

Le bambou, l'acier vert de la construction

Les parties de texte soulignées renvoient à un lien hypertexte cliquable depuis la version PDF de cet article, disponible sur le site de la revue *architrave* – www.architrave.be



Marc Raison
Greensteel Concept SPRL
info@greensteel.be
www.greensteel.be

La nature a du génie. Alors que l'on développe à grands frais des matériaux de haute technologie, certains, et ils sont de plus en plus nombreux, (re)découvrent les propriétés mécaniques extraordinaires de cette graminée géante. Parallèlement, changement climatique et épuisement des ressources de la planète nous poussent naturellement à rechercher des matériaux durables pour nos constructions. Le bambou en fait certainement partie.



Aéroport de Madrid – arch. Richard Rogers, Estudio Lamela

UN PEU D'HISTOIRE

En Europe et dans le monde, le pionnier de la recherche structurelle en bambou se nomme Jules Janssen. Celui-ci commence sa carrière d'enseignant en septembre 1967 à la faculté d'architecture et de construction de l'université technique d'Eindhoven, où il enseigne la conception structurelle et la mécanique appliquée.

En 2004, après quarante années de travail, notamment en collaboration avec l'INBAR¹, l'incontournable réseau international du bambou, les normes sur la détermination des propriétés physiques et mécaniques (ISO-22157) et la conception de structures en bambou (ISO-22156) sont approuvées par l'Organisation internationale de Normalisation. C'est un accomplissement incroyable dans l'acceptation du bambou comme alternative légitime au bois de construction traditionnel, qui ouvre de nombreuses portes pour l'utilisation du bambou dans les pays développés.

Jules Janssen a publié de nombreux ouvrages et études devenus incontournables et faisant aujourd'hui référence en la matière².

En Amérique du Sud, Oscar Hidalgo³ est également un pionnier en matière d'études sur le bambou. En 2003, il a édité un livre également incontournable : *Le bambou – cadeau des dieux*. Il s'agit essentiellement d'un testament des découvertes de sa vie relatives à son étude sur le bambou. Y sont abordés tous les aspects du bambou en tant que plante, sa taxonomie, son écologie, sa sylviculture, ses propriétés mécaniques et chimiques, le rôle de la conservation et de la protection dans sa longévité, son utilisation en usages traditionnels et artisanat, dans la fabrication des produits modernes et matériaux, ainsi que les technologies de construction en bambou et les possibilités modernes d'ingénierie.

Pour le dire en une seule phrase : *With bamboo we can replace wood or timber in all their applications, but we cannot use wood or timber to make all the things and structures that can only be made with bamboo.*



Principe d'attache GUADUATECH – www.guaduatech.com



Casa Atrévada – Luz de Piedra Arquitectos

UN MATÉRIAU AUX MULTIPLES ATOUTS

Le bambou, quel que soit son diamètre, est facile à couper, manipuler, réparer, remplacer et conserve ses avantages comme matériau de construction, sans besoin d'outils ou d'équipement sophistiqués.

En raison de ses caractéristiques physiques extraordinaires, le bambou et notamment la Guadua (voir plus loin) convient à tous les types de structure et de construction. Le bambou est non polluant et n'a pas de croûtes ou de parties qui peuvent être considérées comme rebut. Au lieu de s'ajouter aux problèmes de pollution dans des décharges comme les déchets conventionnels du bâtiment, n'importe quelle partie du bambou qui n'est pas employée peut être réutilisée de nouveau dans la terre comme engrais ou peut être traitée en tant que charbon de bois.

Sa forme circulaire et ses sections creuses font du bambou un matériau de construction léger, il est facile à manipuler, à transporter et à stocker. Par conséquent, construire avec le bambou épargne du temps et évidemment de l'argent.

De par sa facilité d'utilisation et d'implémentation, le bambou peut être utilisé pour des constructions définitives comme provisoires.

Sans compter que, s'il peut être employé comme élément structurel, le bambou peut également remplir d'autres fonctions, comme les planchers, le panneau de mur, conduites d'eau, drainage, et meubles.

L'autre avantage du bâtiment avec le bambou est qu'il peut être employé en combinaison avec d'autres types de matériaux de construction, comme par exemple renforcer des matériaux pour des bases existantes.

Abondant, durable et extrêmement résistant, le bambou a un réel potentiel pour devenir un remplacement idéal à l'acier.

Les essais de résistance à la traction prouvent que le bambou surpasse la plupart des autres matériaux, l'acier de renforcement inclus. Il atteint cette force grâce à sa structure tubulaire creuse, évoluée au cours des millénaires pour résister aux forces du vent dans son habitat naturel. Cette structure légère facilite également la récolte et le transport.

UN MATÉRIAU VÉRITABLEMENT DURABLE

L'épuisement des ressources naturelles posera un problème grave d'existence avant les prochaines générations. Les chercheurs travaillent au remplacement des matériaux conventionnels de la construction et des bâtiments par des matériaux écologiques. Le bambou se régénère seul et peut être employé comme matériau dès l'âge de quatre ans. Sa croissance rapide exige que l'herbe (car le bambou est bien une herbe) absorbe de grandes quantités de CO₂, ce qui signifie que sa culture en tant que matériau de construction aiderait à réduire le taux de changement climatique. Ces facteurs incitent à eux seuls à s'investir dans le développement du bambou comme nouveau matériau.

Le bambou a été employé pour la construction de bâtiments dans différentes régions de monde. Diverses techniques ont été développées pour le logement, que ce soit pour en faire des murs, des toits, des portes, ... En dehors du bois, les matériaux biosourcés participent peu aux fonctions structurelles des bâtiments. Le bambou fait exception à la règle : s'appuyant sur des savoir-faire vernaculaires, certains architectes comme Simon Velez ou Vo Trong Ghia ont développé des systèmes constructifs en exploitant les qualités exceptionnelles du matériau. Il est important de noter que toutes les espèces de bambou ne sont pas équivalentes en termes de performance. Les qualités des cannes varient selon leur origine et leurs caractéristiques originelles.

Deux variétés se distinguent sur le marché : la *Guadua Angustifolia*, originaire de Colombie et appelée « Acier Vert », est la plus réputée, tandis que sa concurrente vietnamienne *Bambusa Stenostachya* est moins connue en Europe. Les excellentes variétés de *Moso* sont quant à elles très utilisées pour les applications professionnelles de poutres stratifiées, lamellé collé, parquets, placages et marqueterie.



CRU! Architects, Sven Mouton – Bamboo house, Gand – photo © Hazel Neels

Dans chacun de ses nœuds, le bambou a une division ou une paroi transversale qui maintient sa force et le laisse plier pour empêcher de ce fait la rupture. En raison de cette caractéristique, une construction en bambou offre une solidité supérieure. La composition des fibres dans les parois du bambou lui permet d'être coupé dans le sens de la longueur en utilisant des outils courants et simples. La surface naturelle du bambou est lisse, propre, avec une couleur attrayante qui n'exige pas de peinture, éraflant ou polissant.



Centre Pompidou – Paris

ZOOM SUR LA GUADUA OU « ACIER VERT »

La Guadua est un substitut écologique aux matériaux de construction conventionnels. En effet, les forêts de Guadua produiraient 30 % d'O₂ en plus que les forêts de feuillus ou de conifères et, du fait des latitudes de production, les cannes sont séchées directement à l'air libre, ce qui réduit les dépenses d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre liées au séchage du matériau. Sa balance énergétique n'est que de 30 MJ/m³, soit 50 fois plus faible que celle de l'acier, 8 fois plus faible que le ciment, et 2,5 fois plus faible que celle du bois. De plus, les plants utilisés dans le secteur de la construction arrivent à maturité en seulement 4 ans (contre 30 à 50 ans pour les arbres), ce qui permet un rendement bien plus important que le bois.

Principales caractéristiques :

- Origine : endémique à la Colombie
- Production : sauvage et cultivée
- Rendement : 500 à 1300 plants/ha/an
- Stockage de Carbone : 12 tonnes CO₂ /an/ha (contre 3 pour les arbres)

Contrairement au bois, dans lequel la partie la plus dure et donc la plus résistante à la compression est au centre, la couche de silice (composé ultra résistant que l'on trouve dans le sable) ainsi que la plus forte densité de fibres se trouvent à l'extérieur. D'autre part, les fibres de bambou sont longitudinales quand les fibres de bois plus courtes sont un mélange radial-longitudinal moins efficace à la compression. Dans ce domaine, le bambou est largement plus efficace que le bois mais aussi 2 fois plus que le ciment. Janssen affirme qu'une surface de 10 cm² résiste à 5,5 tonnes, soit le poids d'un éléphant (78 newtons/mm²).

Son ratio poids/résistance est impressionnant, comparable à celui des fibres de carbone. En effet, les fibres de Guadua mesurent jusqu'à 1 cm de long, alors que celles du bois ne font qu'approximativement 2 mm de long. En revanche, le bois résiste en général mieux à la force de flexion. Concernant la traction, plus on étire le bambou, plus les fibres et la lignine se concentrent et mieux il résiste.

Avec une résistance à la traction jusqu'à 40 kN/cm², la Guadua surpasse facilement les fibres de bois de construction (approximativement 5 kN/cm²), ou même l'acier (36 kN/cm²). La forme tubulaire du bambou présente certaines énigmes structurales, par exemple au niveau des joints. Il n'est pas conseillé de clouer deux tubes creux ensemble. Les tiges filetées ne sont pas non plus une solution parfaite. C'est un problème car quel que soit le matériau de construction, la structure n'est aussi forte que ses joints. La méthode colombienne est le remplissage des joints de ciment, celle de Janssen, plus écologique, est d'insérer des cylindres en bois plein dans les extrémités du bambou.

LE BAMBOU DANS LA CONSTRUCTION

En Europe, de multiples solutions sont à l'étude afin de faciliter l'intégration de ce matériau dans l'architecture contemporaine.

La visibilité du bambou dans le monde de l'architecture et de la construction se fait de plus en plus présente. Les clichés de la construction traditionnelle en bambou, faite de jonctions artisanales, s'estompent peu à peu pour faire place à une nouvelle génération d'architectes et d'ingénieurs innovants qui voient dans le bambou un matériau du futur, conscients de son impact environnemental et de ses performances.

Les technologies évoluant, les scientifiques, ingénieurs et architectes s'orientent vers de nouvelles solutions d'exploitation de ce matériau aux propriétés naturelles sans égales. Bien entendu, l'empreinte écologique reste l'atout majeur mais, de plus en plus, les connaissances et les essais techniques concluants commencent à déterminer de nouveaux choix dans les cabinets d'études.

L'utilisation du bambou comme matériel de renfort du béton a été étudiée par le laboratoire naval de génie civil des Etats-Unis ; la Californie a édité la première fois un rapport en 1966⁴ pour aider le personnel de construction dans la conception et la construction des pièces de charpente de béton armé de bambou. Des études plus récentes⁵ concernant l'utilisation du bambou comme alternative au paillage d'acier pour béton armé montrent d'ores et déjà qu'il s'agit d'une solution pérenne.



Paillage de bambou pour béton armé

Concernant les structures porteuses et charpentes, l'utilisation de mats de bambou en remplacement des poutrelles d'acier existe depuis longtemps en Amérique du Nord et dans les régions à fort risque sismique.

Diverses techniques de fixation et d'assemblage sont disponibles et facilement adaptables à toute situation, donnant aux architectes la possibilité d'allier innovation et imagination pour des résultats étonnants et surprenants. D'autre part, de nombreuses entreprises se sont diversifiées dans la recherche d'innovations utilisant le bambou en poutrelle sous forme de lamellés et stratifiés.

Ces solutions⁶ se positionnent actuellement facilement comme des alternatives viables et qualitatives.



AST 77 Architecten © Photo Steven Massart



Parking à Liepzig – HPP Hentrich-Petschnigg & Partner GmbH + Co. KG



Bamboo Housing, Haïti – Amat & Saint-Val Architectes – © Amat & Saint-Val Architectes



Pont en Colombie – arch. Simon Velez



Parking Amsterdam – arch. de jong gortemaker algra – © photo www.bambooinport.com

QUELQUES RÉALISATIONS

Si les pionniers Simon Velez (Colombie) et Vo Trong Nghia (Vietnam) restent les références en matière d'architecture en bambou, de nombreux cabinets d'architectes européens s'impliquent également dans la création et la conception architecturale en bambou. Les exemples ci-dessous vous donnent une bonne idée de projets déjà réalisés.

Belgique

- **AST 77 Architecten** – Maison bois bambou basse consommation www.ast77.be
- **CRU ! Architectes**, Sven Mouton – Bamboo house, Gand www.cru-architecten.be
fr.slideshare.net/TomorrowBrand/tb-parallel sessie-1-mouton-compatibiliteitsmodus
- **Greensteel Concept SPRL** – Bardage – www.greensteel.be

France

- **ASVA** Laurent Saint-Val – Bamboo Housing, Haïti – www.asva.fr
- **Monica Donati Architectes**, Dunod – Caillebotis verticaux en bambou – <http://i-donati.com>

Allemagne

- **HPP Architects** – Parking zoo Leipzig – www.hpp.com

Pays-Bas

- **Moke Architecten** – Parking La Hague – www.mokearchitecten.nl

Espagne

- **Richard Rogers** – Aéroport de Madrid Barajas – www.rsh-p.com

POUR ALLER PLUS LOIN

En ce qui concerne la Belgique, de nombreuses entreprises se mobilisent pour le développement de ce matériau dans des activités diverses et variées mais toutes sont d'une manière ou d'une autre impliquées dans les solutions de construction de même que les clusters Eco-Construction de la région Wallonne ainsi qu'Ecobuild pour la région Bruxelloise.

- **Bamboo-Concept** – Importateur et distributeur de cannes et mâts bambou *Guadua Angustifolia* – www.bamboo-concept.com
- **Greensteel Concept** – Design intérieur et extérieur et construction en bambou – www.greensteel.be
- **Be Bamboo**, Design & Construction – Dômes – www.bebamboo.eu
- **WOOBAGO**, Serge Gosset – Structures – Poutres www.gosset.biz/woobago-systeme-constructif-structures
- **Modulo Architectes** – www.modulo-architects.be
- **Bambootouch** – Parquets www.bambootouch.com/fr/bambooparquet
- **mosobamboo** – Parquets – www.mosobamboobelgium.be

Enfin, relevons deux publications disponibles en téléchargement gratuit :

- http://mainguyen.nhaan.free.fr/wiki/index.php?view=bamboo_1
- http://communityarchitectsnetwork.info/upload/opensource/public/file_14062013022345.pdf

^[1] www.inbar.int/mission-strategy

^[2] Janssen, J.J.A, Bamboo in building structures, Thèse Université d'Eindhoven, 1981

Janssen, J.J.A, Designing and Building with Bamboo, Londres. 2000

Janssen, J.J.A, Building with bamboo, Intermediate Technology Publications, Londres. 1995

Janssen, J.J.A, Mechanical properties of Bamboo, Academic Publishers, Londres. 1991

^[3] www.naturalbuilding.com/oscar-hidalgo-lopez-the-godfather-of-bamboo

^[4] www.romanconcrete.com/docs/bamboo1966/BambooReinforcedConcreteFeb1966.htm

^[5] <http://theconstructor.org/structural-engg/bamboo-reinforced-concrete-mix-design-construction/15054/>

^[6] 273524924_Effect_of_processing_methods_on_the_mechanical_properties_of_engineered_bamboo