

1208 3,95 euros
jeudis 1^{er} et 8 février 2024
I.S.S.N. : 1760 - 4672

Le BOIS
INTERNATIONAL

L'HEBDOMADAIRE DES PROFESSIONNELS DE LA FILIÈRE FORÊT-BOIS



Innovation
Le CO₂ pour sécher le bois

p. 27

Entreprises
Lofoten agit de la construction à l'agencement p. 18

Contrôle non destructif
L'outil de classement Sylvatest sort en version 4 p. 32

Numéro spécial
Salon Eurobois 2024 à Lyon Eurexpo

Faire œuvre de tout bois grâce à Sylvius

L'ingénierie du bois massif est un des grands axes de développement actuels d'usages du bois – au côté d'une « bioéconomie » basée sur la déconstruction du bois, au niveau moléculaire. Elle doit s'appuyer sur une caractérisation poussée des bois, notamment au plan mécanique. Grâce à des méthodes et des machines, les bois sont désormais classés en scierie. Mais d'autres bois que ceux d'usine doivent être caractérisés, qu'ils soient hors normes (ce fut le cas pour les pièces de 20 m équarries dédiés à Notre-Dame de Paris !), encore sur pied en forêt, ou déjà en œuvre... C'est ce que permet en toute facilité désormais l'application Sylvius associée à la 4^e génération du Sylvatest, un appareil léger et mobile basé sur la technologie des ultrasons développé par la société Concept bois technologie (CBT) (1), qui l'a présenté au concours Bio Top innovation bois et matériaux biosourcés.



« Avec le Sylvatest, nous mettons en œuvre une approche scientifique de la variabilité des caractéristiques des bois. Notre expérience nous permet de constater que d'une manière générale, le classement traditionnel notamment visuel conduit à sous-employer les bois », remarque Yann Benoit, directeur technique de CBT.

Photo : CBT

À notre époque basée sur la technologie et axée sur l'optimisation, il est l'objet principalement de recherches de deux sortes. Les unes visent à en faire un matériau standardisé et homogène, correspondant aux exigences de nouvelles industries en quête de massification, et œuvrent à la « déconstruction » du bois jusqu'à l'échelle moléculaire – c'est tout le mouvement qui se dessine derrière la chimie verte, les composites à base de

Le bois (massif) est doté de caractéristiques variables, c'est ce qui en fait une matière première à part, requérant d'ailleurs un grand savoir-faire pour sa production (de la gestion forestière au sciage). Il présente, selon les essences et les qualités, des aptitudes à des usages différenciés, mises à profit depuis toujours par les métiers du bois, qui héritent ainsi d'une tradition d'une incroyable richesse. C'est un matériau d'une subtile diversité que nous livre la nature, nécessitant une approche non moins subtile pour ceux qui ont vocation à le travailler.

L'optimisation de la ressource bois récompensée à Bio Top

Le Prix Bio Top innovation bois et matériaux biosourcés a été créé en 2021 par Lignum Vaud, en partenariat avec la Haute école du Bois à Bienne. En 2023, l'entreprise JPF Ducret a été récompensée dans la catégorie « *Entreprise* » pour sa contribution à l'optimisation de la ressource bois et son utilisation en cascade. JPF Ducret, qui génère une grande quantité de copeaux de bois à travers toutes les étapes de production de bois lamellé-collé et bois lamellé-croisé, va les transformer en isolant (en mélange avec de l'argile), et les insuffler dans ses propres ossatures préfabriquées. L'entreprise « *Auprès de mon arbre* » a reçu le prix Bio Top dans la catégorie « *Filière courte forêt-bois* ». Elle construit en bois massif et n'utilise que du bois local scié et séché en Valais dans ses projets sans colle, sans clou, sans produit chimique.

Les autres entreprises honorées planchent sur un substitut aux résines fossiles dans la production de bois composites à base de cellulose bactérienne (Treeless Pack) et sur des géotextiles forestiers biodégradables à partir de fibres cellulosiques pour réduire la perte de glace dans les sites alpins touristiques et remplacer ceux fabriqués à partir de plastique (Lenzing).

fibres ou nanofibres... Bien sûr, il n'y aurait aucun intérêt à « déconstruire » un chêne de deux cents ans, et un corollaire de cette tendance est le « fast-wood », issu d'arbres cultivés en rotation courte, par une « sylvoindustrie » (pendant de l'agro-industrie...).

Connaître finement le bois massif

Les autres recherches visent à qualifier le plus finement possible les bois massifs pour en faire un usage élargi approprié, que celui-ci soit un nouvel usage ou un usage traditionnel qu'il faut caractériser vis-à-vis des normes et des assurances. Connaître le comportement du bois (notamment mécanique mais aussi vis-à-vis de l'eau, des champignons et des insectes, de la colle, etc.) est un préalable indispensable pour l'ingénieur (2) qui utilise des produits bois massifs. Ainsi, face à la volonté d'utiliser de nouvelles essences en construction (3), des programmes de caractérisation mécaniques de celles-ci (détection des propriétés limites — jusqu'à destruction — d'échantillons choisis) sont-ils conduits, qui débouchent sur des méthodes de classement (cette fois sans destruction !). Le marquage CE, imposé pour la mise sur le marché de produits de construction au sein de l'espace économique européen à partir de 1990, a généré le développement de machines de contrôle non destructif – machines de classement à implanter en usines – utilisant différentes technologies. Aujourd'hui, la connaissance des grumes et des planches permises par



Certaines utilisations d'ingénierie d'aujourd'hui d'une part, et l'économie de matière première d'autre part, requièrent de pouvoir acquérir facilement une fine connaissance mécaniques des bois en dehors des lignes d'usinage : en forêt, dans la nature, en œuvre... Ici caractérisation d'arbres sur pied avec le Sylvatest. De telles mesures ont permis de corréliser arbres sur pied et sciage dans le cadre de la mise en place de l'AOC Bois de Chartreuse.

Photo : CBT

L'expertise de CBT est demandée tout autour du monde, pour des bois en configuration aussi bien unique que massifiée. Ici, contrôle de poteau en Turquie avec Polux. En ce moment, CBT est missionné dans le cadre d'un projet de maintenance des structures en chêne de mines de Cuivre au Chili.

Photo : CBT



exemple par les scanners à rayon X qui se répandent dans les scieries, permet en outre d'optimiser la coupe (4) et ainsi d'utiliser la ressource de manière plus efficiente dans une économie du bois d'œuvre toujours (heureusement) axée sur la qualité des bois.

Il reste qu'il est souvent nécessaire de qualifier des arbres sur pied, des grumes, des sciages spéciaux, des bois en œuvre (poteaux, charpente...), ceci afin de s'assurer qu'ils possèdent les propriétés mécaniques attendues d'eux, ou pour optimiser leur durée de vie en œuvre...

... avant mise en œuvre et en œuvre

Ces contrôles non destructifs sont le cœur de l'activité de CBT, un bureau d'études créé à l'origine comme spin-off de l'École polytechnique fédérale de Lausanne par Jean-Luc Sandoz, dont Yann Benoît est le directeur technique. CBT a développé deux appareils de mesure portables inédits, le Sylvatest et Polux, qui l'ont conduit à intervenir dans le monde entier dans ce domaine du contrôle non destructif des bois (y compris à la Cité interdite). Le Sylvatest est un appareil portable permettant grâce à deux sondes entre lesquelles sont envoyés des ultrasons de connaître la résistance mécanique du bois. Plus le bois est dense, plus les ultrasons se propagent rapidement. Un nœud, par exemple, favorise la déviation des ultrasons qui se trouvent ralentis. Polux a été développé pour mesurer la fiabilité des poteaux bois en service, grâce à une prise de mesure hygrodensitométrie qui s'effectue à la ligne de sol, l'endroit où le poteau est le plus sollicité. Deux pointes sur capteurs de force enfoncées de part et d'autre du poteau permettent de calculer sa résistance, tandis que l'humidité est mesurée par passage d'un courant électrique. La technologie Polux est dédiée aux gestionnaires de réseaux... qui auparavant ne pouvaient que taper sur les poteaux pour évaluer leur qualité, une mesure à tout le moins subjective.

Sylvatest dernière génération : portable et sans fil !

Deux sondes et un smartphone : voilà l'attirail qui permet désormais de connaître les propriétés mécaniques

des bois ! La nouvelle version du Sylvatest pèse 300 grammes. La sonde maîtresse et la sonde esclave sont implantées à chacune des extrémités de la grume, du billon, de la pièce de bois qui doit être caractérisé. Par la technologie Bluetooth, et grâce à un filtrage de tous les bruits environnants, elles mesurent... des kilomètres par seconde parcourus entre elles par les ultrasons. Ces informations recueillies sont traitées : une calibration a été préalablement faite, correspondant à l'essence et à la cohorte d'arbres, de grumes, de billons, d'éléments structurels de bois en service que l'on teste... « *Notre profil académique nous permet d'être en contact avec les laboratoires de recherche du monde et nous offre la possibilité d'accéder à des données lorsque nous travaillons sur des bois particuliers* », indique Yann Benoît. Tous les logiciels et le développement sont réalisés en interne chez CBT par Jean-Daniel Gasser, informaticien à CBT.

Les nouvelles versions de l'outil ne mesurent plus seulement le temps de propagation des ultrasons, mais aussi l'amplitude de l'onde, ce qui permet de repérer des trous, et, par exemple, de tester le lamellé-collé pour y détecter d'éventuels problèmes de collage. CBT propose de céder la licence à des professionnels, par exemple des bureaux d'études. Une grande partie de son activité liée au contrôle non destructif avec le Sylvatest est toutefois de service : expertise pour des usagers du bois, qu'ils soient maîtres d'ouvrage, charpentiers, ingénieurs de bureaux d'études, experts en assurance, etc.

Conservation de bois anciens en réhabilitation

Grâce à la méthode mobile de contrôle non destructif des bois, une nouvelle approche peut-être mise en œuvre dans la réhabilitation des bâtiments anciens. Le bureau d'études parisien Concept bois structure (CBS) est pionnier dans l'activité d'expertise structure sur des bâtiments existants par la technologie des ultrasons. Il offre, grâce à l'outil inédit développé par CBT, dont il est le frère jumeau, d'analyser les bois et structures en place puis de formuler des préconisations pour leur conservation dans le cadre d'une réhabilitation. Cette approche a été mise en œuvre avec succès dans le cadre de la transformation



Relevés de mesures avec le Sylvatest dans le cadre de l'évaluation des structures des entrepôts des magasins généraux de Paris, désormais transformés en hôtel Hilton. Photo : CBS

de l'entrepôt des magasins généraux de Paris en hôtel contemporain haut de gamme. Pour la réhabilitation de ce bâtiment de plus de 150 ans à structure en bois feuillu et résineux, l'architecte a prévu, à la demande du maître d'ouvrage, que la forêt de poteaux de chêne et de poutres en résineux soit conservée. Or le respect des normes acoustiques américaines entraîna pour les planchers un surplus de 600 à 650 kg/m² de charge permanente. Un état des lieux de l'entièreté de la structure bois, en très bon état à certains endroits, dégradée à d'autres, a été réalisé grâce au Sylvatest, et à l'appareil Polux dans certains cas, ceci pièce à pièce : poutres, poteaux, bracons, sommiers. La campagne de mesure a duré trois mois, sachant que



10 % environ de bois des structures des entrepôts des magasins généraux ont été renforcés. Le reste a pu rester en place, tout en recevant des charges supérieures. Photo : CBS

les mesures doivent s'effectuer en l'absence de vibrations et que le site était en chantier. L'analyse des résultats en parallèle de celle des structures existantes et de leurs fonctions à venir dans le bâtiment a conduit à des préconisations de deux types : renforcement de certaines pièces ou certains assemblages, remplacement par des pièces neuves de certaines pièces trop dégradées (une zone ayant été touchée par les termites), les moins nombreuses. D'une manière générale, la qualité des poteaux classés D70 et leur section ont permis la reprise des charges sans renforcement. Certaines poutres ont été renforcées par des flasques bois collées à la résine époxy. Des assemblages ont été renforcés par tiges filetées et résine époxy. Ce sont environ 90-95 % des bois qui ont ainsi pu être conservés. « *S'il n'est pas dégradé par des attaques biotiques, le bois conserve toutes ses caractéristiques structurelles avec le temps : il ne mérite absolument pas l'image de matériau fragile qui lui est parfois allouée ; c'est un matériau du long terme* », observe Adrien Etchegaray, responsable des études de CBS, qui note aussi que les dimensionnements d'il y a 150 ans ont été effectués largement.

— Fabienne Tisserand

(1) Basé à Lausanne, CBT fait partie du groupe CBS-Lifteam, comprenant le bureau d'études bois CBS, Lifteam, entité qui traite les projets en phase travaux, en lots séparés, en macro-lots ou en tout corps d'état, et Ecotim, usine de préfabrication bois basée en Savoie. La connaissance très poussée du matériau bois, et ainsi son usage optimisé, sont à la base de cet ensemble de sociétés dont les compétences se complètent.

(2) L'ingénieur préconçoit son projet à partir d'un catalogue de matériaux aux propriétés et modes de mise en œuvre définis, par opposition au bricoleur, qui pour construire pioche dans son environnement – une des dernières activités primitives, selon Claude Levi-Strauss.

(3) Essences feuillues fortement présentes en France ou essences exotiques qui font l'objet d'essais d'implantation par les gestionnaires (sous l'appellation notamment d'« îlots d'avenir »).

(4) Voir l'article : « *Intelligence artificielle : où en sont les scieries* », dans Le Bois International n° 1205 du 11 janvier 2024.