# crée

CRÉATIONS & RECHERCHES ESTHÉTIQUES EUROPÉENNES ARCHITECTURES

## Matériaux de construction : retour aux (biores)sources

**Panorama et perspectives de l'utilisation des matériaux de construction biosourcés dans le monde**

Biosourcés

# Matières, retour aux sources

* Laurent Arnaud (Arts et Métiers de Cluny) : Innover avec les matériaux biosourcés : l'ingénierie du vide et de la diversité
** Pierre Frey (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne) : Simon Vélez, une architecture végétarienne
*** Marie Boyeux et Léo Lénée-Corrèze : Un programme de développement territorial "constructif"

**Auteurs :**
**Marie de Korff et Bernard Boyeux**
**BioBuild Concept**

**Lionel Blaisse**
**CREE**

**Leticia Otéro**
**Matière Noire**

**Laurent Arnaud**
**Arts et Métiers Campus de Cluny***

**Pierre Frey**
**Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne****

**Marie Boyeux et Léo Lénée-Corrèze** ***

Courtesy Marco Casagrande © Nikita Wu stringio



## Genèse *Bio World Resource Benchmark*

**Un panorama de l'utilisation des matériaux de construction biosourcés sur la planète.**

Face aux besoins croissants en matières premières, à la prise de conscience de la finitude des ressources minérales et aux conséquences sur le développement durable, de nombreux secteurs d'activités se tournent vers les potentiels offerts par la biomasse. On assiste donc à un redéploiement de la bio-économie. Le monde de la construction – qui consomme près de 60% des matières minérales extraites – ne peut échapper à cette tendance et les initiatives se multiplient.

Pour en avoir une vision plus précise, les Arts et Métiers - Campus de Cluny - et BioBuild Concept ont mené une étude s'appuyant sur un panel de quinze pays. Cette étude, *Bio World Resource Benchmark*, a été soutenue par l'ADEME[1], la DHUP[2] et l'ARENE Ile de France[3]. Elle a également bénéficié de l'expertise du cabinet Nomadéis.

L'ambition est double : d'une part, acquérir, à l'échelon international, un premier niveau de connaissance sur les ressources disponibles, la maturité - scientifique, technique, réglementaire, économique, etc. - des filières ou encore sur les politiques publiques. D'autre part, l'objectif est d'attirer l'attention sur la problématique des matériaux de construction et d'évaluer le potentiel de réponse de la bio-économie.

*Bio World Resource Benchmark* a, en premier lieu, fait ressortir que la ressource mobilisable - sans concurrence avec les besoins alimentaires - est importante dans pratiquement toutes les régions étudiées. Cette ressource est très diverse et les possibilités d'utilisations sont larges : éléments de structure, isolants, matériaux de couverture, granulats pour bétons, etc.

Deuxième constat : le monde de la recherche et de l'innovation s'est investi dans le domaine. Le nombre de programmes de recherche croît rapidement dans différentes directions complémentaires et innovantes. Les laboratoires français sont particulièrement actifs sur le sujet et occupent une place de leader.

Concernant la construction, les possibilités offertes par les matériaux biosourcés n'ont pas échappés aux architectes. Certains ont développé des solutions techniques qui permettent d'en exploiter les spécificités ; et ce dossier ne présente qu'un petit échantillon des réalisations qui ont été identifiées dans l'étude. Dans de nombreux cas, les techniques utilisées puisent dans l'immense vivier des savoir-faire vernaculaires, particulièrement riche dans la valorisation des matières issues de la biomasse.

Bien que tout cela ne représente encore que des volumes modestes, *Bio World Resource Benchmark* confirme que la dynamique est enclenchée. Toutefois, il faudra une massification significative pour bénéficier des effets positifs que l'on peut attendre, au niveau de la planète, de l'utilisation des matériaux de construction biosourcés. Le sujet mériterait sans doute un soutien affirmé des pouvoirs publics à l'instar de ce qui est pratiqué dans de nombreux pays pour d'autres secteurs de la bio-économie – tel que les bio-carburants par exemple.

# Editoriaux partenaires

Dans un contexte de dérèglements climatiques et d'urbanisation croissante, alors que les bâtiments sont aujourd'hui responsables de plus de 30% des émissions globales de gaz à effet de serre (GES) et que cette tendance s'accentue, l'utilisation de matériaux biosourcés dans la construction semble porteuse de solutions d'avenir.

L'objectif de l'ADEME est de soutenir le développement de produits biosourcés dont les performances environnementales sont supérieures à celles de leurs équivalents produits à partir de matières fossiles. En plus de vingt ans, l'ADEME a financé de nombreux projets de recherche et développement, ainsi que des études dans le domaine des bioressources : produits biosourcés pour la chimie et les matériaux, biocarburants, bois énergie, briques de terre, etc. Ces travaux ont favorisé les innovations et l'émergence de nouvelles filières, qui présentent un potentiel important de création d'emplois et de valorisation de savoir-faire locaux. En France, divers projets de démonstration tournés vers les produits biosourcés et financés dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir, contribuent à la structuration de filières industrielles issues de ressources renouvelables.

L'étude présentée ici donne une vision globale du développement actuel et du dynamisme des filières à base de matériaux biosourcés pour la construction dans le monde. Elle a permis d'améliorer nos connaissances de l'état de maturité de ces filières ainsi que des perspectives de développement futur.

**Dominique CAMPANA, Directrice de l'Action Internationale à l'ADEME**

Il y a derrière les termes de "matériaux biosourcés" une multitude d'entrées, une foison d'informations qui sont autant de matière à échanges, à usages et à confrontations. On a l'impression de connaître. Et pourtant, à côté de ce lin, de cette paille ou de ce chanvre, figurent le typha, le liège ou le bambou. Chacun a des points communs, de l'utilisation aux savoir-faire locaux dans le bâti, dans la rénovation, dans l'énergie. La croissance verte ouvre l'ère de la bio-économie. Derrière la tradition se profile la modernité pouvant apporter des éléments porteurs de développement durable, nécessaires aux besoins immédiats et futurs tels que l'accroissement de la population ou la lutte contre le dérèglement climatique.

L'ARENE attend beaucoup de cette nouvelle étude « saga du biosourcé à travers le monde ». Elle s'inscrit dans une continuité d'actions qui, du bâti vernaculaire, en passant par la connaissance des matériaux biosourcés en Île-de-France et de ses « possibles » filières, doit permettre d'orienter et d'agir.

**Tifenn Durand, Directrice générale de l'ARENE Île-deFrance**
**www.areneidf.org**

Arts et Métiers est une grande école qui forme des ingénieurs technologues pour l'industrie. Le domaine de la construction comme secteur clef de l'industrie en France offre des opportunités d'emplois pour nos étudiants. C'est, en effet, un domaine en forte évolution car les exigences sur les performances environnementales ne cessent d'augmenter : l'innovation y est constante.

Le réseau des huit campus d'enseignement et de recherche Arts et Métiers s'investit fortement dans ce domaine de la construction, ses savoir-faire sont valorisés par exemple à Lille sur les smart Grids, à Bordeaux sur les performances énergétiques des enveloppes des bâtiments, ou encore à Cluny sur les méthodes d'éco conception et la valorisation de la biomasse dans la construction.

L'éco-construction est un axe fort de développement du campus Arts & Métiers de Cluny avec la valorisation des ressources locales de bois sous forme de matériaux composites pour la construction, la mise au point de nouveaux matériaux à base de broyat de plan de tournesol pour la fabrication de panneau d'isolation ou encore la mise au point de systèmes constructifs performants pour la réhabilitation de bâtiments anciens.

Le campus Arts & Métiers de Cluny s'est alors naturellement investi en partenariat avec BioBuilt Concept, dans l'étude des potentiels de valorisation des bioressources à l'échelle planétaire. L'utilisation de ces ressources qui peut prendre différentes formes, permettra à coup sûr de valoriser les compétences de nos personnels et de nos étudiants ainsi que les plateformes technologiques de notre école pour contribuer au renouveau de notre industrie.

**Laurent ARNAUD, Directeur des Arts et Métiers du Campus de Cluny**

Les études et les travaux auxquels nous avons participé depuis plusieurs années nous ont convaincus du poids des matériaux de construction sur les différents aspects du développement durable. Ils nous ont également fait prendre conscience de la nécessité d'innover pour pallier des besoins immenses et en croissance exponentielle. Face à cette exigence, deux pistes sont porteuses d'avenir : celle de l'économie circulaire – réduire, réutiliser et recycler – et celle de la bio-économie - source de matières premières bas-carbone et renouvelables.

La veille que nous menons au sein de BioBuild Concept sur les matériaux de construction biosourcés faisant ressortir l'émergence d'une dynamique dans différents pays, il nous parut nécessaire d'avoir une vision plus précise de la situation et de porter, au côté des Arts et Métiers de Cluny, une étude sur le sujet.

Cette première étude demandera à être complétée mais, déjà à ce niveau, les résultats confortent nos analyses préalables : non seulement les ressources et les bénéfices potentiels pour la planète sont immenses, mais les différents ingrédients nécessaires à un développement significatif sont réunis.

Le monde du bâtiment peut entrer dans l'ère de la bio-économie.

**Bernard BOYEUX, Directeur Général de BioBuild Concept**

avec le soutien de

et l'expertise de

L'intégralité de l'étude sera mise en ligne sur le site de chacun des partenaires début décembre à l'occasion de l'ouverture de la COP 21.

1. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
2. La Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP) fait partie de la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature rattachée au Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et au Ministère du logement, de l'égalité des territoires et de la ruralité
3. Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies d'Ile de France.

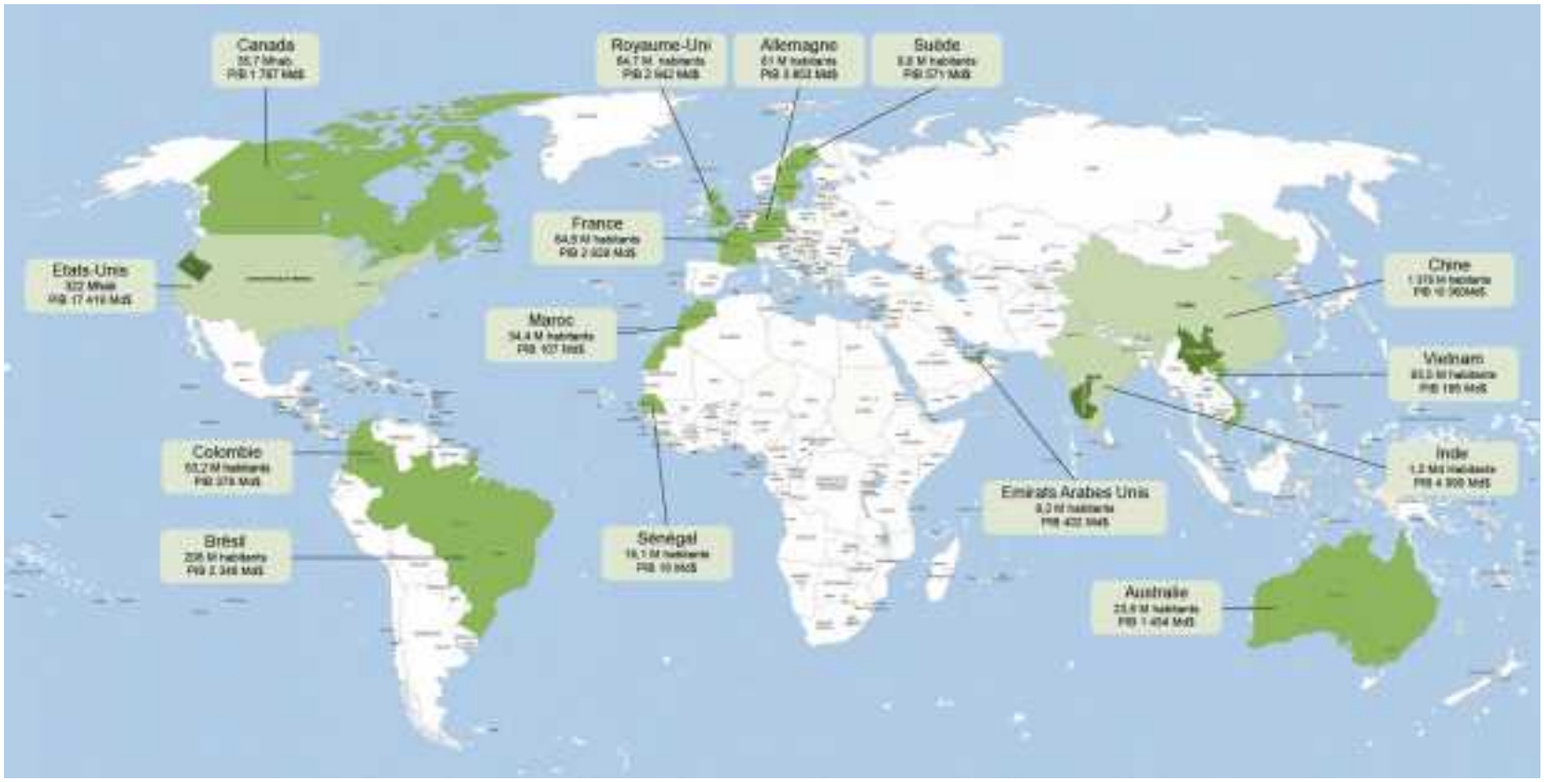
# Bio World Resource Benchmark

**Méthodologie**

Le premier objectif de l'étude *Bio World Resource Benchmark* a été d'établir un panorama de l'utilisation des matériaux de construction biosourcés sur la planète. Ce travail n'avait, bien sûr, pas l'ambition d'être exhaustif. Il s'est appuyé sur un panel de quinze pays, répartis sur les différents continents et sélectionnés à partir d'un ensemble de critères permettant de les différencier et de donner à l'étude une vision représentative.

Les différents critères concernaient la situation géographique et climatique des pays, l'utilisation des terres, la démographie et les prévisions d'évolution, le niveau économique, la consommation d'énergie ainsi que la production de $CO_2$ par habitant et la vulnérabilité aux aléas climatiques.

Pour l'Inde, les Etats-Unis et la Chine, les travaux se sont plus particulièrement concentrés sur les états du Karnataka et de l'Oregon et sur la province du Yunnan.






# Retour à la bio-économie

Au début du XX^e siècle, la biomasse fournissait plus de 75% des besoins mondiaux en matières premières. Cent ans plus tard, cette consommation est multipliée par huit tandis que la biomasse n'en représente plus que 30%. La planète est passée d'une économie biosourcée à une économie du minéral, entrainant d'énormes productions de $CO_2$ et modifiant l'équilibre entre les puits de carbone.

La raréfaction de certaines matières fossiles essentielles à l'économie a fait prendre conscience, à la fin du XX^e siècle, que la ressource minérale n'est pas infinie et ne saura alimenter encore très longtemps un monde de plus en plus gourmand.

Une seconde prise de conscience, celle du changement climatique, est venue accentuer les inquiétudes face à la raréfaction des matières premières.

L'utilisation de matières issues de biomasse apporte des réponses à ce double questionnement qui touche la planète dans sa globalité. D'une part, il s'agit d'une ressource abondante et, surtout, renouvelable. D'autre part, contrairement à la lithosphère qui ne réintègre que très lentement du carbone, la biosphère absorbe à peu près autant de $CO_2$ qu'elle en produit.

De nombreux pays ont donc mis en place des politiques encourageant un redéploiement de la bio-économie. C'est, par exemple, le cas des Etats-Unis avec des programmes comme BioPreferred qui incitent les organismes fédéraux à privilégier les produits biosourcés dans leurs achats, ou du Brésil qui annonce sa volonté d'être le leader mondial de la bio-économie d'ici 2020. Dans l'UE, la démarche Lead Markets Initiative for Europe désigne la bio-économie comme l'un des marchés d'avenir les plus prometteurs.

En dehors de la priorité qui doit être réservée aux productions alimentaires, cette bio-économie s'attache aujourd'hui majoritairement à la production d'énergie mais des secteurs comme la chimie sont de plus en plus concernés. Les producteurs de matériaux de construction commencent à s'y impliquer bien que le domaine manque de visibilité et qu'il soit peu soutenu par les politiques publiques.

**Matériaux de construction "biosourcés"**

« Les matériaux biosourcés sont, par définition, des matériaux issus de la biomasse d'origine végétale ou animale. Ils couvrent aujourd'hui une large gamme de produits et trouvent de multiples applications dans le domaine du bâtiment et de la construction, en tant qu'isolants (laines de fibres végétales ou animales, de textile recyclé, ouate de cellulose, chènevotte, anas, bottes de paille, etc.), mortiers et bétons (béton de chanvre, de bois, de lin, etc.), panneaux (particules ou fibres végétales, paille compressée, etc.), matériaux composites plastiques (matrices, renforts, charges) ou encore dans la chimie du bâtiment (colles, adjuvants, peintures, etc.). » (Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie)

Courtesy CAVAC Biofib

# Stratégie et Politiques publiques : l'énergie d'abord

Que ce soit en Australie, en Allemagne, au Brésil, aux Etats-Unis, au Canada ou encore dans l'Union Européenne et bien d'autres pays, on ne compte plus les rapports, directives et plans de développement visant le redéploiement de la bio-économie.

Au sein de ces démarches, les matériaux de construction, même s'ils profitent de la dynamique, sont loin d'être considérés comme des enjeux prioritaires. Les raisons de cette situation sont multiples mais le profond ancrage de la culture du monde de la construction moderne dans le minéral pèse lourdement.

Toutefois des politiques publiques autres que celles qui visent directement la bio-économie peuvent inciter à l'utilisation des matériaux de construction biosourcés. Le poids des bâtiments en termes de consommation d'énergie est largement identifié dans tous les pays et les politiques d'efficacité énergétique identifient ce secteur comme une cible prioritaire. Or l'analyse globale des impacts environnementaux des bâtiments fait ressortir le poids des matériaux. En France, une étude sur les bâtiments basse consommation* (label BBC) a montré que, pour certains d'entre eux, plus de la moitié du $CO_2$ produit provient des matériaux. Les bioproduits, stockant du carbone sur des périodes longues, sont indirectement encouragés par les politiques publiques qui se mettent en place et ils sont souvent signalés comme solutions vertueuses.

La France est l'un des pays où l'on trouve le plus de démarches publiques – au niveau de l'État comme à celui des collectivités locales – visant ce secteur particulier. Ces démarches se sont mises en place dans le sillage du rapport produit en 2010 par le Commissariat général au développement durable (CGDD) concernant les « 18 filières industrielles stratégiques de l'économie verte».

Il n'en reste pas moins qu'en ce qui concerne les aides publiques, cette filière demeure le parent pauvre, comparée aux aides dont bénéficie, par exemple, le secteur des biocarburants qui, selon la Cour des Comptes, a bénéficié de « 2,65 milliards d'euros [...], essentiellement supportés par les consommateurs » entre 2005 et 2010. L'efficacité énergétique – et environnementale – apportée par les matériaux de construction biosourcés est bien loin de mobiliser autant d'intérêt.

* Université Paris Est, Centre scientifique et Technique du Bâtiment: Evaluation de la performance environnementale des bâtiments. Définition d'ordres de grandeur (2011)

©HA Segalen

©HA Segalen

# Matériaux de construction : retour sur les ressources

Dans beaucoup de régions du monde, le pillage du sable, entre autres problèmes, remet en cause l'existence des plages. Dans le même temps, au Canada, en Afrique de l'Ouest et ailleurs de nombreuses zones sont envahies par les roseaux.

© Sumaira Abdulali

1. Sources : PNUE (Programme des Nations Unies pour l'environnement) (2011) *Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth et Fridolin Krausmann and al. (2009) Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century.*

© Reed beds

Le domaine de la construction est le principal utilisateur de matières premières dans le monde, loin devant les besoins de l'énergie. Et, surtout depuis un siècle, l'extraction des matériaux de construction a été multipliée par 34, alors que celle des énergies fossiles a été multipliée par 12[1].

A titre d'exemple, le béton est, après l'eau, la matière la plus consommée dans le monde. La production mondiale de ciment est en augmentation permanente et émet à elle seule de 5 à 6% des gaz à effet de serre (GES) des activités humaines. Le sable, également constituant du béton, est la deuxième matière minérale extraite avec des volumes en croissance très rapide et de nombreux impacts environnementaux et socio-économiques. La pénurie en est clairement annoncée au même titre que celle des énergies fossiles.

Par ailleurs, aujourd'hui, un habitant de la planète sur sept vit dans un bidonville. Selon ONU Habitat, en 2030, il faudra en compter un sur cinq, soit l'équivalent de la population actuelle de la Chine. Et, selon les estimations récentes (ONU et INED), la population mondiale doit passer de 7,2 milliards d'habitants à 9,6 milliards en 2050 et à 11 milliards en 2100. Pour répondre aux besoins actuels et futurs, la construction de logements et d'équipements devra croitre en proportion.

L'augmentation des surfaces utilisées par habitant et le relèvement du niveau de performances des bâtiments viennent encore amplifier le besoin actuel et futur en matériaux de construction. Cette consommation en croissance exponentielle engendre des conséquences très lourdes sur les objectifs de développement durable, tant environnementaux que socio-économiques.

Plus que pour tout autre secteur d'activité, l'utilisation de matières premières issues de la biomasse peut apporter un ensemble de réponses pertinentes à ces besoins. Renouvelables par nature, stockant durablement du carbone, demandant généralement peu d'énergie de production (énergie grise) et vecteurs de développements locaux, les matières premières biosourcées sont adaptées à la fabrication de produits de construction performants et variés : isolants, mortiers et bétons, chimie du bâtiment, matériaux composites, etc.

Enfin, cette biomasse est exploitable dans presque tous les pays, y compris dans des zones arides ou semi-arides à condition d'en avoir une exploitation raisonnée.

La priorité est bien sûr de garantir la sécurité alimentaire mais dans de nombreux cas il n'y a pas de concurrence directe entre les usages. Par exemple, dans des pays agricoles tels que la France, la ressource en paille de céréales ou d'oléagineux est abondante. Dans d'autres zones géographiques, des écosystèmes naturels prolifèrent dangereusement comme c'est le cas des roseaux en Afrique de l'Ouest ou le marabou à Cuba.

# Showmières lacustres

**Observatoire ornithologique du lac Täkern à Östergötland**
**Suède**
**Wingardh arkitektkontor AB architectes**
**Architectes**

S'étendant sur 45 km² et profond d'à peine 1 m, le lac Täkern constitue la plus vaste roselière d'Europe (12 km²) ce qui lui vaut d'être un fantastique sanctuaire pour oiseaux consacré en réserve naturelle dès 1975. En 2012, le comté d'Östergötland y a ouvert au public un étrange observatoire ornithologique en osmose avec le paysage et respectueux de l'écosystème, conçu par Gert Wingardh.

Dans une clairière affleurant le rivage marécageux, une tour d'observation trapue à ossature bois est chapeautée d'un heaume de chaume aux allures de palombière mais à vocation bien plus pacifique. Arborant les mêmes matériaux vernaculaires généreusement approvisionnés par la profusion de roseaux et de forêts à proximité immédiate, les deux nouvelles constructions qui la complètent désormais prônent une architecture toute aussi résolument contemporaine, comme des balles de paille sculpturalement taillées à la tronçonneuse.

Elément majeur de la composition, le centre des visiteurs se referme en U pour mettre ses hôtes à l'abri des fréquentes rafales de vents soufflant du large. En lévitation au-dessus du biotope pour mieux le préserver grâce à de courts pilotis, son épaisse enveloppe (25 à 28 cm de chaume doublé de 20 cm d'isolant) est judicieusement entaillée d'inserts de verre tant en façades qu'en toiture. Afin de garantir la longévité de leur matière première (environ 50 ans), l'architecte n'a pas hésité à recourir à des versants pentus ni à substituer à leur habituel faitage végétal – point faible de ce type de couverture – un prisme verrier qui connecte au bleu du ciel les espaces d'exposition.

Œuvrer avec les "moyens du bord" – rustiques et ancestraux – n'a privé l'architecte d'aucune de ses prérogatives créatives légitimes ni la Nature de son droit à l'exception !

© èke Eson Lindman

# Le nouveau vernaculaire

**Ecole maternelle bioclimatique**
**Aknaibich, Maroc**
**MAMOTH + BC architects & studies**
**Architectes**

Court. MAMOTH + BC © F. Stabel

Présidée par Yann-Arthus Bertrand, la fondation parisienne *GoodPlanet* développe le programme "Ecoles bioclimatiques" visant à réhabiliter des écoles insalubres ou à en créer de nouvelles, pensées durables, écologiques, économiques et sociales. De faible empreinte carbone, elles utilisent le soleil pour se chauffer et le vent pour se rafraîchir.

Au Maroc, leurs maçonneries sont construites en terre crue et leur toiture en bois de petites sections et en fibres tressées, leurs enduits d'argile sont épais, gras et légèrement fibrés. Compacts et hermétiques, les bâtiments s'orientent nord/sud, délaissant le soleil chaud du couchant.

Aknaibich est un douar de la commune de Drarga implanté sur les rives de l'oued Souss à 30 km d'Agadir. 50 garçons et 26 filles de moins de 6 ans n'y étaient pas scolarisés. La fondation a donc porté le projet d'une classe maternelle d'environ 50 m² confié aux architectes du collectif français M.A.M.O.T.H. et de l'association belge BC architects & studies. Avec l'aide de 3 associations locales, des enseignants, des élèves et leurs parents, un contremaître, 5 *mahlems* (maîtres artisans), 15 ouvriers et 5 jeunes architectes volontaires européens, ils ont produit en auto-construction une architecture du quotidien humble, simple, utile et confortable. « Le climat spécifique, les codes sociaux, la beauté intrinsèque des matériaux locaux ont dicté nos choix. Nous avons travaillé tous ensemble, usant d'une intelligence collective et déhiérarchisée (…) pour promouvoir le savoir-faire et le faire pour savoir ! »

Béton armé grossier réservé au chaînage antisismique. Ouvrages non porteurs (clôture) en *talouat* (pisé en berbère), porteurs en *mekdar* (adobe) dont pignon. Enduits extérieurs en *tadelass* (mélange de terre argileuse, sable et paille), intérieurs en *nouss-nouss* (moitié-moitié de terre argileuse tamisée et de plâtre). Soubassements en roches calcaires posées au mortier de terre et de chaux. Murs de 40 à 50 cm d'épaisseur avec couvertine en roseaux et terre. Bois d'œuvre en eucalyptus et palmiers. Toiture plate en roseaux tissés, 10 cm de liège en isolation et terre crue.

## Thypa, phragmites et autres roseaux : savoir bénéficier d'une abondance critique

Du lac Titicaca aux marais irakiens, en passant par l'Ouzbékistan, l'Egypte, la Camargue ou le Maroc, le roseau est présent dans le bâti vernaculaire dans pratiquement toutes les régions du globe. En Italie, des essais sur plusieurs centaines d'hectares de culture de cannes de Provence (*Arundo Donax)*, espèce courante de roseau poussant dans des terrains arides, ont atteint une production moyenne de 35 tonnes par hectare.

Mais les roseaux ont aussi une large tendance à devenir invasifs ; l'Université de Montréal a mis en place un « Groupe Phragmites » pour faire face à l'envahissement de cette autre espèce courante de roseau.

En Afrique de l'Ouest, le développement invasif dans les zones humides du roseau *Typha Australis* pose de nombreux problèmes. Le fleuve Sénégal subit des dégâts cruciaux : approvisionnement en eau menacé, envahissement des canaux d'irrigation, difficulté de déplacement sur les voies navigables, régression de la biodiversité, développement de parasites, etc. Pour convertir ce fléau en opportunité, un programme de transformation en charbon a été mis en place en Mauritanie. Au Sénégal, le Fond pour L'Environnement Mondial (PNUD/FEM) soutient un ambitieux programme visant à la fabrication de matériaux de construction devant répondre aux exigences liées à la mise en place d'une réglementation thermique nationale.

© enhaut.org

# Biomasse : les ressources pour construire

**Sylviculture**

La forêt, source principale des matériaux de construction biosourcés, couvre, irrégulièrement, environ 30% de la planète ce qui correspond à 0,62 ha par habitant. Au-delà du bois d'œuvre, la fibre de bois est utilisée pour la fabrication de nombreux matériaux : panneaux, isolants, composites plastiques, béton végétal.

**Agriculture**

Les surfaces agricoles correspondent à 12% du globe mais pourraient être triplées. Ces données sont extrêmement variables d'une zone géographique à l'autre car l'accroissement des volumes s'opère principalement sur les rendements et dépend largement des ressources en eau. Les matières qui peuvent être utilisées en construction sont très diverses. Si les plantes à fibres (chanvre, lin) sont les plus exploitées actuellement, les sous-produits des productions alimentaires (paille de céréales ou d'oléagineux, cosses de riz ou d'arachides, palmes, etc.) représentent des potentiels considérables.

**Aquaculture**

Les matières issues de l'aquaculture sont très peu utilisées aujourd'hui dans la construction. On recourt pourtant à des algues avec des solutions issues de savoir-faire vernaculaires ou encore à des solutions très innovantes comme celle des murs « vivants » de la Smart BIQ House à Hambourg.

**Ecosystèmes naturels :**

Contrairement à ce que l'on constate dans le bâti vernaculaire, les écosystèmes naturels sont peu utilisés dans la construction moderne. Exploités avec rigueur, ils sont une source aussi importante que la forêt ou l'agriculture. Au Maroc, majoritairement aride ou semi-aride, une exploitation raisonnée des alfatières pourrait produire un million de tonnes de fibres par an. Ailleurs, l'exploitation de certaines espèces invasives permettrait de réguler la prolifération en transformant une nuisance en ressource.

**Recyclage :**

Le recyclage offre une deuxième, voire une troisième, vie à certaines matières biosourcées : papier, carton, fibres textiles. Souvent dotées de bonnes caractéristiques thermiques, ces matières s'intègrent dans le concept de l'économie circulaire et sont parfois produites par des entreprises issues de l'économie sociale et solidaire.

court. © Marie Boyeux

Court. FreeImages.com

Court. FreeImages.com

# Les architectures “po-éthiques” de Vo Trong Nghia

© Hiroyuki Oki 30

Dès son retour du Japon en 2006 où il a étudié l’architecture à l’institut de technologie de Nagoya puis à l’Université de Tokyo, Vo Trong Nghia ouvre, à tout juste 30 ans, sa première agence à Ho Chi Minh City. Neuf ans plus tard, il est reconnu dans le monde entier comme l’apôtre de la conception bioclimatique et le maître ès bambou du Sud-Est asiatique.

Il diffère de ses confrères du végétal par la dimension de ses réalisations réalisées désormais, à force d’opiniâtreté technologique, sans renforts structurels ni pièces métalliques. Ses vertus statiques et sa grande résistance entre autres face aux séismes et typhons, lui font d’ailleurs qualifier la plante de béton du XXIe siècle !

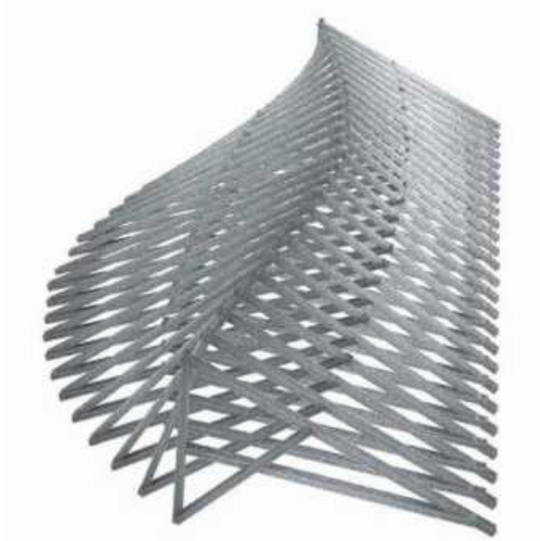
Dès 2009, le café *Bamboo Wings* déployait, à Vinh Phue, deux ailes entièrement charpentées en bambou de 12 m de portée de part et d’autre de son ancrage central. Le recours à ce matériau se justifie par son origine indigène et bio-sourcée et, par là même, par ses très faibles coûts (1€ la pièce) et impact écologique. En effet, le bois est une matière première rare et coûteuse au Vietnam, bien que situé en zone tropicale. Ses principales villes dénombrent d’ailleurs le plus faible taux d’espaces verts par habitant d’Asie : à peine 0,5 m² à Ho Chi Minh City contre 130 m² à Hong Kong. Cela explique le nouveau combat de l’architecte : construire des bâtiments pour les hommes mais aussi pour les végétaux. Le confort des premiers peut être grandement amélioré grâce aux seconds : pollution de l’air et sonore, protection solaire et contention de l’eau, ventilation naturelle. Résolument contemporaine, la nouvelle architecture tropicale “grandeur Nature” de Vo Trong Nghia aspire à réconcilier l’homme avec les forces élémentaires du soleil, du vent et de l’eau.

# Charpente en bambous moisés

**Hall de conférences du Flamingo Dai Lai Resort**
**Vinh Puhc, Vietnam**
**Vo Trong Nghia**
**Architecte**

Situé à 60 km de Hanoi au pied du massif Tam Dao, le parc national éponyme est un lieu de villégiature idéal pour faire oublier aux habitants de la capitale leur exiguïté urbaine. Le *Flamingo Dai Lai Resort* les y accueille le temps d’un week-end mais aussi pour des conférences et réceptions.

Vo Trong Nghia en a imaginé le centre les hébergeant. A l’entrée du resort, l’édifice s’abrite à l’arrière d’un épais mur cintré en pierres appareillées dont une verdoyante butée vient atténuer l’impact, tout en théâtralisant l’accès des visiteurs au foyer traité en tranchée. Adossées à cette vaste enceinte partielle minérale (80 m linéaire x 8 m de haut x 1 m d’épaisseur) doublée d’un parement intérieur de briques grises posées en claustra (pour mieux ventiler), deux salles de 250 et 50 places se développent sous une charpente hors normes et complexe (rives – l’une rectiligne, l’autre incurvée – avec faîtage courbe). Toutes différentes et asymétriques, les fermes à écharpes (sans entrait ni poinçon) de cet ouvrage sont réalisées à partir de bambous Luong moisés. L’exploit est d’autant plus remarquable que cette variété spécifique au nord du Vietnam est beaucoup plus grossière et moins flexible que celle du sud (Tam Vong). La couverture la parachevant fait appel à un chaume de roseaux aux allures de duvet végétal.



Court. Vo Trong Nghia Architects © Hiroyuki Oki

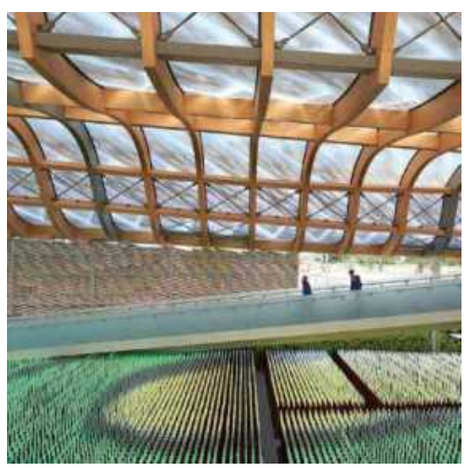
# Du bambou pour la Chine

**Pavillon de la Chine à l'Expo Milano 2015**
**Milan, Italie**
**Tsinghua University + Studio Link-Arc Architectes**

Les expositions universelles exacerbent – autour de leurs thématiques – les savoir-faire des nations présentes, à commencer par leur architecture. Le pavillon de la Chine à l'Expo Milano 2015 interroge – comme tous ses voisins – sur les réponses à apporter pour nourrir demain notre planète.

« *Le sujet de l'Harmonie entre l'homme et la nature est au cœur du design, commentait Wang Jinzhen, le commissaire général du pavillon. D'un côté, la structure du pavillon évoque les toits de la ville, symbole de l'homme, et, de l'autre, la forme du bâtiment rappellera aux visiteurs un paysage naturel vallonné. Mêlant tradition et modernité, le pavillon revisite des éléments clés de l'architecture chinoise, tel le toit à pignon et à croupe pour créer un toit en bambou qui fera entrer la lumière naturelle dans le pavillon et réduire ainsi la consommation d'énergie. Autour du pavillon, un jardin cultivé de 1000 m² symbolisera la terre de l'espoir.*»

La charpente ondulée en bois lamellé-collé est doublée d'une poutraison secondaire métallique supportant une série de panneaux en lames de bambous tressées (à la façon des paniers vapeur chinois) dont la superposition en écailles filtre subtilement les rayons du soleil. La vaste prairie de blé qu'abrite cette couverture Low-Tech se mue à son tour en un champ de brindilles LED engendrant une gigantesque installation multimédia.



Court. Studio Link- rc © Sergio Grazia

## France : la dynamique de l'innovation

Les acteurs français de la recherche font preuve d'un dynamisme notoire dans le domaine en signant plus de 50% des publications recensées dans Science Direct entre 2012 à 2015. Leur expertise leur permet de piloter des groupes de recherche internationaux tel le comité technique de la RILEM *Bio-aggregates based building materials* et ce n'est pas un hasard si la première édition de l'ICBBM – International Conference on Bio-based Building Materials – a été organisée en juin 2015 à Clermont-Ferrand qui accueillera également la deuxième, déjà programmée pour 2017.

# Peaux-éthiques françaises

Il est bien révolu le temps où l'écologie s'exilait au Larzac. Crises énergétiques aidant, le bâtiment redécouvrit les bienfaits de la construction bioclimatique que nos anciens pratiquaient depuis longtemps comme Monsieur Jourdain prosait ! Très vite, certains architectes y virent une opportunité conceptuelle… et professionnelle. Nombre de quadras de l'architecture hexagonale occupent aujourd'hui le créneau avec talent.

Courtesy CoBe © Luc Boegly

**Chaumer sans chômer !**

Il en est ainsi du chaume qui s'applique désormais à presque tous types de programmes. Nous le verrons dans les pages suivantes pour les programmes culturels à vocation environnementale comme le Musée de la Biodiversité de Guinée-Potin à la Roche-sur-Yon.

L'agence parisienne CoBe s'était déjà fait remarquer dès 2007 avec sa chaumière contemporaine bâtie à Bourg-Achard. Elle a récidivé en 2014 en livrant un "lotissement bio" à Paluel – à quelques centaines de mètres de la… centrale nucléaire – plusieurs fois primé depuis. Regroupées à l'ouest du parc public paysagé, 18 maisons, 3 résidences d'artistes, deux ateliers partagés (rempotage, serre) et une maison commune recourent au chaume pour leur versant de toiture septentrional.

Plus inattendue est la nouvelle Maison de l'Habitat érigée pour le Conseil Départemental de Loire Atlantique sur les quais de l'île de Nantes. A proximité immédiate de la Place de la République et de la cheminée de l'usine Béghin Say, son architecture assume sa vocation (a priori contradictoire) de signal, de repère et de continuité urbaine. L'immeuble d'angle concentre sur 5 étages – au-dessus d'un socle vitré – bureaux et salles de réunion. Ses façades, isolées par l'extérieur et équipées d'un unique modèle de châssis de fenêtre à allège vitrée (2,70 x 1,07 m) disposés aléatoirement, sont revêtues d'un bardage de chaume, préfabriqué en Brière (par Mr Leray) sous la forme de panneaux de 100 mm d'épaisseur en roseaux de Camargue compressés. On retrouve ces derniers en parement du second bâtiment, plus bas (R+1) et "profilé" pour ménager l'ensoleillement de la parcelle voisine. Les architectes de l'agence nantaise Forma[6] qualifient ce matériau de "choix" - inhabituel pour des bureaux - « d'écologique, sain, isolant et local ».

© Patrick Miara

# Innover avec les matériaux biosourcés : l'ingénierie du vide et de la diversité

L'utilisation des ressources issues de la biomasse constitue une opportunité remarquable pour innover dans le domaine de la construction. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer le nombre d'articles internationaux publiés, répertoriés dans Science Direct entre 2012 et 2015. Le dynamisme actuel de la recherche au niveau international autour des matériaux de construction biosourcés se concrétise par la mise au point de nouveaux matériaux biosourcés ou encore par l'optimisation de leurs performances dans les domaines mécanique, thermique ou acoustique.

**Diversité des sources et des objectifs**

Les travaux de recherche menés sont extrêmement variés, ils portent sur l'origine des matières premières et leurs différentes transformations. L'origine des matières biosourcées est en effet très diverse. Les produits, issus de l'agriculture, de la sylviculture, de l'aquaculture, des écosystèmes naturels ou encore du recyclage, ont des caractéristiques différentes. Et cette diversité est accrue par les origines géographiques, les systèmes de productions ou encore les types de transformations ou les conditions de stockage.

Par ailleurs, ces matières premières trouvent des valorisations dans le domaine de la construction sous différentes formes (mortiers, bétons, enduits, peinture, adjuvants…) pour des usages très différents (isolation, renfort, remplissage…) exigeant des caractéristiques spécifiques et des travaux de recherche adaptés (chimie du bâtiment, etc.).

Globalement, la recherche s'articule selon deux axes : d'une part, les matériaux transformés mécaniquement aux fins de fournir principalement des fibres pour les isolants et des granulats pour les mortiers et bétons ; d'autre part, les transformations à l'échelle moléculaire répondant aux besoins de la chimie du bâtiment : additifs, peinture, mousses isolantes, composites, etc.

© DR

# Innover avec les matériaux biosourcés : l'ingénierie du vide et de la diversité

Toutefois, une caractéristique essentielle est prise en compte dans pratiquement tous les programmes : la porosité qui résulte de la microstructure de la matière végétale, influence directement les performances et le fonctionnement de la majeure partie les matériaux issus de la biomasse.

D'un point de vue mécanique, la porosité permet d'obtenir des matériaux avec de faibles masses volumiques, ayant généralement une moindre résistance en compression mais capables de se déformer avec peu ou sans dégradation.

La porosité ouverte facilite l'absorption des ondes sonores et, selon les typologies de matériaux, concourt à l'isolation phonique et à la correction acoustique.

La présence d'air faiblement mobile, au sein des pores, améliore sensiblement la résistance thermique. Mais surtout, ces pores – s'ils sont connectés entre eux – permettent, en fonction des conditions de température et d'humidité relative, la circulation et le changement de phase de l'eau contenue dans le matériau. Ces transferts sont à l'origine d'un fonctionnement dit "hygrothermique dynamique" et jouent un rôle de régulateur particulièrement performant. Ces phénomènes ont fait l'objet de travaux importants, en particulier pour les bétons végétaux et s'ouvrent aujourd'hui à beaucoup d'autres matériaux poreux.

Les programmes de recherche font progresser la compréhension de ces phénomènes complexes et aujourd'hui un nouveau défi se présente : maîtriser ou designer astucieusement les caractéristiques des pores (dimensions, connectivité, organisation, propriétés de surface, etc.) afin d'optimiser les performances des matériaux, en fonction de leurs usages.

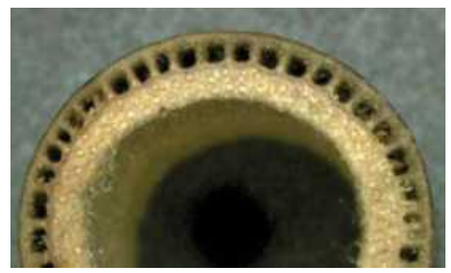
**Approche multi-physique**

Les différentes performances – mécanique, acoustique et thermique – réunies au sein d'un même matériau ont ouvert aux chercheurs une approche multi-physique et les ont incités à aborder les problématiques des matériaux de construction sous un angle innovant.

Contrairement à une tendance forte poussant à développer des produits spécifiques pour répondre aux besoins de chaque fonction – structure, isolation thermique, correction acoustique, etc. – de nombreux travaux sur les matériaux biosourcés cherchent à répondre simultanément à plusieurs fonctions.

Les matériaux biosourcés n'échappent pas pour autant aux exigences communes à tous les matériaux de construction. Une part importante de la recherche concerne donc leur durabilité dans le temps, les causes et conséquences de dégradations possibles, les aspects sanitaires et la qualité de l'air intérieur qui s'y rattachent ou encore l'analyse de leur cycle de vie.

© H-A Ségalen



## Béton végétaux : une rupture technologique

© H-A Ségalen

La substitution des granulats minéraux par des granulats végétaux confère aux bétons un ensemble de caractéristiques qui n'a pas échappé aux chercheurs et, par conséquent, aux fabricants de chaux et de ciment. Au-delà des qualités environnementales – en particulier une amélioration sensible du bilan carbone et de la renouvelabilité – les bétons végétaux bénéficient d'une faible masse volumique, d'une grande plasticité et d'une résistance thermique améliorée. Mais surtout, les travaux scientifiques ont montré que leur porosité très élevée – pouvant dépasser 80% du volume total – permet un fonctionnement hygrothermique qui en fait des matériaux à changement de phases naturel et qui implique de modifier l'approche thermique des bâtiments.

Désormais, l'enjeu est, d'une part, de piloter ces fonctionnements grâce à des formulations contrôlées et, d'autre part, d'être en mesure de calculer les impacts sur la performance énergétique des bâtiments pour qu'ils puissent enfin s'intégrer dans les calculs utilisés par les réglementations thermiques.

Leur porosité confère également aux bétons végétaux des performances acoustiques.

## AKTA : garantir les performances

Les performances des bétons végétaux sont impactées par de nombreux paramètres. Au-delà de la typologie des granulats et de la formulation des liants, la quantité d'eau utilisée modifie sensiblement les caractéristiques du matériau. Mais la technique et la régularité de mise en œuvre comme les spécificités de la machine employée – et en particulier sa capacité à enrober les granulats – sont tout aussi importantes pour éviter des écarts de performances rédhibitoires.

Pour obtenir cette constance, AKTA, entreprise de construction, a élaboré un système global. Ce système comprend des granulats caractérisés et des liants de nouvelle génération, une machine de projection adaptée et innovante, des cahiers des charges spécifiques aux différents types d'ouvrage ainsi qu'un accompagnement sur toutes les phases du projet.

Cette approche globale permet à AKTA de proposer le premier système garantissant que les performances obtenues sont bien conformes aux valeurs annoncées.

# Marco Casagrande, acupuncteur militant

D'origine finno-italienne, Marco Casagrande a d'abord grandi en Laponie. Après être allé combattre comme volontaire, en 1993 (à 22 ans), aux côtés des Croates en Bosnie, il reprend ses études d'architecte à Helsinki. Associé à son jeune camarade d'école Sami Rintala, il figure, en 1999 – deux ans avant son diplôme – parmi les finalistes des architectures émergentes du magazine anglais *AR,* ce qui leur vaudra de participer l'année suivante à la Biennale de Venise. Sa conscience et son engagement écologiques – dépassant largement la seule sphère architecturale, allant de l'urbanisme à l'art environnemental en passant par le cirque – y transparaissent déjà dans son installation *60 Minutes Man* : une barge remplie des déchets produits durant une heure par Venise puis, une fois compostés, plantés d'une chênaie.

Il mettra dès lors en œuvre des méthodes de « manipulation ponctuelle des flux énergétiques urbains afin de guider la ville vers le développement durable et écologique et d'atteindre l'idéal de la ville de 3e génération ». Martelant « qu'il n'y a pas d'autres réalités que la nature », son « acupuncture urbaine » consiste en « une manipulation architecturale de l'intellectuel collectif sensuel de la ville ».

Lors de la biennale de Shenzhen et de Hongkong de 2009, il souhaitait au travers son installation *Bug Dome WEAK !* (ci-dessous), inspirée d'une architecture d'insectes, « offrir un club social non officiel pour les travailleurs illégaux ». A la triennale d'Art Contemporain de Beaufort de 2012, *Sandworm* (ver de sable) – une cathédrale en branches de saule tressées de 45 x 10 m – constituait un surprenant abri de fortune, appelé à retourner à l'état de nature, pour les promeneurs fréquentant les dunes flamandes de la côte Wenduine.

Courtesy Marco Casagrande © Nikita Wu stringio

# Chanvre et rénovation

**Maison des Arts, Montbonnot Saint-Martin France**
**Atelier Donjerkovic associé à Aktis architecture**
**Architectes**
**AKTA, béton de chanvre**

Construit au XIIe siècle dans la vallée du Grésivaudan au pied du massif de la Chartreuse et face à celui de Belledonne, le Prieuré de Saint-Martin de Miséré était, en ce début de millénaire, bien mal en point. Seuls tenaient encore debout le prieuré et deux corps de ferme des XVIe et XVIIe siècles. Aux portes de Grenoble, la commune de Montbonnot Saint-Martin les a récemment investis à des fins culturelles et associatives. En effet, l'édifice le plus ancien renaitra d'ici 2018 en médiathèque tandis que les deux autres viennent de se voir rénovés et agrandis pour constituer la Maison des Arts et des Associations (70 environ).

L'agence grenobloise Atkis, associée à l'architecte du patrimoine marseillais Philippe Donjerkovic a souhaité certes valoriser l'existant sans en nier aucune des époques de sa construction mais aussi faire en sorte que l'extension (accueillant entre autres une salle polyvalente d'environ 300 m²) résolument contemporaine relie – architecturalement, historiquement et programmatiquement – les deux bâtiments agricoles. Ils ont ainsi fait le choix *de « créer une plateforme, une sorte d'acropole face aux montagnes et de poser sur cet espace une extension en bois de mélèze, forêt de poteaux qui se développe et glisse sous le couvert existant de la ferme la plus récente. Circulant et serpentant dans le projet, cet élément unit les deux parties par une passerelle. »*

Connus pour leurs vertus thermiques et acoustiques, béton et enduit de chanvre ont été « imposés pour des raisons patrimoniales afin de préserver les traces archéologiques du bâti ancien, d'éviter l'aspect raide des doublages en conservant les déformations existantes et d'assurer un lien avec les parties en pierre de taille dans les passages de portes et encadrements de fenêtres. »

Courtesy Atelier Donjerkovic © P. Donjerkovic

# Les filières de matériaux de construction biosourcés

Court. Freelmages.com

© DR

Courtesy Buitex

Court. Freelmages.com

© HA Segalen



**Fibres de bois**

En dehors des OSB (Oriented Strand Board), MDF (Medium Density Fiberboard), contreplaqué, aggloméré, etc. largement utilisés dans la construction, les panneaux isolants en fibres de bois se sont développés principalement en Europe où la filière est sans doute la plus mature parmi celles des matériaux de construction biosourcés. Les process de fabrication sont aboutis, les circuits de distribution, d'évaluation technique et de certification sont actifs, les gammes de produits sont larges et multifonctionnelles (thermiques, acoustiques, étanchéité, etc.). Et, évolution récente, presque tous les fabricants proposent des solutions d'isolation thermique par l'extérieur (ITE).

**Chanvre, lin et autres plantes à fibres**

Les fibres issues des plantes telles que le lin et le chanvre ou encore le jute, le kenaf, l'alpha ou le sisal sont utilisables pour la fabrication de laines isolantes. Pourtant, les producteurs se sont peu investis dans le marché du bâtiment et, en dehors des laines de chanvre, très peu de produits sont disponibles.

Les coproduits issus du défibrage – tels que les anas de lin ou la chènevotte du chanvre – sont utilisés pour la fabrication de granulats pour bétons. La filière chanvre française s'est positionnée depuis plusieurs années en leader du développement de ces bétons et son expertise s'est exportée dans différents pays. Cette position est toutefois fragilisée par la dimension et la structuration de la filière et par l'arrivée inévitable d'autres granulats végétaux concurrents.

**Matériaux issus du recyclage**

Le papier recyclé (ouate de cellulose) est utilisé comme isolant depuis le milieu du XX^e^ siècle et représente une part importante du volume d'isolants biosourcés utilisés mondialement. Largement employé dans nombre de pays (USA, Canada, Europe du Nord, Allemagne, Grande-Bretagne), le papier recyclé a connu ces dernières années un développement rapide en France et, malgré quelques aléas, la filière a atteint une maturité qui la positionne en concurrente des autres isolants. La récupération des textiles procure également des matières qui ont fait leur apparition dans le monde de l'isolation depuis quelques années.

**Bambou**

Multi-usage, complet, universel, le bambou est inhérent à la construction traditionnelle, surtout en Amérique Latine et en Asie. Ses qualités – caractéristiques techniques, rapidité de croissance, diversité des transformations et des utilisations, etc. – en font un matériau moderne aux possibilités innovantes : structures, planchers, parquet, revêtement souple, isolant. Plusieurs architectes de renom ont développé des systèmes permettant d'exploiter ses potentiels. D'ailleurs, il figurait dans nombre de pavillons de l'Exposition Universelle de Milan (Vietnam, Chine, Japon, Italie, etc.).

**Roseau**

Le roseau pousse activement dans toutes les parties du monde, représentant une source très importante de matière pour la construction vernaculaire, et trouve un regain d'intérêt dans certaines constructions actuelles. Des architectes néerlandais, suédois ou français réutilisent le chaume pour des réalisations contemporaines innovantes. Pourtant l'industrie des matériaux de construction ne s'est, jusqu'à présent, que peu intéressée à cette matière.

**Paille de céréale et autres cultures**

La paille est un coproduit très abondant dans toutes les zones agricoles – bien que la concurrence entre les usages puisse être un sujet sensible dans certaines zones d'élevage. Mise en oeuvre aux Etats-Unis dès la fin du XIX^e^ siècle, la construction en ballots de paille s'est exportée bien plus tard en Europe ou en Australie. La filière française est aujourd'hui particulièrement active. Mais la paille trouve de nombreuses autres utilisations, en recourant à plus ou moins de transformation : panneaux isolants, panneaux rigides, mélanges terre-paille, bétons végétaux.

**Fibres animales**

Les fibres animales ont été employées de façon traditionnelle dans l'habitat nomade (tentes bédouine, yourtes, tipis). Ce type d'habitacle est bien sûr en forte régression même si à Oulan-Bator (Mongolie) plus d'un million de personnes vivent dans des yourtes et si l'ethno-tourisme s'en délecte.

Sous l'aspect de produits industriels, la laine animale (laine de mouton surtout) est utilisée pour fabriquer des isolants fibreux. Peu rémunératrice, cette production reste confidentielle malgré son exploitation dans les pays comme la Nouvelle Zélande, l'Australie, le Royaume-Uni ou le Chili.

## Ouate de carton : qualité technique, environnementale et sociale

A Chalons sur Saône, IDEM innove avec la première chaîne de fabrication d'isolant à base de carton recyclé. Ce programme s'appuie sur un approvisionnement local, un centre de tri dédié, un process de fabrication spécifique et une culture d'entreprise éprouvée.

Il faut ajouter à tout cela, l'exigence d'une qualité irréprochable - par exemple le centre de tri élimine toutes les matières non conformes : encres, plastiques, etc. La qualité est contrôlée et, à terme, garantie par deux certifications en cours de validation (ACERMI et AQMB).

Matériaux biosourcés, économie circulaire, économie sociale et solidaire, qualité des produits : un concentré de critères « durables».

© Citron Givré

# Ecole du XXIe siècle en bois et… paille

**Groupe scolaire Stéphane Hessel**
**Montreuil, France**
**Méandre**
**Architecte**

A la rentrée 2014, la ville de Montreuil ouvrait en plein cœur de ville dense un nouveau groupe scolaire pour 650 élèves comprenant une école maternelle de 9 classes, une élémentaire de 15 classes, un centre de loisirs et de restauration. Au lancement du concours en 2011, la maire de Montreuil – Dominique Voynet – aspire à la réalisation d'un « équipement dans un jardin » aux bâtiments « Zéro Énergie, Zéro Carbone, Zéro Déchets Nucléaires Induits ».

Fortement impliquée dans la recherche sur les matériaux biosourcés (paille et chanvre) et le développement de leurs filières, l'atelier montreuillois Méandre remporte la consultation. Desservis à partir d'un parvis-clairière public, ses trois corps de bâtiments s'organisent nord/sud autour de deux cours que prolongent au sud-est des jardins-ouvriers partagés.

Assurée par 700 m² de panneaux photovoltaïques en toiture que complète une centrale de cogénération à l'huile végétale, leur autosuffisance énergétique résulte également d'une conception bioclimatique à l'isolation thermique des plus performante. Les deux bâtiments scolaires sont construits en éléments bois : structure en pin Douglas à l'extérieur (protégée par un bardage en mélèze), en épicéa à l'intérieur (avec platelage en frêne thermo-traité). Préfabriqués en atelier pour améliorer la qualité et accroître la rapidité de mise en œuvre sur chantier, les caissons de façade (7,20 x 3,20 m) et de toiture (jusqu'à 16 ml) ont été remplis de paille de blé compactée de 36 cm d'épaisseur avant d'être clos hermétiquement et doublés de 50 mm de laine de roche sous deux plaques croisées de Fermacell (sécurité incendie oblige).

Courtesy m'cub © Izabel Da Silva

Courtesy m'cub © Luc Boegly

## Filières locales

Sur le plan de la structuration et du développement économique, le concept de filière locale n'est pas inconnu du monde de la construction. L'industrie du béton le démontre largement avec, en France, quelques 900 sites de production répartis sur tout le territoire. Toutefois, les productions locales de matériaux de construction biosourcés font appel à des approches plus intégrées, incluant agriculture, industrie et bâtiment. De ce fait, elles suscitent un intérêt croissant de la part de nombreux territoires.

Au-delà de ces volontés et de la pertinence de l'approche locale, le développement significatif de ces filières doit faire face aux exigences du secteur de la construction; évaluations techniques, assurances, circuits commerciaux, réglementation, etc. Les cadres de ces exigences – en particulier réglementaires et normatifs - ne sont pas adaptés à la diversité et à la dimension de ces filières. Pour faire face, les producteurs de matériaux biosourcés des circuits locaux doivent décupler les actions visant à les structurer.

# Solutions techniques



**Matériaux de Structures**

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 exploitant les qualités exceptionnelles du matériau.

La plupart des autres matériaux biosourcés exigent que l'on recoure à l'accumulation de tiges ou de particules pour obtenir les résistances mécaniques nécessaires. Les constructions traditionnelles en roseaux des moudhifs dans les marais d'Amara (Sud de l'Irak) en sont un exemple remarquable : les fondations et la structure sont formées d'arches constituées de deux faisceaux cylindriques de roseaux de 30 à 100 cm de diamètre à la base.

Les murs en ballots de paille porteurs en sont un autre exemple. Cette technique - dite technique Nebraska - a été pratiquée dès les premières constructions en paille à la fin du XIX$^{e}$ siècle. Malgré des contraintes (dimensionnement des baies, répartition des charges, hauteur de construction) plusieurs pays (comme le Royaume-Uni, le Canada ou le Danemark) ont validé des règles de construction pour ce système.

Enfin, en ce qui concerne les bétons végétaux, les performances thermiques ont généralement été privilégiées au détriment des performances mécaniques. Les avancées de la recherche permettent d'envisager à court terme la mise en chantier de bétons végétaux porteurs.

**Couverture**

Dans la majorité des régions du globe le bâti vernaculaire a très largement utilisé les végétaux comme matériaux de couverture et toutes les ressources possibles ont été valorisées - paille de seigle ou de froment, roseaux, palmes, joncs, bois, algue, etc.

Ces solutions ont en grande partie été abandonnées pour des raisons de durabilité, d'entretien et de coûts. Cependant le retour du toit de chaume est notable dans l'habitat - comme en Allemagne où l'on importe des roseaux -, dans la construction de structures hôtelières recherchant une couleur locale ou encore des hébergements destinés à l'ethno-tourisme.

De plus, la technique du chaume offrant une grande souplesse d'utilisation, elle est de plus en plus valorisée au travers d'une architecture innovante dans de nombreux pays - Suède, Vietnam, Pays-Bas, Sénégal, France.

**Isolants**

Les matériaux biosourcés ont des caractéristiques qui permettent de fabriquer des isolants performants et c'est sans doute dans ce domaine qu'ils connaissent les développements les plus rapides. Si les papiers recyclés et, pour l'Europe, les fibres de bois, occupent l'essentiel du marché, pratiquement toutes les matières biosourcées - paille de céréales, roseaux, laine de mouton, chanvre, graminées, textile recyclé, etc. - peuvent trouver des utilisations dans ce domaine. Et c'est souvent la disponibilité de la ressource qui décide du déploiement d'une filière et de ses avancées.

Globalement, il s'agit de produits de substitution, utilisant les mêmes critères que les isolants d'origine minérale, devant répondre aux mêmes exigences et qui trouvent leur place dans un marché en lien direct avec les politiques d'efficacité énergétique portées par de nombreux pays. Ces matériaux ont acquis une maturité technique, normative et, pour certains, économique qui leur permet de trouver leur place dans ce marché.

Ycatan ©M Boyeux et L Lénée-Corrèze

**Mortier et béton**

Les ressources en matières premières susceptibles de fournir des granulats pour confectionner des bétons végétaux sont extrêmement larges. Si le bois et le chanvre sont aujourd'hui prégnants sur le marché, beaucoup d'autres végétaux – lin, miscanthus, roseaux, colza, tournesol, cosses de riz ou d'arachides, etc. – font l'objet de travaux de développement ambitieux. La diversification vient également du côté des liants, qu'il s'agisse de nouvelles formulations ou de l'utilisation de matériaux telle la terre crue.

Matériaux à isolation répartie, les bétons végétaux - bien que leur fonctionnement hygrothermique ne soit pas pris en compte dans les calculs réglementaires - permettent d'atteindre les performances requises sans isolation complémentaire. Ils sont donc principalement utilisés pour la réalisation de murs extérieurs. Ils sont également utilisés en isolation de toiture où leur rôle de régulateur thermique améliore en particulier le confort d'été. Ils sont aussi appliqués en enduit pour améliorer l'acoustique, surtout dans le cadre de la rénovation thermique des bâtiments.

## Bâti ancien : les incontournables solutions biosourcées

Courtesy m'cub © Luc Boegly

**La Maison Diocésaine Odette Prévost Châlons-en-Champagne**

Contrairement au bâti moderne qui tente de s'isoler de l'eau, le bâti ancien – antérieur à 1948 pour la législation française – cherche à gérer l'humidité contenue dans ses composants. Le système s'appuie largement sur le fonctionnement hygrothermique des matériaux. Celui-ci ne doit pas être contrarié s'il l'on veut conserver les qualités de ce bâti et éviter des dégradations qui peuvent être irréversibles. Les techniques de rénovation – et en particulier de rénovation thermique – doivent impérativement respecter cette exigence en employant des matériaux poreux tels que les matériaux biosourcés dont c'est une caractéristique avérée.

Dans le cas de la rénovation de la Maison Diocésaine Odette Prévost de Châlons-en-Champagne en 2004, les architectes (Méandre) ont eu recours à un enduit de chanvre de 5 à 8 cm. Dix ans après, ce bâtiment de 1500m$^2$ de bureaux affiche une consommation de chauffage de 61 kWh/m$^2$/an et les utilisateurs vantent le confort du bâtiment.

# Simon Vélez, une architecture végétarienne

© Deidi von Schaewen

Le naturaliste allemand Alexander von Humbolt aussi bien que le géographe français Elysée Reclus ont foulé le sol des régions de l'actuelle Colombie dont ils ont rapporté des descriptions saisissantes et pour le premier, des spécimens végétaux nombreux et inconnus en Europe. Le pays est soumis à ce que Francis Hallé désigne comme "la condition tropicale" qui règne sur toute chose, lui impose l'équivalence perpétuelle du jour et de la nuit, la faible variation de l'incidence du soleil sur la terre et permet le foisonnement extraordinaire de la bio-diversité. L'absence de "saisons", ou plutôt leur étagement spatial selon l'altitude où l'on se trouve, fait qu'on peut se lever le matin dans la fraîcheur tonique de Bogotá pour finir la journée dans un archétype de climat tropical chaud et humide à 300 km de là. C'est à cette condition que participe Simon Vélez, architecte, fils d'architecte, petit fils d'un éleveur, chercheur d'or et gentleman constructeur.

L'architecture de Simon Vélez se caractérise par un geste essentiel, directement inspiré des techniques vernaculaires et de la nature. Reprenant la topologie des assemblages traditionnels des tiges de Bambou Guadua, il leur implante une infime modification, à peine visible : des bouchons de mortiers de ciment dans les alvéoles terminales des tiges, dans lesquels il noie des tiges filetées en acier. L'assemblage ainsi modifié est alors capable de travailler aussi bien en traction qu'en compression et les structures issues de cette hybridation de construction vernaculaire et d'ingéniosité low tech se développent alors sous son crayon comme un système, sans cesse amélioré, et qui se déploie dans l'ensemble de son œuvre.

# Solidarité éthique

**Dortoirs temporaires de la CDC School, Mae Sot**
**Thaïlande**
**a.gor.a**
**Architectes**

Courtesy Bamboo Temporary Dormitories © F. Pallarès López

Persécutée depuis 1948 par la junte birmane, la minorité Karen compte plus de 140 000 réfugiés de l'autre côté (thaï) de la frontière. A quelques kilomètres de celle-ci, sur la commune de Mae Sot plusieurs écoles et orphelinats ont été construits pour accueillir les plus jeunes. Sous tutelle de la Mae Tao Clinic, le Children Development Center y dénombre 800 élèves. Pour garantir leur hébergement, des dortoirs s'imposaient d'urgence. En 2012, l'ambassade du Luxembourg à Bangkok décida d'en financer quatre. Le projet fut mis en œuvre par a.gor.a architects, une structure humanitaire fondée par l'Allemand Jan Glasmeier et le Catalan Albert Company Olmo.

Hébergeant 25 enfants ou adolescents, ces dortoirs d'urgence de 72 m$^2$ ont été conçus avec une structure en bois – surtout du teck, très présent localement – recyclant des pièces récupérées à moindre coût sur les chantiers de démolition des environs. Parois, cloisons, planchers et charpentes secondaires font appel au bambou tandis que la couverture est constituée d'une sorte de chaume obtenu à partir de feuilles d'arbres séchées. Cette toiture particulièrement économique nécessite une réfection complète tous les 18 à 24 mois. Les montage, maintenance, réfection, démontage et remontage de ces constructions peuvent être effectués par une main d'œuvre indigène peu qualifiée.

# Techniques vernaculaires pour architecture innovante

**Retour aux logiques locales**

Les matériaux biosourcés sont omniprésents dans le bâti vernaculaire de presque toutes les régions du monde. Ils ont, en revanche, pratiquement été oubliés par la construction moderne. Les raisons en sont multiples ; l'industrialisation de la production des matériaux de construction et la nécessité d'une standardisation peu favorables aux filières locales, les réponses aux exigences d'une urbanisation galopante ou la modification des structures sociales n'en sont que les parties les plus visibles.

Relégués au rang de solution du passé, les matériaux biosourcés traditionels ont, pendant une longue période, été ignorés par la recherche et par la formation, amplifiant une image low-tech et dévalorisante.

Mais nombre de paramètres qui ont porté l'architecture et la construction modernes changent pour faire face aux exigences du développement durable. La notion du « penser global, agir local », en particulier, donne un nouvel éclairage sur les filières locales. L'adaptation aux spécificités des territoires - en termes de ressources, de conditions climatiques, d'organisation sociale et de culture - plaide en faveur d'une revalorisation des matériaux locaux et des savoir-faire vernaculaires.

Cette revalorisation trouve ses sources dans la tradition mais n'en est pas moins un terrain d'innovation sur tous les plans.

D'un point de vue économique, elle s'appuie sur le triangle ressources en biomasse-industrie de transformation-construction. Elle est un vecteur de revitalisation des économies locales et s'inscrit dans les approches d'écologie industrielle et territoriale et d'économie circulaire.

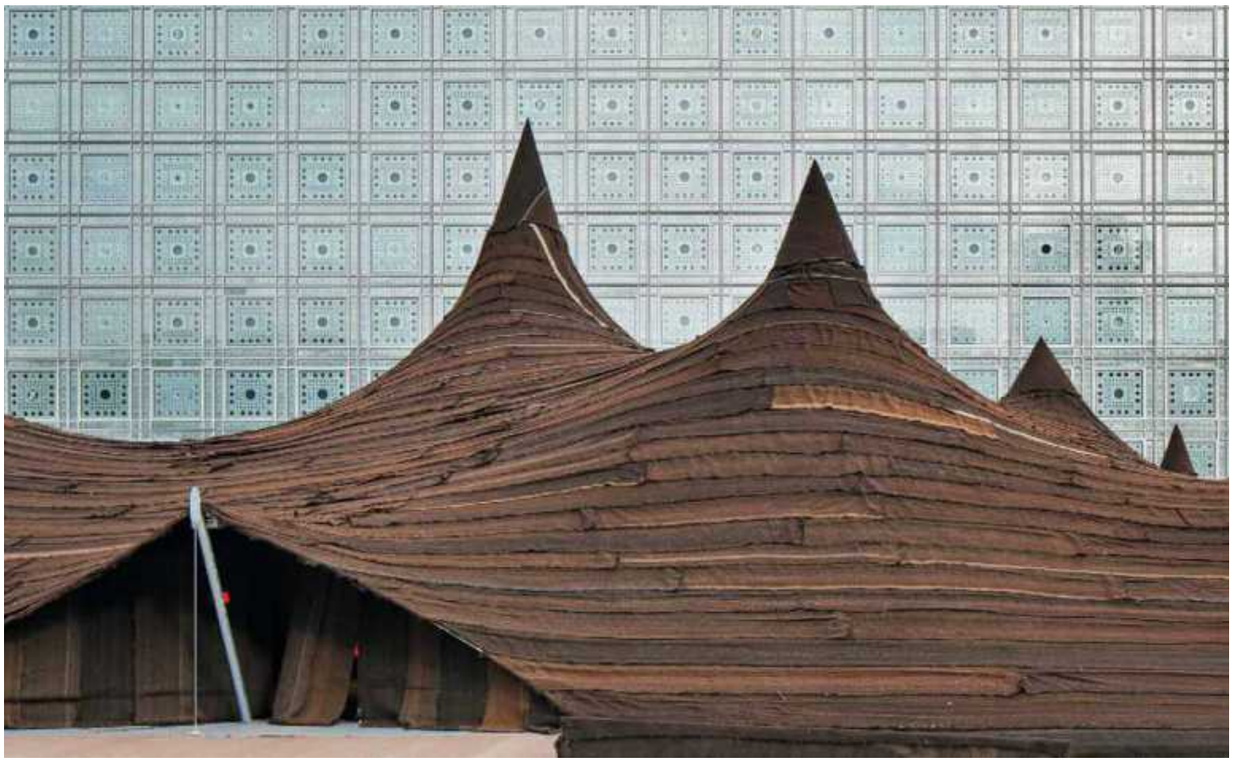
De son côté, le monde de la recherche et de l'innovation technique fait preuve d'un intérêt croissant pour les matériaux de constructions biosourcés. Les travaux intègrent couramment les spécifiés des productions locales pour prendre en compte la diversité de la ressource et ses variations mais aussi les savoir-faire et les potentiels de fabrication.

Enfin, conscients de la pertinence technique et de la portée culturelle des solutions vernaculaires, les architectes puisent de plus en plus dans cet immense potentiel des savoirs et de matériaux locaux.

# Un *frig* sarhaoui sur le parvis de l'IMA

**Pavillon éphémère de l'Institut du Monde Arabe**
**Paris, France**
**Oualalou+Choi Architectes**

Dans le cadre de l'exposition *Le Maroc Contemporain* de l'automne 2014, le parvis de l'IMA a hébergé un pavillon temporaire bien surprenant, tout à la fois typique et atypique. Inspirée de l'habitat nomade sarhaoui traditionnel, son architecture contemporaine métissait technologie d'aujourd'hui (structure, étanchéité) et couverture séculaire via 650 m² de *flij*, bandes de laine noire tissée à partir de poils de chèvres et de dromadaires. L'agence franco-marocaine Oualalou+Choi silhouettait ainsi un *frig* (village de tentes du Maroc saharien) se détachant comme en ombre chinoise devant la façade high-tech de Jean Nouvel et d'Architecture Studio.



Courtesy Oualalou+Choi © Luc Boegly

Court. Vandkunsten © H. Mikkelsen

# Algues… “vertes”

**The Modern Seaweed House**
**Læsø, Danemark**
**Vandkunsten**
**Architecte**

Située à l’est de la péninsule du Jutland dans le détroit de Kattergart, l’île de Læsø est une des plus septentrionales du Danemark. Jadis plusieurs centaines, une vingtaine de maisons au toit en algues sont aujourd’hui classées au patrimoine danois. Après avoir rénové en 2012 la plus ancienne – la Kaline’s house (1865) – le développeur Realdania Byg initia le projet d’une version contemporaine, éthique et préfabriquée de cet habitat vernaculaire.

Confiée au cabinet Tegnestuen Vandkunsten de Copenhague, la Modern Seaweed House – son prototype d’environ 100 m$^2$ – fut livrée, l’année suivante, à proximité de son aînée. L’algue zostère concernée jouit de multiples qualités : disponible en quantité à proximité directe, durable, imputrescible – y compris à la vermine – et, qui plus est, très performante thermiquement et acoustiquement. Si sa toiture est bien constituée, comme le veut la tradition, de longs “traversins” d’algues (contenues dans et par un filet tressé en laine brune autochtone) posés sur un feutre, les architectes ont ici étendu son emploi à l’isolation de son habitacle. Le plancher résulte de l’assemblage de caissons bois remplis d’algues recouverts d’une dalle de béton fibré puis parqueté de pin lessivé au savon blanc. Les panneaux de façades enchâssent dans leur ossature de mélèze des coussins d’algues – plus petits et plus denses – laissés apparents à l’extérieur. Les rampants sous toiture sont isolés par des “cassettes” en MDF rembourrées d’algues avant d’être habillées d’une toile de finition en lin écru.

Le prix de ce prototype à énergie positive (menuiseries bois à triple vitrage, pompe à chaleur …) est encore élevé, mais la croissance de la demande devrait bientôt le faire baisser !

# Tissage transcontinental

**Centre culturel et résidence d’artistes Thread**
**Sinthian, Sénégal**
**Toshiko Mori**
**Architecte**

Courtesy Toshiko Mori © Toshiko Mori

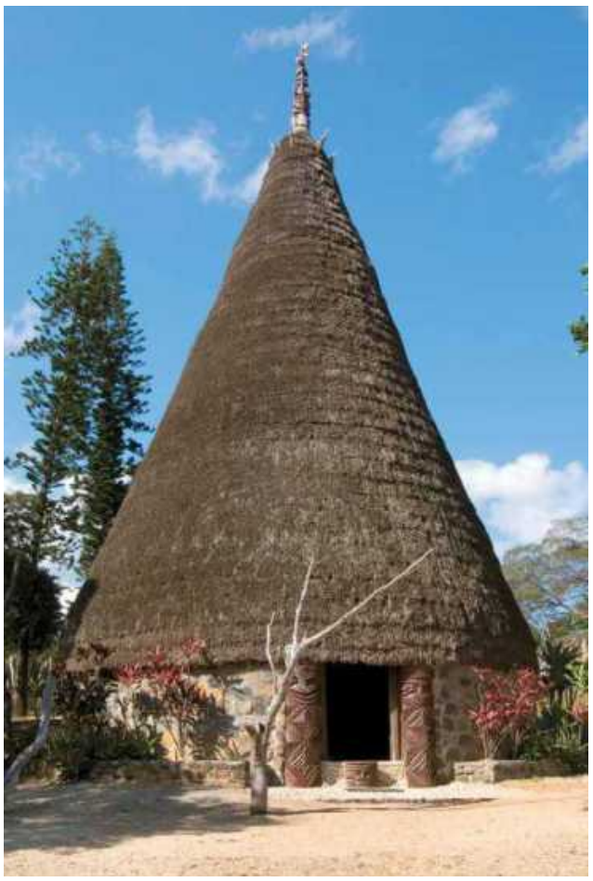
Sinthian – village de 700 âmes à 526 km à l’est de Dakar, aux portes de la Mauritanie et du Mali – envoyait en mars dernier un message d’espoir à tous ceux qui croient encore en l’humanité. Y était, en effet, inauguré un étonnant centre culturel de 1048 m$^2$ aspirant à recevoir en résidence des artistes – toutes disciplines confondues – du monde entier venus à la rencontre de la modeste communauté de Sinthian l’ayant construit de ses mains. Non loin du centre médical gratuit du Dr Magueye Ba, l’institution solidaire *Thread* (le fil) a bénéficié du soutien de deux fondations américaines aidées bénévolement dans leur projet par l’architecte newyorkaise Toshiko Mori et ses étudiants en master à l’université d’Harvard. C’est d’ailleurs Nicholas Murphy, un de ses anciens élèves, qui est venu le mettre en œuvre à la fin de ses études.

Résultant d’un dialogue avec la population locale et ses artisans, son concept architectural fait le lien entre le vernaculaire et le contemporain, entre les traditions constructives sénégalaises et japonaises (d’où la conceptrice est originaire). L’ensemble du programme – deux ateliers avec leur hébergement respectif autour d’une aire de manifestation polyvalente – se développe sous un élégant et vaste hyperboloïde parabolique à la structure de bambous (assemblés avec des nœuds nippons) et couverture en chaume. L’architecture retenue concourt également à récupérer les eaux de pluie collectées par des canaux à l’aplomb des rives de la toiture alimentant deux citernes filtrantes pour permettre la consommation des villageois et de leur bétail ! Sur les conseils du “bon docteur” voisin, les murs ont été montés en briques de terre crue posées en claustra – pour laisser passer l’air – mais doublés d’une résille protégeant de la poussière, des insectes et autres nuisibles.

# Technique vernaculaire pour architecture innovante

Il n'en reste pas moins que la massification de ces solutions est freinée par un ensemble de difficultés.

L'image dévalorisante de matériaux du passé, réservés aux populations les plus défavorisées et les moins développées, est bien présente mais s'estompe de plus en plus. Les dimensions technico-scientifiques apportées par l'innovation, l'exemplarité de bâtiments conçus par des architectes prestigieux, la construction d'hôtels et centres touristiques affichant volontairement ces matériaux, contrebalancent cette vision négative.



Dans de nombreuses régions, la « modernité » s'exprime couramment par la « maison de ciment », avec son inévitable toit de tôle, dont l'inadaptation aux conditions locales n'échappe pas aux utilisateurs, tout à fait conscients du confort perdu. Bien souvent, le recours aux techniques « modernes » est plus lié à la disparition des structures sociales qui permettaient de construire et d'entretenir des maisons traditionnelles qu'à la recherche d'une image de la réussite.

Cette problématique est très largement accrue par l'urbanisation galopante à l'échelle de la planète. Les structures sociales sont encore plus perturbées en milieu urbain qu'en milieu rural ; d'autre part, les filières de production sont rompues et l'approvisionnement en matériaux devient impossible.

Dans les régions plus industrialisées, où ces structures sociales ont disparu depuis longtemps, l'utilisation des techniques vernaculaires se heurtent aux exigences de réglementations et de normalisation établies à l'échelle nationale ou internationale pour faciliter la circulation des produits. Par nature et par facilité, ces règles et normes incitent à une standardisation et une uniformisation antinomiques avec les spécificités locales, d'autant que les acteurs de ces filières participent rarement à l'élaboration des textes, terrain de chasse privilégié des lobbies.

Les matériaux vernaculaires issus de la biomasse sont donc une opportunité pour la construction et l'urbanisation durable. Mais leur massification passe largement par l'innovation, visant autant la réorganisation des filières que l'élaboration de matériaux et techniques adaptés aux exigences contemporaines ainsi qu'à l'ouverture à la diversité des réglementations et normalisations.

## Un programme de développement territorial "constructif"

À Ayacucho, commune rurale de la pampa argentine (3000 hab.), le conseil municipal a voté en 2012 un décret autorisant et encourageant la construction de logements en mélange de terre et de paille qui n'est pas sans rappeler la technique des *ranchos de chorizo*, l'habitation traditionnelle des gauchos.

Alors que ces techniques échappent totalement aux règles de construction nationale, la municipalité a affirmé sa volonté en accompagnant ce décret d'un ensemble de mesures : chantiers pilotes, assistance technique, fourniture de matériaux, équipe municipale spécialisée, etc.

De plus, le programme encourage la rénovation des *ranchos* traditionnels ainsi que l'auto-construction de logement et l'organisation de *mingas*, journées de travail collectif.

Les qualités techniques adaptées aux conditions locales, la performance économique - jusqu'à 50% d'économie par rapport aux constructions conventionnelles -, l'acharnement de quelques pionniers et, sans aucun doute, l'identité positive du gaucho et de son *rancho de chorizo* ont fait le reste.

Construction et rénovation de logements, réinsertion et formation professionnelles, organisation de filières et de structures sociales : trois ans après le décret le programme apporte un ensemble de solutions efficaces à une commune lourdement frappée par une croissance démographique galopante et de nombreuses difficultés sociales. Le modèle pourrait bien faire école.

# Le chaume, vitrine de la biodiversité

**Centre Beautour sur la biodiversité**
**La Roche-sur-Yon, France**
**Agence Guinée-Potin**
**Architecte**
**Le Goff, couvreur-chaumier**

© Stéphane Chalmeau

Le centre Beautour repose sur la mise en valeur du domaine et de la demeure du juriste et naturaliste vendéen Georges Durand (1886-1964) et d'une infime partie de l'importante collection (4500 plantes, 4000 oiseaux et 150000 insectes) qu'il a constituée pendant près de 70 ans. Il légua le tout à sa mort au Museum national d'histoire naturelle qui revendit en 2007 le domaine à la Ville de la Roche-sur-Yon, voisine, qui à son tour le loua en 2009 pour 99 ans à la Région des Pays de Loire. 4 ans plus tard, le château rénové, son extension et son parc de 8 ha accueillent un centre de découverte, de culture scientifique et de recherche sur l'environnement et la biodiversité.

La prise en compte de cette dernière, de la topographie et de la qualité des lieux y a dicté un parcours conduisant – sous le prétexte de l'intérêt scientifique – le visiteur vers la prairie et le fond du vallon, là où la nature sauvage rejoint celle du parc d'agrément historique. Dans ce contexte à forte narration paysagère, l'extension réinterprète la technique traditionnelle du chaume. Ses architectes Anne-Flore Guinée et Hervé Potin ont imaginé un épiderme de chaume (en roseaux de Camargue) – innovant et contemporain – unifiant parois (25 cm d'épaisseur) et toiture (35 cm). S'étirant sur une centaine de mètres pour mieux épouser l'existant sans le brusquer, « *ce morceau de paysage construit, cette nouvelle géographie* » de forme organique, presque animale, repose sur des pilotis en troncs massifs de châtaignier afin de respecter le biotope qui l'héberge.

Privilégiant la filière sèche, la structure, la charpente et les planchers bois ont été préfabriqués en atelier. Bien que largement ouverte sur le paysage, la façade sud est protégée du soleil estival par le débord prononcé et "sculpté" du chaume en couverture.

## Patrick et Michèle Le Goff : l'expertise vernaculaire tournée vers l'avenir

Le savoir-faire de l'entreprise Le Goff est ancré dans la tradition et dans un territoire, celui du Marais de Grande Brière Mottière qui concentre la plus grande quantité de couvertures végétales de France.

Mais cet ancrage n'empêche pas l'entreprise d'être ouverte à d'autres horizons. La réalisation du Centre Beautour sur la biodiversité (La Roche-sur-Yon) est une démonstration de l'utilisation des techniques vernaculaires au service d'une architecture innovante.

Bien au-delà de la Brière, l'association TypHAS - Typha-Herbignac-Action-Sénégal, présidée par Michèle Le Goff - forme des chaumiers dans la région du fleuve Sénégal et apporte sa part de réponse à une vaste problématique qui touche une grande partie de l'Afrique de l'Ouest.

Le label *Entreprise du Patrimoine Vivant*, dont est dotée l'entreprise Le Goff, trouve ici tout son sens.

Courtesy Bamboo Temporary Dormitories refugees Thailand © Franc-Pallarès-López

**Dortoirs temporaires de la CDC School, Mae Sot, Thaïlande. a.gor.a, Architectes**

## ADEME

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : gestion des déchets, préservation des sols, efficacité énergétique et énergies renouvelables, qualité de l'air et lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

**www.ademe.fr**

## ARENE Île-de-France

L'Agence régionale de l'Environnement et des Nouvelles Énergies Île-de-France accompagne les territoires franciliens dans leurs démarches énergie climat. Elle met en œuvre les principes du développement durable pour contribuer au déploiement d'une culture énergie climat, pour accompagner les acteurs dans leurs projets d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables, afin de favoriser le développement de projets de territoires.

L'ARENE détecte et valorise les bonnes pratiques, expérimente et dissémine les démarches innovantes, défriche de nouveaux sujets qu'elle partage au sein des réseaux qu'elle anime.

Elle intervient aux niveaux national et international en apportant son expertise dans différents groupes de travail et au sein de réseaux tels que le RARE et la FEDARENE.

Le plus grand nombre d'acteurs doivent partager ces enjeux cruciaux pour l'évolution de notre région ; l'ARENE y contribue au quotidien. Son site web présente l'ensemble de son action et donne des clés pour agir : **www.areneidf.org**, compte Twitter : **@ARENEIDF**

## Arts et Métiers - Campus de Cluny

Arts et Métiers est une grande école technologique publique. Etablissement national territorialisé, Arts et Métiers comprend 8 campus et 4 antennes répartis sur le territoire français et coordonnés par une Direction générale. Ce réseau lui confère une proximité exceptionnelle avec le milieu industriel en régions. Elle forme plus de 6000 étudiants par an au génie mécanique, génie industriel et génie énergétique. Ses activités de recherche contractuelle et de valorisation sont très denses et sont très proches des problématiques du monde socioéconomique. Arts et Métiers porte l'institut Carnot ARTS depuis 2006. Le campus de Cluny, qui accueille plus de 500 étudiants en formation initiale et continue, est spécialisé dans les techniques de mise en forme des matériaux, de l'usinage de grande vitesse et de grande précision, de l'immersion virtuelle et de l'imagerie 3D, ainsi que celles dans l'industrie du bois.

Le campus de Cluny se veut un acteur dans le domaine de l'écoconstruction et pour renforcer et développer les activités liées à cette thématique, le campus bénéficiera d'une extension de ses ateliers avec la Halle Bois Ecoconstruction fin 2015

**www.artsetmetiers.com/campus-Cluny**

## BioBuild Concept

Afin de faire face aux enjeux environnementaux et socio-économiques, le secteur de la construction est aujourd'hui en pleine évolution. Les créateurs de BioBuild Concept, impliqués depuis de nombreuses années dans le domaine de la construction durable ainsi que dans les stratégies de développement d'entreprises et de filières, ont souhaité réunir leurs compétences au sein d'un cabinet d'étude pour accompagner les différents acteurs vers une mutation incontournable.

BioBuild Concept mène des missions d'analyse et de conseil auprès des entreprises, des filières et des collectivités publiques. BioBuild Concept pilote ou participe également à des études visant

Courtesy CoBe © Luc Boegly

**Lotissement bio, Paluel, France . CoBe Architecte**

à améliorer les connaissances et la compréhension des sujets de son domaine de compétences, tel que Bio World Resource Benchmark.

Par ailleurs, afin de conforter son expertise, BioBuild Concept réalise une veille en continu visant ses centres d'intérêts. Cette veille permet également d'alimenter VEGETAL(E), portail numérique de référence dans le domaine des matériaux de construction biosourcés, regroupant des actualités, des dossiers thématiques et des bases de données.

**www.biobuild-concept.com**
**www.vegetal-e.com**

## DHUP

La Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP) fait partie de la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature rattachée au Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et au Ministère du Logement, de l'Égalité des territoires et de la Ruralité. Cette Direction prépare et met en œuvre la politique du gouvernement dans le domaine de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages. Depuis 2010, la DHUP accompagne la structuration et le développement des filières de matériaux de construction biosourcés en France, dans un objectif de réduction de l'empreinte environnementale des bâtiments et de revitalisation des territoires par la création de valeur ajoutée et d'emplois non-délocalisables. Cela s'est traduit par la mise en œuvre d'un plan d'actions visant à lever les obstacles au développement économique des filières, puis à partir de 2014, à la mise en place de 4 groupes de travail portant sur la formation des professionnels de la construction, l'accès au marché des produits biosourcés, la sécurité incendie et la R&D.

## Nomadéis

Créé en 2002, Nomadéis est un cabinet de conseil indépendant, spécialisé en environnement et développement durable des territoires. Nomadeis accompagne l'Etat, les collectivités territoriales et les entreprises pour le développement des filières stratégiques de l'économie verte. Depuis plus de 5 ans, Nomadéis a mené, au niveau national, plusieurs études de référence sur les filières de matériaux biosourcés pour la construction. Nomadéis est également présent sur ces thématiques dans plus de la moitié des régions françaises pour les accompagner à définir et mettre en œuvre des politiques publiques facilitant la mobilisation des bioressources, le soutien à une offre locale créatrice d'emplois et le déploiement de ces matériaux dans des programmes ambitieux de rénovation énergétique. En 2014, avec le soutien de l'ADEME et du Ministère de l'Environnement, Nomadeis a créé une plateforme d'enquête auprès des entreprises artisanales du bâtiment pour mieux connaître leurs perceptions, pratiques et attentes vis-à-vis de ces matériaux.

**www.nomadeis.com**

Tiré à part du dossier publié dans le magazine Architectures CREE n°373 paru en novembre 2015.

Couverture : Musée de la Biodiversité à Beautour par Guinée Potin © Sergio Grazia.
Conception graphique : Serge Barto