable à l'adresse suivante : <http://www.legambiente.it/contenuti/dossier/100-materiali-per-una-nuova-edilizia>



Test de performance sismique sur un bâtiment en CLT - © FPIinnovations



Panneaux massifs décoratifs en bambou

Isolant acoustique et thermique à base de lin - © Magripol



Salle de concert de l'Aquila

Pour illustrer son étude et montrer des exemples d'utilisation de matériaux biosourcés en zone sismique, Legambiente a sélectionné la salle temporaire de concert de l'Aquila, en Italie. Cette salle a été entièrement reconstruite après le séisme de 2009.

Fruit de la réflexion de l'architecte japonais Shigeru Ban, elle est conçue à partir de carton recyclé précontraint pour les piliers de la structure, d'un fin treillis en d'acier pour la charpente, d'argile expansée et de sable en sac. La structure répond ainsi aux exigences antisismiques et peut être rapidement démontée et reconstruite en un autre lieu.

SOURCE : LEGAMBIENTE



UNE FAÇADE MULTICOUCHES

Afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur et l'efficacité énergétique des bâtiments, le projet Osirys a permis de développer des éléments de façades et les cloisons intérieures de nouvelle génération à partir de matériaux et de composites biosourcés. Au-delà de la performance de ces éléments, l'énergie grise mise en œuvre pour fabriquer ces composants de construction est réduite de 20%. Les matériaux utilisés sont des biopolymères et des fibres naturelles, renouvelables à 75%.

Le panneau extérieur de la façade est réalisé à partir d'époxy biosourcé et de jute. Le cœur de la façade est un module multicouche comprenant des mousses biosourcées, des plaques thermoplastiques ignifuges et des profilés pultrudés. Cette structure peut également supporter des surfaces vitrées grâce à des profilés en aluminium. Cette combinaison de matériaux permet d'atteindre les propriétés thermiques, acoustiques, ignifuges et mécaniques recherchées. L'assemblage est réalisé en usine, en filière sèche, et l'installation du panneau sur site est très rapide.

L'intérieur du bâtiment, quant à lui, est réalisé à partir de matériaux biosourcés, enduits d'un revêtement actif qui permet une amélioration significative de la qualité de l'air intérieur. Ces différents éléments peuvent convenir à la construction neuve ou à la rénovation. Cette façade a déjà été installée sur des bâtiments en Espagne et en Estonie.

SOURCE : OSIRYS PROJECT



Coupe d'un élément de cloison intérieure
© Osirys Project



Détail des éléments composant la façade Osirys © Osirys Project

BOIS ET BIO-COMPOSITES DANS LES SYSTÈMES CONSTRUCTIFS

Afin de pouvoir démontrer l'efficacité et la valeur des matériaux bio-composites dans les systèmes constructifs, la Commission européenne a initié un projet de 3 ans et demi, intitulé « BioBuild ». Il a regroupé 13 sociétés de 7 pays en vue de créer 4 éléments de construction bio-composés.



Le prototype du panneau vitré
© GXN Architecture

L'objectif était de valider la faisabilité technique de remplacer des matériaux conventionnels par des matériaux biosourcés et de créer des prototypes de démonstration. Quatre éléments ont donc été élaborés :

- Un écran contre la pluie en revêtement extérieur,
- Un système de cloisonnement intérieur,
- Un plafond suspendu,
- Un panneau mural extérieur.

Ce dernier élément a été primé en 2015 lors des « JECComposites Innovation », événement au cours duquel sont récompensées les innovations des entreprises dans le domaine des composites. Il s'agit d'un élément vitré, autoporteur, avec un design « à facettes » permettant d'occulter partiellement la vitre, de manière naturelle, à certaines heures de la journée. Comme le montre le schéma, ce système est composé de 6 éléments (de gauche à droite) :

- d'un vitrage,
- d'une enveloppe extérieure en bio-composite,
- d'un panneau isolant en fibres de bois,
- d'une structure en bois,
- d'une enveloppe intérieure en bio-composite,
- d'un cadre intérieur en aluminium.



Illustrations
© GXN Architecture

Chaque élément mesure 4 m sur 2,3 m, il est déjà préassemblé et prêt à être installé.

Cette structure a été réalisée à partir de différentes résines et fibres : pour répondre à l'exigence de solidité de certains composants, des fibres de lin ont été privilégiées et pour le reste des fibres de jute, moins onéreuses et consommant moins d'énergie grise lors de leur mise en œuvre. En plus de ce choix de fibres, une attention toute particulière a été accordée à l'adhérence fibres/matrice qui contribue beaucoup à la solidité finale de l'ensemble. Dans le cas de ce panneau vitré, les fibres naturelles ont montré une très bonne adhérence, ce qui peut compenser leur moindre résistance au déchirement (en comparaison par rapport à des fibres de verre par exemple). Les résines sont également biosourcées : résine polyester composée à 85% d'éléments biosourcés et résine de furane qui présente des propriétés ignifuges naturelles. L'ensemble, aujourd'hui encore à l'état de prototype, permet un moindre impact sur l'environnement sur la totalité du cycle de vie du produit. Il se montre particulièrement performant par rapport à deux problématiques des systèmes constructifs : l'énergie grise et les déchets.

SOURCE : PROJET BIOBUILD

BOIS LAMELLÉ CROISÉ

Le projet européen InnoCrossLam (Innovative Solutions for Cross Laminated Timber Structures) a débuté en mars 2019 pour une durée de trois ans. Son objectif est d'établir des recommandations concernant des procédés de conception en bois lamellé croisé pour de nouvelles applications dans le bâtiment. Plusieurs sujets seront étudiés : conception structurelle, caractérisation des propriétés mécaniques, physique des bâtiments, résistance au feu, isolation phonique.

De plus, les membres du projet devront mettre au point un prototype d'un nou-

veau système de chauffage/ventilation : l'air conditionné devra circuler à travers des canaux réalisés dans les éléments en bois lamellé croisé.

Les partenaires de ce projet souhaitent que le bois lamellé croisé soit encore plus compétitif, plus polyvalent et de plus en plus utilisé dans le domaine de la construction. Ils souhaitent également contribuer au développement technique des structures en bois de haute performance.



SOURCE : VINNOVA

PANNEAU SANDWICH BIO-COMPOSITE

L'Université technologique de Chalmers (Suède) propose une analyse structurelle d'un nouveau « sandwich » bio-composite innovant pouvant être utilisé pour les sols des immeubles en bois.

Plusieurs critères sont pris en compte :

- l'aspect économique afin que le produit puisse être compétitif ;
- le poids du panneau : s'il est suffisamment léger, il peut permettre l'ajout d'un étage à l'immeuble ;
- le choix des matériaux qui influent sur le poids de la structure et son prix ;
- le respect global de l'environnement ;
- le design de l'élément qui doit limiter les joints et les connexions autant que possible.

Une structure sous forme de sandwich a été retenue afin d'obtenir un rapport rigidité/poids élevé. Le cœur du sandwich possède une structure ondulée en contreplaqué de bouleau ou de conifère.

Les faces externes du sandwich peuvent être réalisées en contreplaqué de bouleau ou de conifère ou bien encore en panneau de particules, de magnésium ou en panneau Kerto-Q.

L'analyse détaille l'ensemble des calculs de conception de ce nouveau sandwich en termes de constantes élastiques, déformation, performance dynamique, cisaillement et autres contraintes.

L'étude est consultable à cette adresse : <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/252922/252922.pdf>

SOURCE : UNIVERSITÉ TECHNOLOGIQUE DE CHALMERS

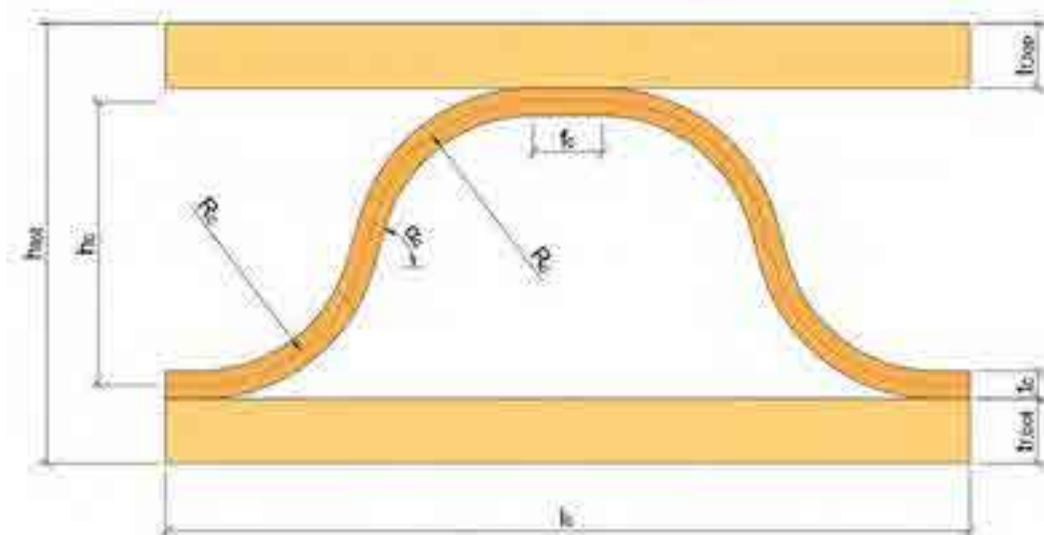


Schéma du panneau sandwich bio-composite
© Université technologique de Chalmers

BOIS ONDULÉ



Structure en bois ondulé © Wood in construction

Une nouvelle technique de construction est expérimentée en Finlande. L'objectif est de pouvoir proposer cette technologie sur le marché, sous licence, prochainement.

Il s'agit d'un procédé qui ne nécessite pas de colle, pas de clou, ni aucun produit chimique ou toxique. Les pièces de bois sont ondulées. Cette forme permet d'assembler et de bloquer les pièces de bois entre elles. Le système est autobloquant. Outre des bâtiments, il est possible de réaliser des pièces d'ameublement, des ponts pour piétons...

Un projet pilote de construction d'un gîte touristique, par cette technologie, est en cours en Finlande. La société Aalto souligne d'autres avantages et bénéfices : coûts de construction réduits, ventilation naturelle du bâtiment, rapidité de construction, étapes de déconstruction et reconstruction facilitées.

SOURCE : WOOD IN CONSTRUCTION

DES FIBRES DE BAMBOU POUR RENFORCER LE BÉTON

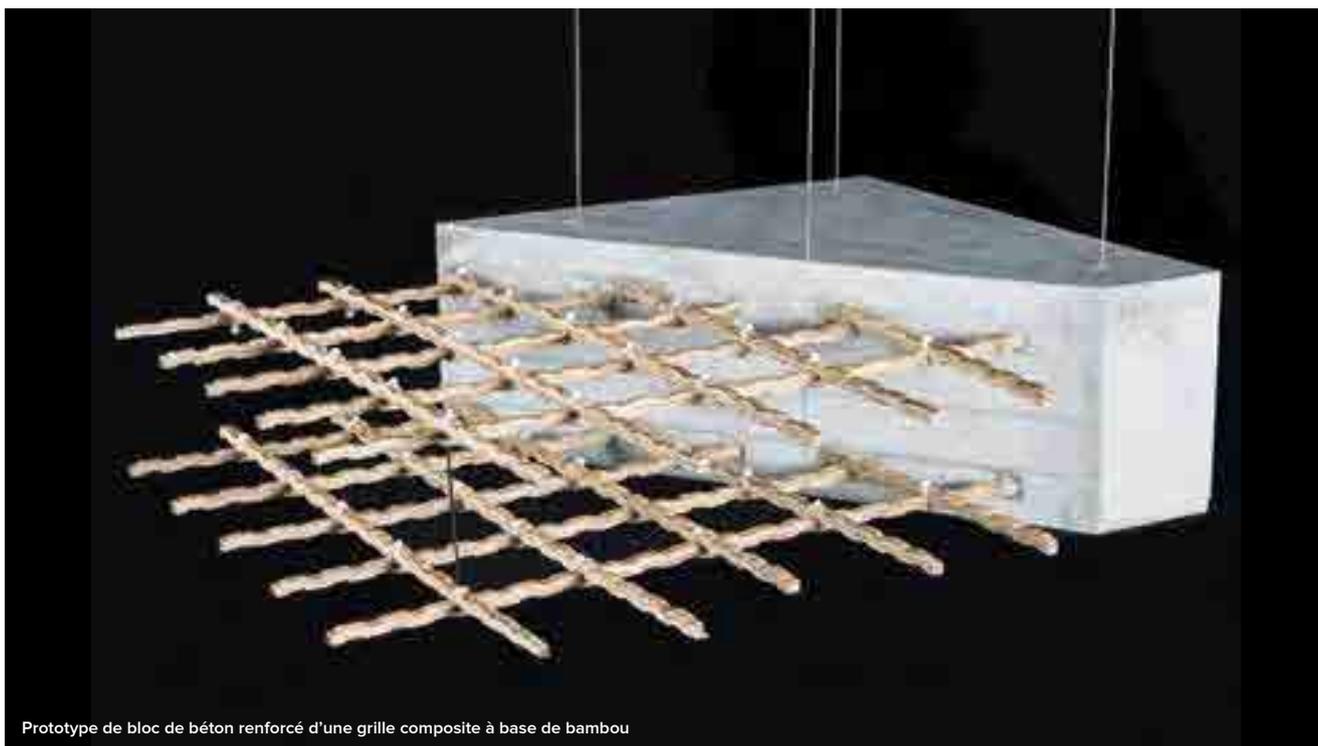
Les résultats de tests et de recherches montrent qu'un matériau composite à base de fibres de bambou aurait les propriétés nécessaires pour remplacer l'acier, plus particulièrement dans le béton armé ou fibré mis en œuvre dans la construction.

Ce composite est issu de fibres de bambou et de résine organique (à hauteur de 10 %). Il peut être conçu sous n'importe quelle forme, puis scié ou façonné comme le bois.

Les recherches en cours visent à examiner le comportement du béton fibré avec ce composite à base de bambou. Le Professeur Dirk Hebel, responsable de ces recherches, a indiqué que l'un des appareils avec lesquels il réalise des tests n'a pas pu briser le bloc renforcé avec ce composite.

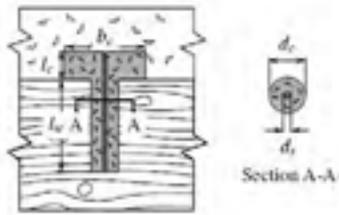
Il est à souligner que beaucoup de structures subissent des dommages à cause de la présence d'acier qui peut rouiller et dégrader le béton. Le bambou, lui, présente cet autre avantage d'être résistant à la corrosion.

SOURCE : FUTURE CITIES LABORATORY



Prototype de bloc de béton renforcé d'une grille composite à base de bambou

CONNECTEUR COMPOSITE BOIS-BÉTON



Des recherches ont été menées par l'Université Laval au Canada sur un nouveau type de connecteur composite destiné aux planchers bois-béton. C'est un thème important car on sait que le comportement des deux matériaux dépend beaucoup de ce composant de liaison.

Ce nouveau connecteur vise à renforcer la ductilité d'une structure sans trop affaiblir sa rigidité aux états limites de service. Il s'agit d'un connecteur composite car la coque est en béton fibré à ultra haute performance et le noyau en acier. Le connecteur est de forme allongée afin de garantir une tenue à la flexion. Le béton fibré ultra haute performance augmente la résistance aux micro-fissures ainsi que la dissipation d'énergie sous de grandes déformations.



Schéma et exemple du connecteur composite
© Université Laval - Québec

Des connecteurs de différentes tailles ont été testés pour évaluer leur résistance au cisaillement. Les résultats ont prouvé que la rigidité de la connexion est principalement dépendante du diamètre extérieur de la coque du raccord, alors que la résistance du connecteur dépend du diamètre du noyau en acier.

Il a été démontré que les diamètres du connecteur (de la coque en béton et du noyau en acier) peuvent être modifiés pour s'adapter au comportement physique et mécanique attendu.

SOURCE : UNIVERSITÉ LAVAL - QUÉBEC

ASSEMBLAGE ROBOTISÉ

Une équipe d'ingénieurs suisses a mis au point un programme informatique ainsi qu'un algorithme afin de fabriquer et assembler, par robotique, des pièces de bois à la géométrie complexe.

Les chercheurs ont tout d'abord élaboré un programme de conception assistée par ordinateur. Ce programme calcule très exactement les formes géométriques, positions et angles des pièces de bois. Il s'agit de créer une structure rigide aux

capacités de support de charge élevées. Ce programme calcule le positionnement précis de chaque élément en bois afin qu'il ne soit pas nécessaire d'ajouter des plaques de renforcement en métal. Le robot – grâce aux informations délivrées par le programme de conception – coupe, perce et organise les poutres en bois.

Dans un second temps, les ingénieurs ont créé un algorithme pour un bras robotisé qu'ils ont conçu. Cet algorithme garde en mémoire la position précise de chaque pièce en bois que le bras va mettre en place. L'algorithme calcule en temps réel chaque mouvement du bras robotisé, à chaque stade de la construction, et jusqu'à la pose du dernier élément en bois.

La seule intervention humaine est celle de la mise en place des vis pour assembler les poutres en bois. L'emplacement exact des vis a été percé par le bras robotisé.

Les ingénieurs soulignent qu'un bâtiment ainsi érigé est plus solide et plus résistant dans le temps. Dans un premier temps, les ingénieurs construisent six modules uniques à la géométrie élaborée. Dans un second temps, ils bâtiront une habitation de 100m², à deux niveaux, à l'aide de ces deux technologies.

SOURCE : ETH ZURICH



Assemblage robotisé d'un module.
© Gramazio Kohler Research/ETH Zurich

STRUCTURES BOIS MODERNES : QUELQUES EXEMPLES D'ASSEMBLAGES

Les propriétés du bois en font un matériau de plus en plus utilisé dans le domaine de la construction et pour des structures de toutes dimensions.

Outre la mise en œuvre du bois lui-même, un autre point est crucial lors des constructions : les différents types d'assemblages sélectionnés contribueront à la solidité et à la stabilité finale de la structure. Il peut s'agir de raccorder du bois à du bois (qui possède des propriétés de résistance différentes selon son orientation), à de l'acier ou à tout autre matériau.

En fonction du type de construction et de matériau, tel ou tel assemblage sera utilisé.

Il faut souligner que certains rapports d'enquêtes après catastrophe naturelle (ouragan tempête, tremblement de terre...) laissent apparaître que de mauvais assemblages (mal sélectionnés, mal installés) sont souvent la cause de l'effondrement d'un bâtiment ou de l'apparition de défaillances de la structure. Il existe deux principaux types d'assemblages : mécaniques et taillés. Voici quelques éléments d'informations proposés par les organismes américains American Wood Council et reThink Wood.

1- LES ASSEMBLAGES MÉCANIQUES

Les raccords mécaniques peuvent être classés en 4 catégories : de type chevilles, plaques métalliques, disques de cisaillement et les raccords sur-mesure.

a - Les chevilles

Les plus classiques sont les fixations de type chevilles et goujons, efficaces pour le transfert de charge et simples à installer. Les clous ou agrafes sont utilisés pour des charges légères; des vis peuvent être préférées dans certaines conditions notamment lorsqu'il existe une exposition à l'humidité plus marquée car elles ont tendance à moins se desserrer. De plus, en cas de vent fort, elles opposent plus de résistance.



Exemple de raccord bois réalisé par machine à commande numérique © American Wood Council

Poutre bois sur mur béton.
La plaque de support permet de répartir la charge et d'éviter le contact bois/béton.
Les angles en acier confèrent la résistance
© American Wood Council.

b - Les plaques métalliques

Les plaques métalliques avec plusieurs rangées de dents sont essentiellement utilisées sur les poutrelles en bois. Ici, la charge est transférée à la surface du bois.

c - Les disques de cisaillement

Ils sont adaptés aux charges plus lourdes. Ces disques sont en fonte ou en métal, et transmettent la charge de manière parallèle ou perpendiculaire au fil du bois. Les disques de cisaillement peuvent être employés pour des raccords bois/bois ou bois/acier et peuvent être visibles ou dissimulés.

d - Les raccords sur-mesure

Cette dernière catégorie d'assemblages mécaniques est la plus innovante. Ces assemblages sont conçus le plus souvent sur-mesure et exclusivement pour un bâtiment. Le sur-mesure est de plus en plus fréquent, les constructions bois étant de plus en plus complexes.

2- LES ASSEMBLAGES TAILLÉS

Les assemblages taillés sont généralement des encoches, trous et chevilles, à tenon et mortaise, queue d'aronde... Ce type d'assemblage est utilisé essentiellement pour les petites constructions auxquelles on souhaite apporter esthétique et cachet.

En effet, les codes techniques ne donnent pas d'informations précises sur les transferts de charge avec ce type de raccord car tout dépend de la qualité du travail de taillage, de la qualité du bois, de son essence et de l'assemblage. Économiquement, cette solution est rarement retenue pour la construction de structures bois modernes, de plus grande envergure et dimensions à cause du temps nécessaire à la réalisation de ces assemblages et au savoir-faire requis. Cependant, les équipements à commande numérique peuvent remplacer efficacement le travail manuel dans certains cas. Concernant la technique de l'encochage, il est essentiel que les encoches soient très précisément réalisées. Les professionnels du bois ont édité de nombreux guides techniques à ce sujet et notamment en matière de dimensionnement des encoches en fonction du bois utilisé, ceci afin de garantir l'efficacité et la robustesse de l'assemblage. L'avantage de ces assemblages réside dans le fait qu'ils sont totalement en bois : exposé à l'humidité, le travail du bois sera similaire de part et d'autre.

En résumé, l'efficacité de l'assemblage dépendra de nombreux facteurs, cumulés, à prendre en considération tant par les designers, concepteurs, fabricants que par les installateurs.

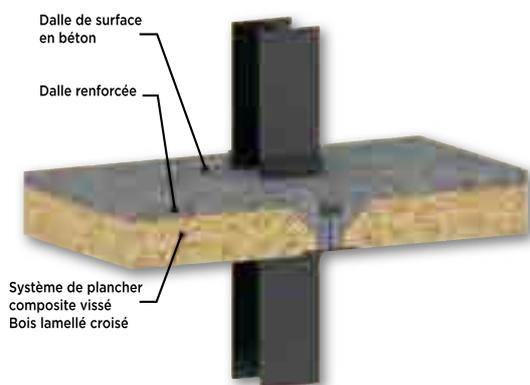


RECHERCHES SUR LES SYSTÈMES CONSTRUCTIFS

Intitulé « Recherches sur les tours en bois » ce projet a été mené en plusieurs étapes. Il a pour objectif global le développement d'un système structurel pour bâtiment de grande hauteur, conçu en bois, et qui minimise l'empreinte carbone du bâtiment.

La dernière étape de ce projet a été la publication d'un rapport (décembre 2017) portant sur les tests réalisés par l'Université de l'Etat d'Oregon : comment un sol en bois lamellé-croisé, couvert d'une dalle en béton composite peut améliorer les performances structurelles, acoustiques et de résistance au feu d'un système de plancher ?

Pas moins de 20 tests sur 14 prototypes (à l'échelle 1) ont été pratiqués. Il en résulte que ce plancher composite présente des capacités de portée supérieures ainsi qu'un comportement bidirectionnel équivalent à un système de plancher en bois lamellé-croisé. Des recherches ont également été menées sur la pertinence d'un système structurel acier-bois-béton.



Projet de recherches sur les tours en bois - © SOM

Des tests ont été réalisés sur une structure faite de colonnes et poutres en acier supportant un système de plancher composite bois lamellé-croisé-béton. Ceci, afin de savoir si cette structure pouvait être compétitive sur le marché des immeubles résidentiels de grande hauteur.

Toutes les explications, calculs, détails de l'ensemble des tests peuvent être consultés ici : http://www.som.com/ideas/research/timber_tower_research_project. Il reste aux chercheurs à mener encore de nombreux tests et recherches avant d'affirmer qu'il est possible d'utiliser ces systèmes structurels sans restriction.

En conclusion, les experts soulignent que l'approche hybride/composite pour un immeuble est souvent la solution la plus économique et la plus pertinente en termes d'empreinte carbone puisque chaque matériau est utilisé à l'endroit et pour la fonction dans lesquels il est le plus efficace.

SOURCE : INHABITAT

UTILISER DES FOURCHES D'ARBRES DANS LES STRUCTURES EN BOIS

Des chercheurs sur les structures numériques du Massachusetts Institute of Technology ont mis au point un procédé pour utiliser des fourches d'arbres dans la construction. Une fourche est une connexion structurelle naturelle concentrant un incroyable réseau de fibres qui transfèrent très efficacement les charges.

L'équipe, menée par la professeure Caitlin Mueller et ses collaborateurs Felix Amtsberg, Kevin Moreno Gata, Yijiang Huang et Daniel Marshall, a d'abord répertorié les fourches dans une bibliothèque numérique à l'aide de la numérisation 3D, chaque fourche étant représentée par sa géométrie et l'orientation des branches. Ces informations déterminent l'orientation interne des fibres qui confèrent à l'élément sa résistance. Ensuite, l'objectif consistait à faire correspondre ces fourches aux nœuds de la conception architecturale grâce à un système "d'inadéquation métrique". Pour ce faire, il faut trouver un équilibre entre l'intention du concepteur et la performance structurelle. Cette approche s'avère plus facile et plus rapide si un grand nombre de fourches est disponible dans la bibliothèque de matériaux. Sur base des fourches disponibles, la structure est optimisée à l'aide de l'algorithme hongrois. Ensuite, la géométrie de chaque élément est déterminée à l'aide d'un programme qui calcule automatiquement les coupes nécessaires pour chaque fourche. Ce programme évite les découpes excessives qui sont coûteuses, chronophages et peuvent compromettre la structure interne du bois. Après, les fourches sont usinées à l'aide d'un robot qui fraise également tous les trous pour les connexions structurelles. L'étape finale consiste à assembler la structure.

À l'avenir, la recherche se concentrera également sur les fourches multibranches.

SOURCE : [HTTPS://NEWS.MIT.EDU/2022/USING-NATURES-STRUCTURES-WOODEN-BUILDINGS-0309](https://news.mit.edu/2022/using-natures-structures-wooden-buildings-0309)



© Felix Amtsberg

DU BOIS À L'ÉLECTRICITÉ

Une équipe de chercheurs américains a transformé une pièce de bois en membrane flexible. Les chercheurs ont retiré la lignine et l'hémicellulose du bois. Ce faisant, la cellulose est devenue plus flexible. De plus, la conductivité ionique s'est trouvée renforcée par ce processus qui a modifié la structure de la cellulose.

Ils ont également mis au point un dispositif de conversion de la chaleur en électricité, ce dispositif fonctionnant grâce au mouvement des ions. Il s'agit du même type de courant électrique (ions) que celui utilisé par le corps humain.

Des électrodes de platine ont été positionnées sur les bords de cette membrane. Un électrolyte à base de sodium a été injecté dans la cellulose. Ceci a permis de réguler le flux d'ions à l'intérieur des très petits canaux (de la taille du nanomètre) de cellulose et de générer une charge électrique. Un champ électrique a en effet été observé sur les nanofibres.

Cette technologie permet aux scientifiques de poursuivre leurs recherches afin d'exploiter à l'avenir la chaleur du corps pour fournir de l'énergie. Parallèlement, ils poursuivront leurs recherches sur de nouvelles applications du bois modifié.

SOURCE : UNIVERSITÉ DU MARYLAND

SATELLITE EN BOIS

Fruit d'une collaboration entre UPM Plywood, Arctic Astronautics et Huld, le WISA Woodsat est le premier satellite en bois au monde.

Ce CubeSat d'environ dix centimètres de côté est composé en grande partie de contreplaqué de bouleau et de quelques pièces d'extérieur en aluminium. Ce satellite, qui pèse un kilogramme, sera placé entre 500 et 600 km d'altitude avant la fin de l'année.

Le bois est spécialement traité pour l'occasion. Le contreplaqué, d'ordinaire trop humide pour être utilisé dans l'espace, est placé dans une chambre à vide thermique pour le sécher. Ensuite, le bois est protégé par une très fine couche d'oxyde d'aluminium afin de minimiser les vapeurs du bois (dégazage) dans l'espace, tout en le préservant des effets érosifs de l'oxygène atomique. D'autres protections, vernis et laques, seront également testées sur certaines parties du bois.

Ce satellite permettra de vérifier la "transparence" du bois aux ondes. Cette transparence pourrait permettre aux opérateurs de satellites de maintenir la plupart de leurs antennes à l'intérieur. Il faut savoir que le déploiement d'antennes dans l'espace est un processus délicat à l'origine de la perte de nombreux satellites.

SOURCE : WWW.WISAPLYWOOD.COM/WISAWOODSAT



© WISA WOODSAT

DU BOIS À L'ÉLECTRICITÉ, IL N'Y A QU'UN PAS...

Une équipe d'ingénieurs de l'Université du Wisconsin-Madison travaille sur la mise au point d'une technologie permettant de convertir les vibrations des pas en électricité exploitable.

Cette technologie pourra être intégrée dans le sol. En effet, il s'agit d'utiliser de la pulpe de bois constituée de nanofibres de cellulose. Ces dernières, si elles sont chimiquement traitées, produisent une charge électrique au contact de nanofibres non traitées. Les charges électriques déclenchées par les vibrations issues des pas peuvent ensuite être exploitées afin d'alimenter une source lumineuse ou de charger une batterie. Un sol pourra intégrer plusieurs couches du dispositif afin de générer plus d'électricité.

Ce dispositif, d'une épaisseur de moins d'un millimètre, pourra convenir, selon les chercheurs, à tous les types de sols en bois une fois optimisé. Par ailleurs, l'Université souligne que cette technologie est économiquement compétitive puisqu'il s'agit d'utiliser de la pulpe de bois, déchet généré par les industries.

SOURCE : UNIVERSITÉ DU WISCONSIN-MADISON



ANEMOKINETICS TECHNOLOGY

Le designer Alexander Altenkov a mis au point une nouvelle technologie qui converti les oscillations des branches d'arbres en énergie. Le designer a d'abord examiné l'amplitude des mouvements des branches d'arbres. Cette étude, réalisée sous la direction d'Elena Mitrofanova (conseillère scientifique) dans le cadre du master « Prototyper les villes du futur » de l'École supérieure d'économie de Moscou, a permis de révéler que les mouvements des branches d'arbre fluctuent en fonction de la vitesse du vent, de la hauteur de l'arbre et du type d'arbre.

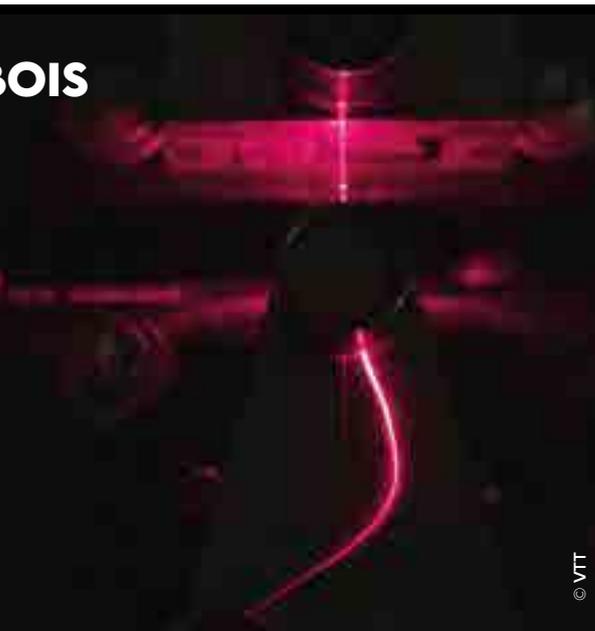
Ensuite, le designer a créé un prototype de circuit électrique et effectué des essais. Ces essais ont révélé que chaque cycle de mouvement de branche « génère une charge égale à 3,6 volts avec un courant de 0,1 ampère et une durée de 200 millisecondes ». Bien que l'étude nécessite encore des investissements et des recherches supplémentaires, les résultats préliminaires sont prometteurs.

SOURCE : WWW.BEHANCE.NET/GALLERY/91807743/ANEMOKINETICS-PROTOTYPE

FIBRE OPTIQUE À BASE DE BOIS

Une équipe de scientifiques finlandais a mis au point une fibre optique à base de bois et biodégradable. L'équipe souligne que la technologie reste à améliorer. En effet, les fibres de cellulose ne peuvent pas transmettre la lumière aussi rapidement que le verre ou le plastique. Les fibres de bois absorbant et rejetant l'humidité, la transmission de la lumière est affectée. Le noyau de cette nouvelle fibre est conçu en cellulose modifiée par des liquides ioniques mis au point par les scientifiques du Centre de Recherche Technique de Finlande (VTT). Une gaine en acétate de cellulose est positionnée autour du noyau. Grâce à cette gaine, la lumière peut traverser la fibre. Les chercheurs indiquent que cette fibre optique à base de cellulose peut être utilisée en tant qu'humidimètre au sein de structures en bois par exemple.

SOURCE : VTT RESEARCH



© VTT

LE LASER POUR MODIFIER LE BOIS

D'après certains spécialistes, le traitement du bois avec de la résine est un procédé en pleine expansion. En effet, ce procédé permet de modifier les propriétés du bois et d'améliorer sa durée de vie dans des environnements exigeants.

Une équipe de scientifiques et d'industriels britanniques vont conduire des recherches sur l'utilisation du laser pour le traitement par la résine (ou pour les produits de préservation du bois).

Selon eux, réaliser dans le bois des micro-incisions au laser, selon un schéma bien spécifique, peut permettre une meilleure pénétration de la résine. Ceci pourra également permettre l'utilisation d'autres essences de bois aujourd'hui délaissées, ainsi que d'autres dimensions – plus larges – de pièces de bois.

Enfin, le groupe de chercheurs souligne que cette technologie au laser sera moins dommageable pour le bois que des incisions mécaniques. Les recherches débutées en septembre 2017 s'achèveront en décembre 2019.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE BANGOR

PLANCHE DE BOIS CONNECTÉE

Une start-up japonaise propose une planche de bois tactile connectée. Au toucher, elle permet d'utiliser l'assistant Google et Amazon. Il est prévu de développer d'autres partenariats avec plusieurs applications telles que Facebook, Twitter, Dominos Pizza, Sonos, New York Times et bien d'autres.

Cette planche permet l'affichage LCD de différents paramètres : horloge et météo par exemple. Le dispositif permet aussi de contrôler certains paramètres : réglage du

thermostat, variation de l'intensité des lumières, accès à la messagerie vocale...



La planche de bois est équipée d'un capteur tactile et d'un capteur sans fil. LED blanches, microphone et haut-parleur complètent le dispositif.

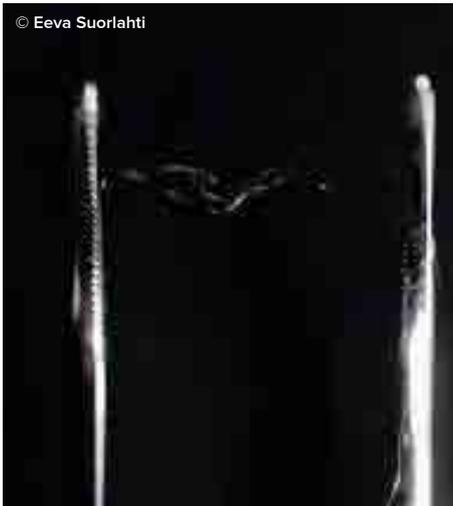
Ce dispositif, appelé MUI du nom de la start-up, est toujours en cours de développement et d'amélioration.

SOURCE : MUI



Planche connectée Mui © Mui

MATÉRIAU BOIS ET SOIE



Une équipe de chercheurs finlandais de l'Université d'Aalto et du Centre de Recherche Technique de Finlande (VTT) a mis au point un nouveau matériau biosourcé. Ce dernier est conçu de nanofibres de cellulose et de soie. Cette soie est produite synthétiquement.

En effet, la séquence de l'ADN codant pour la protéine de la soie étant connue, les chercheurs peuvent la reproduire pour fabriquer des molécules de protéine de soie synthétique, chimiquement identiques à celles de la soie naturelle. Les nanofibres de cellulose sont extraites de la pulpe de bouleau puis associées aux protéines de soie.

Ce nouveau matériau biosourcé et biodégradable présente des propriétés de solidité mais également d'extensibilité. Il est destiné à remplacer le plastique dans de nombreuses applications et dans la conception de matériaux composites biosourcés.

SOURCE : UNIVERSITÉ D'AALTO

FLEXIBLE, INDUSTRIALISÉ... ET À BASE DE BOIS

Un nouveau conditionnement flexible pour le quinoa est présenté comme étant 100% compostable.



Contrairement aux autres sachets flexibles classiques, celui-ci est entièrement compostable en douze semaines environ et ne laisse aucun résidu derrière lui.

SOURCE : WWW.PACKAGINGSTRATEGIES.COM

Gone4Good est un nouvel emballage flexible (brevet déposé) à base de pulpe de bois de bouleau et d'eucalyptus, ainsi que de maïs (sans OGM). Il a été conçu pour contenir du quinoa. L'emballage est imprimable avec des encres non toxiques et bénéficie de la certification "sans OGM".

DU BOIS À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Dans cette construction, l'intelligence artificielle est utilisée pour générer des poèmes issus de différents pays et cultures ainsi que des contributions proposées par les visiteurs.

De forme conique, la structure est construite de plusieurs rangées de lattes de bois lamellé-collé. Ces lattes partent d'un point central et s'évasent pour former la façade, en rond.

Un système d'éclairage LED projette les mots sélectionnés par l'intelligence artificielle.

Il est également possible de visiter l'intérieur de ce pavillon de 30 m de haut. Des chants interprétés par des chorales de tous les continents y seront diffusés. Ce pavillon a été conçu pour que, lorsque le visiteur y pénètre, il puisse se sentir comme s'il était dans la caisse de résonance d'un instrument de musique en bois.

« Poem pavilion » a été conçu pour l'exposition universelle de 2020 qui aura lieu à Dubaï, par le studio Es Devlin basé au Royaume Uni.

SOURCE : ARCHDAILY



Poem pavilion © Es Devlin



RÉUTILISATION DES SAPINS DE NOËL

Une équipe de chercheurs de l'Université de Sheffield propose la réutilisation des aiguilles des sapins de Noël dont un très grand nombre sont déposés en décharge après les fêtes.

Ces aiguilles de pin se décomposent très lentement et, en pourrissant, elles émettent de grandes quantités de gaz à effet de serre.

Une étudiante a mis au point un procédé d'extraction de la lignocellulose des aiguilles de pin. Chaleur et solvant non toxique (glycérol) ont permis de fractionner la structure chimique de l'aiguille de pin en 2 matériaux : une huile biosourcée et un biochar.

Cette huile contient du glucose, de l'acide acétique et du phénol. Ces 3 composés trouvent respectivement un usage dans la fabrication d'édulcorants alimentaires, de peintures, d'adhésifs et de vinaigre ainsi que pour le phénol, dans la composition de nettoyeurs ménagers.

Le biochar peut être utilisé au cours d'autres procédés industriels et n'est donc pas considéré comme un déchet par l'équipe de chercheurs.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE SHEFFIELD

RÉUTILISATION DU BOIS

Le projet européen, InFutUReWood, prévu pour durer 3 ans (2019 - 2021) étudie comment réutiliser, de manière optimale, le bois de construction. Plusieurs groupes de travail sont constitués pour analyser différents aspects :

- la conception de bâtiments en bois permettant d'optimiser la déconstruction et de limiter l'utilisation des ressources ;
- le développement de nouveaux produits de construction utilisant le bois récupéré lors de déconstructions ;
- les études des impacts économiques et environnementaux des précédents points ;

- l'identification des volumes, dimensions et qualités du bois qui peut être réutilisé après déconstruction, ou qui pourrait l'être ;
- l'analyse des propriétés du bois récupéré et de leur compatibilité avec les normes de construction en vigueur.

Ces différents travaux se baseront notamment sur l'observation d'opérations de démolition passées ou actuelles. L'objectif est de limiter l'utilisation des ressources vierges et de réutiliser le bois si ses qualités et propriétés le permettent.

SOURCE : INFUTUREWOOD

DE LA RÉUTILISATION DU BOIS

L'objectif du projet CaReWood (Cascading Recovered Wood) est de réutiliser plusieurs fois des pièces de bois sans qu'elles perdent leurs qualités initiales. Les pièces de bois recyclées doivent pouvoir être réutilisées dans des applications à valeur ajoutée, notamment dans le bâtiment et la fabrication de mobilier.

Pour ce faire, l'Institut Fraunhofer de recherches sur le bois étudie la mise en œuvre des techniques permettant d'identifier la présence de contaminants (polluants tels que métaux lourds et produits de préservation) dans une pièce de bois recyclée ainsi que leur niveau de pénétration du bois. Il s'agit aussi de mettre au point un processus efficace de nettoyage de la surface du bois, en fonction des polluants détectés.

Enfin, la résistance de la nouvelle pièce de bois issue de ces processus de recyclage est également évaluée. Les tests sont menés sur du bois issu de palettes d'expédition et de cadres de fenêtres usagés.



Test de bois usagé par fluorescence à rayons X pour détecter la présence d'agents de préservation inorganiques du bois - © Institut Fraunhofer

Les chercheurs veulent ainsi contribuer à la protection de l'environnement en limitant la déforestation par la réutilisation du bois. Par ailleurs, ceci évitera également de brûler ou de déchiqueter des morceaux de bois qui moyennant nettoyage peuvent être réutilisés.

SOURCE : INSTITUT FRAUNHOFER

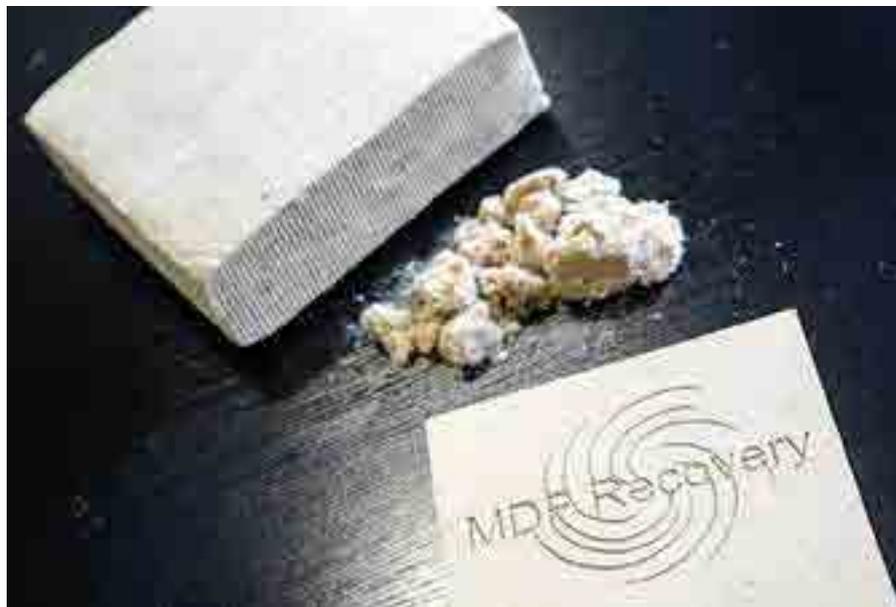
RECYCLAGE DE PANNEAUX MDF

Une société basée au Royaume-Uni a mis au point un procédé breveté permettant de recycler les panneaux de fibres à densité moyenne (MDF). A la fin du processus, les fibres de bois issues de ces panneaux présentent les mêmes qualités que des fibres de bois vierges. L'objectif est de réduire la consommation des fibres vierges en produisant davantage de fibres de bois à partir de produits recyclés. Les secteurs visés sont l'horticulture, l'isolation, la fabrication de panneaux en bois...

Le processus de traitement débute par le découpage à petite

vitesse, pour éviter la poussière, des panneaux en pièces de taille réduite. Ces morceaux sont ensuite humidifiés puis préchauffés quelques minutes. Afin de briser le liant à base de résine, ils sont finalement séchés par chauffage ohmique (le chauffage est créé par le passage d'un courant électrique au travers des matériaux).

Le matériau obtenu est pressé afin d'extraire l'eau (qui sera recyclée) et passé dans un séchoir tubulaire. Aucun produit chimique n'est nécessaire. Il en résulte alors des fibres de bois d'une largeur de 0,5 mm et d'une longueur de 3 mm.



La société souligne qu'il est ainsi possible d'éviter le gaspillage d'un grand nombre de panneaux MDF. Prêt à être proposé sur le marché, ce processus a été mis au point après plus de 6 années de recherches, de développements et de tests.

SOURCE : MDF RECOVERY

DÉCHET DE BOIS MOULÉ 3D

Après plusieurs années de recherches, de tests et d'améliorations du procédé et du produit, la société Neucor vient de commercialiser un panneau moulé en 3D. Il s'agit d'un corps de panneau creux MDF, plus léger (d'environ 40%) mais tout



Panneau Neucor™ © Neucor

aussi résistant - voire plus - que les panneaux MDF « traditionnels ». Ce produit bénéficie en outre de toutes les qualités requises face au feu. La société indique que l'on peut parler de « bois ondulé », par analogie au carton ondulé.

Le processus de fabrication de ces panneaux ne nécessite pas d'eau : les déchets de bois sont triés, filtrés, séchés puis les fibres obtenues sont placées dans un moule rigide, pressé et chauffé afin d'aboutir à une forme 3D. Cette forme, personnalisable, peut ensuite être habillée d'un revêtement.

Ce panneau, breveté, est entièrement constitué de déchets recyclés de bois et de résine. Cette résine entre dans la catégorie des « NAF – No-added formaldéhyde », c'est-à-dire sans ajout de formaldéhyde.

Le panneau Neucor™ peut trouver différentes applications : plan de travail, ameublement, agencement de magasins, insonorisation... Ses dimensions standard sont de 121 cm x 243 cm, mais il est possible d'en fabriquer jusqu'au format 152 cm x 243 cm.

SOURCE : NEUCOR

MOUSSE DE BOIS ET BÉTON FIBRE

Le centre allemand de recherche sur le bois Fraunhofer WKI conduit actuellement des travaux sur la conception d'un panneau sandwich. Ce panneau sera constitué d'une âme en mousse de bois revêtue d'une couche de béton, renforcé par des fibres textiles.

Ces recherches sont conduites dans l'objectif de réduire la section transversale des panneaux destinés à être positionnés en façade. En effet, ces derniers comportent habituellement plusieurs couches de matériaux afin de garantir l'efficacité énergétique du bâtiment. Les recherches veulent aussi aboutir à un panneau globalement plus respectueux de l'environnement : la mousse de bois est un matériau renouvelable qui ne contient aucun liant dérivé de ressources fossiles. Elle est fabriquée avec des sous-produits provenant de bois locaux. Le centre de recherche a cependant démontré que l'essence de bois utilisée influe sur les propriétés de résistance à la compression, ainsi que sur la conductivité thermique. Plusieurs types de mousse ont donc été mis au point et caractérisés en termes de résistance, conductivité thermique et comportement à l'humidité.

Concernant le revêtement externe, le béton renforcé de fibres textiles permet d'obtenir un matériau plus fin, plus léger. Il entraîne des économies de matériau et donc d'énergie liée au transport. De plus, ses propriétés d'isolation et de capacité de charge sont très bonnes.

Le revêtement est, lui, mis au point par « l'Institut for joining and welding techniques » de l'Université d'Aachen (Allemagne). Le centre Fraunhofer WKI réalise des tests de résistance à la traction et au cisaillement.



Panneau sandwich mousse de bois/béton fibré - © Fraunhofer WKI

Deux approches différentes d'assemblage du panneau sont ensuite évaluées. La 1ère technique consiste à produire l'âme et le revêtement séparément puis à les assembler. La 2ème méthode a pour caractéristique de couler directement le revêtement autour de l'âme. À la suite de cette étape, le panneau obtenu est évalué afin de qualifier son isolation thermique et acoustique, son comportement au feu et sa résistance à l'humidité. Les différentes applications possibles du panneau sont alors déterminées.

SOURCE : FRAUNHOFER WKI

COMPOSITES BOIS-PLASTIQUE À BASE DE CAOUTCHOUC RECYCLÉ

Les composites bois-plastique sont jusqu'à maintenant fabriqués à partir de bois (brut ou déchets) ou d'autres fibres de cellulose (pulpe, coques d'arachide, bambou, paille...) et de plastique (vierge ou déchets).

Un projet de recherche est actuellement mené pour étudier la possibilité d'y incorporer le caoutchouc de pneus usagés pour produire un nouveau type de composite bois-plastique. L'incorporation de caoutchouc apporterait des qualités inédites à ce nouveau produit : en plus de l'absorption des sons et des chocs, il s'agit surtout d'une plus grande résistance à l'usure.

Dans le cadre des recherches menées, les scientifiques vérifient également qu'il n'existe pas de risque sanitaire avec ce nouveau matériau, ainsi que son comportement au feu.

Un process de fabrication est déjà cours de finalisation : une ligne de production "classique" de composite bois-plastique va être adaptée en y rajoutant un traitement thermique, le système d'incorporation des granulés de caoutchouc ainsi qu'un malaxage.



Le composite bois-plastique © Projet RubWPC

Plusieurs applications possibles ont été identifiées pour ce nouveau matériau :

- panneaux acoustiques,
- sols antidérapants,
- surfaces pour l'absorption des chocs,
- surfaces sensorielles par les personnes aveugles...

Si les recherches aboutissent, une nouvelle voie d'élimination des pneumatiques usagés pourrait être trouvée.

SOURCE : PROJET RUBWPC

126

COMPOSITE BOIS MÉTAL

Plusieurs instituts de recherches allemands ont mis en commun leurs connaissances pour la mise au point d'un nouveau matériau. Ils soulignent ses excellentes propriétés d'isolation thermique et sonore et sa faible résistance à la flexion.

Il s'agit d'un mélange de mousse de bois, conçue uniquement à partir de bois, et d'une éponge en métal. La mousse de bois est insérée dans les cavités de l'éponge en métal conçue sous la forme d'une plaque. Les travaux en cours visent à simplifier et accélérer ce processus.

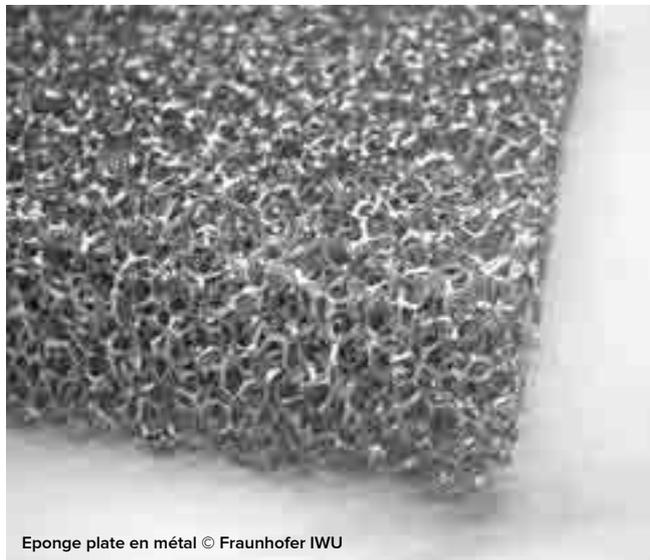
Le bois possède des propriétés adhésives naturelles permettant d'éviter l'ajout d'adhésifs chimiques. Par ailleurs, le métal conduit l'électricité, ce qui peut présenter des avantages pour certaines utilisations.

Le matériau ainsi conçu est léger et peut entrer dans la fabrication de panneau sandwich par exemple.

SOURCE : INSTITUT FRAUNHOFER



Composite bois-métal © Fraunhofer WKI



Eponge plate en métal © Fraunhofer IWU

CONSTRUCTION COMPOSITES BOIS ET BÉTON

Le projet de recherche Hybridal met au point des éléments de construction composites bois et béton grâce à la collaboration des entreprises Jousselin Préfabrication, Cruard Charpente et Bostik avec le laboratoire Matériaux Composites pour la Construction de l'Université Claude Bernard Lyon 1. Ce projet associe le bois et le béton dans un assemblage mixte à haute performance. Les partenaires ont déjà développé une solution mixte bois-béton collé pour les planchers. Ce système est préfabriqué en usine et livré prêt à poser. La technologie Hybridal exploite les capacités des deux matériaux en travaillant sur les qualités de chacun. Le squelette en bois reprend les efforts de traction tandis que le béton joue le rôle de dalle de compression. Le procédé innovant de

connexion collée assure une liaison parfaite sans glissement offrant une inertie optimale de la section bois-béton. Il assure ainsi une meilleure rigidité. Trois fois plus légère qu'un plancher béton classique, cette solution permet de réduire de 37% le nombre de porteurs verticaux et d'avoir ainsi des fondations moins importantes et donc plus économiques en béton. Les planchers mixte bois béton peuvent franchir une portée allant jusqu'à 15m. Actuellement, les partenaires continuent leur travaux recherche et développement pour proposer des solutions mixtes bois/béton pour l'ensemble de l'enveloppe et de la structure pour des bâtiments multi-étages.

SOURCE : [HTTPS://HYBRIDAL.FR](https://hybridal.fr)



© HYBRIDAL

UN BÉTON EN BOIS

Un groupe de chercheurs suisses a mis au point un béton constitué à plus de 50% de bois. Si la technologie existe déjà à des fins d'isolation notamment, il s'agit ici de pouvoir la transposer à des éléments porteurs tels que des dalles et des murs. Les scientifiques ont remplacé le gravier et le sable habituellement contenus dans le béton par de la sciure, le rendant ainsi plus respectueux de l'environnement et plus léger. En effet, ce matériau fait environ un tiers du poids d'un béton classique possédant les mêmes performances. Le béton-bois peut également être valorisé après usage en tant que source de chaleur et d'électricité.

Parmi les avantages avancés par les chercheurs, on peut citer les propriétés ignifuges et les qualités d'isolation thermique obtenues grâce au pourcentage de bois contenu. Les tests de rupture montrent, à ce jour, la possibilité de l'utiliser pour des éléments porteurs. De plus, il peut prendre la forme d'éléments préfabriqués.



Tests de rupture pratiqué sur un prototype béton-bois - © SNSF

Il reste encore de nombreux travaux et tests à mener, notamment pour identifier à quelles applications conviendrait le mieux ce béton-bois et comment le produire de la manière la plus efficace possible.

SOURCE : SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

BOIS MARBRÉ

Une équipe de chercheurs a mis au point un procédé permettant de contrôler la croissance des champignons. Cette technique permet la création de motifs dans le bois mort. Les champignons sélectionnés se développent avec un taux d'humidité assez bas. Le bois ne nécessite donc pas un processus de séchage long et onéreux avant sa transformation.

La technologie développée s'applique à différentes essences : hêtre, frêne, érable. En fonction des cultures fongiques utilisées, les motifs créés diffèrent : des lignes plus ou moins noires, plutôt géométriques ou au tracé anarchique, le bois est blanchi ou coloré...

Les scientifiques suisses ont étudié la croissance de champignons pour sélectionner ensuite les plus compatibles avec le bois. Ils soulignent que le bois garde sa stabilité et sa forme malgré le processus de décomposition par les champignons.

Ils poursuivent leurs travaux afin de pouvoir traiter d'autres essences de bois. Ils travaillent à la mise au point d'une méthode de production efficace et respectueuse de l'environnement.



Echantillons de bois marbrés - © EMPA

SOURCE : EMPA.CH

COMPOSITE BOIS-CARBONE

Des chercheurs de l'Université de l'état de Washington, en collaboration avec une équipe du Centre technologique de recyclage des composites, veulent mettre au point un matériau à base de bois thermiquement traité et de fibres de carbone recyclées. Les fibres de carbone proviennent des déchets de l'industrie aéronautique.

Ce nouveau matériau sera destiné à la construction de bâtiments. S'il permet au bois d'augmenter sa résistance à la

décomposition, aux insectes et d'être plus stable lors des variations hygrométriques, ce traitement thermique réduit légèrement sa résistance. Les chercheurs l'améliorent en ajoutant des fibres de carbone. Ces panneaux en bois lamellé croisé destinés à la construction voient ainsi leurs propriétés améliorées et leur durée de vie augmentée.

Ce nouveau matériau composite sera testé pour la construction de logements militaires, en bois lamellé croisé, dans un premier temps.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE L'ÉTAT DE WASHINGTON

POTEAUX EN BOIS ULTRA RÉSISTANTS



Poteau en bois © Pollywood

Une société chargée de l'installation et de la maintenance de l'éclairage public au Royaume-Uni a mis au point une technologie de fabrication de poteaux en bois. Cette technologie permet de réduire de 85% la quantité de matériau utilisée.

Alors que jusqu'à présent un arbre permettait de fabriquer un seul poteau, l'objectif était de pouvoir en produire 6 à 7 sans revêtement de surface toxique.

De plus, ce poteau innovant présente un meilleur rapport poids/résistance que l'acier. Les tests pratiqués montrent que les exigences normatives exigées pour les poteaux électriques sont respectées, voire dépassées.

La société souligne également d'autres avantages de cette technologie : 90.000 arbres « sauvés » par an, réduction des émissions de CO₂ engendrées par les phases de transport et création d'environ 100 emplois.

Composés de fibres de bois et de résine biosourcée, ces poteaux sont entièrement naturels et issus de ressources renouvelables. Un prototype de poteau de 1,5 m a été conçu. La société Pollywood doit maintenant développer une nouvelle machine pour concevoir des poteaux plus grands.

SOURCE : NORTHERN POWERGRID

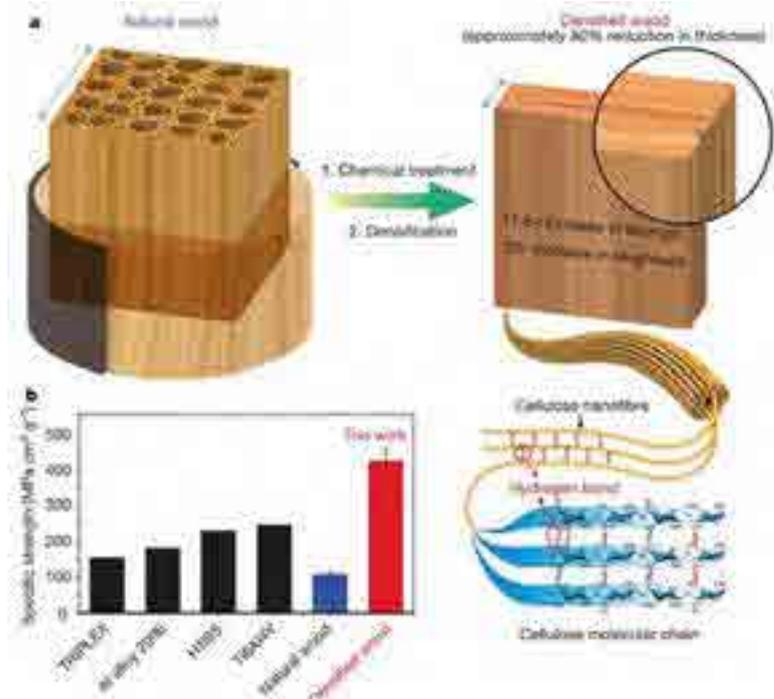
DU SUPER BOIS

Une équipe d'ingénieurs de l'université du Maryland a mis au point un procédé permettant de rendre le bois 10 fois plus solide. Plus léger, mais plus résistant, il rivalise avec des alliages de titane et peut être comparé à la fibre de carbone tout en présentant un coût moins élevé.

Le procédé peut s'appliquer à différentes essences de bois, y compris le pin ou le bois de balsa. Les ingénieurs voient là une opportunité pour les essences de bois jusqu'alors peu utilisées dans la construction ou l'ameublement. Ils souhaitent même envisager la substitution de l'acier.

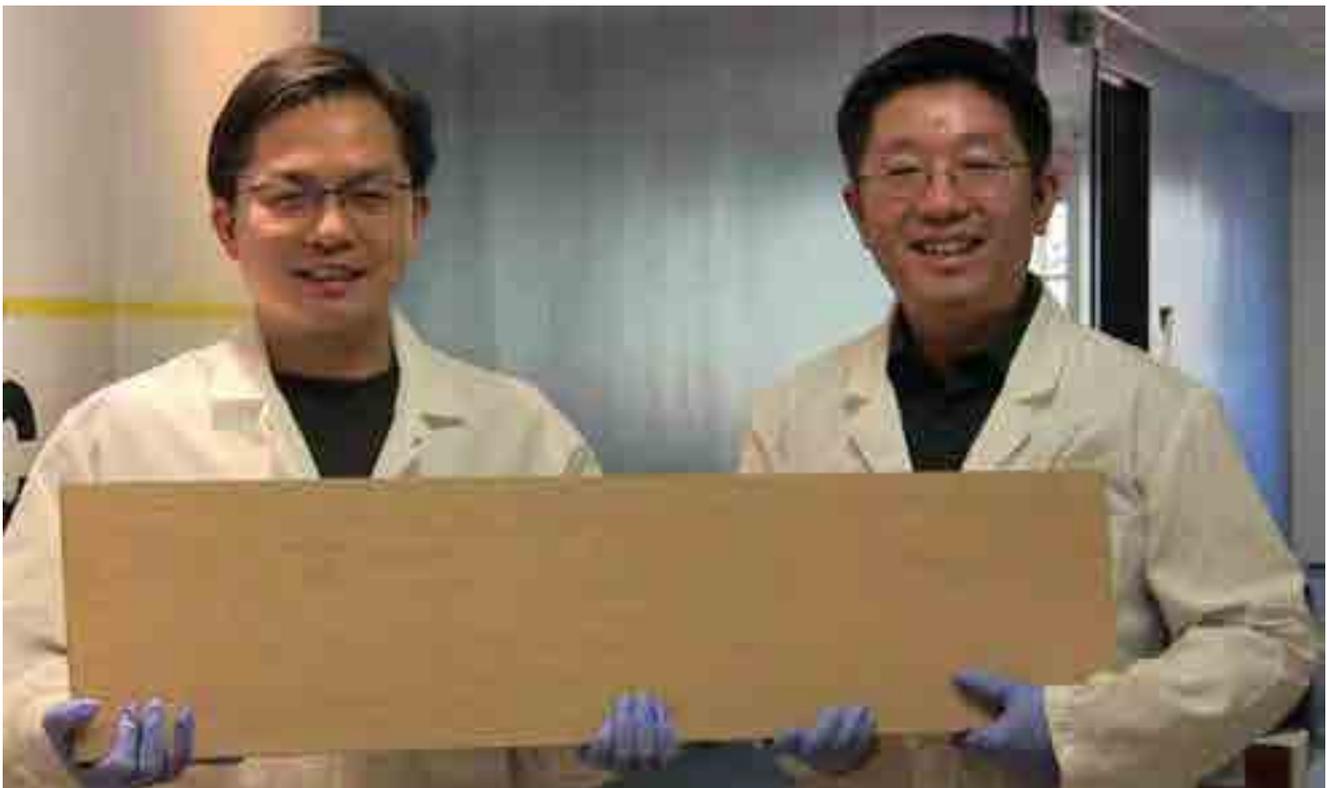
Il s'agit d'un traitement chimique spécifique suivi d'un processus de compression à chaud. Le bois est tout d'abord porté à ébullition dans un mélange composé d'hydroxyde de sodium et de sulfite de sodium. Ceci provoque la destruction d'une partie de la lignine et de l'hémicellulose. Le bois est ensuite compressé afin de rompre les parois entre les cellules. La chaleur (100°C) apportée au cours du processus de compression permet la création de nouvelles liaisons chimiques et la suppression des trous d'air. Différents tests ont été pratiqués, sur ce bois ainsi modifié, qui ont confirmé sa plus grande résistance et sa plus grande solidité. Le bois est également plus résistant à l'humidité.

Les prochaines étapes des travaux menés par les chercheurs seront, d'une part, le changement d'échelle de production de ce nouveau bois, et d'autre part l'accélération des processus de traitement.



Super bois mis au point par Liangbing Hu et Teng Li, ingénieurs à l'Université du Maryland © Université du Maryland

SOURCE : SCIENCE DAILY



BOIS MODIFIÉ

Une étude parue en 2017, réalisée par la Société italienne de sylviculture et d'écologie forestière, propose un panorama des différentes technologies de modification du bois.

Lorsqu'il est souhaitable, ou nécessaire, d'améliorer les propriétés physiques, mécaniques ou esthétiques du bois (notamment pour la fabrication de bois composite) il est possible de mettre en œuvre des technologies de modification du bois.

Aujourd'hui, cette industrie subit quelques évolutions afin de prendre en compte les enjeux environnementaux, le changement climatique et autres évolutions technologiques dans la construction bois.



Coupe transversale d'un bois de pin radiata dont les parois cellulaires contiennent du polymère de furane © SISEF

Il existe plusieurs procédés de modification du bois :

- les traitements chimiques : on peut citer les procédés d'acétylation, de furfurylation, de modification par résine thermodurcissable, par DMDHEU (Dyméthylol dihydroxy éthylène uréa) notamment ;
- les traitements thermo-hydro-mécaniques ;
- les traitements thermiques.

L'étude dresse un état des lieux de chacun de ces procédés avec ses avantages et ses inconvénients. Les améliorations du bois obtenues, pour chaque procédé, sont

également détaillées.

L'étude complète est consultable à cette adresse suivante : <http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor2380-010>.

SOURCE : SOCIÉTÉ ITALIENNE DE SYLVICULTURE ET D'ÉCOLOGIE FORESTIÈRE (SISEF)

L'HUILE DE LAVANDE POUR PROTÉGER LE BOIS CONTRE LES TERMITES

Des chercheurs de l'Université tchèque des sciences de la vie ont étudié l'efficacité biocide de l'huile de lavande dans la protection du bois d'épicéa contre les termites *Reticulitermes flavipes* et le champignon de la pourriture brune *Rhodonia placenta*. Cette recherche a montré une très grande efficacité de l'huile de lavande hautement diluée (5%) appliquée par simple technologie de trempage pour protéger le bois.

La protection complète peut être obtenue par une technologie simple. L'huile de lavande elle-même lixivie facilement le bois. Les expériences ont montré que cette huile augmentait la résistance du bois d'épicéa aux termites à un niveau quasi équivalent d'un traitement avec un biocide à base de bore trivalent et de sel d'ammonium quaternaire. L'application supplémentaire du traitement hydrophobe par un mélange de

cires, de silanes-siloxanes et de microparticules de verre en solution aqueuse augmente considérablement la résistance du bois traité aux termites, étonnamment à un degré très proche des traitements par des produits toxiques commerciaux. Malheureusement, la dilution économique de l'huile de lavande n'a pas été suffisante pour protéger le bois contre le champignon de la pourriture brune *R. placenta*, indépendamment de l'hydrophobisation de la surface. Le changement de couleur du bois traité est négligeable et la rugosité du bois augmente légèrement. Le mouillage avec de l'eau et l'énergie libre de surface se sont améliorés après le traitement à l'huile de lavande, ce qui améliore l'adhérence des revêtements ou des colles éventuellement appliqués.

SOURCE : [HTTPS://WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PMC/ARTICLES/PMC8813917](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8813917)

COUTEAU EN BOIS

Une équipe de l'Université du Maryland dirigée par Teng Li a élaboré un matériau aux propriétés similaires à celles de l'acier et du fer, mais recyclable, léger, durable, respectueux de l'environnement et à base de bois de tilleul. Le bois de tilleul a un grain droit et fin, ce qui le rend parfait pour la sculpture et le tournage. Il est composé de lignine, d'hémicellulose et jusqu'à 50% de cellulose. L'équipe a retiré la lignine et l'hémicellulose, qui réduisent la robustesse, en trempant le bois dans une solution contenant de l'hydroxyde de sodium et du sulfite de sodium avant de le faire bouillir à 100°C pendant quelques heures. Elle a ensuite écrasé les fibres de cellulose avec une pression de 20 mégapascals pendant 6 heures puis les a séchées à 100°C pour produire du bois durci. Le matériau résultant a été pressé pour extraire l'humidité puis immergé

dans un mélange d'huiles minérales, dont l'objectif est d'assurer la durabilité, permettre l'affûtage des pièces et empêcher l'eau de l'endommager. La matière obtenue est 23 fois plus dure que le bois brut. Ce matériau à base de cellulose a un rapport résistance/densité plus élevé que la céramique, les métaux et les polymères. L'équipe l'a utilisé pour réaliser des couteaux. Ces couteaux sont plus résistants et trois fois plus tranchants que les couteaux en acier. En plus, le processus de production est moins énergivore car il nécessite des températures et des pressions au moins 10 fois moins élevées que pour la fabrication de couteaux en acier et en céramique. Les chercheurs ont aussi testé des clous qui présentent une puissance, une endurance et une fermeté pratiquement égales à l'acier.

SOURCE : [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.MATT.2021.09.020](https://doi.org/10.1016/j.matt.2021.09.020)

NOUVEAU TRAITEMENT BIOSOURCÉ POUR LE BOIS

Le projet en cours vise à développer un nouveau traitement biosourcé pour le bois en combinant plusieurs technologies innovantes.

Plusieurs objectifs sont assignés à ces recherches :

- mettre au point le procédé de copolymérisation des différents homopolymères : il s'agit d'oligomères d'acide lactique, de tanins, de glycérol et de polyacides sélectionnés pour leurs propriétés complémentaires ;



- mettre au point la formulation du traitement ;
- mettre au point le processus de traitement du bois ;
- adapter ce processus aux applications envisagées.

Les applications ciblées sont les traverses de chemins de fer, les façades en bois, l'ameublement extérieur en bois ainsi que les éléments bois en intérieur. De plus, les essences de bois européennes sous-valorisées à cause de leur durabilité limitée en extérieur seront privilégiées, parmi lesquelles le pin et le hêtre.

Le processus, à l'échelle industrielle, devra être validé et les coûts du traitement devront être compétitifs. Ce traitement devra montrer des performances égales à celles des traitements disponibles sur le marché, en apportant l'avantage d'être biosourcé et d'être plus simple de mise en œuvre. Il sera également nécessaire d'étudier la recyclabilité des éléments ainsi traités.

SOURCE : WOODWISDOM-NET

Exemple de bois non traité et traité contre les attaques fongiques © BioCoPol.

TRAITEMENT PAR RADIOFRÉQUENCE

Une technologie par radiofréquence permet de détruire les nuisibles du bois. Des ondes électromagnétiques pénètrent le bois et le chauffent de l'intérieur vers l'extérieur. L'élévation rapide de la température au cœur permet de détruire les nuisibles qui ont creusé dans la pièce de bois. Les chercheurs indiquent que ce procédé est moins coûteux que les procédés habituellement utilisés, plus rapide et moins consommateur

d'énergie. Cette technologie peut également permettre d'éviter les traitements chimiques du bois. Plusieurs tests ont prouvé l'efficacité de la technologie. Un brevet est en cours de dépôt. Les scientifiques de l'Université d'État de Pennsylvanie ont maintenant besoin d'une validation par une tierce partie puis d'une assistance pour industrialiser cette technologie.

SOURCE : WOODWORKING NETWORK



© Université d'État de Pennsylvanie

BIOMATÉRIAU ABSORBANT À BASE D'ÉCORCE DE PIN

La grande quantité d'ions de cuivre libérés dans l'environnement affecte les ressources en eau et est nuisible pour l'environnement et la santé humaine. C'est dans ce contexte, que Francisca L. Aranda chercheuse à la Faculté des sciences chimiques de l'Université de Conception au Chili a étudié la capacité de l'écorce de pin (*Pinus radiata*) à absorber les métaux en milieu aqueux. Dans un premier temps, elle a extrait de l'écorce, les résines de polyphénols (tanins condensés) dont elle a étudié le comportement absorbant ainsi que celui des résines dérivées (tanins modifiés) obtenues via des modifications chimiques. Ces résines peuvent absorber une humidité jusqu'à 7.000% de sa taille originale.

La chercheuse s'est rendu compte que l'adsorption est plus élevée dans un milieu acide (pH 3). Les tanins condensés ont des valeurs d'absorption maximales plus élevées que les tanins modifiés. Cependant, ceux modifiés avec des anhydrides maléiques et citraconiques présentent des valeurs plus grandes sous des concentrations élevées d'ions. Ces résines ont montré une capacité d'absorption de Cu d'environ 55 mmol g⁻¹ et une capacité de désorption supérieure à 55%. Leur utilisation est donc considérée comme viable pour la récupération des ions bivalents tels que le cuivre. Cette technique est plus durable que celles utilisées actuellement



©Francisca L. Aranda

car les résines sont biosourcées et biodégradables. Des recherches complémentaires sont nécessaires afin d'augmenter le taux de récupération des ions métalliques. L'utilisation de ces tanins est aussi envisagée pour éliminer les hydrocarbures dans les systèmes aqueux.

SOURCE : WWW.SCIOLO.CL/SCIOLO.PHP?SCRIPT=SCL_ARTTEXT&PID=S0717-97072022000105403&LNG=EN&NRM=ISO&TLNG=EN

THE BARK PROJECT

La chercheuse Charlett Wenig de l'Institut Max Planck des colloïdes et des interfaces a étudié le potentiel de écorce d'arbre. L'écorce des arbres est un déchet de l'industrie traditionnelle du bois. Généralement, il est soit recyclé en briquettes, soit brûlé comme déchet. Avec sa thèse de doctorat, The Bark Project, la chercheuse a étudié le potentiel de cette matière première en analysant à la fois la composition chimique et la composition structurelle de l'écorce. La teneur en résine et en tanins dans l'écorce varie d'un arbre à l'autre. Elle peut représenter jusqu'à 1/3 de la matière totale de l'écorce. La chercheuse a découvert que ces éléments pouvaient être utilisés comme pigment écologique. Ce pigment peut être appliqué sur des émaux et des fibres textiles. Elle a aussi trouvé que l'écorce de pin peut être flexibilisée en une seule étape grâce à une méthode traditionnelle et respectueuse de l'environnement de conservation des feuilles. L'écorce flexibilisée peut être utilisée comme type de textile. Les possibilités d'utilisation ultérieure de l'écorce d'arbre pour économiser les ressources sont vastes et vont de la transformation aux émaux en passant par les fibres textiles. Actuellement, environ 60 millions de tonnes d'écorces restent inutilisées chaque année.

SOURCES : [HTTPS://WWW.CHARLETT-WENIG.DE/THE-BARK-PROJECT](https://www.charlett-wenig.de/the-bark-project)
[HTTPS://WWW.MPIKG.MPG.DE/PLANT-MATERIAL-ADAPTATION](https://www.mpikg.mpg.de/plant-material-adaptation)



© Patrick Walter, MPIKG

RÉSISTANCE À LA COMBUSTION DU BOIS TRAITÉ

En matière de protection du bois, les formulations à base de tanin et d'acide borique en petites quantités semblent être les plus efficaces et les plus respectueuses de l'environnement. Ces formulations adaptées au milieu extérieur ou intérieur, permettent l'accroissement de la résistance du bois aux attaques biologiques de types champignons, insectes... et rendent le bois plus résistant à la combustion.

Ces dernières années, des recherches ont été menées sur la montmorillonite (argile composée de silicate d'aluminium et de magnésium hydraté). Ainsi, du bois massif en a été imprégné avec une résine soluble dans l'eau. Les chercheurs ont constaté une amélioration des propriétés du bois ainsi traité : résistance à la traction, déformation à la chaleur, résistance au feu...



Échantillons de pin sylvestre et de hêtre © BioWooEB

Sur la base de ces résultats probants, des études plus poussées ont été conduites sur des échantillons de bois (pin sylvestre et hêtre) avec des formulations associant 10% de tanin, 0,5 % d'acide borique et 3 % de montmorillonite.

L'imprégnation s'est déroulée sous vide (8 Mbar durant 30 minutes) à température ambiante, en immersion dans cette

solution durant 24 heures puis 12 heures en four à 103 °C afin que les résines de tanin se polymérisent.

Des essais au feu ont ensuite été réalisés. Les scientifiques ont relevé que la formulation tanin, acide borique et montmorillonite avait un effet retardateur sur l'inflammation du hêtre. La résistance à la propagation du feu n'a pas augmenté de manière significative pour aucune des deux essences testées.

Si le temps de combustion n'a pas été amélioré, il en est autrement pour la perte de masse qui se révèle moins rapide avec ce traitement, mais là encore uniquement pour le hêtre. Il était néanmoins espéré de meilleurs résultats sur ce point.

Les chercheurs concluent que la présence de nano-argile peut affecter la dégradation au feu de certaines essences de bois, mais uniquement au travers d'une augmentation du délai d'inflammation.

SOURCE : UNIVERSITÉ TECHNIQUE DE MUNICH

UTILISATION DU BOIS EN CASCADE

Dans le même esprit que le projet CaReWood, une équipe composée de chercheurs de l'Université technique de Munich propose une analyse détaillée de l'efficacité du processus de réutilisation du bois.

Afin de conduire cette étude, les chercheurs se sont basés sur l'analyse du cycle de vie, l'analyse de l'exergie (qualité de l'énergie) des matériaux utilisés, l'étude des processus internes de recyclage ainsi que la consommation des ressources primaires. Deux scénarii ont été réalisés pour la production d'un aggloméré : à partir de bois de récupération et en parallèle, à partir d'un bois vierge. D'après les différentes analyses précitées, les chercheurs concluent que le bois de récupération est utilisé plus efficacement (à un taux de 40%) que lors d'une utilisation unique (à un taux de 21%). Les étapes de fabrication suivantes montrent également plus d'efficacité lors de l'utilisation d'un bois recyclé, dans une

moindre mesure néanmoins. L'étape la plus consommatrice de ressources reste, dans les 2 cas, la production de l'aggloméré (séchage, collage).

C'est pourquoi les chercheurs recommandent de changer la manière d'utiliser le bois et de privilégier sa réutilisation afin de préserver les ressources naturelles. Les propriétés du bois ne sont pas un obstacle à son utilisation multiple. Le bois brut peut tout d'abord être utilisé en matériau de construction, puis recyclé en lamelles dans la fabrication d'une table par exemple, transformé ensuite en aggloméré avant d'être enfin brûlé pour produire de l'énergie.

Il reste néanmoins encore quelques étapes à franchir aux chercheurs et notamment concernant l'outil et les processus industriels qui ne sont pas aujourd'hui adaptés à cet usage.

SOURCE : UNIVERSITÉ TECHNIQUE DE MUNICH

NANOBOIS

Un isolant respectueux de l'environnement, économique et biodégradable a été mis au point par des scientifiques. Il s'agit d'un matériau issu du bois dont la structure a été modifiée.

Les scientifiques de l'Université du Maryland ont retiré toute la lignine ainsi qu'une partie de l'hémicellulose du bois. Seuls les composants de cellulose demeurent intacts. Le processus chimique de retrait de la lignine et de l'hémicellulose est compatible avec les procédés utilisés dans l'industrie de la fabrication du papier. Sont notamment utilisés l'hydroxyde de sodium et le peroxyde d'hydrogène.



Nanowood © Université du Maryland

Le matériau ainsi obtenu devient complètement blanc, ce qui lui permet de refléter la lumière - et donc la chaleur - au lieu de l'absorber. D'après les chercheurs, les ondes du spectre solaire sont rejetées à 95%. Il est proposé à des fins d'isolant thermique des bâtiments résidentiels et commerciaux.

Durant le processus, les fibres du bois sont regroupées de façon parallèle. Ainsi, si la chaleur peut circuler dans le sens des fibres, elle peut difficilement passer à travers elles. Ceci

est notamment dû aux lames d'air créées par le retrait de la lignine et de l'hémicellulose, ainsi qu'à l'alignement des fibres. Intitulé Nanowood, ce matériau est à la fois solide et léger. Il présente des propriétés d'isolation thermique plus efficaces que les matériaux conventionnels (polystyrène ou mousse et laine de cellulose) car il possède une faible conductivité thermique.

SOURCE : SCIENCE ADVANCES



UN ISOLANT À BASE DE FIBRES DE CELLULOSE

Le projet de recherche WoTIM s'est achevé fin 2016. Les 3 années de travaux ont été mises à profit pour développer un matériau d'isolation à base de cellulose. Ce qui constitue une alternative aux matériaux d'isolation actuels issus de ressources minérales dérivées du pétrole.

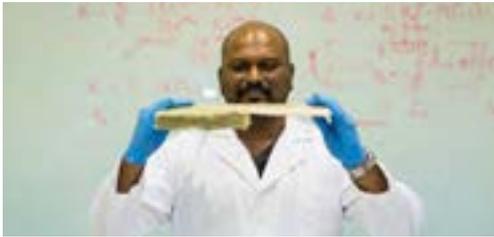
La cellulose utilisée provient des fibres de l'industrie de la pâte à papier. Ce matériau possède des propriétés et une performance au moins équivalentes à celles des mousses polyuréthane. Ainsi, sur base du panneau de mousse obtenu, différents tests ont démontré que les performances acoustiques sont aussi bonnes, mais à un poids inférieur.

Cependant, ce matériau à base de fibres de bois n'est pas encore totalement finalisé, notamment en ce qui concerne sa déclinaison pour être insufflé. Une levée de fonds est programmée pour passer à une phase de production pilote et achever les dernières recherches nécessaires.

Ce type de produit pourrait ouvrir de nouvelles perspectives à toute l'industrie de la pâte à papier.

SOURCE : WOTIM

UN NOUVEL AÉROGEL COMPOSITE ISOLANT



L'équipe de chercheurs de l'Université Technologique de Singapour affirme que cet aérogel isole de la chaleur 2,6 fois mieux que les mousses isolantes traditionnelles. Il peut également atténuer de 80% les bruits extérieurs, soit 30% de plus que les isolants traditionnels, bien qu'il soit plus fin. Ce composite aérogel est également ininflammable.



Cet aérogel peut se présenter sous la forme de panneaux ou de feuilles faciles à installer et à utiliser, toujours selon les chercheurs. Il est composé à partir d'aérogel de silice auquel sont ajoutés des additifs non toxiques. Sa production ne nécessite pas de traitement à haute température, il est ainsi plus respectueux de l'environnement.

Enfin, les chercheurs indiquent que cet isolant peut supporter des températures avoisinant les 1.000 degrés Celsius jusqu'à 8 ans, au lieu de 2 ans pour les isolants conventionnels.

SOURCE : UNIVERSITÉ TECHNOLOGIQUE DE NANYANG SINGAPOUR

AÉROGEL À BASE DE DÉCHETS DE PAPIER

Un aérogel pour l'isolation thermique, entre autres, à base de 75 à 85% de déchets de papier vient d'être créé.

Le processus de fabrication requiert environ 70 % d'énergie de moins que les aérogels isolants traditionnels à base de silice, d'oxyde de métal et de polymères. Les rejets dans l'eau et dans l'air sont également diminués, la consommation de dioxine lors du processus de blanchiment au chlore est elle aussi diminuée. Le procédé d'élaboration, présenté comme respectueux de l'environnement par les chercheurs, demande 3 jours.

Les déchets de papier sont déchiquetés afin d'extraire les fibres de cellulose qui sont alors mixées à l'eau. Une résine

polymère est ensuite ajoutée et le tout est agité par ultrason. Viennent ensuite les phases de moulage, congélation, lyophilisation à froid durant 2 jours, puis séchage au four à 120 °C. En fin de vie, cet aérogel peut être broyé et dispersé au sol.

Ce nouveau produit, présenté comme léger et fin, permet donc de réaliser des murs moins épais. Biodégradable et non toxique, il possède également des propriétés hydrofuges.

Une commercialisation de ce nouveau matériau est prévue en 2016, après 6 années de recherches.

CONTACT : KAREN LOH - NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE - KARENLOH@NUS.EDU.SG



De déchets de papier à un aérogel
© National University of Singapore

REVÊTEMENT ULTRA BLANC À BASE DE CELLULOSE

Une équipe composée de chercheurs de l'université de Cambridge au Royaume-Uni et de l'université d'Aalto en Finlande s'est inspirée des écailles de scarabée pour mettre au point ce revêtement.

Ces dernières servent à refléter toutes les ondes de lumière de la même manière pour donner l'apparence de la couleur blanche. Le revêtement a pour objectif de donner de la brillance aux peintures sans utiliser de pigment. Le scarabée pris pour modèle exploite la géométrie d'un réseau dense de chitine (molécule polymère de la famille des glucides que l'on retrouve notamment dans la carapace des scarabées). Ce réseau de chitine possède la capacité de disperser très efficacement la lumière.

L'équipe de scientifiques a donc utilisé des nanofibrilles de cellulose de divers diamètres pour imiter la structure de la chitine afin de mettre au point une membrane flexible permettant de reproduire l'effet ultra blanc. A base de cellulose, ce revêtement est non toxique, 100% respectueux de l'environnement et de la santé humaine.



Scarabée et revêtement à base de cellulose
© Université de Cambridge

Les chercheurs poursuivent leurs travaux afin de mettre au point ce matériau sous forme de poudre pour remplacer les pigments classiques à ajouter à un solvant organique.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE CAMBRIDGE

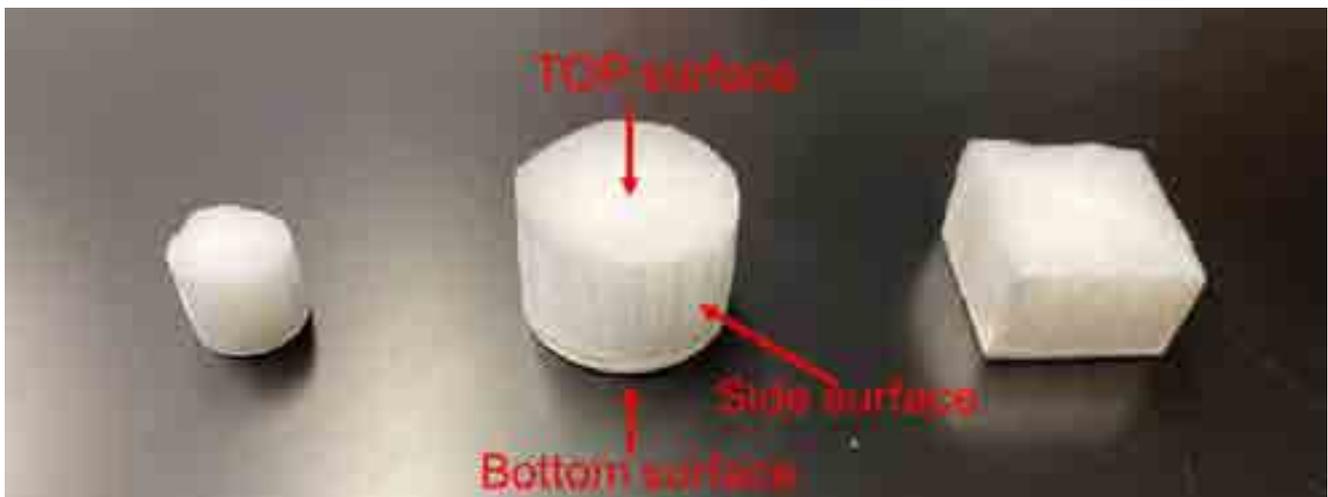
MOUSSE ISOLANTE À BASE DE NANOCCELLULOSE

Des chercheurs des universités de Nankin et de Göttingen ont collaboré pour la mise au point de l'aérogel de cellulose. La cellulose est l'une des molécules organiques les plus présentes sur terre. On estime que chaque année, les végétaux synthétisent l'équivalent de 50 à 100 milliards de tonnes de cellulose. Les chercheurs ont utilisé la cellulose sous la forme de nanocristaux de cellulose préparés via un processus de réticulation chimique pour former un réseau tridimensionnel très léger. Puis, les suspensions obtenues sont versées dans les moules et congelées dans de l'azote liquide, avant d'être lyophilisées pour obtenir un aérogel de nanocristaux de cellulose (CNC). Enfin, l'aérogel CNC obtenu est séché dans un four à 80°C. Le produit final est une mousse blanche et légère qui réfléchit 96% de la lumière visible et rejette 92% de la chaleur.

Les propriétés de ce matériau peuvent être réglées en contrôlant le taux de compression de l'aérogel. Les performances isolantes de l'aérogel sont 3 fois plus grandes que celles d'un isolant traditionnel. Grâce à ses excellentes propriétés, l'aérogel CNC maintient ses performances isolantes même sous une humidité élevée. Ce nouvel aérogel de cellulose nécessite encore un peu de mise au point, mais il permettra sans aucun doute de concevoir des matériaux de régulation thermique à haute performance afin de réduire au maximum la consommation énergétique.

SOURCE : COPYRIGHT 2022 AMERICAN CHEMICAL SOCIETY : REPRINTED (ADAPTED) WITH PERMISSION FROM

[HTTPS://PUBS.ACS.ORG/DOI/10.1021/ACS.NANOLETT.2C00844](https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.nanolett.2c00844)



BOIS TEINTÉ

C'est en exposant du bois non traité à la lumière naturelle sur lequel des minéraux sont déposés, que des motifs et des teintes bleues sont apparus. En effet, les minéraux sous forme liquide ou en cristaux réagissent aux ultraviolets. Les résultats esthétiques varient en fonction des essences de bois utilisées et des conditions dans lesquelles le bois est exposé. Quant aux motifs, ils dépendent également des traces déjà existantes sur le bois, par exemple, des marques d'insectes.

Ce projet de recherche mené par l'architecte d'intérieur hollandaise, Egle Tuleikyte, a pour objectif d'adapter au bois un procédé photographique ancien : le cyanotype.

Ce type de bois est destiné à être utilisé pour des éléments de décoration et d'architecture d'intérieur.

SOURCE : ATMOSPHERIC WOOD



© Atmospheric Wood

LA LIGNINE RÉACTIVE EN SUBSTITUTION AU PHÉNOL

Sur base des sous-produits issus de l'industrie papetière, le Centre de Recherche Technique de Finlande (VTT) a développé une technologie pour produire une lignine présentant une structure chimique plus réactive. L'objectif est de pouvoir remplacer totalement le phénol contenu dans les colles utilisées dans les produits en bois, sachant que jusqu'à maintenant la lignine disponible ne pouvait se substituer au phénol qu'en petite quantité afin de ne pas altérer les propriétés adhésives de la colle.

Grâce à cette technologie, appelée « Cat-Lignin », une nouvelle voie de substitution au phénol dans les résines est ouverte. L'empreinte carbone de la résine et du produit



Exemples de produits réalisés avec la technologie CatLignin - © VTT Research

fini en est ainsi réduite. VTT souligne en effet que l'empreinte carbone de cette lignine atteint seulement 20 % de celle du phénol.

Le processus d'élaboration de cette lignine peut être intégré au sein des usines à papier. L'avantage de ce processus étant de permettre la modification de la structure de la lignine au sein même de l'usine.

Le Centre de Recherche Technique de Finlande est à la recherche de partenaires afin de pouvoir changer d'échelle de production, puis de commercialiser sa technologie.

SOURCE : VTT RESEARCH

AÉROGEL À BASE DE LIGNINE

Il était impossible, jusqu'à aujourd'hui, de mettre au point un aérogel uniquement à base de lignine.

Une équipe de chercheurs conduite par l'Université technique de Hamburg-Harburg a mené plusieurs recherches et réalisé une série de tests. Ils ont utilisé des déchets de bois de hêtre et de la paille de blé. Deux procédés chimiques ont été mis en œuvre afin d'extraire la lignine de ces matériaux : processus de digestion Organosolv et Aquasolv. Après plusieurs processus de gélification, la lignine a été transformée en aérogel. Ce matériau contient un taux de lignine de 78%.



Panneau à base de lignine aérogel © Joana Gil, TUHH

L'équipe a ensuite pu concevoir un panneau isolant à base de cet aérogel. Ce panneau présente des propriétés isolantes améliorées en comparaison avec les panneaux à base de polystyrène ou de laine de roche.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE HAMBURG-HARBURG

BOIS RAFRAÎCHISSANT

Une équipe de chercheurs des universités du Colorado (Boulder), du Maryland et de Californie (Merced) ont conçu un matériau "réfrigérant" à base de bois. Aucun apport d'eau ou d'électricité n'est nécessaire à son fonctionnement. Les chercheurs ont retiré la lignine en plongeant le bois dans une solution de peroxyde d'hydrogène, le rendant ainsi incolore et exclusivement composé de nanofibres de cellulose. Ce bois a ensuite été compressé pour lui rendre sa solidité. Un agent hydrophobe a été ajouté afin de le rendre imperméable et de le protéger. Ainsi traité, le bois est plus résistant que l'acier et peut donc être proposé en matériau de construction. Ce matériau devenu blanc brillant est destiné à être utilisé en toiture et façade afin de repousser la chaleur à l'extérieur du bâtiment. En effet, ce bois blanc réfléchit en partie le rayonnement infrarouge du soleil. Une expérimentation a eu lieu en Arizona : la surface du matériau était 3 à 4 degrés inférieure à l'air extérieur. Il est encore à l'état de prototype.

SOURCE : UNIVERSITÉ DU COLORADO



BOIS COLORÉ EN PROFONDEUR

138

Une nouvelle technologie permet de faire pénétrer la couleur dans toutes les fibres du bois et non pas uniquement en surface. Ainsi, la teinte ne disparaît plus lors d'une éraflure par exemple. Le bois peut donc être teint avant d'être travaillé.

La couleur est uniforme, brillante et ne se délave pas. Cette technologie a été mise au point après 6 années de recherches et de tests. La peinture est développée par la société Scion. Cette dernière indique que les tests pratiqués avec des colorants naturels et des colorants alimentaires n'ont pas été concluants.

A ce jour, Scion travaille à rendre cette technologie pleinement compatible avec les technologies de séchage et de durcissement du bois. Les essences de pin sont particulièrement ciblées.

Le bois ainsi coloré est destiné à toutes les utilisations : ameublement, plinthes, sols...

SOURCE : SCIONRESEARCH



Echantillons de bois colorés © Scion

BOIS COMPOSITE TRANSPARENT



Une équipe de chercheurs du Royal Institute of Technology de Stockholm (Suède) a mis au point un nouveau matériau transparent à base de bois. Il s'agit d'un petit échantillon d'un bois de placage dont la lignine est retirée chimiquement, avant que le bois ne soit refaçoné. Lorsque la lignine est retirée, le bois devient blanc; il faut alors l'imprégner d'un polymère transparent. La technique s'apparente à celle du fraisage chimique.

L'objectif est de pouvoir proposer des matériaux bois-composite pour en faire des panneaux solaires ou des surfaces vitrées permettant de laisser entrer la lumière mais de proté-

ger des regards. L'intérêt est de proposer ici un matériau bois qui garde sa solidité et ses propriétés d'origine, plus respectueux de l'environnement que le plastique et le verre.

Les travaux en cours visent maintenant à renforcer la transparence du bois (il l'est aujourd'hui à 85 %), puis à configurer et mettre en œuvre le processus de production de plus grandes pièces de bois-composite transparent, ceci à grande échelle. D'autres essences de bois seront également testées. De nouvelles perspectives d'utilisation du bois sont ouvertes...

SOURCE : KTH ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SOLVANTS EUTECTIQUES POUR EXTRAIRE DE LA LIGNINE PURE

Le Centre Technique de Recherche de Finlande (VTT) propose une nouvelle méthode d'extraction de la lignine sous une forme pure en permettant de conserver sa structure chimique naturelle durant tout le processus.

Il s'agit ici d'utiliser un solvant eutectique afin de séparer la lignine de la sciure de bois. Un mélange eutectique est le mélange, dans certaines proportions, de deux corps purs dont le point de fusion est plus bas que celui de chacun des corps purs. Comparé à un solvant ionique, il est moins coûteux.

Extraire de la lignine pure (conservant sa structure organique naturelle) permettra d'envisager l'usage de cette dernière dans de multiples applications industrielles. Les processus conventionnels d'extraction ne permettent pas d'obtenir cette qualité de lignine.

Les recherches effectuées par le VTT semblent confirmer que ces solvants eutectiques peuvent être utilisés pour diverses



opérations telles que le fractionnement de la biomasse, la stabilisation de certains enzymes et potentiellement pour des agents tensio-actifs. D'autres recherches sont encore à mener dans le domaine des solvants eutectiques car ce sont des produits encore très récents.

L'objectif des recherches du VTT est de trouver un substitut respectueux de l'environnement et rentable par rapport aux solutions issues du pétrole.

SOURCE : VTT RESEARCH

UTILISATION DES SOUS-PRODUITS LIQUIDES DU BOIS

Lors de la conception d'un composite bois-plastique, il est nécessaire d'ajouter des additifs afin de rendre possible et optimale leur adhésion. En effet, les deux matériaux possèdent des propriétés chimiques bien distinctes. Ces additifs viennent également renforcer les propriétés du composite, s'agissant notamment de sa résistance aux conditions climatiques.

Dans l'objectif de développer des additifs biosourcés, une étude a été conduite par une Université de Finlande sur les sous-produits liquides issus de la production de charbon de bois et du traitement thermique du bois. Ces sous-produits liquides ne sont généralement pas utilisés et pourraient trouver ici de nouveaux débouchés.

Ces liquides ont été mélangés aux granulats de composite bois-plastique, en amont du processus de fabrication. Les propriétés de ce composite ont ensuite été étudiées : les composites additionnés de ces sous-produits liquides se comportent mieux lors d'un moulage par injection. Par ailleurs, la capacité d'absorption d'eau est considérablement réduite et les propriétés du composite bois-plastique améliorées dans certains cas.

De plus, une analyse d'émission des composés organiques volatils a été conduite via une spectrométrie de masse par réaction de transfert de protons (PTR-MS). Il en ressort que l'émission augmente après introduction des sous-produits liquides sans toutefois que les composés nocifs n'atteignent



un niveau dangereux, ce qui était attendu par les chercheurs. L'objectif de cette analyse était aussi de démontrer que cette méthode de mesure convenait pour les composites bois-plastique.

L'Université souhaite que cette étude puisse servir de base à de futures recherches en vue de remplacer des additifs synthétiques par des composés biosourcés.

SOURCE : UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND - TALEI VAISANEN

LIGNINE POUR IMPRESSION 3D



Une équipe de chercheurs américains a mis au point un matériau à base de lignine pour l'impression 3D.

L'objectif est d'utiliser la lignine, un sous-produit de bioraffinage très peu valorisé en la mélangeant avec du nylon et des fibres de carbone (4 à 16%). Ce composite présente d'excellentes propriétés mécaniques. Le nylon permet d'améliorer le comportement de la lignine lors du processus de chauffe.

En effet, si la lignine est exposée trop longtemps à la chaleur, sa viscosité augmente. Elle devient alors trop épaisse pour être extrudée facilement. Ce matériau composite se réchauffe facilement et s'écoule rapidement : l'impression est plus rapide.

Les travaux conduits par le Laboratoire National d'Oak Ridge aux États-Unis se poursuivent afin d'optimiser le matériau.

De plus, un brevet est en cours de dépôt.

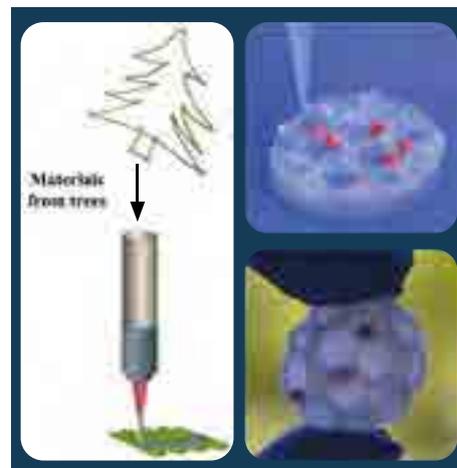
SOURCE : OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY

IMPRESSION 3D EN BOIS

Des scientifiques de l'Université de Technologie de Chalmers en Suède ont réussi à imprimer du bois en 3D avec une encre à base de cellulose, l'objectif étant d'imiter l'architecture cellulaire du bois. Pour ce faire, ils ont mis au point un gel à base de nanocellulose, spécialement adapté à l'impression 3D et pour le renforcer, ils y ont ajouté de l'hémicellulose de bois qui agit comme une colle naturelle. Ensuite, ils ont décrypté l'ADN du bois ainsi que la position, l'orientation et la forme de ses nanofibres.

Cette technique confère au bois des caractéristiques de porosité, solidité et résistance. Ce décryptage permet de contrôler précisément la phase d'impression 3D du bois ce qui est indispensable si on veut obtenir une la structure déterminée et les propriétés correspondantes. Ils ont pu ainsi imiter parfaitement l'ultrastructure du bois. Ces scientifiques soulignent que cette technologie peut convenir à des applications variées : ameublement, emballage, santé, vêtements...

SOURCE : UNIVERSITÉ TECHNOLOGIQUE DE CHALMERS



Bois 3D © Université technologique de Chalmers

BOIS IMPRIMÉ

Une équipe de chercheurs de l'Université de Columbia a imprimé du « bois » en 3D, grâce à la technologie du voxel « volumetric pixel » ou pixel en 3D.

Le voxel permet de stocker une information colorimétrique avec ses coordonnées spatiales.

Un bloc de bois d'olivier a été découpé en lamelles d'une épaisseur de 0,27 mm chacune. Des photographies (avec une résolution de 600 x 300 dpi) de ces lamelles ont été réalisées par imagerie tomographique.

Ces 230 images empilées ont été envoyées à une imprimante spécifique, capable d'utiliser la technologie du voxel et d'imprimer plusieurs couleurs. L'imprimante utilisée dans ce cas propose une définition jusqu'à

760 billions de voxel. La couleur de chaque point est précisément définie et contrôlée. Ainsi l'apparence, la texture et le grain du bois d'olivier sont parfaitement imités.

SOURCE : ARCHDAILY



« Bois » imprimé en 3D © Université de Columbia

IMPRESSION 3D EN CELLULOSE



Pale de turbine © Université de Singapour

Une équipe de chercheurs de l'Université de technologie et de design de Singapour a élaboré une technique permettant d'imprimer en 3D avec de la cellulose. Les chercheurs soulignent qu'il s'agit d'une nouvelle technologie peu coûteuse, peu polluante et sans aucun plastique, ni solvant organique.

Pour ce faire, les chercheurs ont introduit de petites quantités de chitine entre les fibres de cellulose, sous-produits des industries que les chercheurs ont entièrement recyclés.

Le matériau obtenu peut ensuite être travaillé par les techniques classiques de travail du bois et même moulé. Les chercheurs ont pu imprimer des sphères ainsi qu'une pale de turbine de 1,2 m de long, qui pèse 5,2 kg, ou encore l'ossature d'une chaise.

SOURCE : NATURE

DES POSSIBILITÉS D'IMPRESSION 3D



Nanofibrilles de cellulose - © VTT Research

Les nanofibrilles de cellulose sont les plus petites fibres issues de la décomposition de la cellulose. Elles peuvent être issues du bois, des résidus agricoles ou bien encore du processus de production alimentaire.

L'impact environnemental de ce matériau est faible. Un mélange approprié de nanofibrilles de cellulose et d'eau permet son utilisation pour l'impression 3D. En effet, ce mélange - hydrogel - peut contenir plus de 50% d'eau.

En séchant, la structure imprimée en 3D affiche des propriétés mécaniques solides tout en étant biodégradable. Toutefois, la difficulté soulignée par l'Université de Chalmers à Gothenburg, en Suède, réside dans le processus de séchage. En effet, il a été nécessaire de développer un processus particulier au cours duquel l'objet est gelé puis l'eau est extraite

par différents procédés afin de contrôler la forme de l'objet. Ceci autorise l'impression 3D d'objets flexibles. Par ailleurs, certaines propriétés de la structure imprimée – résistance à l'humidité, rigidité et flexibilité – peuvent être modifiées en changeant la réticulation entre les fibrilles.

Le Centre technique de recherches de Finlande (VTT) explore les applications possibles en impression 3D. Il a développé des technologies pour l'impression de maquettes et autres éléments de décoration intérieure. Ces derniers nécessitent encore divers essais, notamment concernant leurs comportements à la lumière et à l'humidité. De plus, l'impression à base de nanofibrilles de cellulose permet la création de nouveaux motifs et décors.

SOURCE : VTT RESEARCH

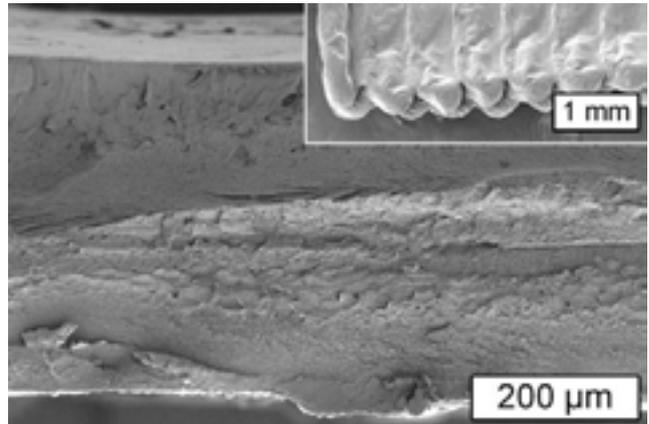
IMPRESSION 3D EN CELLULOSE

Des recherches ont été menées par l'Institut de Technologie du Massachusetts afin d'utiliser la cellulose pour réaliser des impressions en trois dimensions. Les chercheurs ont, plus précisément, utilisé l'acétate de cellulose qui peut être dissous dans l'acétone et extrudé au moyen d'un embout. L'acétone s'évaporant très rapidement, l'acétate de cellulose se solidifie sur place. Un traitement par hydroxyde de sodium est ensuite appliqué, après l'impression 3D, pour rétablir les liaisons d'hydrogène.

Les chercheurs affirment que les impressions 3D ainsi réalisées sont plus solides et plus résistantes que celles réalisées avec les matériaux classiques d'impression 3D. Par ailleurs, ce processus d'impression peut se dérouler à température ambiante, sans nécessité de chauffer le polymère, contrairement aux processus existants.

L'équipe de chercheurs espère ainsi proposer une alternative, plus respectueuse de l'environnement, aux polymères généralement utilisés pour les réalisations en impression 3D.

SOURCE : INSTITUT DE TECHNOLOGIE DU MASSACHUSETTS



Coupe transversale d'un objet imprimé en cellulose vue par microscope électronique à balayage. Dans l'encadré : la surface de l'objet
© Institut de Technologie du Massachusetts

MATÉRIAU POUR IMPRESSION 3D

Afin de proposer aux industries de la construction un matériau adapté à l'impression 3D, le projet Barbara a été initié. En effet, même si les qualités du PLA (acide polylactique) sont reconnues, il présente quelques lacunes pour l'industrie de la construction.

L'objectif est donc de concevoir un matériau durable et solide, à base de sous-produits ou déchets de l'agriculture. Les déchets de l'agriculture envisagés sont les suivants : légumes, fruits, fruits à coque... Les membres du projet devront caractériser puis identifier les sous-produits les plus adaptés à la conception de ce biopolymère. Il devra être adapté à la technologie de dépôt de filament fondu, méthode la plus utilisée en impression 3D.

Le prototype attendu devra présenter plusieurs propriétés : mécaniques, thermiques, esthétiques, optiques et antimicrobiennes. En effet, il est nécessaire que ce prototype corresponde aux besoins des partenaires impliqués dans le projet et issus de divers milieux : fournisseurs de déchets alimentaires, universités, centres de recherches, entreprises d'em-

ballage, de construction... Par ailleurs, les recherches devront aboutir à un matériau permettant la fabrication de moules personnalisés, adaptés à la conception de poutres, treillis, et autres applications spécifiques à l'industrie de la construction (ponts, tours, toits, plafonds...). Ces moules devront être produits de manière économique, rapide et flexible.

SOURCE : 3DPRINTING



IMPRESSION 3D

Les sociétés ALM et Braskem ont mis au point une poudre à base de polyoléfine pour l'impression 3D et plus spécifiquement par procédé de frittage sélectif par laser. Les avantages de ce nouveau matériau sont :

- Meilleure recyclabilité ;
- Résistance à l'humidité ;
- Meilleure stabilité au cours du processus de frittage.

De plus, le matériau ainsi imprimé est plus léger et plus flexible. Les sociétés espèrent une mise sur le marché courant 2020.

SOURCE : POWDER BULK SOLIDS



© Braskem

NANOFIBRILLES DE CELLULOSE ET EAU POUR UN PANNEAU ISOLANT



Des chercheurs proposent une nouvelle utilisation des fibres de bois. Des nanofibrilles de cellulose ont été mélangées avec de l'eau afin d'aboutir à une mousse rigide d'isolation, nommée Arbolate, dont les propriétés sont similaires à celles du polystyrène extrudé.

Différents prototypes ont été réalisés, tous à base d'eau et de nanofibrilles de cellulose, certains contenant également de l'amidon de maïs. Les panneaux ne contiennent aucun agent d'expansion ni de composants issus du pétrole. Les prototypes de panneaux mesurent 25,5 cm x 50,8 cm pour une épaisseur de 2,54 cm à ce jour. Le coefficient de résistance thermique est similaire à celui du polystyrène extrudé ou expansé selon les chercheurs.

Les recherches, toujours en cours, visent à proposer des panneaux de taille standard qui permettent de doubler le coefficient de résistance thermique et qui se révèlent perméables à la vapeur. Par la suite, il s'agira également d'intégrer d'autres composants biosourcés afin d'augmenter la résistance du panneau au feu et à la moisissure.

SOURCE : UNIVERSITÉ DU MAINE

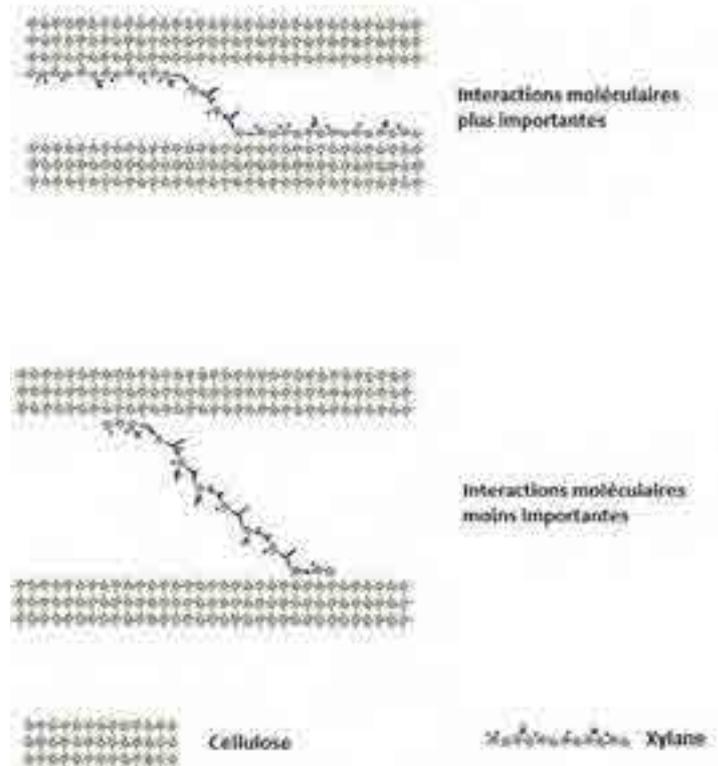
DU FONCTIONNEMENT DE LA CELLULOSE ET DU XYLANE

Des recherches menées par une équipe de scientifiques des Universités de Warwick et de Cambridge ont permis d'aboutir à la découverte du mécanisme de résistance des parois cellulaires des plantes.

La cellulose et le xylane contenus dans les parois cellulaires, notamment du bois, jouent un rôle clé dans la solidité - ou l'absence de solidité - des matériaux. Cependant jusqu'alors, ce mécanisme n'était pas identifié précisément.

Les chercheurs ont découvert que la cellulose (polymère en forme de fin bâtonnet) provoquait le déroulage et le redressement du xylane (long polymère enroulé), permettant ainsi à la cellulose de s'accrocher sur les espaces libres de la chaîne moléculaire du xylane. En effet, sur le xylane sont attachés d'autres sucres et molécules qui occupent ainsi une partie de sa chaîne moléculaire. Les deux polymères imbriqués forment une structure très résistante, le xylane protégeant la cellulose.

L'objectif est ici d'améliorer l'efficacité énergétique de la production de papier, mais également de rendre possible la construction de bâtiments de très grande hauteur en bois. En effet, la connaissance du fonctionnement de la cellulose et du xylane pourra permettre deux actions tout à fait opposées selon les besoins : rendre plus faible la fibre par la réduction des espaces libres de la chaîne moléculaire du xylane ou, au contraire, la renforcer en augmentant les espaces libres de la chaîne moléculaire du xylane.



SOURCE : UNIVERSITÉ DE CAMBRIDGE

Interactions entre les molécules de cellulose et de xylane

ENZYMES SPÉCIAUX

L'objectif du projet WoodZymes est de mettre au point des enzymes aptes à supporter des environnements extrêmes : pH élevé, températures élevées...

En effet, beaucoup de procédés du travail du bois s'effectuent dans des températures et niveaux d'alcalinité élevés.

Ces enzymes devront contribuer à la valorisation de la lignine difficilement extractible et peu utilisée ainsi qu'aux fractions d'hémicellulose.

Ce projet doit permettre d'obtenir des précurseurs biosourcés pour la fabrication d'adhésifs ou d'additifs : phénols de lignine et sucres hémicellulosiques. Les marchés de fabrication des panneaux MDF (panneau de fibres à moyenne densité), des mousses de polyuréthane isolantes et du papier sont ciblés. Il s'agit de proposer des alternatives plus respectueuses de l'environnement et moins nocives pour la santé. Par ailleurs, l'empreinte

carbone des processus de fabrication devra être réduite.

Un autre volet de l'approche prévoit l'étude de faisabilité technique, environnementale et socio-économique de ces éléments. Le projet a démarré en juin 2018 pour une durée de 3 années dans le cadre du programme européen Horizon 2020.

SOURCE : WOODZYMES



UN MATÉRIAU VIVANT



© TU Delft

Des chercheurs de l'Université de technologie de Delft ont créé un matériau vivant photosynthétique et écologique. L'équipe de chercheurs a utilisé une cellulose bactérienne non vivante. Ce composé produit et rejeté par des bactéries est particulièrement intéressant car il est flexible, résistant et conserve sa forme dans n'importe quelle circonstance. Cette cellulose a servi d'enveloppe aux algues vivantes déposées par couche grâce à une imprimante 3D.

En les fusionnant, la cellulose et l'algue donnent naissance à un matériau vivant possédant la qualité photosynthétique des microalgues et la résistance de la cellulose bactérienne. Ce matériau est très robuste, écologique, biodégradable et facile à produire. Il est aussi capable de se "nourrir". Il se sert de la lumière du soleil pour transformer l'eau et le CO₂ en oxygène et en énergie (sous la forme de glucides). Le sucre produit et stocké pourrait être converti en carburant et donc produire de l'énergie durable. Ce matériau est biodégradable et les cellules de microalgues sont recyclables.

SOURCE : WWW.TUDELFT.NL/EN/2021/TNW/RESEARCHERS-CREATE-LIVING-MATERIAL-BASED-ON-ALGAE

COMMUNICATION-TNW@TUDELFT.NL

MATÉRIAUX À BASE DE FIBRES VÉGÉTALES ET DE MYCÉLIUM



L'entreprise française Embellium a conçu un matériau innovant et écologique à partir de fibres végétales, comme le chanvre ou la rafle de maïs, liées par le mycélium. Les végétaux utilisés sont cultivés localement. La fabrication consiste à placer les fibres végétales et le mycélium dans des moules, conçus selon les demandes des clients. Le mélange se lie pendant une période dite de culture qui dure de 4 à 6 jours, ensuite les pièces sont sorties des moules et déshydratées.

La fabrication de ce matériau innovant nécessite très peu d'énergie et uniquement durant la phase de déshydratation. Embellium est 100 % végétal et ne contient aucun produit chimique. C'est aussi un

excellent isolant qui résiste très bien aux chocs. Sans traitement, ni adjuvant, le matériau résiste au feu. Aujourd'hui, l'entreprise propose des solutions pour l'isolation des ruches et pour le transport d'objets fragiles (bouteilles en verre, flacons de parfum...). L'entreprise travaille également à de nouvelles applications comme des isolants pour le secteur de l'éco-construction.

SOURCE : WWW.EMBELLIUM.FR

CHAMPIGNONS, RIZ ET VERRE POUR... UNE BRIQUE



Brique composite © Tien Huynh



Les balles de riz (fine pellicule qui protège le grain de riz) et les fibres de verre sont liées par le mycélium du champignon *Trametes Versicolor* avant d'être cuites. Le matériau ainsi obtenu est léger, résistant et peut être moulé selon la forme souhaitée.

Les scientifiques soulignent que ce processus de fabrication consomme peu d'énergie et n'émet pas de carbone. Par ailleurs, il permet d'utiliser les déchets de verre et de riz. Ce matériau présente 2 principaux avantages :

- La teneur en silice du riz et celle du verre éloigne les termites ;
- Le mycélium présente des propriétés de résistance au feu plus élevées que le polystyrène ou que les panneaux de particules par exemple.

Les scientifiques australiens veulent proposer une alternative respectueuse de l'environnement aux industriels du bâtiment.

SOURCE : PHYS.ORG

CHAMPIGNON PROTECTEUR



tion du bois. De plus, la présence de ce champignon empêcherait le développement d'autres champignons destructeurs du bois. Enfin, l'huile agissant comme déperlant, l'eau reste en gouttelettes sur le bois. Cela encourage ainsi la prolifération du champignon protecteur.

Pour finir, la scientifique souligne le côté énigmatique du champignon quant à son mode de développement et de survie.

Ce champignon protège le bois de la putréfaction et répare les lésions de la surface couverte d'une couche protectrice d'huile végétale.

Le bois est imprégné d'huile de lin et d'huile de chanvre. Lorsqu'il est exposé aux conditions climatiques extérieures (vent, intempéries...), il devient noir mais garde son intégrité. C'est une scientifique de l'Université technologique d'Eindhoven qui a découvert le développement de ce champignon.

Plusieurs tests de différentes huiles (huile d'olive, huile de lin,...) ont été pratiqués sur plusieurs essences de bois (épicéa, pin, ilomba) aux Pays Bas et en Norvège. L'huile d'olive a montré les meilleurs résultats (couche noire avec formation de champignons).

Selon la chercheuse, la couche noire bloquerait les rayons ultraviolets, évitant ainsi la dégrada-

SOURCE : UNIVERSITÉ TECHNOLOGIQUE D'EINDHOVEN

DU DÉCHET TEXTILE AU PANNEAU

Une équipe de chercheuses de l'École d'Architecture de l'Université Polytechnique de Madrid a réalisé un panneau à base de déchets textiles. Ces panneaux destinés à la construction neuve ou en rénovation de bâtiments sont proposés pour l'aménagement intérieur des pièces.

Ils sont présentés comme étant plus performants pour l'isolation thermique et acoustique, mais également plus légers que les produits actuellement sur le marché. Leur moindre poids pourrait permettre l'allègement des systèmes de fixation des panneaux.

À ce stade des recherches, les déchets textiles utilisés proviennent de rebuts de contrôle qualité, de chutes de fabrication et ne nécessitent aucun traitement. La chaux hydraulique naturelle est le liant retenu pour la fabrication de ce panneau car elle présente d'excellentes propriétés contre le feu, et ne génère aucune émission polluante. Les chercheuses soulignent également l'émission moindre de gaz à effet de serre durant le processus de fabrication.

Selon l'Université polytechnique de Madrid, seuls 25 % des 5,8 millions de tonnes des déchets textiles jetés en Europe sont recyclés. Ces nouveaux panneaux pourraient permettre de réintroduire dans la chaîne de production une partie de ces déchets qui ne seraient ainsi plus incinérés ou stockés en décharge.

SOURCE : UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE DE MADRID



DÉCHETS D'AGRICULTURE

Le projet européen REHAP a pour objectif de développer de nouveaux matériaux à base de déchets issus de l'agriculture et du secteur forestier. La lignine, la cellulose, le tanin et l'hémicellulose sont ainsi extraits de ces déchets.

Pour atteindre cet objectif, 5 axes de recherche ont été définis :

- Développer une technologie de conversion de ces éléments en polyuréthane qui pourra entrer dans la composition de mousses, adhésifs et produits ignifugeants ;
- Créer des résines biosourcées en vue de mettre au point des panneaux de bois respectueux de l'environnement ;
- Mettre au point un ciment écologique ;

- Concevoir et mettre en œuvre une solution de construction respectueuse de l'environnement et résistante au feu ;
- Démontrer que ces différents développements sont des alternatives économiquement viables en comparaison à des produits existants.

Les partenaires de ce projet ont cartographié la disponibilité actuelle et future des déchets issus de l'agriculture et de la forêt en Europe afin de s'assurer de la viabilité du projet.

SOURCE : REHAP



LUSOLUXO

Pour chaque tonne d'olives cultivée est extrait 0,2 tonne d'huile d'olive, laissant 0,8 tonne de marc d'olive qui contient des composés phytotoxiques. L'élimination du grignon d'olive en toute sécurité pose de sérieux problèmes environnementaux. C'est dans ce contexte que l'architecte portugaise Olivia Page et la créatrice de matériaux Riina Õun ont choisi d'explorer le potentiel du grignon d'olive pour la fabrication de matériaux.

Le concept de design s'est ensuite étendu à l'approvisionnement d'une gamme plus large de déchets agricoles et de matières premières renouvelables afin de produire une collection finale de car-

reaux bio-circulaires. Les ingrédients comprennent les déchets de propolis, le grignon d'olive, les déchets de ruche, l'alginate et la cire de labdanum provenant d'abondantes plantes de ciste locales. Olivia Page et Riina Õun ont varié les combinaisons des ingrédients pour concevoir et réaliser une large gamme de matériaux solides avec différentes couleurs et finitions. Elles ont également testé avec succès le grignon d'olive comme glaçure céramique sur un carrelage à base d'argile traditionnelle.

SOURCE : A CENTRAL SAINT MARTINS MAISON/O GRADUATE PROJECT, COMMISSIONED BY LVMH
[HTTPS://WWW.ARTS.AC.UK/COLLEGES/CENTRAL-SAINT-MARTINS/SUSTAINABILITY/MAISONO/RESEARCH-FOR-LIFE-360](https://www.arts.ac.uk/colleges/central-saint-martins/sustainability/maisono/research-for-life-360)

ISOLATION THERMIQUE À BASE DE RENOUÉE DU JAPON

Dans le cadre du challenge Parois Innovantes, les jeunes Adrien Lapiere, Gaëtan Pitron et Colas Pourrot du centre de formation MFR de Cormaranche en Bugey (France) ont créé une paroi isolante pour les maisons à ossature bois à base de renouée du Japon.

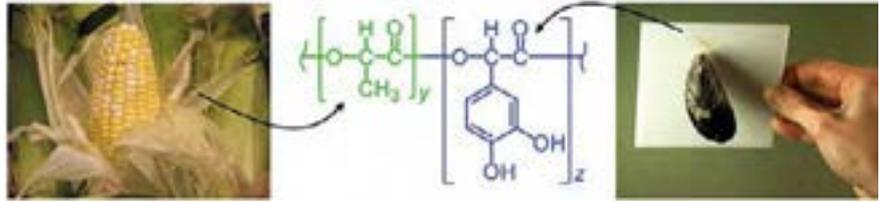
La renouée du Japon grandit de 8 cm par jour et peut atteindre 4 m de hauteur en deux mois. Il s'agit d'une plante invasive qui prolifère rapidement dans les milieux humides où elle étouffe les autres espèces. C'est une plante qui a

des propriétés intermédiaires entre la paille et le bambou. Pour l'utiliser comme isolant, il faut la faucher et respecter des étapes de conditionnement bien spécifiques sous forme de bottes de paille. En outre, utiliser la renouée du Japon comme isolant permet aussi de stocker les métaux lourds qu'elle capte dans le sol et les rivières. Elle n'est donc plus à brûler sans aucune valorisation !

SOURCE : WWW.MFR-CORMARANCHE.COM

DES RÉSINES BIOSOURCÉES

L'industrie des composites, et notamment celle des bois composites, utilise une large gamme de résines issues du pétrole. Les recherches en cours visent à remplacer ces résines par des composés biosourcés, respectueux à la fois de l'environnement et de la santé de l'homme.



PLA - DOPA

On peut citer quelques recherches actuelles :

Technologie d'extraction des tanins de l'écorce de conifères européens

À ce jour, des tanins d'écorce d'espèces tropicales ou subtropicales sont extraits et commercialisés. Des tests en laboratoires ont montré que les tanins d'écorce de conifères européens convenaient à la fabrication de résines. Des recherches ont été lancées afin de mettre au point un processus d'extraction économiquement viable et performant.

SOURCE : PROGRAMME NATIONAL DE RECHERCHE SUISSE « RESSOURCE BOIS »

Utilisation d'un dérivé de sucre

L'objectif est de remplacer tout ou partie du formaldéhyde dans la fabrication des résines à base d'urée. Des tests en laboratoire sont en cours et sont annoncés comme prometteurs.

SOURCE : AVALON INDUSTRIES

Coquillage et maïs

L'Université de Purdue (Indiana - USA) met au point une colle combinant les éléments chimiques sécrétés par les moules (l'acide aminé DOPA - 3,4-dihydroxyphénylalanine) qui contribuent à leur capacité d'adhérence à une surface, et un polymère biosourcé qui peut être extrait du maïs (le PLA). Ce nouvel adhésif montre des performances similaires à ceux existants.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE PURDUE

En conclusion, et selon le Professeur Frédéric Pichelin de l'Université de Bern, il est essentiel de systématiquement rechercher une alternative biosourcée lors du développement de nouveaux produits.

UNE RÉSINE BIOSOURCÉE

Au cours du processus de fabrication de pâte à papier kraft, la lignine, issue de bois résineux dans ce cas, est récupérée. Elle possède une teneur en matière sèche importante, des

capacités de dispersion plus élevées et peut être stockée plus longtemps. La lignine est un matériau renouvelable, non toxique qui constitue une alternative aux matériaux fossiles.



L'utilisation de la lignine en tant que matière première reste cependant limitée. La société finlandaise Stora Enso la produit et la propose sous forme de poudre. L'objectif de la société est de remplacer les matériaux phénoliques à base d'huile.

Cette poudre de lignine peut être utilisée notamment dans les résines destinées à la fabrication des panneaux de contreplaqué, des panneaux OSB et autre bois de placage stratifié.

SOURCE : BIOENERGY INTERNATIONAL

COLLES ET RÉSINES ISSUES DE TANINS

Le centre technique de recherches de Finlande (VTT) l'institut de recherches naturelles (Luke) et l'université des sciences appliquées du sud-est de la Finlande mènent des travaux conjoints. L'objectif est de développer un procédé d'extraction (à base d'eau) des polyphénols de l'écorce de résineux. L'objectif est de permettre l'utilisation des tanins extraits dans



la fabrication de colles naturelles, procédé aujourd'hui peu répandu. Il s'agit ici de la mise au point d'une alternative plus respectueuse de l'environnement aux composés phénolés toxiques.

Plusieurs étapes sont étudiées dans le cadre de ce projet :

- optimisation du processus d'extraction et de séparation des composés polyphénoliques valorisables ;
- essais de plusieurs formulations de colles et résines à base des tanins extraits ;
- tests des formulations pour des applications diverses de collage de bois (notamment stratifié et contreplaqué) ;
- évaluation de la viabilité technique et économique de l'ensemble des processus, ainsi que de leur empreinte carbone.

Ce projet, intitulé SusBinders, qui a débuté au cours de l'été 2017, devrait s'achever au printemps 2020.

SOURCE : VTT

RÉSINE ADHÉSIVE BIOSOURCÉE

La société Evertree et l'Institut Technologique de la Forêt, de la Cellulose, du Bois-construction et de l'Ameublement (FCBA) en France ont développé la première résine biosourcée sans formaldéhyde ni isocyanate qui possède les mêmes propriétés que des résines pétro-sourcées. Dénommée Résine Green Ultimate, cette solution adhésive est conçue à partir de tourteaux oléo-protéagineux issus de la trituration de graines de colza et de tournesol. Elle se substitue en totalité aux résines urée-formaldéhyde traditionnellement utilisées dans les panneaux de bois-composites et a des propriétés mécaniques et de résistance à l'eau comparables.

Cette résine biosourcée permet d'obtenir des panneaux de bois plus respectueux de la santé et de l'environnement avec des émissions de formaldéhyde équivalentes à celles du bois naturel, soit dix fois inférieures à la norme européenne.



© Evertree

SOURCE : WWW.EVERTREE-TECHNOLOGIES.COM

VALORISATION DES SUCRES RÉSIDUELS

Le projet VAMOS a pour objectif la valorisation des sucres issus des déchets urbains solides.

Il s'agira de démontrer la possibilité de produire des matériaux biosourcés à partir de ces sucres résiduels de faible valeur. Les matériaux envisagés sont les suivants :

- Résine biosourcée therm durcissable pour servir de liant dans la fabrication d'isolant en laine minérale ;
- Acide lactique purifié ;
- Acide polylactique et matériau composite à base d'acide

polylactique et de fibres pour des applications sans contact alimentaire (ameublement, construction, emballage...).

Le projet devra proposer 9 produits en phase de démonstration dans ce cadre. Leurs propriétés techniques et leur viabilité financière devront être évaluées. Le consortium regroupe 11 partenaires issus de 6 pays différents (Allemagne, Royaume-Unis, Irlande, Autriche, Danemark et Italie). Le projet a débuté en septembre 2019 et s'achèvera en août 2020.

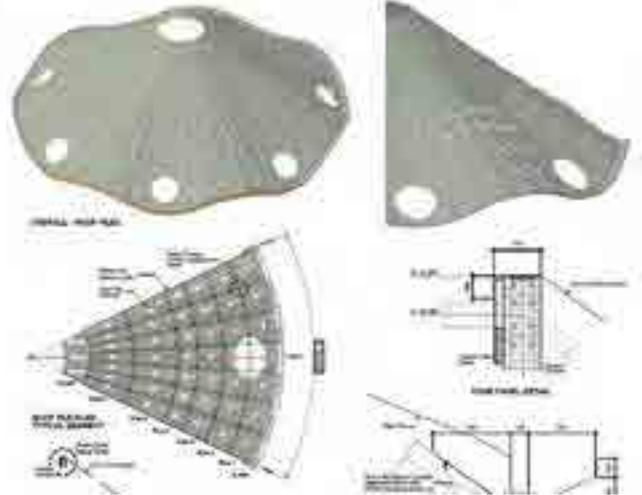
SOURCE : BIO BASED INDUSTRIES

STRUCTURE DE TOIT COMPOSITE BIOSOURCÉE

Une équipe de la société East Asia Composites, avec quelques partenaires, a fait le pari d'intégrer des fibres naturelles dans une structure composite destinée à un projet de toit architectural.



Panneau et schémas de la structure © East Asia Composites



Il s'agit d'une fibre naturelle, l'Abaca, déjà utilisée dans la fabrication de sacs, tapis, cordes et meubles. Cette fibre, une fois incorporée dans le plastique (fabrication par procédé de pultrusion) et travaillée, donne un aspect organique et texturé à chacun des panneaux (48 au total).

Un ensemble de tests a été réalisé afin de vérifier la résistance de cette structure, démarche imposée par le code de la construction. Les résultats démontrent un excellent rapport solidité/poids.

La structure, qui mesure 16 m de haut et 40 m de diamètre, a été installée aux Philippines.

SOURCE : EAST ASIA COMPOSITES

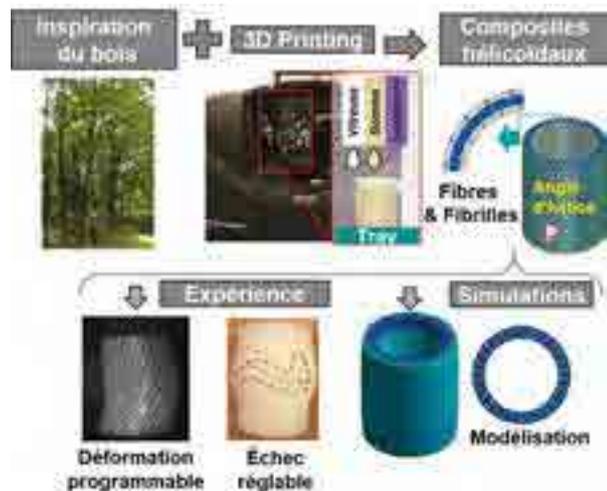
UN NOUVEAU COMPOSITE INSPIRÉ DU BOIS

Deux chercheurs du département de recherche aérospatiale et mécanique de l'Université de Liège travaillent sur un nouveau matériau composite bio inspiré. La bio inspiration est une science qui reproduit des pratiques observées dans la nature pour les appliquer au quotidien.

Des études se sont, par exemple, inspirées de la manière dont les geckos s'accrochent facilement à des surfaces lisses pour fabriquer des adhésifs. Dans ce cas-ci, Laura Zorzetto et Davide Ruffoni, étudient comment la nature produit des structures particulièrement solides et tentent de répliquer ces structures à des matériaux synthétiques.

Ils se sont ainsi tournés vers le bois capable de supporter de lourdes charges ainsi que des charges de différents types. Les matériaux biologiques tels que les arbres sont composés de fibres hélicoïdales (hélices en forme de vis) disposées en couches multiples avec différentes orientations. Cela crée une hétérogénéité qui n'existe pas dans les matériaux synthétiques mais qui donne à ces structures biologiques des propriétés supérieures. Concrètement, les arbres sont capables de modifier les angles des hélices qui se trouvent dans leur structure en fonction de leur croissance. Lorsqu'il est petit, l'arbre doit résister aux vents et à des charges de flexion. Il doit alors être léger et très flexible. Au contraire, quand l'arbre est plus grand, il devient plus lourd et plus rigide. Ses hélices sont davantage verticales puisqu'elles ne doivent plus résister au vent mais bien au poids de l'arbre.

Ces deux chercheurs de l'université de Liège sont actuellement en train de répliquer ce principe à des matériaux synthétiques macroscopiques grâce à une technique avancée de fabrication additive multimatériaux. Cette technique permettra ainsi de contrôler facilement la géométrie des matériaux et la manière dont on positionne les hélices. À l'avenir, ils aimeraient pouvoir utiliser cette technologie pour des composites qui nécessitent un contrôle spécifique des propriétés du matériau. Ce produit pourrait être utilisé dans l'ingénierie médicale pour la substitution de tendon, dans la construction pour créer des panneaux Sandwich ou encore pour améliorer la résistance des matériaux des imprimantes 3D. Ce composite inspiré du bois n'est pas encore terminé mais il pourrait être sur le marché dans quelques années...



SOURCE : RND

ROTMOULAGE POUR LES COMPOSITES BIOSOURCÉS

Un professeur de l'Université Laval, à Québec, a conduit des recherches sur l'utilisation des composites biosourcés en rotomoulage. L'utilisation des fibres naturelles permettrait de réduire les coûts liés à l'achat des matières premières puisque ces fibres naturelles sont souvent des sous-produits de l'agriculture ou des déchets industriels. L'étude a porté sur un mélange sec de poudre de bois associé à de l'acide polylactique.

Après rotomoulage, l'élément n'a pas collé au moule et il n'a été constaté aucun retrait ni rétrécissement de la pièce.

L'avantage avancé par le chercheur pour la technique de rotomoulage des composites biosourcés est le fait de pouvoir se passer de l'étape de séchage préalable des fibres naturelles. En effet, elles sont ici essorées et séchées durant la phase de chauffe du processus de rotomoulage.

Il reste à étudier la résistance et la durabilité des éléments fabriqués, ainsi que la possibilité d'utiliser d'autres fibres que le bois (chanvre, coques de noix de coco par exemple). Des essais ont été réalisés avec des fibres d'agave, de banane, de lin et de sisal ainsi que des fibres d'érable et de pin. En fonction des fibres utilisées, il est possible d'obtenir des pièces différentes de par leur couleur, leur aspect et leur texture. Il reste plusieurs paramètres, et leur impact sur la pièce, à investiguer : géométrie et taille des fibres (longueur et diamètre), concentration, type de matrice...



Pièces réalisées en rotomoulage, avec différentes fibres naturelles.

CONTACT : PR DENIS RODRIGUE - DÉPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE - UNIVERSITÉ LAVAL - DENIS.RODRIGUE@GCH.ULVAL.CA

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS



BIO4ever est un programme de recherches en cours dont l'objectif est de caractériser les performances des nouveaux matériaux biosourcés utilisés pour l'enveloppe des bâtiments.

Ce programme, initié en 2015, s'achèvera en 2018. Il permettra de promouvoir l'utilisation des matériaux biosourcés dans la construction tout en prenant en considération les facteurs environnementaux, énergétiques, socio-économiques et culturels.

Plusieurs étapes de travail sont prévues :

- Réalisation d'un état de l'art des matériaux de construction biosourcés disponibles.
- Établissement d'un programme de mesures en laboratoire

pour la caractérisation à échelles multiples des matériaux biosourcés sélectionnés.

- Mise en place d'études sur les mécanismes de dégradation des matériaux biosourcés durant leur durée de vie.
- Développement d'un processus de traitement, efficace et responsable, en fin de vie pour chaque matériau biosourcé.
- Modélisation multi-échelle et simulation de la dégradation des matériaux.
- Élaboration d'outils de démonstration pour architectes, ingénieurs...
- Validation des outils et modèles.
- Diffusion et exploitation des résultats.

Les matériaux biosourcés sélectionnés sont les suivants :

- Le bois modifié thermiquement.
- Les panneaux biosourcés.
- Les composites bois-plastique.
- Le bois chimiquement modifié.
- Le bois imprégné (tanin, silicone, silane, biocides...).
- Le bois enduit de revêtements innovants (y compris nano matériaux).
- Les autres matériaux biosourcés qui peuvent être utilisés pour des façades.

Il est à souligner que 32 entreprises et organismes de recherches, issus de 17 pays différents, ont fait parvenir des échantillons de matériaux biosourcés. 120 matériaux sont donc actuellement à l'étude.

SOURCE : BIO4EVER

DE LA PULPE DE BOIS AU BLOC DE BOIS



Blocs de bois à base d'eucalyptus Blackbutt, d'eucalyptus Bluegum et de pin radiata (de gauche à droite)

Une équipe de chercheurs australiens (Flinders Center for NanoScale Science & Technology) accompagnée d'une société australienne (3RT Holdings Pty Ltd) ont mis au point un procédé de transformation de la pulpe de bois ordinaire en un matériau de substitution au bois feuillu tropical.

Intitulé 3Wood, il présente les mêmes propriétés de robustesse, mais une meilleure stabilité dimensionnelle ce qui lui

confère un avantage lors de sa transformation pour l'ameublement. De plus, il est présenté comme plus dense et plus résistant que le bois tropical.

Une colle sans formaldéhyde est utilisée lors de la reconstitution des blocs de bois à partir de pulpe. Cette colle, à base d'eau, réagit avec les fibres du bois pour le renforcer. Le bois est ensuite mis sous pression et chauffé simultanément pour former un bloc rectangulaire de dimensions 120 cm x 13 cm x 5 cm.

Les avantages avancés par l'équipe de chercheurs et d'industriels sont une moindre pression sur la ressource tropicale, la possibilité de valoriser la totalité de l'arbre, un procédé de fabrication respectueux de l'environnement et la réduction de l'empreinte carbone des industries.

Des recherches se poursuivent afin de pouvoir introduire, lors de la fabrication, différents traitements de préservation du bois : amélioration de l'étanchéité, ignifugation, anti-termites, anti-UV... L'objectif est de pouvoir proposer 3Wood en substitution aux bois tropicaux, pour toutes les réalisations actuelles.

CONTACT : FLINDERS CENTRE FOR NANOSCALE SCIENCE & TECHNOLOGY - PROF. DAVID LEWIS - DAVID.LEWIS@FLINDERS.EDU.AU

PANNEAU DE FIBRES FLEXIBLE ET BIOSOURCÉ

Il s'agit d'un panneau de fibres haute densité conçu avec a minima 80% de paille de blé ou de maïs, riz, avoine, orge, seigle, issus des sous-produits de l'agriculture. Le reste est constitué de plastique recyclable.

En fonction de la paille utilisée, le panneau présente des propriétés différentes. On peut citer, par exemple, dans le cas de l'utilisation de la paille de riz, une concentration en silicate supérieure à 20% du poids de fibre sèche ce qui confère alors au panneau des propriétés ignifuges.

Il est recyclable et compostable, ne contient aucun additif dangereux, ni formaldéhyde, ni isocyanate. Il peut être utilisé pour des pièces d'ameublement du fait de sa flexibilité, pour des cloisons ou bien encore pour des sols grâce à ses propriétés antidérapantes et ses facultés d'absorption des chocs. Le panneau peut être recouvert d'une couche de bois stratifié.

Ce panneau, Bio-flexi, a été développé par une équipe de scientifiques de l'Université de Stuttgart. Son processus de fabrication se base sur des méthodes éprouvées dans l'industrie du plastique.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE STUTTGART



UNE ÉQUATION D'ÉTAT POUR LE BOIS

Et si l'on pouvait prévoir l'absorption de l'eau par le bois grâce à un « simple » modèle mathématique ? C'est dans cette optique qu'une équipe de chercheurs franco-germaniques a commencé ses travaux.

Les chercheurs estiment qu'un modèle mathématique pourrait aider les industriels à développer des traitements et moyens de préservation du bois plus respectueux de l'environnement. Ils viennent de présenter une équation d'état concernant le bois, équation qui peut être utilisée pour prédire le comportement de phases de systèmes complexes.

Et concernant le bois, elle pourrait permettre de mieux comprendre les mécanismes moléculaires entraînant la sorption de l'eau par le bois.

L'objectif est ici de développer des moyens innovants pour autoriser ou empêcher le processus d'absorption d'eau en fonction des conditions hygrométriques.

SOURCE : L. BERTINETTI ET AL. © 2016 IOP PUBLISHING LTD AND DEUTSCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT

© Fotomelia - Creative Commons, Domaine Public CC0.

TRAITEMENT THERMIQUE DES FIBRES DE BOIS À L'HUILE BIODIESEL RECYCLÉE

Les matériaux composites bois-polymères sont intéressants d'un point de vue économique car leur coût de production est raisonnable, et d'un point de vue technique grâce à leurs propriétés physiques et mécaniques. Cependant, un point délicat demeure : le bois absorbe l'eau et rend ainsi difficile l'adhérence fibre-matrice plastique. Ceci a des conséquences sur les propriétés du composite bois-plastique qui s'en trouvent dégradées. Pour pallier ce problème, deux pistes sont envisageables : le choix d'un agent liant supplémentaire ou le traitement préalable du bois.

Une étude a été conduite par le Centre de Recherche sur les Matériaux Renouvelables (Québec) afin d'estimer les effets du traitement thermique à base d'huile biodiesel recyclée (esters méthyliques d'acide gras) sur des fibres de bois et les conséquences sur les propriétés de composites bois-polymères. Des fibres issues de deux essences de bois ont été retenues : le pin gris (*Pinus Banksiana*) et le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides Michx*).

Les essais se sont déroulés de la manière suivante :

- Préparation de planches de 120 cm de longueur, 12 cm de largeur et 25 mm d'épaisseur.
- Traitement thermique des planches avec l'huile biodiesel recyclée et à différentes températures : 160°C, 180°C et 200°C pendant des durées différentes (60 et 120 min).
- Séchage des planches puis découpe en cubes broyés progressivement jusqu'à obtenir des fibres de bois d'une longueur inférieure à 0,5 mm.

- Préparation du composite en éprouvette par injection : 40% de fibres de bois, 57% ou 60% de polyéthylène haute densité en fonction de la présence ou non d'agent de couplage.

Dans un premier temps, les chercheurs ont constaté que les différents traitements thermiques des fibres diminuaient bien la capacité d'absorption d'eau des composites bois-polymère. Ceci est lié à la dégradation de l'hémicellulose.

Au travers d'autres tests du composite bois-polymère (traction, flexion), les chercheurs sont parvenus à plusieurs conclusions :

- Les traitements thermiques à 160 et 180°C influencent négativement les propriétés mécaniques des composites à cause de la dégradation de l'hémicellulose.
- Le traitement thermique à 200°C est une bonne alternative afin d'améliorer l'adhérence entre les fibres de bois et la matrice polymère. Cette amélioration est à imputer à la modification de la structure chimique des fibres.
- Pour le pin gris, à 200°C, les propriétés mécaniques du composite sont améliorées, quelle que soit la durée du traitement.
- Pour les fibres de peuplier faux-tremble, on remarque que la durée du traitement a une influence sur les résultats : un traitement à 200°C pendant 60 min améliore les propriétés des composites alors qu'un traitement qui dure 120 min les diminue.

SOURCE : CENTRE DE RECHERCHE SUR LES MATÉRIAUX RENOUVELABLES (QUÉBEC)

MATÉRIAU BIOMIMÉTIQUE

Les ingénieurs du MIT (Institut Technologique du Massachusetts) et de l'Université de Californie-Riverside ont mené des travaux afin de mettre au point un matériau qui réagit de la même manière que la matière végétale.

Ce matériau est composé d'aminopropyl-méthacrylamide, de glucose, de glucose oxydase et de chloroplaste. Exposé à l'air et à la lumière, il répare lui-même ses éraflures et se renforce. Ce polymère, à l'état de gel, capture en continu le dioxyde de carbone et l'intègre dans sa structure pour passer ainsi à l'état solide.

Les chercheurs soulignent les avantages que présente ce matériau : il évite l'utilisation d'énergie fossile dans sa phase de conception, puis consomme du dioxyde de carbone au cours de sa vie.

Si ce nouveau matériau n'est pas assez solide pour être utilisé en matériau de construction, les ingénieurs indiquent qu'il peut servir à combler des fissures ou en tant que revêtement par exemple.

Le MIT poursuit ses travaux afin d'optimiser les propriétés du matériau et, notamment, pour remplacer le chloroplaste. Ce dernier est le seul élément végétal du matériau composite et présente une durée de vie limitée. Or, ce composant est indispensable à la fixation du carbone dans le matériau composite.

SOURCE : INSTITUT TECHNOLOGIQUE DU MASSACHUSETTS

MATÉRIAUX BIOSOURCÉS ET TECHNIQUES DE FABRICATION ADAPTÉES

Le projet « Would Wood » vise à développer de nouveaux matériaux à base de bois (fibre ou pulpe de bois, papier...) ainsi que des processus de fabrication innovants et respectueux de l'environnement (robots adaptés, techniques nouvelles de fabrication).

Cette initiative regroupe des architectes, designers, étudiants, centres de recherche, industriels... appelés à travailler ensemble. En effet, les partenaires estiment que le développement de nouveaux matériaux biosourcés doit aller de pair avec de nouvelles techniques et machines de fabrication pour assurer la parfaite cohérence matériaux/techniques, une performance optimale et un respect accru de l'environnement.

Avant d'envisager la réalisation de structures et constructions conséquentes, les premières étapes de ce projet se sont concentrées sur la création de meubles et de petits éléments structuraux en faisant intervenir l'impression 3D et des matériaux à base de bois.

C'est dans cette logique qu'a été développée la chaise longue "cocon" Gemini. Cette chaise est le fruit d'une collaboration entre le laboratoire de recherche du Massachusetts Institute of Technology (MIT), Stratasys (fabricant d'imprimante 3D et de matériaux) et le Laboratoire Paris (Centre d'expérimentation de design). Ce dernier a conçu numériquement et fabriqué la coque extérieure en bois de la chaise qui est tapissée d'une matière intérieure imprimée en 3D par la technologie poly-jet de Stratasys.

Ce revêtement est fait de toutes petites protubérances, au design complexe, qui apportent confort et absorption maximale des sons, objectif de cette chaise qualifiée d'acoustique. Cette couche intérieure est réalisée à partir de 3 matériaux (apportant 44 propriétés différentes au total et plusieurs nuances de couleurs) imprimés simultanément, en un seul passage.

Les matériaux mis en œuvre, les machines ainsi que les processus de fabrication sont parfaitement imbriqués les uns dans les autres.



La chaise Gemini et sa créatrice, le professeur Neri Oxman du MIT



Le revêtement intérieur de la chaise Gemini, imprimé en 3D

ASSEMBLAGE FACILITÉ SANS OUTIL

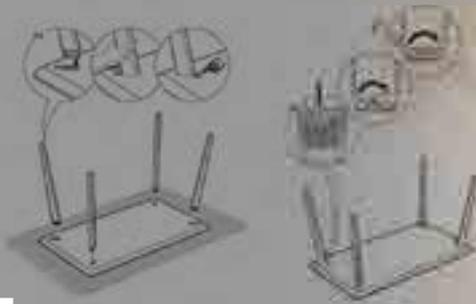
Afin de monter ses meubles de manière plus simple, plus rapide et plus facile, IKEA propose un nouveau type d'assemblage : le « wedge dowel ». Sous forme de goujon, ce système permet de s'affranchir des vis, boulons, tournevis et autre clé Allen. Aucune colle n'est nécessaire non plus.

La pièce de bois est nervurée à son extrémité pour venir s'encaster et se verrouiller dans une fente pré-percée d'un autre élément bois. IKEA souligne que le désassemblage est tout aussi aisé. Le meuble peut être monté et démonté plusieurs fois, sans perte d'intégrité structurelle.

La société souhaite généraliser ce type d'assemblage pour, d'une part, répondre aux consommateurs faisant état de leurs difficultés, voire de leur désarroi, face au meuble à assembler, et d'autre part, dans un souci d'économie et de préservation des ressources en s'affranchissant de pièces de montage.

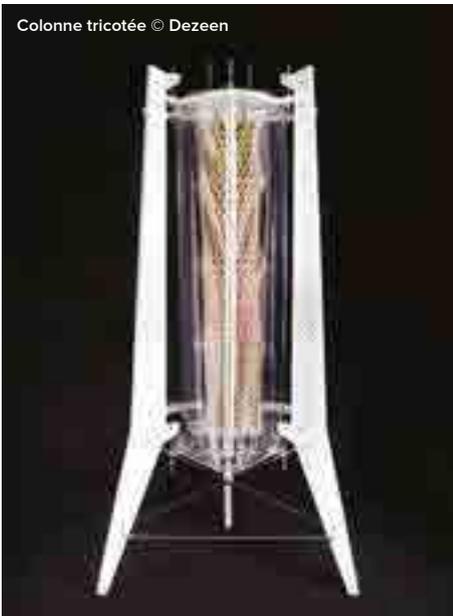
L'équipe d'ingénieurs cherche maintenant à adapter ce nouveau système d'assemblage à d'autres matériaux que le bois.

SOURCE : DEZEEN



DU TRICOT AU MATÉRIAU DE CONSTRUCTION

Colonne tricotée © Dezeen



Un architecte designer mène un projet ayant pour objectif la réalisation de structures en tricot.

Des micro-bactéries, appelées *sporosarcina pasteurii*, sont vaporisées sur le tricot dans un environnement contrôlé. A cette vaporisation succède une seconde vaporisation composée de chlorure de calcium et d'urée.

Ces vaporisations pénètrent à l'intérieur des fibres. Ceci va provoquer la rigidification du textile tricoté. Ces étapes sont réalisées 8 fois sur une durée de 3 jours.

Dans ce cas, le tricot a été réalisé et maintenu sous la forme d'une colonne. Un métier à tisser circulaire a permis la création d'une colonne de 160 cm de hauteur en fibres de jute et polyester. Différents types de motifs ont été tissés afin de tester les qualités structurelles de chacun d'eux après le processus de calcification. Ceci dans le but de mettre au point la structure la plus résistante.

L'architecte a pour objectif dans un premier temps de rendre possible l'utilisation de telles structures tricotées en cloisons de séparation ou encore en éléments d'ombrage.

SOURCE : DEZEEN

FORÊTS ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

En mars 2018, une synthèse accompagnée de recommandations a été publiée. Elle vise à accroître la résilience et la durabilité des forêts européennes. L'objectif est de souligner et de développer le rôle que peuvent jouer les forêts dans la lutte contre le changement climatique.

Depuis 2016, la Communauté d'innovation de la connaissance (KIC) Climat (un programme soutenu par l'Europe) mène des travaux en ce sens. La synthèse publiée en mars 2018 aborde les points suivants :

- Aperçu du marché européen des activités forestières et de celles liées au bois ;

- État des lieux des menaces et opportunités concernant la chaîne de valeur forestière ;
- Les raisons pour lesquelles le marché des activités forestières se trouve face à un tournant ;
- Un résumé des opportunités les plus significatives pour la contribution du secteur forestier à la réduction de l'émission de gaz à effet de serre ;

L'intégralité de cette synthèse est consultable à l'adresse suivante : http://www.climate-kic.org/wp-content/uploads/2018/03/Climate-KICForestryWP_FINAL-210318.pdf.

SOURCE : CLIMAT KIC



SYSTÈME AUTOMATISÉ POUR LE TRI DES ESSENCES

Un nouveau système automatisé d'identification et de séparation, en temps réel, d'essences résineuses de bois d'œuvre a été élaboré. FPIInnovations, intervenant dans le domaine de la recherche forestière au Canada, s'est appuyé sur la technologie de la spectroscopie proche infrarouge pour mettre au point ce nouveau système.

Les tests conduits montrent une efficacité de plus de 95%. De plus, la technologie permet une réduction des coûts comparée à un tri manuel, ainsi qu'un volume d'essences triées

plus important. Par ailleurs, les coûts de séchage (en séchoir) s'en trouvent également optimisés grâce à une meilleure séparation des essences. En effet, les temps et conditions de séchage varient en fonction des essences.

FPIInnovations souligne que quelques points sont encore soumis à validation pour certains cas ou dans certaines circonstances : bois jeune, variation de l'humidité et des températures, essences multiples, bois brut vert...

SOURCE : FPIINNOVATIONS

UNE NOUVELLE MATIÈRE PREMIÈRE : LE CO₂

Le dioxyde de carbone est en voie de devenir une nouvelle matière première pour la conception, notamment, des mousses isolantes.

Des recherches sont en cours afin de développer un nouveau polyol nécessaire à la fabrication de la mousse polyuréthane rigide, contenant au moins 20% de CO₂ complétés par de l'oxyde d'éthylène. En effet, des essais en laboratoire ont prouvé la possibilité de réaction entre le CO₂ et l'oxyde d'éthylène. Cependant, l'implémentation technique demande encore de nombreuses recherches.

Les travaux sont plus avancés concernant la fabrication de mousse polyuréthane flexible à base de CO₂ et d'oxyde de propylène. Il s'agit du type de mousse utilisé dans l'ameublement. La mousse ainsi composée présente les mêmes qualités que celle élaborée de manière classique. Le lancement sur le marché est en cours.

Ce projet réunit la société allemande Covestro et plusieurs partenaires dont l'Université de Technologie d'Aachen (RWTH Aachen University).

SOURCE : COVESTRO

MATÉRIAU ISOLANT BIOSOURCÉ



Echantillon de matériaux isolants biosourcés - © Fraunhofer WKI

Un consortium d'une douzaine d'instituts de recherche conduit des travaux dans le but de promouvoir les applications de matériaux isolants à base de matières premières renouvelables. Le projet a débuté en décembre 2016 pour une durée de 3 ans.

Il s'agit ici de déterminer les caractéristiques et paramètres des matériaux tels que le pouvoir d'isolation phonique ou le comportement au feu. Les recherches porteront également sur la levée des contraintes d'utilisation en travaillant sur les normes et règlements s'appliquant au secteur du bâtiment, secteur qui n'utilise que peu de matériaux d'isolation biosourcés. Une évaluation complète de la durabilité sera également

conduite afin de démontrer les bénéfices des matériaux isolants biosourcés.

6 axes de travail sont prévus :

- Protection contre l'incendie et comportement au feu : calcul de la durée de résistance au feu des constructions bâties avec de tels matériaux d'isolation
- Isolation phonique
- Isolation thermique : recherches sur la conductivité thermique en fonction du taux d'humidité ainsi que sur les possibilités de réduire ce taux
- Évaluation de la durabilité
- Protection contre l'humidité : développement de méthodes permettant d'évaluer la résistance à l'apparition de moisissure
- Émissions : comment les matériaux d'isolation à base de matières premières renouvelables peuvent contribuer à la réduction de la quantité de polluants de l'air intérieur

L'objectif est de prouver scientifiquement les effets positifs et bénéfiques de ces matériaux d'isolation composites. Par ailleurs, ce consortium souhaite faciliter l'utilisation de ces isolants aux fabricants, concepteurs et aménageurs.

De plus, les chercheurs travailleront sur le développement de procédures de mesures d'évaluation qui prendront mieux en compte les spécificités et caractéristiques de ces isolants biosourcés.

SOURCE : ECO-SEE

ISOLATION À BASE DE POP-CORN

Un groupe de recherche de la Faculté des sciences forestières et de l'écologie forestière (chimie et génie des procédés des matériaux composites) de l'Université de Göttingen en Allemagne étudie des procédés de fabrication de produits durables et efficaces à base de pop-corn. Forts de nombreuses années d'expérience dans le domaine des matières premières renouvelables, les chercheurs ont réussi à développer un procédé permettant de produire des panneaux isolants en pop-corn "granulés" qui présentent d'excellentes propriétés d'isolation thermique et une bonne protection contre le feu. Ce nouveau procédé permet de produire à moindre coût des panneaux isolants à l'échelle industrielle. Le grand avantage de ce matériau granulaire est qu'il s'agit d'une alternative végétale, écologique et durable aux produits dérivés du pétrole actuellement utilisés dans l'industrie. De plus, ces produits en pop-corn ont des propriétés hydrofuges, ce qui ouvre encore plus de possibilités d'applications pratiques et prolonge leur durée de vie. L'Université a maintenant conclu un accord de licence avec le groupe Bachl pour l'utilisation commerciale du procédé et des produits d'isolation des bâtiments.

SOURCE : [HTTPS://WWW.UNI-GOETTINGEN.DE/EN/3240.HTML?ID=6481](https://www.uni-goettingen.de/en/3240.html?id=6481)

POLYESTERS À BASE DE SUCRES LIGNOCELLULOSIQUES

Des chercheurs de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, dirigés par le professeur Jeremy Luterbacher, ont fabriqué un plastique à partir de bois ou d'autres matières végétales non comestibles. Pour concevoir ce matériau, ils ont transformé l'hémicellulose de la biomasse en un précurseur plastique du diester tricyclique. L'hémicellulose est un biopolymère de la famille des glucides. En utilisant de l'acide glyoxylique au lieu du formaldéhyde, les chercheurs ont réussi à conserver la structure moléculaire du sucre intacte ce qui simplifie la procédure et permet de convertir en diester jusqu'à 25% du poids de déchets agricoles ou 95% de sucre purifié (xylose commercial, un sucre de bois). Le plastique est ensuite produit par polycondensation à l'état fondu du diester. Ce procédé est plus simple et moins coûteux à produire que les autres procédés de production de plastiques biosourcés. Le plastique obtenu est un polyester amorphe solide avec des propriétés mécaniques comparables à celles du PET. En outre, il peut résister à une température de 100 °C. Il constitue aussi une bonne barrière aux gaz ce qui le rend utilisable pour les emballages alimentaires. Il peut être traité par moulage, par injection, thermoformage, extrusion à double vis et impression tridimensionnelle. Les chercheurs ont déjà fabriqué des films d'emballage, des fibres qui pourraient être filées en vêtements et des filaments pour l'impression 3D. La production de bioplastique est plus respectueuse de l'environnement que le plastique pétro-sourcé. Ce bioplastique se dégrade sans risques sous forme de sucres végétaux.

SOURCE : [HTTPS://ACTU.EPFL.CH/NEWS/UN-SUBSTITUT-AU-PLASTIQUE-PET-FABRIQUE-A-PARTIR-DE](https://actu.epfl.ch/news/un-substitut-au-plastique-pet-fabrique-a-partir-de)

PLASTIQUE RENFORCÉ DE FIBRES NATURELLES

Un plastique renforcé de fibres naturelles à la place des fibres de verre pour permettre des constructions plus légères ! Le BMC (Bulk Molding Compound) est un mélange de résine thermodurcissable additionnée à d'autres composants dont des fibres courtes de verre.

Dans ce cas précis, les fibres proposées sont des fibres de jute, de coton ou encore de sisal. La nature et la longueur des fibres sont personnalisables en fonction de l'usage prévu du mélange. Ce nouveau mélange, pour moulage par injection ou compression, contient également deux autres matériaux naturels : le carbonate de calcium et l'hydroxyde d'aluminium, agent ignifuge. Les tests réalisés prouvent les excellentes propriétés de résistance au feu de ce matériau composite.

L'ajout de fibres naturelles - au lieu de fibres de verre - permet une moindre consommation d'énergie durant la production. L'empreinte carbone du processus de fabrication est



Objets fabriqués à base de BMC renforcé de fibres naturelles

ainsi réduite. Les propriétés de ce matériau sont similaires à celles des plastiques renforcés de fibres de verre. Il présente de bonnes propriétés d'isolation thermique et acoustique. Il convient à la fabrication de panneaux, d'éléments de décoration ou d'objets, de dimensions variées. Il est également recyclable, sans danger ni pour l'homme ni pour l'environnement.

SOURCE : BIOPLASTICS MAGAZINE

MATÉRIAU PLUS SOLIDE QUE LA SOIE

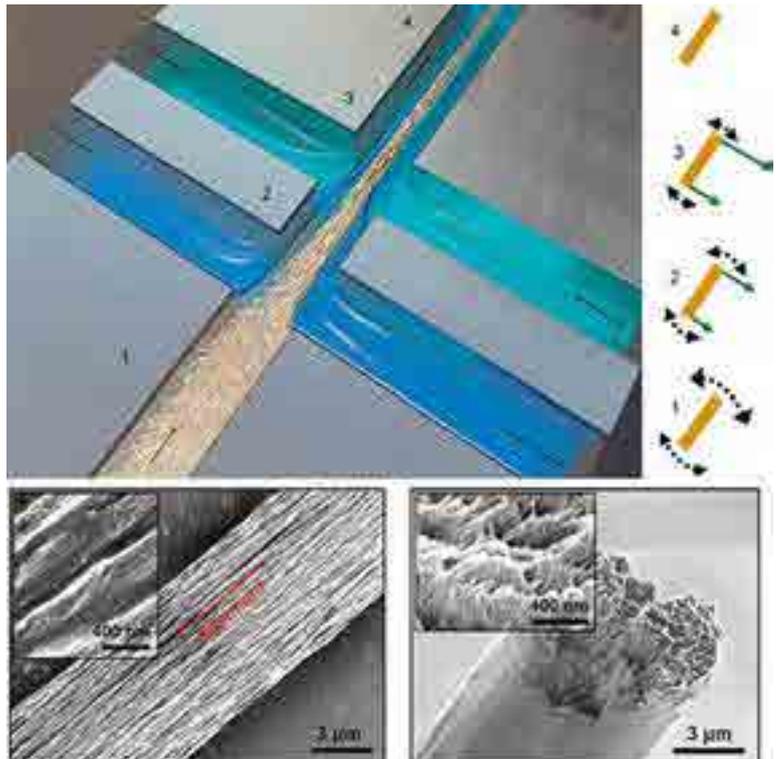
Un nouveau matériau, plus solide que le fil de soie d'araignée, a été mis au point. Il est issu des nanofibres de cellulose d'essences de pin et d'épicéa, nanofibres mesurant 2 à 5 nanomètres de diamètre et jusqu'à 700 nanomètres de long. Les chercheurs ont placé les nanofibres en suspension dans l'eau. Elles ont ensuite été insérées dans un canal de 1 mm de large saturé d'eau désionisée par jets perpendiculaires. Ceci provoque le rapprochement des nanofibres entre elles et leur alignement selon un ordre parfait. Il n'est pas nécessaire d'ajouter de la colle ou autres liants ou composants chimiques. Ce qui rend ce matériau biosourcé.

L'ensemble produit un matériau ultra-solide, présentant une résistance à la traction de 86 gigapascal.

Ceci a été possible grâce aux observations et études menées par les scientifiques de l'Institut Royal de Technologie de Suède. L'étude de la nature à l'échelle nanoscopique et moléculaire a permis la compréhension des interactions chimiques, et de l'alignement des fibres

de différents matériaux naturels dont les fibres de cellulose. Les scientifiques ont ensuite travaillé pour transposer ces connaissances sur des nanofibres de cellulose in vitro.

SOURCE : AMERICAN CHEMICAL SOCIETY



PANNEAU EN ÉPLUCHURES DE POMMES DE TERRE

Une équipe composée de designers et de chercheurs a conçu un panneau à base, notamment, d'épluchures de pommes de terre.

Il s'agit de proposer une alternative respectueuse de l'environnement aux panneaux MDF (panneaux de fibres moyenne densité) contenant du formaldéhyde, des résines toxiques et autres substances chimiques.

Les épluchures sont collectées auprès des industriels. Elles sont traitées et raffinées afin de constituer un liant. Ce dernier est ensuite appliqué sur des fibres (bambou, bois recyclé...).

Les panneaux réalisés par pressage à chaud, sont destinés à l'industrie de l'ameublement et de la construction. Ils peuvent être colorés avec des pigments naturels.

Ainsi conçus, ils sont aussi solides et résistants à la tension que les panneaux MDF traditionnels. Biodégradables, ils peuvent être utilisés comme fertilisant, en fin de vie.

L'équipe de designers ayant déposé une demande de brevet, les détails de fabrication ne sont pas communiqués. Les



Panneaux de fibres à base de d'épluchures de pommes de terre - © chipsboard

chercheurs soulignent également que la conception de ce panneau évite la mise en décharge de déchets industriels et préserve la santé.

SOURCE : CHIPSBOARD

MATÉRIAUX COMPOSITES POUR HABITATS

Un programme commun de recherches sous forme de partenariat entre les universités de Hamburg, Thünen et du Sub-Sahara vise à mettre au point des matériaux composites biosourcés. Il s'agit d'une convention de recherches et d'enseignement puis de transfert de technologies.

L'objectif est de proposer des matériaux abordables et sourcés localement pour la construction de logements dans le Sub-Sahara et de former des experts locaux.



Plusieurs travaux seront conduits :

- Identifier et caractériser les ressources secondaires locales ;
- Développer un composite bois-polymère issu d'essences de bois africain ;
- Mettre au point une technologie permettant la fabrication de ce composite ;
- Concevoir un géopolymère bois-composite pour des applications dans la construction béton ;
- Analyser le cycle de vie des matériaux mis au point ainsi que leur impact environnemental ;
- Transférer les technologies entre les partenaires.

Il s'agira également de valoriser les ressources secondaires lignocellulosiques locales telles que les plantes invasives, ainsi que les résidus agricoles et les déchets plastiques.

SOURCE : UNIVERSITÉ DE HAMBURG

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION BIOSOURCÉS

Le projet GRACE a pour objectif la mise au point de matériaux biosourcés (biomasse issue de chanvre et de miscanthus) pour le secteur de la construction. Plusieurs produits seront proposés :

- Panneaux de particules sans formaldéhyde à base d'anas de chanvre hachés et de miscanthus, de différentes densités ;
- Panneaux à base de mycelium ;
- Matériau d'isolation à base de fibres de miscanthus parenchyme ;
- Béton à base de particules de miscanthus présentant des qualités d'isolation améliorées.

Le chanvre et le miscanthus seront cultivés sur des terres impropres à la culture pour l'alimentation. Par ailleurs, les producteurs de biomasse et les industriels collaboreront de manière durable. L'objectif est de proposer au secteur de la construction des matériaux capteurs de CO₂, l'objectif étant de proposer une alternative aux produits nocifs pour la santé et pour l'environnement. 22 partenaires européens, issus d'universités, du monde industriel et agricole constituent le consortium. Démarré en juin 2017, le projet doit s'achever en mai 2022.

SOURCE : GRACE



MATÉRIAUX À BASE DE COQUILLES

Actuellement diverses recherches sont menées pour créer des matériaux à base de coquilles.

UN BÉTON BIOLOGIQUE

Deux chercheuses, diplômées de Central Saint Martins à l'Université des Arts de Londres, ont créé un béton biologique. Ainsi, Brigitte Kock et Irene Roca Moracia ont choisi d'utiliser la renouée du Japon et l'écrevisse d'amérique qui font partie des cinq principales espèces envahissantes qui menacent la biodiversité dans le monde. La renouée est incinérée et agit comme liant de cendres, tandis que les coquilles d'écrevisses sont utilisées comme agrégats au lieu des roches ou du sable traditionnels. Ces deux matériaux sont mélangés à de la cendre volcanique pour créer des carreaux de type béton. Ceux-ci forment un matériau solide et homogène qui durcit sans apport de chaleur supplémentaire. Le matériau peut être moulé dans n'importe quelle forme. Il a une texture brute et poreuse rappelant ainsi le béton.

Les couleurs et textures finales dépendent du temps de durcissement et des réactions chimiques de l'agrégat avec le liant et l'eau. L'ajout de morceaux de racines de renouée crue crée une texture marbrée. On peut obtenir des carreaux ressemblant à du marbre blanc en combinant l'eau avec de la gélatine. La cuisson de la coquille d'écrevisses permet d'obtenir une couleur vert pâle et mentholée.

SOURCE : A CENTRAL SAINT MARTINS MAISON/O
GRADUATE PROJECT, COMMISSIONED BY LVMH
WWW.ARTS.AC.UK/COLLEGES/CENTRAL-SAINT-MARTINS/
SUSTAINABILITY/MAISONO



© Paul Cochrane

LE POTENTIEL DES ALGUES

Voici trois projets de recherche et développement qui permettent de comprendre le potentiel des algues.

MATÉRIAUX À BASE D'ALGUES

Le designer Samuel Tomatis a créé la série Alga à base d'algues vertes. Ces algues se développent grâce à une forte concentration d'azote et de phosphore dans l'eau. En se décomposant, elles émettent des gaz toxiques. Leur prolifération provoque l'appauvrissement, puis la mort de l'écosystème aquatique présent. Le designer a eu l'idée de recycler ce bio-déchet en matériau de construction. Si les débuts de son travail avait une dimension artisanale, Samuel Tomatis découvre au fur et à mesure le potentiel semi-industriel de ces masses végétales. Il crée de nouveaux matériaux, entièrement composés d'algues. Il utilise différentes variétés d'algues pour l'élaboration des matières aux propriétés variées comme des textures qui rappellent le papier mâché, un textile tissé à partir de fibres d'algues ou un matériau complètement rigide. Il jongle avec des éléments aux densités, épaisseurs, degrés de transparences, effets de matières et couleurs variés. Samuel Tomatis procède à une étude exhaustive de l'algue. Entre éco-conception, biodesign et ingénierie des matériaux, il a entre-autre créé des packaging, des textiles, de la vaisselle, des luminaires et du mobilier.

SOURCE : [HTTPS://WWW.STUDIOSAMUEL TOMATIS.COM](https://www.studiosamueltomatis.com)



CIMENTALGUE

Le cimentier Vicat s'est associé à une startup agroalimentaire AlgoSource Technologies, à l'Université de Nantes et à TotalEnergies pour développer une production de microalgues. Grâce au soutien financier de l'Agence de la transition écologique (ADEME), l'entreprise a installé sur sa cimenterie iséroise un démonstrateur cimentalgue de 800 m². Les microalgues permettent, d'une part, de valoriser l'effluent industriel en matières premières essentiel à leur développement et d'autre part, de réduire les émissions de CO₂ en absorbant les gaz de combustion prélevés au niveau de la cheminée de la cimenterie. Les microalgues consomment cinq à dix fois plus de CO₂ au m² que les plantes terrestres. Vicat développe les cultures sous une serre pour protéger les algues de toute altération extérieure et réguler leur température. La chaleur captée sur le four de la cimenterie est utilisée pour chauffer les bassins. Plusieurs technologies de systèmes de culture ont été choisies : des bassins ouverts et clos de type « raceway », un photobioréacteur tubulaire et un photobioréacteur sur couche mince « AlgoFilm ». L'entreprise a débuté la culture de la spiruline. On peut valoriser ces algues en extrayant les lipides, protéines ou sucs pour des ingrédients alimentaires pour animaux, comme biostimulants végétaux ou pour réaliser des matériaux biosourcés. Vicat prévoit également de cultiver des souches oléagineuses à fort potentiel de croissance, la nannochloropsis. Cette microalgue peut servir pour concevoir des biocarburants. Le cimentier vise une production d'une tonne par an.

SOURCE : [HTTPS://WWW.VICAT.FR/ACTUALITES/](https://www.vicat.fr/actualites/)



MATÉRIAU FABRIQUÉ AVEC DÉCHETS DE FRUITS ET DES ALGUES

© youyang song



PEELSPHERE® est un matériau véritablement circulaire fabriqué à partir de déchets de fruits et d'algues grâce à une ingénierie avancée des matériaux. Les déchets de fruits sont mélangés et broyés en petits morceaux. Ils sont en outre mélangés avec un bio-liant. Le mélange forme alors des nappes de matériaux. Ce matériau peut ensuite être transformé en une large gamme de produits. PEELSPHERE® est une alternative durable et biodégradable au cuir et au cuir synthétique. De plus, il est malléable et imperméable. Il peut être brodé, tissé, cousu, découpé au laser et imprimé pour créer des motifs infinis. PEELSPHERE® est disponible dans une gamme de couleurs et de motifs divers. Avec le recyclage, la reconception et la remise à neuf, le matériau entre dans un système en boucle fermée, prolongeant sa durée de vie. Grâce à ce système en boucle fermée, PEELSPHERE® a une empreinte carbone très réduite.

SOURCE : [HTTPS://PEELSPHERE.COM](https://peelsphere.com)

PANNEAUX COMPOSTABLE



© Linda Ludbarza

À la recherche de fibres, le designer Rik Makes a remarqué les immenses quantités de copeaux facilement disponibles à partir des déchets de récolte agricole. Suivant les principes de l'économie renouvelable et circulaire, le designer a créé un matériau inclusif qui a une fonction à la fois pour l'homme et la nature. Rik Makes utilise un liant à base d'amidon qui se dégrade dans la nature. Le panneau est fonctionnel en intérieur et se décompose à l'extérieur, sous la pluie ou au contact du sol. Lorsqu'il est décomposé, l'amidon dynamise les organismes et les champignons et les fibres sont capables de garder les minéraux et l'humidité, créant un sol riche et vivant en humus. Le panneau redonne aussi ce qu'il a pris à la nature.

Comme les quantités de copeaux sont importantes, il est possible de construire des usines pour produire des feuilles à bon marché. Le produit a une limite saisonnière, liée à la quantité de déchets des récoltes. Le designer souhaite s'appuyer sur des productions locales pour créer un lien entre un lieu et le produit. Cette approche à base de déchets locaux permet de donner une esthétique unique qui marque la qualité du lieu (La lavande dans le sud de la France ou les tulipes aux Pays-Bas) et de limiter la quantité de pollution provenant du transport.

SOURCE : [HTTP://WWW.RIKMAKES.COM/](http://www.rikmakes.com/)

FEUILLE À BASE DE RENOUÉE DU JAPON



©Jacqueline Fujikschot

Dans le cadre du Circular Challenge de 2022 organisé par le BlueCity Lab à Rotterdam, l'équipe de jeunes professionnels « Why Knot » a développé un matériau en feuille fabriqué à partir de la Renouée du Japon (*Fallopia japonica*). Cette plante d'origine japonaise est l'une des espèces exotiques les plus envahissantes aux Pays-Bas tout comme chez nous d'ailleurs. Ses racines et tiges peuvent détruire le béton et même les voies ferrées. En coupant la plante en petits morceaux, en la chauffant et en appliquant une pression, l'équipe l'a transformée en une planche solide. C'est un processus simple, exempt de colle et rapide (20 min !). Le résultat obtenu est un panneau mural modulaire. Le matériau est solide et léger, en raison de la structure stratifiée et fibreuse de la plante.

SOURCE : [WWW.BLUECITY.NL/BLOG/EERSTE-CIRCULAR-CHALLENGE-FINALE-VAN-2022](http://www.bluecity.nl/blog/eerste-circular-challenge-finale-van-2022)

MATÉRIAUX À BASE DE BOUSE DE VACHE

Des chercheurs du studio Carbon situé en Inde et au Pays-Bas et du Studio Lindey Cafsia au Pays-Bas ont mis au point de nouveaux matériaux de construction à base de bouse de vache.

En plus de développer l'économie circulaire, ces matériaux, appelés Dunge, sont également biodégradables. En combinant la bouse de vache dans différentes proportions avec divers déchets biosourcés et des agents liants, les chercheurs des deux pays ont été capables de créer des composites innovants qui présentent des caractéristiques uniques.

Parmi les aspects les plus attrayants, citons les combinaisons de textures et de couleurs naturelles, un poids léger, des structures ouvertes ou fermées et, dans certains cas, une surface douce. Les composites de Dunge peuvent être utilisés comme alternative aux matériaux traditionnels tels que le plastique et d'autres matériaux de pierre dans la construction. La gamme de produits potentiels sont les isolants, les carrelages, les panneaux insonorisants, les enduits isolants pour murs, plafonds et sols mais aussi des planches pour fabriquer des meubles, des accessoires tels que lampes, vases, sous-verres, nichoirs pour oiseaux, enceintes de haut-parleur...

SOURCE : [WWW.DUNGE.COM](http://www.dunge.com)



© Dunge



BÉTON VIVANT



© Université du Colorado

Ce nouveau matériau est conçu à base de minéraux cristallisés et de cyanobactéries. Ces dernières se nourrissent des minéraux par photosynthèse, captant ainsi le dioxyde de carbone. Dans un environnement favorable (sous certaines conditions d'humidité), ce processus permet à la cyanobactérie de croître et de produire du carbonate de calcium, principal composant du calcaire. Ce nouveau matériau est qualifié de béton vivant par les chercheurs de l'Université du Colorado (Boulder).

Il est possible d'utiliser du sable, des débris de verre ou du béton recyclé pour sa fabrication. Les chercheurs soulignent que ce matériau vivant présente l'avantage de se réparer tout seul. Ils ont coupé une brique de ce matériau en 2 : chacune des parties a été capable de croître. Des travaux sont toujours en cours afin :

- De rendre ce béton encore plus solide ;
- De rendre les cyanobactéries plus résistantes à la déshydratation ;
- D'identifier une autre espèce de cyanobactérie qui ne nécessite pas l'ajout d'un gel, lors de sa fabrication.

SOURCE : UNIVERSITÉ DU COLORADO (BOULDER)

DU CAFÉ AU MATÉRIAU

Un designer, Atticus Durnell, a conçu des carreaux, mobilier et autres accessoires à partir de déchets de café. Ce matériau est respectueux de l'environnement et biodégradable. Il est conçu à base de marc de café, de liant biosourcé, de minéraux et de résine végétale. Afin de varier les couleurs, de la poudre de curcuma, de mica ou de la poussière de graphite peuvent être ajoutées.

Ce matériau présente l'aspect du granit tout en étant plus léger. Il est également résistant à l'eau et à la chaleur. À ce jour, la finition du matériau est brillante. Le designer poursuit ses travaux afin d'aboutir à une finition mate.

SOURCE : ATTICUS DURNELL



© Atticus Durnell

BRIQUES AÉROGEL



Aérobrick © EMPA

Une équipe de chercheurs de l'EMPA (Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche) en Suisse a mené des études afin d'améliorer les propriétés des briques isolantes. En effet, celles-ci ne sont pas aussi performantes qu'une méthode plus classique d'isolation consistant à superposer des couches de différents matériaux.

Cependant, ces briques isolantes ont l'avantage de la simplicité d'utilisation. Elles sont, la plupart du temps, remplies de laine minérale ou de polystyrène, voire même d'air. A la place, l'équipe de chercheurs propose de garnir ces briques d'aérogel de silice, matériau solide très poreux.

Les tests réalisés ont permis de démontrer que la conductivité thermique de la brique ainsi remplie était réduite de 30% minimum en comparaison avec les briques isolantes traditionnelles. Par ailleurs, cette brique peut résister jusqu'à une température de 300°C.

À ce jour, cette solution Aérobrick n'est pas économiquement viable en raison du coût élevé de l'aérogel. Cependant, les chercheurs envisagent une baisse du coût de ce matériau à moyen terme. Soulignons que les aérogels sont perméables à la vapeur d'eau, recyclables, incombustibles et non toxiques.

SOURCE : EMPA

UNE BRIQUE DE SABLE FIN

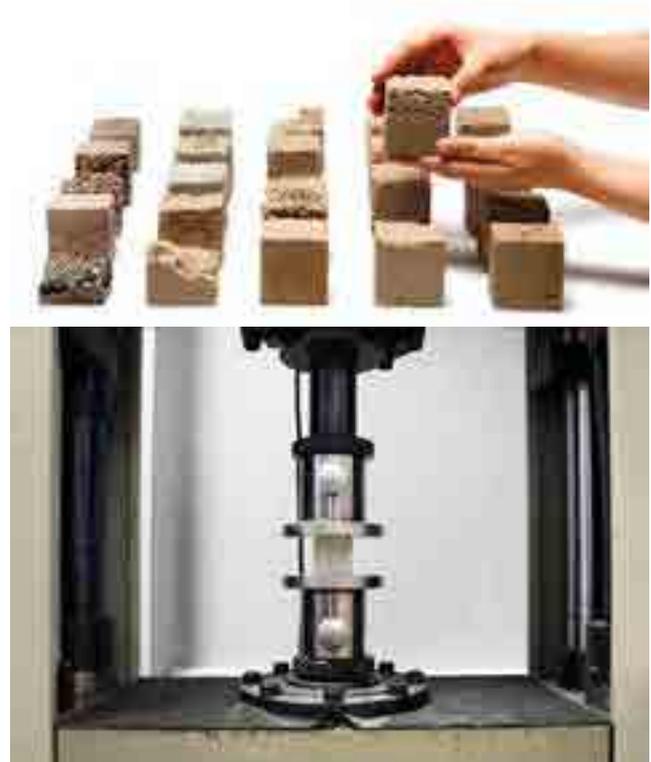
Une équipe de scientifiques du Collège Impérial de Londres propose un nouveau matériau de construction aussi solide que le béton.

Il est réutilisable et présente une empreinte carbone réduite. Appelé Finite, il est élaboré à base de sable fin, provenant de déserts, mélangé à d'autres composants - servant de liant - tenus secrets. Réutilisable, il est plus particulièrement destiné à la construction d'édifices temporaires. De plus, seul le sable fin de déserts est utilisé, à l'inverse d'autres matériaux comme le béton ou le verre dont la fabrication appauvrit les ressources en sable granuleux des lacs, des rivières et des plages et perturbe la faune présente.

Non toxique, il se décompose naturellement ou peut être moulé à nouveau pour un autre édifice temporaire. L'empreinte carbone de ce nouveau matériau est 50% plus faible que le béton.

Finite est, à l'heure actuelle, toujours en phase de test mais les scientifiques espèrent une mise sur le marché rapide. Par ailleurs, ils poursuivent leurs recherches afin de rendre possible l'utilisation de Finite pour des constructions permanentes.

SOURCE : MATERIAL FINITE



Aérobrick © EMPA

FIBRES DE CARBONE BIOSOURCÉES

Le programme de recherche européen LIBRE « Lignin based carbon fibres for composites » (partenariat public/privé) a pour but la création d'une fibre de carbone renforcée avec

de la lignine. Cette fibre présentera une structure améliorée et pourra ainsi prétendre à de nouveaux marchés.

Il s'agira d'utiliser les sous-produits de l'industrie papetière ainsi que des polymères biosourcés afin de développer ce nouveau matériau composite. La lignine viendra se substituer au polyacrylonitrile utilisé dans la composition des fibres de carbone.

Le procédé de fabrication sera optimisé afin de réduire la consommation d'énergie et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. En effet, le programme de recherche prévoit l'utilisation des micro-ondes et du rayonnement haute fréquence comme source de chaleur. Par ailleurs, le traitement chimique de la surface des fibres sera remplacé par un traitement au plasma.

Le programme, qui implique 12 partenaires, a débuté en novembre 2016 et s'achèvera en octobre 2020.

SOURCE : BIO-BASED INDUSTRIES CONSORTIUM



Fabrication de la fibre de carbone

DE L'UTILISATION DU LIN ET DU CHANVRE

Afin de faire le point sur le potentiel d'utilisation de certaines fibres naturelles dans les matériaux de construction, le projet Grow2Build a conduit une étude sous forme d'un état des lieux sur le lin et le chanvre (industriel).

Ces fibres courtes sont utilisées notamment en matériaux isolants, en aggloméré, en fibres au sein de composites... En effet, leurs propriétés hygroscopiques leur permettent d'absorber et de maintenir un certain niveau d'humidité sans toutefois être elles-mêmes mouillées. De plus, elles résistent très bien à la chaleur et au froid.

Ces fibres naturelles peuvent être mises en œuvre sous différentes formes et à diverses étapes de la construction. Les partenaires du projet Grow2Build ont circonscrit les usages suivants :

- Mélangées avec des fibres polyester ou de l'amidon, auquel un agent ignifuge (10 à 15 %) et antifongique est ajouté pour en faire un matériau d'isolation.
- En remplacement de la fibre de verre dans les composites ou bio-composites selon les mêmes méthodologies et techniques. De plus, leur manipulation semble avoir un impact moindre sur la santé et provoquer moins d'usure sur les machines.
- Dans les enduits muraux, les anas de lin (fragments de paille récupérés lors du teillage) peuvent être ajoutés à la chaux ou à l'argile pour renforcer l'enduit et provoquer un effet esthétique supplémentaire. Par ailleurs, une couche de 4 à 6 cm d'un mélange chaux/chanvre sur un mur épais et froid assure la régulation thermique du mur tout en préservant son inertie.
- En matériau de construction, combiné avec une structure bois, ce béton de chaux et chanvre peut convenir à la réalisation de murs, toits, planchers, en adaptant, pour chaque application, le mélange. En rénovation, ce béton peut être appliqué sur mur extérieur pour isolation. Il est générale-



Illustration © Projet Grow2build

ment appliqué par pulvérisation ou existe sous forme de briques préfabriquées.

- Sous forme d'aggloméré : composé d'anas de lin et d'un agent liant, il est utilisé dans l'ameublement ainsi que dans des panneaux muraux et plafonds.
- Pour obtenir de l'huile de lin, par pression des graines qui contiennent environ 40% de substances oléiques. Elle est utilisée pour la protection du bois ou dans la composition de peintures biosourcées.
- Afin de fabriquer du linoléum, lequel provient d'huile de lin bouillie puis mixée avec de la résine, de la chaux, de la farine de liège ou de bois et un colorant. Après, ce mélange est étendu puis enroulé sur une toile de jute. Enfin, il est asséché pour lui conférer ses propriétés de solidité et de résistance.

Les applications existantes et les recherches en cours sont nombreuses. On peut donc supposer que d'autres innovations dans le traitement, l'utilisation et la mise en œuvre des fibres naturelles verront encore le jour.

SOURCE : PROJET GROW2BUILD

BÉTON RENFORCÉ DE CHARBON



Mr Chakradhar Pedapati, Mr Souradeep Gupta, Mr Manikandan Jayaraj, Kua Harn Wei ingénieurs à l'Université du Maryland
© Université Nationale de Singapour

Une équipe de chercheurs de l'Université de Singapour propose une méthode pour augmenter la solidité et l'imperméabilité du béton par l'ajout de charbon, à usage agricole, en poudre. Ce dernier est obtenu en chauffant la sciure. Une petite quantité de cette poudre de charbon est mélangée à l'eau et au ciment en poudre, ce qui a pour effet de retenir l'eau (en limitant l'évaporation) et de créer un béton plus résistant.

Le béton ainsi obtenu est selon les chercheurs, jusqu'à 20% plus résistant et jusqu'à 50% plus imperméable. En effet, la poudre de charbon comble les interstices dans le béton, évitant ainsi des infiltrations d'eau. Le charbon est poreux, riche en carbone et présente des capacités élevées d'absorption et de rétention de l'eau. Par ailleurs, grâce à ce béton amélioré, il est possible de retirer le coffrage plus rapidement qu'avec un béton conventionnel. Ceci peut amener des économies en termes de temps et de coûts lors de la construction d'un bâtiment.

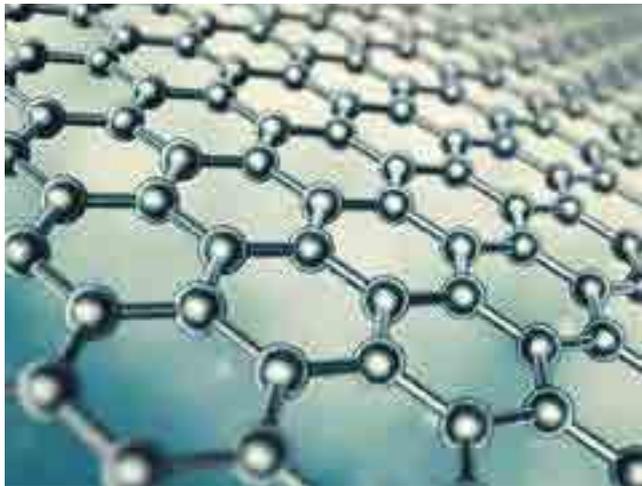
Les chercheurs soulignent aussi le bénéfice environnemental de cette méthode qui permet de recycler les déchets de bois au lieu de les incinérer. Par ailleurs, le charbon à usage agricole emprisonne le carbone dans la structure.

L'Université de Singapour est maintenant en discussion avec des industriels afin de commercialiser cette technologie. En parallèle, les chercheurs poursuivent leurs travaux sur les ciments composites à haute performance.

SOURCE : PHYS ORG

GRAPHÈNE POUR LE BÉTON

Incorporer du graphène au béton améliore ses propriétés et le rend plus « vert ». Il s'agit de la conclusion des travaux et recherches menés par une équipe de scientifiques de l'Université d'Exeter au Royaume-Uni.



Béton composite © Dimitar Dimov

Le graphène est un feuillet d'atomes de carbone en deux dimensions agencés en motif hexagonal. La technologie mise au point permet la suspension de lamelles microscopiques de graphène dans l'eau au cours de la fabrication du béton.



Le béton composite ainsi obtenu présente des propriétés améliorées de solidité et de résistance à l'eau ainsi qu'une élasticité accrue. Plus précisément, ce béton est plus de 2 fois plus solide et 4 fois plus résistant à l'eau que les bétons traditionnels.

Ceci comporte plusieurs avantages :

- Son utilisation dans des conditions difficiles : par exemple, des sites présentant des difficultés d'accès pour effectuer des opérations de maintenance ;
- La diminution de la quantité de béton nécessaire à la construction d'un bâtiment grâce à sa plus grande solidité ;
- La possibilité d'utiliser ce béton-composite dans des zones sismiques.



Les scientifiques soulignent que ce béton composite peut être utilisé directement sur les sites de construction par les techniques classiques de fabrication.

Par ailleurs, l'utilisation du graphène permet de réduire l'émission de gaz à effet de serre lors des opérations

de production de béton et de réduire ainsi l'empreinte carbone des constructions. L'équipe de scientifiques indique que cette nouvelle technologie doit ouvrir la voie à l'introduction d'autres nanomatériaux dans les matériaux de construction.

SOURCE : UNIVERSITÉ D'EXETER

MURS DE BÉTON DE CHANVRE : AVANTAGES DES TRANSFERTS COUPLÉS DE CHALEUR ET D'HUMIDITÉ

Dans le cadre d'une étude exploratoire, le Cerema a modélisé les besoins théoriques en chauffage et refroidissement d'un bâtiment R+1 de 100 m² dont les parois sont isolées par 30 cm de béton de chanvre. Cette étude a établi que les transferts couplés de chaleur et d'humidité permettent de réduire jusqu'à 70% le besoin en chauffage du bâtiment. Pour mettre en évidence les économies d'énergie générées par ces transferts couplés, l'étude a comparé des murs en béton de chanvre avec des murs composés d'un matériau fictif ayant les mêmes propriétés physiques et thermiques que le béton de chanvre mais possédant les propriétés hydriques d'un isolant fibreux non hygroscopique.

L'étude a aussi permis de constater que changer de finition intérieure (Fermacell ou 20 mm d'enduit chaux/sable ou 30 mm d'enduit chaux/chanvre) a peu d'impact sur les besoins en chauffage et en refroidissement du bâtiment. Des travaux complémentaires sont nécessaires pour affiner ces premiers résultats sur la question des besoins en refroidissement. Par ailleurs, le béton de chanvre étant un excellent régulateur hydrique, on peut supposer que l'utilisation d'une ventilation mécanique contrôlée hygro-réglable conduise à un besoin en renouvellement d'air plus faible au sein du bâtiment et donc à une moindre perte de calories par ce biais.

SOURCE : [HTTPS://WWW.CEREMA.FR/FR/ACTUALITES/PERFORMANCE-ENERGETIQUE-BATIMENTS-ETUDE-MONTRE-QUE-BETON](https://www.cerema.fr/fr/actualites/performance-energetique-batiments-etude-montre-que-beton)

PROPRIÉTÉS D'UN BÉTON CHANVRE-LIN



Tests réalisés sur un béton composite chanvre-lin

Des tests et des études ont été conduits sur un matériau composite chanvre-lin en vue d'examiner sa capacité d'absorption d'eau par capillarité, sa résistance mécanique, sa conductivité et son retrait au séchage.

Ce matériau est composé de 90% d'anas de chanvre et de 10% de fibres de lin. Le liant utilisé fait intervenir 75% de chaux aérienne, 15% de liant hydraulique et 10% de liant pouzzolanique.

Plusieurs mélanges ont été réalisés, à savoir pour une application murale, pour un revêtement extérieur, pour une isolation de plancher et enfin pour une isolation de toit. En tout premier lieu, la distribution granulométrique et l'absorption d'eau ont été caractérisées. L'ensemble des tests de résistance et conductivité ont ensuite été réalisés.

Il en ressort différents éléments en comparaison avec un béton de chanvre classique :

- l'introduction de fibres de lin renforce la résistance à la compression du matériau composite et en réduit le retrait au séchage,
- les fibres de lin augmentent la ductilité du béton de chanvre,
- ce matériau composite absorbe moins d'eau.

Ces tests viennent compléter ceux déjà réalisés, notamment en France, concernant les bonnes propriétés acoustiques, thermiques et hygrométriques du béton chanvre-lin.

Auteurs : J. Page et al. Design and multi-physical properties of a new hybrid hemp-flax composite material.

SOURCE : TIMBER DESIGN & TECHNOLOGY

UNE TECHNOLOGIE POUR CRÉER DU MARBRE

Un procédé de fabrication exclusif et breveté, intitulé GeoMicry[®], permet d'imiter un processus géologique et naturel. Cette technologie permet d'aboutir à la création d'un matériau 100% biosourcé appelé Pyrolithic Stone[™].

Ce nom possède une signification puisqu'il est la combinaison de 3 mots : pyro (du grec, formé ou transformé par le feu ou la chaleur), litho (du grec, relatif à la pierre), et stone (de l'anglais, inspiré par la roche qui évoque un matériau naturel).

Ce matériau a l'apparence du marbre, son élégance, et peut être utilisé en extérieur comme en intérieur. Cette technologie permet de conférer à ce marbre des propriétés de résistance aux tâches, aux rayures, à la chaleur ainsi qu'au froid.

Disponible en 2 dimensions, ce matériau est décliné en 7 styles différents et uniques : Eramo, inspiré de la pierre brune canadienne ; Blulette, le marbre italien des Dolomites à l'aspect gris avec des veinures bleutées ; Palissandro, à l'image du classique marbre italien; Aliveri, influencé par le marbre grec gris foncé aux veinures blanches; Dyonisos, toujours en Grèce à la couleur blanche ; et enfin Nestos Royal et Gray inspirés du marbre Nestos grec.

SOURCE : GEOLUXE[®]



DE L'UTILISATION DU CHANVRE

L'Association Britannique du Chanvre, créée en 2017, propose un panorama de l'utilisation du chanvre dans le domaine de la construction. Un plant de chanvre capture le CO₂ tout au long de sa vie, y compris en tant que matériau. Il peut ainsi contribuer à la réduction de l'empreinte carbone de l'industrie de la construction. De plus, le CO₂ emmagasiné dans le chanvre accroît sa solidité.

Le chanvre est principalement utilisé en tant que matériau de construction non structurel et en tant qu'isolant. Par ailleurs, les matériaux isolants à base de chanvre présentent de meilleures propriétés d'isolation que celles de matériaux conventionnels.

En voici quelques exemples :

Béton de chanvre : il s'agit d'un mélange d'eau et de chaux auquel on ajoute la chènevotte (partie ligneuse de la tige de la plante de chanvre). Il s'utilise pour la réalisation d'un mur ou en tant qu'isolant. Le béton de chanvre est très isolant, léger, résistant aux nuisibles ainsi qu'à la moisissure. Il modère également la composition de l'air ambiant (notamment l'humidité). Il ne convient pas pour les murs porteurs.

Panneaux de chanvre préfabriqués : ils sont conçus à partir d'un mélange sec de chaux, de chanvre et de fibres de bois. Les panneaux ainsi fabriqués font 300 mm d'épaisseur.

Ils peuvent être utilisés en éléments structurels. Ils conservent les propriétés de régulation d'humidité du béton de chanvre.

Briques de chanvre : elles sont fabriquées à base de fibres de chanvre et d'un mélange complexe de minéraux. Ces briques possèdent des propriétés d'isolation, d'absorption et de rétention de la chaleur. Les fibres de chanvre utilisées



Béton de chanvre © Association Britannique du Chanvre

sont des sous-produits de l'industrie du textile notamment.

Les fibres de chanvre sont utilisées pour l'isolation des toitures. Aucun produit chimique ou dangereux n'étant ajouté, le matériau est entièrement recyclable. Parmi ses avantages, on peut citer la séquestration du carbone, la résistance à la putréfaction ainsi que des propriétés antimicrobiennes.

Certaines réglementations nationales en vigueur freinent l'utilisation du chanvre : besoin d'autorisations spécifiques pour la culture du chanvre, réglementations inadaptées pour la construction avec des matériaux à base de chanvre...

Notons encore que les matériaux à base de chanvre restent plus onéreux que les matériaux conventionnels.

Cependant l'Association Britannique du Chanvre souligne que les remarquables propriétés d'isolation thermique de ce matériau devraient générer des économies sur le long terme et réduire ainsi la facture initiale de la construction.

SOURCE : ASSOCIATION BRITANNIQUE DU CHANVRE



DU VERRE POUR REMPLACER LA PIERRE



Réalisé à partir de 100% de verre recyclé et de céramique vitrifiée, le SilicaStone™ n'utilise ni résine, ni ciment, ni aucun autre liant. Ce matériau est fabriqué grâce à une température très élevée. En effet, cette chaleur intense change l'état physique du verre et de la céramique afin que les pièces se fondent en un seul bloc.

Quelques pigments de couleurs peuvent être ajoutés avant le processus de chauffe. Le matériau peut également se présenter sous différentes formes et différents aspects.

SilicaStone™ est résistant au feu et à la chaleur. Recyclable en fin de vie, il est également stable et durable sous l'action des UV. Il est proposé en alternative à la pierre naturelle en usage intérieur ou extérieur, en revêtement, murs ou surfaces solides.

Cette technologie de fabrication a été récompensée à plusieurs reprises pour son excellence, son caractère innovant et sa mise en œuvre industrielle.

SOURCE : ALUSID



L'IMPRESSION 3D À BASE DE MATIÈRES ISSUES DE LA GESTION DES EAUX USÉES

Omlab, un studio de design biosourcé circulaire basé à Arnhem, aux Pays-Bas, a développé oMaterial : des prototypes de matériaux basés sur des flux résiduels circulaires et biosourcés. Omlab a développé deux matériaux adaptés à l'impression 3D, au pressage et à l'extrusion. Le "BuildMaterial" pour la construction solide est composé de calcite issue des traitements d'adoucissement de l'eau, de cellulose, de Kauméra (une matière première extraite des boues issues de la gestion des eaux usées) et d'un peu d'alginate (un polymère). Mélanger cela avec de l'eau, vous obtenez une pâte ressemblant à de l'argile. Omlab a imprimé en 3D de grands blocs de construction empilables, fabriqués avec BuildMaterial. Ces blocs ont la même résistance que ceux des blocs de béton cellulaire (C8/C10). Le studio tente actuellement d'améliorer la capacité constructive de BuildMaterial et réalise plusieurs prototypes en collaboration avec une entreprise de béton néerlandaise et l'organisation néerlandaise TNO, spécialisée dans la recherche scientifique appliquée.

Le deuxième matériau "ItBetterMatter" est un matériau calcaire, biodégradable et apporte une nutrition intéressante au sol là où le sol a été acidifié par l'azote. Il est utilisé pour les structures temporaires. De plus, les premiers tests montrent également que leurs matériaux peuvent être réimprimés.

SOURCE : [HTTPS://WWW.OMLAB.NL](https://www.omlab.nl)



© Omlab en naam fotograaf
(photography About.it.today)

RÉHABILITATION DE LA BAUGE

Un projet de recherche intitulé CobBauge est mené par des chercheurs anglais et français. La bauge est un mélange de terre, d'eau et de fibres naturelles (paille et chanvre).

L'objectif est de réhabiliter l'usage de la bauge et de la rendre compatible avec les standards thermiques actuels. Il s'agit également de réduire les émissions de CO₂ ainsi que les déchets lors de la construction des maisons. Le matériau amélioré doit pouvoir contribuer à emprisonner la chaleur à l'intérieur d'un bâtiment.

Pour ce faire, les chercheurs ont mis au point plusieurs types de bauge présentant des propriétés différentes.

Différents types de terre (12) et de fibres (6) ont été testés afin d'optimiser les performances isolantes du matériau. Parmi 20 combinaisons testées, 4 seront sélectionnées en fonction de leur performance. Elles seront fabriquées à plus grande échelle, et selon une méthode innovante, afin de s'assurer de leur fiabilité. Tout ceci pour démontrer la faisabilité d'une maison en bauge innovante.



Enfin, le projet doit également permettre de fédérer un réseau d'acteurs professionnels de la construction en bauge. Des actions de communication sur les objectifs et résultats du projet seront mises en place.

SOURCE : COBBAUGE

DES TRAVAUX À BASE DE TERRE CUITE

Lors d'un séminaire de l'Assemblée de la Céramique Architecturale, des travaux ont été menés sur la mise au point de prototypes de façades bioclimatiques en céramique. L'objectif était d'explorer des conceptions écologiquement responsables avec la terre cuite, matériau céramique durable, qui respire et qui offre des propriétés naturelles pour transférer l'eau et la chaleur.

Durant ce séminaire, quatre groupes d'experts composés d'architectes, d'ingénieurs et de céramistes, ont proposé différents prototypes :

- Un système de bardeaux en terre cuite dont la forme permet le rafraîchissement passif ;
- Un échangeur thermique, à contre-courant, capable d'acheminer la chaleur dans un immeuble sans consommer (ou très peu) d'énergie ;
- Des panneaux en terre cuite afin de répondre aux besoins d'isolation, de chauffage, de rafraîchissement, et de ventilation avec différentes formulations composites pour évaluer comment améliorer les propriétés naturelles de la terre cuite ;
- Un système de façade avec panneaux rubanés en terre cuite pour assurer une ventilation naturelle et un refroidissement par évaporation.

Les différents experts poursuivent la mise au point de leurs projets en vue d'une commercialisation.



L'objectif de l'université de Buffalo, à l'origine de ces travaux, est de répondre aux enjeux du changement climatique en combinant les propriétés ancestrales du matériau avec les technologies et connaissances actuelles.

SOURCE : INHABITAT

© James Dyson Award



REVÊTEMENT À BASE DE PNEUS

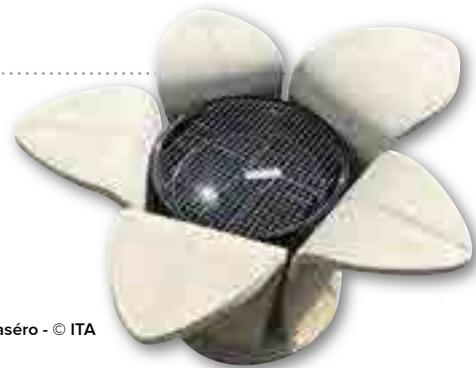
Un étudiant israélien, Antonio Briseno Carmona, a mis au point un revêtement de chaussée à base de pneus recyclés. Il présente la caractéristique de s'auto-réparer sous l'effet de la pluie. L'étudiant souligne que c'est habituellement la pluie qui dégrade les chaussées. Ce constat est à la base de ses travaux. Des additifs (non précisés) sont mélangés au caoutchouc des pneus recyclés afin de créer une mixture homogène. Ce mélange est chauffé, créant ainsi un mastic. En contact avec l'eau de pluie, ce mastic génère du silicate de calcium qui comble les fissures du revêtement. Cette innovation a remporté le 1er prix de la compétition James Dyson Award en 2019 qui récompense les meilleurs travaux étudiants en design et ingénierie.

SOURCE : JAMES DYSON AWARD

FIBRES DE BASALTE POUR BÉTON

Le projet BasFlair veut remplacer les fibres de carbone et de verre ajoutées au béton pour renforcer ce matériau. L'Institut Technologique du Textile de l'Université d'Aachen en Allemagne procède à des recherches afin d'utiliser des fibres de basalte, matière première renouvelable. Les fibres sont en effet extraites des roches volcaniques et sont peu chères, estimées aux environs de 3€/Kg. Le béton composite ainsi constitué présente une grande résistance aux températures. En effet, la fibre de basalte est thermiquement et chimiquement résistante. Les chercheurs mettent aussi en avant sa plus grande résistance à la corrosion et sa plus grande malléabilité.

Ce béton-basalte pourrait trouver son utilité dans des applications nécessitant une résistance aux températures élevées, comme pour un brasero par exemple. 75% plus mince que le béton traditionnel, plus léger également, il permet de



Braséro - © ITA

réduire les émissions de CO₂ durant les phases de production et de transport, le rendant ainsi plus respectueux de l'environnement.

Soulignons cependant que sa solidité est équivalente à celle d'un béton fibré conventionnel. Par ailleurs, il permet de réduire, toujours selon les chercheurs, l'utilisation de ciment de 70%.

SOURCE : INSTITUT TECHNOLOGIQUE DU TEXTILE DE L'UNIVERSITÉ D'AACHEN (ITA)

DE LA CAROTTE DANS LE BÉTON

Une équipe d'ingénieurs de l'Université de Lancaster associés à la société CelluComp ont mis au point un béton composite. Des nanoplaquettes extraites des fibres de carottes ou de betteraves sucrières ont été ajoutées au béton. Les ingénieurs soulignent plusieurs qualités à ce béton composite :

- La structure est plus solide que celle des bétons traditionnels ;
- L'émission de CO₂ lors de la production est réduite ;
- La qualité de la microstructure d'un tel béton est supérieure et laisse supposer une plus longue durée de vie ;



- La quantité de ciment nécessaire à sa fabrication est moindre.

Les nanoplaquettes agissent sur la quantité de silicate de calcium hydraté, en l'augmentant. Cela permet d'obtenir un béton plus résistant et plus durable. Les ingénieurs ne sont qu'au début de leurs recherches. L'objectif est d'étudier plus en détail l'influence des nanoplaquettes de fibres de carottes ou de betteraves sucrières sur le béton afin d'obtenir un mélange optimal.

SOURCE : CORDIS

DES CHAMPIGNONS DANS LE BÉTON

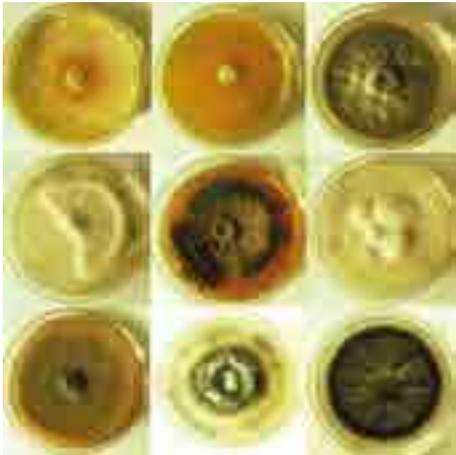


Illustration des capacités du champignon à réparer un béton - © Université de Binghamton



Une équipe composée de biologistes et de scientifiques américains a mené des travaux sur les fissures du béton et les moyens pour parvenir à les réparer. Les fissures peuvent causer de graves dommages - qui passent parfois inaperçus - au béton et donc aux structures. Afin d'éviter l'extraction et le remplacement (lorsque c'est techniquement possible) du béton fissuré, les chercheurs ont essayé d'éviter la création des fissures. Ils se sont inspirés des capacités du corps humain à réparer des coupures, contusions ou os cassés.

Ajouter des spores de champignons *Trichoderma reesei* ainsi que des nutriments dans le mélange rendant possible la fabrication du béton permet de remédier au problème, selon les chercheurs. On obtient ainsi un béton hybride biosourcé et autoréparant.

En effet, enfermées dans un béton sain et non fissuré, les spores du champignon « dorment ». A l'apparition d'une fissure, et donc d'humidité et d'oxygène, les spores se « réveillent », germent, poussent et provoquent une sédimentation de carbonate de calcium qui agit comme un cicatrisant sur les fissures. De plus, cette autoréparation pourrait également à nouveau couper la pénétration d'oxygène et d'humidité et ainsi stopper l'activité des champignons pour les laisser dans un état d'attente.

Il s'agit ici de premiers tests. De nombreuses recherches sont encore à mener, notamment sur la stabilité des spores de champignons, avant d'envisager la mise sur le marché d'un tel béton hybride biosourcé et autoréparant.

SOURCE : INHABITAT

MATÉRIAUX ARTIFICIELS VIVANTS

La DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) est une agence du Département de la Défense des États-Unis. Elle est chargée de la recherche et du développement de nouvelles technologies destinées à un usage militaire... mais pas seulement.

En effet, cette agence a lancé un programme de recherches intitulé « ELM » (Engineered Living Materials) que l'on pourrait traduire par « matériaux artificiels vivants ». Le but de cette initiative est de concevoir des matériaux de construction possédant les propriétés de leur état naturel (vivant).

Pour mieux comprendre, on peut prendre l'exemple du bois abîmé par la foudre : un arbre vivant est capable de régénérer une couche d'écorce afin de recouvrir l'entaille. Par contre, un arbre qui a été coupé n'est plus en capacité de se régénérer et de se réparer comme de son vivant.

Le programme « ELM » vise donc à créer artificiellement des précurseurs (forme immature d'un composé biologique telle une protéine, une enzyme...) qui rendraient « vivants » des matériaux. Ces derniers pourraient alors s'adapter à leur environnement et se réparer suite à un dommage. Il s'agira également de s'intéresser aux combinaisons entre les propriétés structurelles des matériaux de construction et les propriétés vivantes de ces précurseurs : quelle taille, quelle forme...



Illustration d'utilisations possibles des matériaux artificiels vivants pour une habitation - © DARPA

La DARPA va s'intéresser aux technologies bio-inspirées déjà développées, comme celles mises au point par Ecovative, Biomason ou l'impression 3D par exemple, pour aller plus loin dans ses recherches.

SOURCE : DARPA

MATÉRIAU À CHANGEMENT DE PHASE



Bois transparent plus opaque, à droite, lorsque la chaleur emmagasinée est libérée © Institut Royal de Technologie

Le bois transparent transmet la lumière et peut également, grâce à un traitement supplémentaire, absorber puis libérer la chaleur.

Du polyéthylène glycol encapsulé a été injecté dans ce bois.

C'est un matériau à changement de phase : lorsqu'il est à l'état solide, il fond à une température de 27°C environ. Durant ce processus de changement de phase, il emmagasine et stocke la chaleur. Lors du processus inverse (de l'état liquide à l'état solide), il libère la chaleur stockée. La température de changement de phase peut être modifiée par l'utilisation de différents types de polyéthylène glycol.

Le bois ainsi traité absorbe donc la chaleur durant une journée ensoleillée et la libère la nuit. L'équipe de scientifiques de l'Institut Royal de Technologie de Stockholm poursuit ses travaux et envisage une mise sur le marché d'ici 5 ans, pour des applications de niche dans le domaine de l'architecture d'intérieur. Les scientifiques travaillent également sur l'augmentation de la capacité de stockage du matériau.

Leur objectif est de pouvoir proposer ce matériau aux industries de la construction pour réduire la consommation d'énergie, l'émission de CO₂ ainsi que le recours aux énergies fossiles.

SOURCE : INSTITUT ROYAL DE TECHNOLOGIE

ISOLATION EXTÉRIEURE BIOMIMÉTIQUE



Pour son projet de fin d'études à la Royal Academy of Art de La Haye, aux Pays-Bas, le designer Lindey Cafsia a développé un matériau isolant appelé Plyskin s'inspirant des particularités et des propriétés de la peau et de la fourrure des ours polaires.

L'objectif est de proposer une alternative aux isolants classiques la plupart du temps, toxiques et polluants. Biosourcé, cet isolant est conçu avec des matériaux recyclables. Il est constitué de 3 couches à l'image de la fourrure des ours polaires :

- Une couche intérieure noire en acide polylactique pour absorber la chaleur (la peau) ;
- Une couche intermédiaire en forme de nid d'abeilles, de polytéraphthalate d'éthylène blanc pour piéger la chaleur (la sous-fourrure) ;
- Une couche extérieure en polyamide translucide recyclable pour capturer l'air environnant (la fourrure).

Il s'agit d'un prototype d'isolant qui a été imprimé en 3D. Conçu pour être installé sur l'extérieur d'une façade au lieu de se placer sur la face intérieure des murs, il n'est, à ce jour, pas encore sur le marché.



Plyskin © Lindey Cafsia

SOURCE : LINDEY CAFSIA

STRUCTURE À BASE DE MYCÉLIUM

Une équipe composée d'un architecte allemand - Dirk Hebel - et d'un ingénieur suisse - Philippe Block - a bâti une structure en forme d'arbre presque entièrement à base de mycélium, le « MycoTree ». Cette forme a été choisie afin de démontrer que la stabilité des édifices est davantage due à la géométrie de la structure plutôt qu'à la solidité du matériau. En effet, il faut souligner que le mycélium est très fragile. Selon l'équipe de chercheurs, un bâtiment de 2 étages pourrait être ainsi conçu si sa géométrie est correctement étudiée et adaptée.

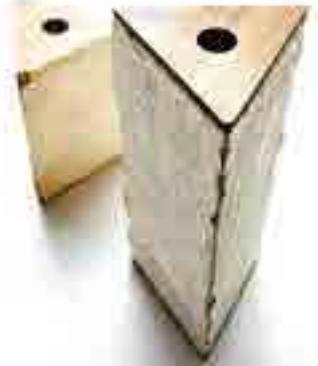
Les éléments en mycélium se supportent mutuellement en compression. Ils sont reliés les uns aux autres par 2 plaques en bambou et fixés par des chevilles métalliques. Cependant, toute la charge est supportée par les éléments en mycélium. Le processus complet de fabrication demande environ 2 semaines : les blocs de mycélium sont constitués de spores de champignons additionnés d'un mélange de sciure et de canne à sucre et conservés dans un milieu stérile humide. Les champignons absorbent les nutriments et, en quelques jours, se transforment en une masse dense et spongieuse.

Déposée dans un moule spécifique développé par un programme de modélisation en 3D, cette masse continue à se densifier tout en prenant la forme du moule. Ce dernier est conçu en forme de polyèdre afin d'assurer la résistance aux forces de compression. L'étape suivante voit la croissance d'une fine peau qui protège le mycélium. C'est après cette étape que le matériau est déshydraté afin d'arrêter sa croissance. Le bloc de mycélium est alors prêt à être utilisé. Biodégradable, il peut être composté après utilisation.

L'équipe poursuit ses recherches, notamment en testant la résistance de plusieurs espèces de champignons, de différents mélanges de nutriments et de diverses conditions de



MycoTree - © Dezeen



croissance. L'objectif final est de proposer une alternative plus respectueuse de l'environnement aux matériaux traditionnels dans le cadre de petites constructions.

SOURCE : DEZEEN

DE LA POMME DE PIN À LA FAÇADE



Système autonome d'ombrage © Chiara Vailati/ETH Zurich

Une scientifique de l'institut des matériaux de construction de l'Université de Zurich s'est inspirée des réactions de la pomme de pin pour créer une façade. Il s'agit d'un système d'ombrage autonome qui réagit en fonction de la luminosité. Il ne nécessite aucune alimentation électrique.

Ce système est conçu sur base de plusieurs paires de pièces en bois, alignées en parallèle. Ces pièces sont constituées de 2 couches de bois. Les paires passent d'une position droite à une position incurvée, grâce à la manière dont elles sont assemblées, automatiquement en fonction de l'hygrométrie.

La pomme de pin réagit naturellement de cette manière en fonction de l'humidité présente dans l'air : en présence d'un air sec, elle s'ouvre. Pour parvenir à ce mimétisme, plusieurs essences de bois ont été utilisées (épicéa et hêtre). Les fibres ont été alignées perpendiculairement, une essence par rapport à l'autre. Par ailleurs, l'ensemble des caractéristiques du système ont été étudiées comme les types d'essences et l'épaisseur des pièces de bois afin d'en accélérer la réaction face aux conditions extérieures.

SOURCE : ETH ZURICH

UN PONT HIGH-TECH CONSTRUIT AVEC DU LIN

Ce « biopont » de quinze mètres de long est le résultat d'une collaboration entre 15 partenaires dirigés par l'Université de technologie d'Eindhoven. Construit dans le cadre du projet européen « Smart Circular Bridge », le pont est fabriqué à partir



de lin qui est une plante à croissance rapide. Combinées à une bio-résine spéciale, les nattes de lin sont transformées en un matériau léger et très stable aux propriétés comparables à celles de l'aluminium ou de l'acier léger. Outre les fibres de lin 100% naturelles, la résine proviendra également de sources non fossiles dans la mesure du possible. La proportion de bio-résine est actuellement de 25% pour la première structure, mais elle atteindra 60% ou plus pour les prochains ponts. Pour ce faire, les chercheurs ont utilisé des déchets issus de la production de biodiesel et des bouteilles en PET recyclées. Pour réaliser ce pont, les fibres ont été enroulées autour de blocs de mousse, puis la bio-résine a été aspirée dans les couches de fibres par mise sous vide, ce qui a produit une poutre très solide une fois durcie. Avec sa structure à chambres creuses le pont peut supporter le poids de 275 personnes.

Le pont est également équipé de près d'une centaine de capteurs en fibres de verre optique qui fournissent en continu des informations sur les déformations des matériaux. Les données récoltées permettent aux ingénieurs d'affiner leurs modèles de calcul. Sur cette base, ils poursuivent le développement des modèles de matériaux et de conception pour les prochains ponts et d'autres applications. Actuellement, les équipes effectuent déjà des recherches sur les colonnes et les éléments de façade. Les pales de rotor d'éoliennes sont également envisagées.

SOURCE : WWW.NWEUROPE.EU/SMARTCIRCULARBRIDGE

DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT URBAIN

L'agence d'architecture pluridisciplinaire AREP, basée en France et aussi en Asie, a développé un prototype low-tech en bambou pour créer un système de refroidissement. Il s'agit d'une alternative à l'utilisation de climatiseur dont la consommation d'énergie et les fuites de gaz caloporteur alimentent directement le changement climatique. En utilisant le principe de refroidissement adiabatique, ce projet propose une solution efficace et abordable pour refroidir durablement les villes en temps de canicule. Pour s'évaporer, l'eau a besoin d'énergie qui est « absorbée » par la chaleur de l'air ambiant, générant ainsi l'effet de refroidissement. L'agence a développé des modèles numériques paramétriques pour étudier diverses formes potentielles et effets de refroidissement. Avec l'aide d'un artisan local du bambou, ils ont pu construire au



© AREP South Asia

Vietnam un prototype opérationnel à grande échelle. L'eau s'écoule par gravité entre le haut et le bas de la structure. Au centre du système se trouve un ventilateur qui capte l'air chaud d'en haut et le pousse vers les niveaux inférieurs. En traversant deux fois l'eau, l'air se refroidit naturellement. Le prototype a réussi à faire baisser la température de 6°C (de 30°C à 24°C) prouvant la viabilité de la conception. L'ambition d'AREP est désormais de mettre en œuvre cette solution durable, low-tech et low-cost dans des climats plus secs.

SOURCE : [HTTPS://WWW.DESIGNBOOM.COM/TECHNOLOGY/AREP-ADIABATIC-URBAN-COOLING-SYSTEM-12-05-2021](https://www.designboom.com/technology/arep-adiabatic-urban-cooling-system-12-05-2021)

BIO-FAÇADE

Né d'une réflexion du cabinet d'architecture parisien XTU, le projet SymBIO2 propose de cultiver des microalgues sur les façades de bâtiments. La biofaçade se présente sous la forme d'un aquarium plat, composé de modules en double vitrage appelés photobioréacteurs. Ces derniers sont alimentés par un réseau d'eau et de gaz carbonique dont les végétaux se nourrissent. Les microalgues purifient l'eau et l'air qui y circulent et transforment le gaz carbonique par photosynthèse. En plus, elles captent l'énergie thermique du soleil. Un échangeur thermique placé à l'arrière des photobioréacteurs permet de réguler la température des aquariums et de récupérer l'énergie thermique qu'ils émettent, chauffant ainsi naturellement l'eau utilisée dans les logements.

Ce système de production de microalgues, contrôlé et régulé, est une nouvelle forme d'agriculture urbaine. Grâce à des tuyaux d'évacuation on récolte les microalgues qui peuvent servir à produire des aliments protéinés végétaux, des médicaments ou même des produits cosmétiques. Plusieurs prototypes fonctionnels permettent d'expérimenter la production de certaines microalgues. Parallèlement, la construction d'un immeuble « AlgoHouse » composé d'une biofaçade de 300 m carrés démarre prochainement à Paris. La fin des travaux est prévue pour début 2024.



© XTU

SOURCE : WWW.XTUARCHITECTS.COM/WORK-1#/ALGUESENS-XTU

UNE FENÊTRE EN BOIS TRANSPARENT



Simulation de la diffusion de la lumière à travers une vitre

Les recherches progressent sur le bois transparent : une équipe de chercheurs de l'Université du Maryland a réalisé une nouvelle étude sur la base d'un modèle réduit de maison, équipée d'une partie de toiture en bois transparent. Une fenêtre réalisée à l'aide de ce bois transparent apporterait une lumière naturelle plus uniforme et plus régulière, et elle serait plus efficace que le verre en matière d'isolation thermique.

Ce bois transparent n'est pas aussi transparent que le verre, il laisse donc passer un peu moins de lumière (90 %) et procure en conséquence plus d'intimité, mais transmet beaucoup moins de chaleur en bloquant la longueur d'onde correspondante.

La lumière diffusée à travers cette fenêtre est distribuée dans la pièce de manière plus uniforme. De plus, étant filtrée et diffusée à travers les canaux du bois, elle est moins éblouissante et toujours dirigée de la même manière dans la pièce, peu importe la position du soleil. Cette vitre en bois transparent est imperméable grâce aux polymères qu'elle contient et moins fragile que le verre.

À ce stade des recherches, seules de petites pièces de bois ont été travaillées (12,7 cm x 12,7 cm x 1 cm d'épaisseur) car le processus permettant de rendre le bois transparent n'est encore applicable que sur des morceaux de bois de petites dimensions. Par ailleurs, les chercheurs souhaitent perfectionner ce traitement pour le rendre plus respectueux de l'environnement avant de penser à un processus industriel.

SOURCE : A. JAMES CLARK SCHOOL OF ENGINEERING - UNIVERSITÉ DU MARYLAND & ADVANCED ENERGY MATERIALS



Simulation de la diffusion de la lumière à travers un panneau de bois transparent

Avec le soutien de :



Wallonie

Notre partenaire pour le Viginov



Nos partenaires pour le Végébuild





Ressources Naturelles Développement asbl

Rue de la Fontaine, 17C - B-6900 Marche-en-Famenne
Tél. 084 32 08 40 - Fax 084 32 08 59
info@rnd.be - www.rnd.be