



HAL
open science

Le bambou comme matériau de construction en Europe : une lubie temporaire ou un système viable pertinent en devenir ?

Louise Hamot

► To cite this version:

Louise Hamot. Le bambou comme matériau de construction en Europe : une lubie temporaire ou un système viable pertinent en devenir ?. Architecture, aménagement de l'espace. 2017. dumas-01655791

HAL Id: dumas-01655791

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01655791v1>

Submitted on 15 Dec 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License



**LE BAMBOU
COMME
MATERIAU DE
CONSTRUCTION
EN EUROPE :**

**une lubie
temporaire ou un
système viable
pertinent, en
devenir ?**

*Etude comparée de 4
projets européens pour un
usage du bambou en
élément de façade*

Louise Hamot

Mémoire de master
Ensa Nantes
Thématique Eco-Matériaux et Développement Durable
Encadré par Bettina Horsch & Pascal Joanne



Parking de Leipzig par HPP Architekten



Bâtiment de Anna Heringer à la Biennale du Bambou en Chine de 2016

TABLE DES MATIERES

7	Avant Propos
9	Introduction
15	I. LE BAMBOU COMME MATERIAU DE CONSTRUCTION <i>Appréhender les caractéristiques d'un nouveau matériau</i>
	I.1 Une plante aussi solide que l'acier, légère, à la croissance rapide
	I.1. a. Le bambou : une herbe et non un arbre
	I.1. b. Un matériau léger, résistant et qui pousse vite
	I.2 Focale sur le Guadua Angustifolia d'Amérique du Sud et le Phyllostachys Edulis de Chine : les deux espèces les plus convoitées en construction
	I.2. a. Guadua Angustifolia Kunth (Amérique du Sud)
	I.2. b. Phyllostachys Edulis / Moso (Asie)
	I.2. c. Comparaison entre les deux : un Guadua plus dense mais moins disponible que du Moso sur le marché
	I.3 De la culture à la fin de vie : une énergie grise relativement faible
	I.3. a. Techniques de culture peu énergivores
	I.3. b. Transformations / traitements : gare aux insectes et champignons
	I.3. c. Entretien et Fin de Vie : avis divers sur les questions de pérennité
	I.3. d. Analyse du cycle de vie (LCA) : empreinte carbone faible même pour un usage en Europe

42 II. L'USAGE DU BAMBOU EN ARCHITECTURE

Observer les contextes d'usages

II.1 Enjeux économiques, politiques, réglementaires et jeux d'acteurs autour de l'usage du bambou : des cultures contrastées à travers le globe

- II.1. a. Des enjeux économiques et politiques difficilement chiffrables; le bambou se défait de son image de «matériau pauvre».
- II.1. b. Jeux d'acteurs sur les différents continents : de l'architecte aux autodidactes, une valorisation du savoir-faire manuel
- II.1. c. Aspects réglementaires pour l'instant insuffisants mais en devenir?

II.2 Diversité des typologies et usages : influences du bambou sur l'architecture

- II.2. a. Le bambou convient à une grande diversité de typologies : de la maison au pont
- II.2. b. De la terre au béton, le bambou s'essaie seul ou avec d'autres matériaux

II.3 Systèmes constructifs et assemblages : le défi de l'assemblage

- II.3. a. Considérations générales sur l'usage du bambou en construction
- II.3. b. Pluralité des éléments et systèmes constructifs
- II.3. c. La question des assemblages: savoir-faire névralgique de la mise en œuvre

84 III. CAS DE L'EUROPE : MATERIAU EN DEVENIR PERTINENT?

Analyse du potentiel sur un lieu donné, mise en relief des problématiques et enjeux clés

III.0 Explication des projets choisis et présentation

III.1 Un choix d'ambiance plutôt qu'écologique répondant à un contexte de projet très singulier, s'inspirant de la palissade

- III.1. a. Le choix du bambou issu d'un concours de circonstances
- III.1. b. Le bambou : vecteur d'une ambiance singulière et d'un imaginaire bienveillant
- III.1. c. Une absence notable de revendications «écologiques»

III.2 La typologie et la pratique architecturale : facteur de différenciation dans les jeux d'acteurs et les challenges rencontrés

- III.2. a. Un jeu d'acteurs assez détendu grâce à une maîtrise d'ouvrage conquise malgré le manque d'expérience et de références
- III.2. b. Le défi de l'approvisionnement, du savoir-faire et de la réglementation : influence de la typologie
- III.2. c. Challenges de la mise en œuvre constructive : influence de la pratique architecturale

III.3 Une culture du bambou en devenir en Europe?

- III.3 a. Le Bambou : élément clé dans la réussite de ces projets
- III.3 b. Pourquoi n'ont-ils pas ré-utilisé ce matériau par la suite?
- III.3 c. Des pronostics mitigés pour l'avenir

124 Conclusion

128 Bibliographie

132 Annexes



Chappelle de Simon Vélez en Colombie

AVANT PROPOS

Par ce mémoire, j'entends approfondir une réflexion concernant les matériaux et l'écologie. Je désire concevoir cet exercice comme un entraînement cérébral afin de répondre à la question: pour un milieu donné, quel matériau peut être pertinent?

Une architecture raisonnée, communément appelée écologique, demande une réflexion toute particulière vis à vis du choix des matériaux. Faisant appel à des problématiques différentes (énergétiques, environnementales, d'ambiance et de santé...), ces choix dans le travail de conception architecturale constituent un élément clé de l'approche éco-systémique à avoir en vue d'une architecture plus sensée.

Savoir explorer de nouvelles techniques et développer un regard critique afin de s'adapter à un contexte socio-éco-culturel-environnemental précis représentent un enjeu majeur.

Choisir le bambou, comme matériau de construction, et envisager la possibilité de son usage en Europe est l'occasion d'explorer ces questions. Son usage est peu répandu dans ce continent, est-il temps d'y penser? A-t-il un avenir? Au delà de la conclusion finale, positive ou négative, ce sont les méthodes d'investigations qui m'intéressent.



Elément de charpente du Pavillon ZERI de Simon Vélez à l'exposition de Hannover en 2000

INTRODUCTION

"Humanity is a biological species, living in a biological environment, because like all species, we are exquisitely adapted in everything: from our behavior, to our genetics, to our physiology, to that particular environment in which we live. The earth is our home. Unless we preserve the rest of life, as a sacred duty, we will be endangering ourselves by destroying the home in which we evolved, and on which we completely depend." **Edward O. Wilson** [1]

* * *

"La construction en béton telle qu'elle est conçue dans le tiers monde produit des espaces caverneux: une caverne a un sol en pierre, des murs de pierre et un toit en pierre... nous ne venons pas des cavernes, nous ne sommes pas des troglodytes, nous venons des arbres et nous sommes des hommes des cimes, même si aujourd'hui nous vivons dans des cavernes. L'architecture actuelle suit un régime exagéré et malsain, elle est totalement carnivore, l'état de nature exige que nous revenions à un régime plus équilibré, plus végétarien."

Simon Vélez [2]

[1] : Eon Wilson, biologiste, entomologiste, myrmécologue de notoriété mondiale, fondateur de la sociobiologie, concepteur de la biodiversité développée au début du xxie siècle.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Edward_Osborne_Wilson

[2] : Issu des carnet de notes de l'architecte colombien, retranscrits dans l'ouvrage Maitrise du Bambou

Les mots d'un scientifique et d'un architecte. Leur approche du monde est différente, leur manière de s'exprimer également, mais ne se rejoignent-ils pas dans le fond de leurs pensées? Le consensus international politique et scientifique est aujourd'hui presque unilatéral : les perturbations anthropiques mettent en danger la durabilité de l'éco-système Planète Terre et il est temps d'agir pour nous préserver. Comme le fait remarquer Edward O. Wilson « *Perhaps the time has come to cease calling it the 'environmentalist' view, as though it were a lobbying effort outside the mainstream of human activity, and to start calling it the real-world view.* » [3]

Dans la mesure où le domaine de la construction est responsable d'environ un tiers des émissions de gaz à effet de serre et correspond à 40% de la demande énergétique mondiale [4], il semble que l'architecture soit un élément majeur à considérer dans nos actions pour répondre aux changements climatiques. Elle est même le système à penser.

Comment réconcilier l'environnement bâti avec l'environnement naturel, de manière pérenne? Comment rendre chaque acte de conception et de construction clés dans l'édification d'un monde plus harmonieux? Ainsi dans une optique d'équilibre, Simon Vélez, par cette métaphore « d'architecture végétarienne » propose de choisir des méthodes constructives moins énergivores.

Ces questions sont légitimes et à l'ordre du jour, mais peuvent être également victimes de leurs succès. En effet le phénomène de banalisation du principe de « développement durable » s'accompagne d'une utilisation à outrance de ces termes tant au niveau politique que commercial ou au sein des programmes académiques. Le sens semble appauvri par rapport à la définition première donnée dans le rapport de Brundtland de 1987 [5]. Difficile de distinguer pour notre génération les prises d'actions pertinentes des actions de façade, s'inscrivant dans un effet de mode et se disant écologiques. Chacun brandit son étendard et se proclame être la solution ou un modèle à suivre. L'écologie est le marché d'aujourd'hui et la protection de l'environnement est devenue un argument de marketing.

Comment donc se former à construire de manière sensée? S'agit-il d'accumuler des techniques constructives dites « écolos » ou bien d'aborder la question du construire de manière holistique en réfléchissant aux questions sociales et environnementales?

Il semble que la clé du succès soit dans un changement de paradigme, d'oublier les approches normatives et adopter une démarche intégrée. La compréhension d'un problème d'une manière éco-systémique semble nécessaire.

Au cœur de cette réflexion autour d'une architecture raisonnée et de ce changement de paradigme se trouve la question des matériaux, ce que met en avant Vélez dans cette citation. Le choix de ceux-ci a des implications d'ambiances, architecturales, de santé, environnementales, économiques mais également sociales (quels acteurs sont impliqués dans la mise en œuvre et comment). Ainsi Vélez dénonce l'inadaptabilité du béton dans les milieux d'Amérique du Sud. Ceci explique peut-être d'ailleurs la ré-émergence actuelle des matériaux bio-sourcés ou renouvelables, jusqu'alors délaissés dans les pays industrialisés. Mais leur usage reste encore très éparés.

[3] : Citation de Eon Wilson.

[4] : Données issues du site internet de l'UNEP - United Nations Environment Programme.
<http://www.unep.org/sbci/AboutSBCI/Background.asp>.

De plus, en France, selon l'ADEME, « le secteur du bâtiment est celui qui consomme le plus d'énergie parmi tous les secteurs économiques : 70 millions de tonnes d'équivalent pétrole. Cela représente 43 % de l'énergie finale totale et 1,1 tonne d'équivalent pétrole consommée annuellement par chacun d'entre nous. ».

Citation issue de <http://www.ademe.fr/expertises/batiment>

[5]: Le Rapport de Brundtland utilise pour la première fois les termes de « sustainable development » et en donne une définition.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Rapport_Brundtland

Prenons le cas du Bambou, comme matériau de construction, en l'occurrence le matériau de prédilection de Simon Vélez. Aujourd'hui, près d'un milliard de personnes fréquentent des constructions en bambou. Or un lecteur européen en serait sûrement étonné. Il aura peut-être en tête les impressionnants échafaudages en bambous construits en Asie ou bien ses qualités pour faire un bon parquet, mais il est à parier que le bambou en architecture ne lui inspirera guère plus. En effet, l'expérience et culture constructive avec ce matériau en Europe s'en tient plus ou moins là.

Pourtant le bambou a des qualités surprenantes. Extrêmement léger, il est néanmoins plus résistant que l'acier en tension et aussi performant en compression que le béton. Il présente des qualités anti-sismiques sans égales. Certains types de bambous peuvent pousser jusqu'à 1m par jour, atteignant 35m de hauteur.

Cette plante n'est pas uniquement destinée aux milieux humides tropicaux; dans sa forme sauvage, elle pousse partout dans le monde, sauf en Europe, entre 51° Nord et 47° Sud. Elle peut résister, selon les espèces à -30° et survit jusqu'à 900m d'altitude. La culture et transformation du bambou pour un usage constructif demande très peu d'énergie. La diversité des usages possibles dans le champs de la construction est vertigineuse. Mais les types de bambous propices à la construction ne poussent a priori pas en Europe [6].

Cela n'a néanmoins pas arrêté l'exposition d'Hanovre en 2000 et celle de Shanghai en 2010, à la forte portée médiatique, de prendre le parti de révéler le potentiel de l'architecture en bambou pour répondre aux conditions de crise actuelles. Ces expositions marquent un tournant dans l'intérêt vers ce matériau et s'accompagnent de fait, depuis quelques années d'une émergence de projets architecturaux en bambou sur le continent européen.

Mais là encore est la question : ces projets sont-ils le fruit de réflexions judicieuses issues d'un cheminement hors des sentiers battus ou constituent-ils de parfaits exemples de ce phénomène de façade pour se dire écologique et faire bonne figure? Fait-il sens d'envisager le bambou en Europe? Si oui, comment? Selon quels critères?

La question est :

Le bambou, comme matériau de construction, en Europe : est-ce une lubie temporaire ou un système viable pertinent, en devenir?

Ce sujet est l'occasion d'exercer notre réflexion sur l'évaluation de la pertinence d'un matériau dans un contexte donné, en vue de se préparer à construire de manière non préjudiciable aux générations futures et agréable pour les générations présentes.

L'objet d'étude étant vaste, le choix fut de s'intéresser et de comparer l'usage du bambou en architecture européenne en tant qu'élément de façade.

Cela questionnerait ainsi la pertinence de ce matériau en Europe, autant en terme de qualités d'ambiance, d'intégration dans le paysage urbain et le projet architectural, que écologique ou constructive.

Pour ce faire, quatre projets aux typologies différentes furent choisis:

[6] : Nous verrons qu'en vérité des bambouseraies se mettent à planter du bambou utilisables en construction.

Une crèche à Nantes par l'agence nantaise **TOPOS ARCHITECTURE**

Un parking à Leipzig par l'agence **HPP Architekten GmbH**

Une maison individuelle d'architecte à Bessancourt par l'agence parisienne **KARAWITZ**

Une maison individuelle pour un client en Belgique par l'agence Bruxelloise l'**AST77**

D'une manière générale, la méthodologie utilisée suit 3 axes parallèles : un travail de recherche bibliographique, de références architecturales, et enfin d'entretiens réalisés avec les architectes de ces projets. Appréhender un nouveau matériau demande en effet un travail de recherche bibliographique et de collecte de données. Savoir identifier les auteurs clés est une étape nécessaire. Les données présentées dans cette partie sont basées sur des ouvrages sérieux. Les universités allemandes furent une source d'informations riche, elle ont depuis longtemps une tradition d'inventaire et de recherche sur les matériaux et techniques, ce qui les rend très compétentes en matière de structures légères. En 1985, l'Université de Stuttgart, référencée ici sous les initiales IL, publia « Bambus », sous la direction de Frei Otto. Gernot Minke avec son ouvrage « Building with Bamboo » paru en 2012 s'inscrit dans cette tradition. Les architectes utilisant beaucoup le bambou ont aussi publié des ouvrages instructifs, comme les architectes colombiens Simon Vélez et Marcello Villegas. De nombreuses thèses et écrits asiatiques, notamment chinois, sont également sur la toile, ainsi que des rapports du WBO, World Bamboo Organisation. Enfin figure en Belgique et aux Pays Bas un fort axe de recherche sur le bambou, porté notamment par le travail de Janssen, que P. Van der Lugt continua. Pour plus de détails se référer à la Bibliographie.

Les références architecturales afin de comprendre les différentes mises en œuvres à travers le monde, se basent elles aussi sur de tels ouvrages mais également sur des récits de voyages, d'architectes. Il ne s'agit pas de savoir scientifique; ouvrir le prisme des ressources hors du chemin universitaire semblait pertinent afin d'aborder cette culture constructive.

La méthodologie pour les entretiens fut de réaliser des grilles de questions dites semi-directives, id est, volontairement formulées de manière ouverte. Le but était de ne pas influencer les réponses tout en nous assurant que l'interlocuteur répondrait quand même de manière pertinente au sujet de recherche. Ces questions furent pensées comme support de réflexion pour pouvoir évaluer dans quelles mesures l'usage du bambou faisait sens et serait recommandable pour des projets futurs. Les entretiens furent réalisés soit par téléphone, skype ou de visu et durèrent chacun environ 1 heure. Il fut difficile de les obtenir; ces architectes étaient très occupés.

Ainsi, guidée par cette méthodologie de travail, la première partie sera l'occasion de présenter le bambou afin de comprendre sa relation à l'architecture et permettre d'appréhender les différentes problématiques impliquées par son utilisation. Celle-ci sera ensuite détaillée dans la deuxième partie afin de percevoir les différentes cultures constructives et jeux d'acteurs à travers le globe. Enfin, la troisième partie essaiera de répondre à la question de ce mémoire en s'appuyant sur les propos de ces architectes recueillis lors de ces entretiens.



CRECHE BAMBOU

Lieu : Nantes, France
Surface : 290 m²
Maître d'ouvrage : Ville de Nantes
Maître d'ouvrage délégué : Nantes Aménagement
Architecte : Topos Architecture
Architecte consultante : M. Gandon
Entreprises : Le Guillerm (bâtiment), Jaulin (façade bambous et espaces verts)
Début mission : juillet 2002
Début travaux : début novembre 2002
Fin travaux : fin janvier 2003
Effectifs : 30 enfants
Coût : 250.000 e H.T., compris VRD.
Type de bambou : Moso



PARKING ZOO

Lieu : Leipzig, Allemagne
Surface : 16.500 m²
Maître d'ouvrage : Ville de Leipzig
Architecte : HPP Architekten GmbH
Début mission : 2002
Fin travaux : 2004
Effectifs : 527 places
Prix : BDA Preis Sachsen 2004
Type de bambou : Guadua Augustifolia



MAISON PASSIVE

Lieu : Val d'Oise (95), France
Type : maison passive
Maître d'ouvrage : Architectes Associés de l'agence Karawitz
Architecte : Karawitz
Année de construction : 2009
Budget : 300 000 €
Surface : 160 m²
Certification : Passivhaus, BBC
Consommation : 11kWh/m²a
Type de bambou : Moso



LOW ENERGY HOUSE

Lieu : Beukenlaan, 3110 Rotselaar, Belgique
Type : maison individuelle, classe énergétique e-40
Surface : 260 m²
Maître d'ouvrage : Couple Thijs-Peeters
Architecte : AST 77 Architecten - Peter van Impe
Ingénieur : Peter van Impe & Bart Gullentops
Début mission : 2010
Fin travaux : 2011



Types de bambou - Bamboo: Structure and Culture p12

LE BAMBOU COMME MATERIAU DE CONSTRUCTION

Appréhender les caractéristiques d'un nouveau matériau

La pertinence de l'usage du bambou en Europe pose celle de ce matériau lui-même en architecture. Nous connaissons bien en nos pays occidentaux le béton, l'acier et nous redécouvrons les qualités des matériaux organiques comme le bois et le chanvre. Mais quid du bambou? Cette première partie se veut générale pour poser des bases afin de comprendre les différentes problématiques impliquées par son utilisation. Appréhender les caractéristiques de ce matériau semble nécessaire afin de porter un regard critique sur son usage architectural et plus précisément en Europe.

Tous les types de bambous sont-ils praticables pour la construction? En tant que néophytes du bambou, quels sont les avantages écologiques? Quels sont les avantages par rapport au bois qui redevient très prisé en Europe? Quelles sont les conditions climatologiques optimales? Quels défis constructifs de production et d'approvisionnement entraînent-t-ils? Comment vieillit-il?

Guidés par la mise en relief des avantages et inconvénients que le bambou présente comme matériau de construction, ces questions guideront les réflexions de cette première partie afin de mieux aborder la dernière.

I.1. Une herbe aussi solide que l'acier, légère, à la croissance impressionnante et à l'énergie grise faible

I.1.a. Le bambou : une herbe et non un arbre

Cette réflexion sur l'usage du bambou à des fins architecturales demande de présenter cette plante sous ses aspects biologiques, puisqu'il s'agit d'un matériau organique. Successivement, l'étymologie du terme, son appartenance à la classification biologique, son écosystème et répartition géographique, son anatomie et son processus de croissance seront abordés afin de mieux connaître cette plante.

Certaines publications occidentales comme celle de Gernot Minke (2012) font remonter l'origine du terme à Carl von Linné et son ouvrage *Species plantarum*, paru en 1753. En effet il y a alors officialisation de la dénomination dans le cadre de la Biologie car ce naturaliste suédois est le père de la classification des plantes. Il n'a cependant pas créé ce terme. Le premier usage écrit, connu, provient du *Premier livre de l'histoire de la navigation aux Indes orientales par les Hollandais*, de 1598. Celui-ci fournit une description de cette plante que les Portugais appellent « bambu » (Le Centre National des ressources textuelles et lexicales). Cela serait vraisemblablement une adaptation lexicale du terme « mambu » en langue Malaïque, parlée dans la région de Sumatra où les Portugais établissent, au début du XVIe leurs premiers comptoirs à la recherche de poivre. L'étymologie malaïque reste elle, obscure, car utilisée seulement dans la région de Sumatra. (Hobson-Jobson: The Anglo-Indian Dictionary, XIX). Certains racontent que les caractéristiques explosives de la tige au contact de flammes auraient inspiré ces sonorités. Bang, Bamb, Mambu, Bambu.

En tant que plante pérenne et sempervirent*, Carl von Linné la place dans la famille des Poaceae, encore appelée graminées, comme le blé, le maïs, le seigle par exemple; c'est pourquoi elle est qualifiée d'herbe, et non d'arbre. Il est à noter que le bambou est l'unique graminée adaptée à la forêt. Une sous famille est créée à l'occasion, celle des Bambusoideae. Il fut ensuite distingué deux sous groupes: les Olyrae dits les bambous herbacés, sans tiges ligneuses et les Bambuseae « woody ». La distinction dans les ouvrages est souvent peu claire, mais en matière de construction, il s'agit presque toujours des « woody » Bambuseae, plus durs et résistants. Les Olyrae correspondent davantage aux bambous aperçus dans les jardins européens, par exemple.

Aujourd'hui, le nombre d'espèces différentes recensées va, selon les sources, de 1000 à 15000 (12000, Minke, 1100 Villegas, 1500 UNEP Biodiversité p4), sous 60 à 90 genres différents (90 Villegas, Van der Lugt, 2005, p1). Et ces chiffres ne cessent d'évoluer avec le temps, par exemple en 1966, le biologiste McClure parlait de 63 genres et 700 espèces. Il s'avère que nous connaissons encore assez mal cette plante. Les critères de classifications changent suivant les époques et les classifications taxinomiques des espèces de bambous sont complexes; cela peut expliquer les différences dans les chiffres avancés.



Himalayacalamus hookerianus



Guadua Angustifolia



Bambusa Vulgaris



Chusquea Gigantea



Black-Bamboo-Phyllostachys-Nigra-Bonsai



Phyllostachis Pubescens ou «Moso»

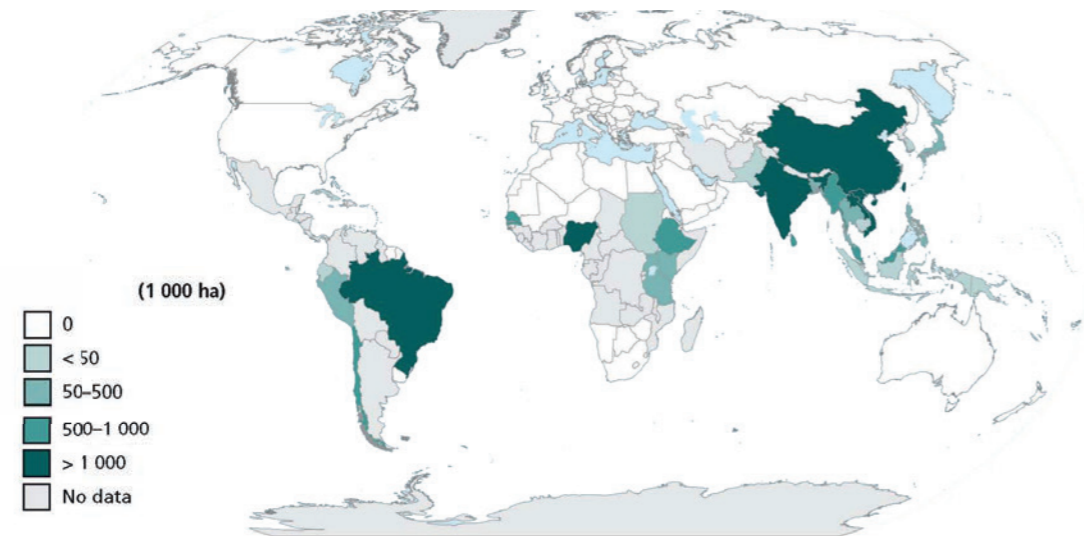


Dendrocalamus Asper



Dendrocalamus Giganteus

*: plante sempervirent est une plante qui porte des feuilles vertes toute l'année (Dictionnaire LAROUSSE)

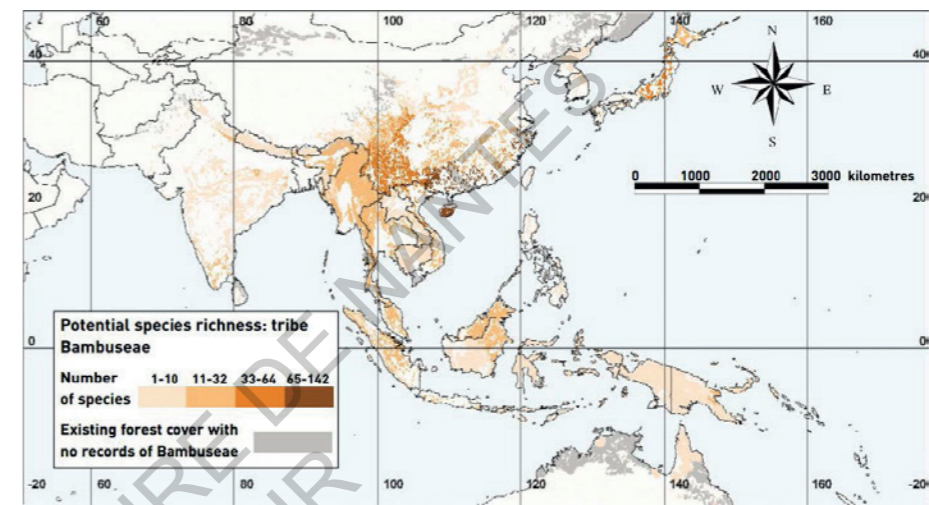


Répartition du bambou en 2010 selon la FAO

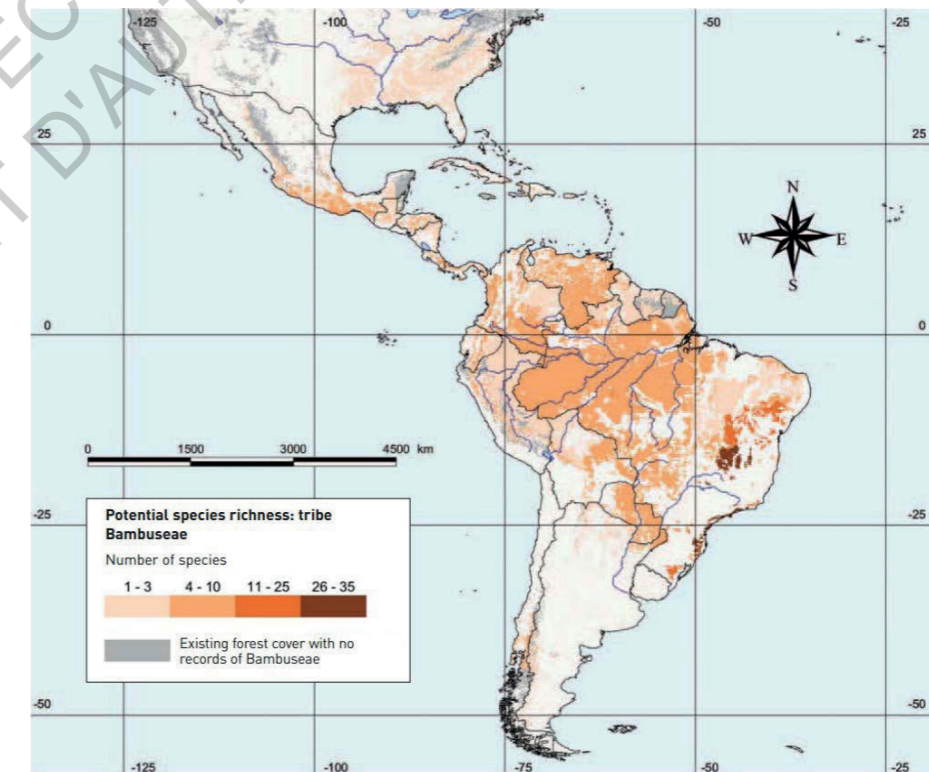
Pourtant ce n'est pas une plante rare; dans sa forme sauvage, le bambou pousse un peu partout sur la planète : entre le parallèle 47 Sud et le parallèle 51 Nord (IL, 1985, p51). Les forêts de bambous représenteraient 3,2% de la surface forestière mondiale (Troya & Xu, 2014, p1), soit 37 milliards d'hectares de bambous recensés - dont 14 millions sous forme de forêt sauvage - et cela dans des écosystèmes très divers. En effet, contrairement aux idées reçues, le bambou n'a pas nécessairement besoin de chaleur et d'humidité pour pousser. Certaines espèces poussent à des altitudes de 3600m comme en Himalaya (IL, 1985, p51) et peuvent endurer des températures jusqu'à -30°C. Il n'en reste pas moins que la majeure partie est trouvée dans les zones tropicales, à des altitudes entre 100 à 800m et des températures de 20 à 30°C selon les espèces (Bamboo: Structure and Culture p13).

La répartition du bambou dans le monde est assez inégale. L'Asie regroupe à elle seule 3/4 des différentes espèces existantes avec 80% des surfaces forestières « agricoles » (WBC, 2015, p5) avec par exemple : 7 millions d'hectares en Chine (4.2 millions en plantation et 3 millions sous forme sauvage (Troya & Xu, 2014, p3)) et 9 millions en Inde (Minke, 2012, p9). En deuxième position, vient l'Amérique du Sud avec près de 11 millions d'hectares, essentiellement des terres comprises entre le Brésil et la Bolivie, puis dans les Andes (11%) (Villegas). Cependant ces chiffres sont à prendre avec du recul. Du fait de son impact économique assez faible, il n'y a en fait pas ou peu d'estimations des surfaces où pousse le bambou; ces données proviennent essentiellement d'images satellites. Le bambou pousse également en Afrique, mais de manière moins importante. Seules 5 espèces y sont présentes (Gonda, 2012, p11). En définitive, seuls l'Europe et les pôles Nord et Sud ne présentent pas de forêt de bambou à l'état sauvage. Mais des fossiles retrouvés par des scientifiques montrent que celui-ci poussait en Europe il y a bien longtemps et aurait disparu il y a 21000 ans lors de la dernière glaciation (Emission « C'est pas sorcier », Broto, 2014, p7). Le bambou y fut réintroduit il y a environ 150 ans et il existe quelques bamboueraies en Europe faisant pousser des types de bambous adaptés à la construction. Les plus grandes sont celles d'Anduze dans les Cévennes, et aussi une dans le sud du Portugal. De manière intuitive, cette répartition hétérogène à l'échelle du globe fait déjà comprendre la diversité et le contraste dans les cultures constructives associées à ce matériau à travers les continents; cela sera développé dans la partie II.

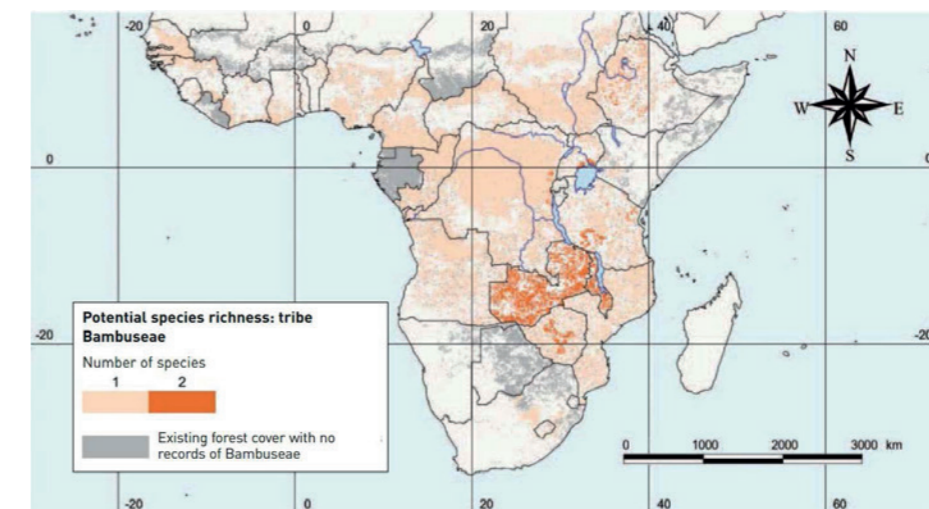
Mises à part les considérations météorologiques, peu d'éléments ont été trouvés concernant les qualités de sol. Cette herbe semble assez adaptable à son milieu, voire invasive, nous le verrons en étudiant son processus de croissance.



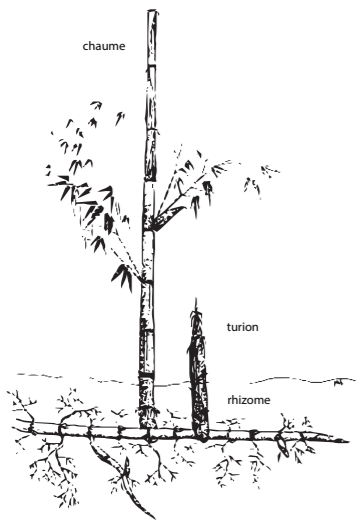
Cartographie de la diversité suivant la distribution de 998 espèces natives du continent. (Bystriakova & al, 2003, p 11)



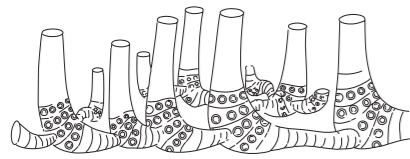
Cartographie de la diversité suivant la distribution de 341 espèces natives du continent. (Bystriakova & al, 2004, p 15)



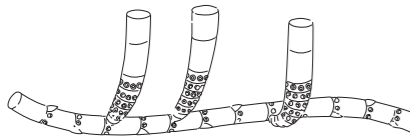
Cartographie de la diversité suivant la distribution de 5 espèces natives du continent. (Bystriakova & al, 2004, p 11)



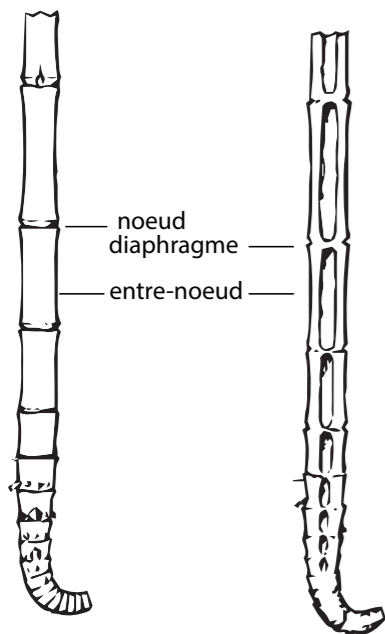
Physiologie du bambou (Hargot)



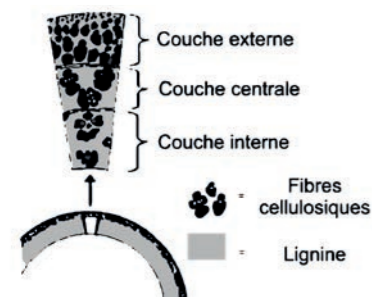
Rhizome sympodial



Rhizome monopodial



Elevation et section d'un chaume



Coupe transversale d'un entre-nœuds (Hargot)

Le bambou pousse principalement dans des terrains sableux ou argileux, il supporte mal les sols salins et semble préférer les sols riches en alluvions (IL, 1985, p51).

Le bambou étant une herbe et non un arbre, les termes utilisés pour son anatomie sont donc très différents de ceux utilisés pour le bois et sont bien spécifiques.

La tige du bambou est appelé « chaume ». Il contient 4% de silice (IL, 1985, p58) ce qui lui donne un aspect très lisse. Cette tige est creuse avec des cloisons rigides, appelés diaphragmes, répartis à intervalle régulier. Cela forme, selon le jargon, des « nœuds » et des « entre-nœuds ». Il est courant de définir l'âge et la taille d'un bambou par ces termes.

Sa forme est conique, avec une base plus large que le reste supérieur. Cette caractéristique constitue d'ailleurs en architecture un défi constructif (cf II.3). Les chaumes sont généralement verts puis une fois la maturité atteinte, ils prennent des colorations entre le brun et le jaune. Le bambou noir et Bambusa Vulgaris sont des exceptions (Minke, 2012, p16).

Son système racinaire est assuré par les « rhizomes ». Ils alimentent en minéraux, eau et sel ses chaumes et stockent les réserves pour permettre au printemps de nouvelles pousses. Il existe deux types de rhizome : le sympodial et la monopodial (Janssen, 2000, p10). Les premiers décrivent des rhizomes courts et épais et l'autre des rhizomes longs et minces, pouvant s'étendre sur plusieurs kilomètres de long. Chaque nœud de rhizome se développe soit en rhizome soit en bourgeons, amenés à sortir de terre sous la forme de « turions ». Ce développement du système racinaire se fait plutôt horizontalement que verticalement, ceux-là ne s'enfonçant pas à plus de 50 cm sous terre (Brodot, 2015, p10).

La composition chimique, quant à elle, est similaire à celle du bois : le bambou contient de la cellulose, hémicellulose et lignine, qui représentent 90% de la masse de son chaume. (Hargot p87-88). Cette plante est composée de 40% de fibres, 10% de vaisseaux et tissus conducteurs et à 50% de parenchymes, sorte de cellules de stockage (Janssen, 2000, p.17). Ces éléments sont respectivement équivalents au squelette, muscles et vaisseau sanguins des mammifères. Ces fibres sont concentrées en périphérie extérieure ce qui, nous le verrons, renforce ses qualités de stabilité.

Le bambou a un processus de croissance bien particulier. Lorsqu'il sort de terre, le turion a déjà son diamètre final et n'a plus qu'à grandir, contrairement aux arbres dont le tronc s'épaissit année après année. Tous les nœuds et entre-nœuds sont déjà présents. Il est alors protégé des attaques de rongeurs et d'insectes par une gaine et sécrète des hormones de

croissance pour permettre aux nœuds et entre-nœuds de se télescoper. Une des caractéristiques majeures du chaume, dont certaines propriétés mécaniques résultent, est que ses fibres poussent longitudinalement uniquement, à la différence des arbres dont les fibres poussent dans les deux directions.

La taille, elle, varie selon les espèces et peut atteindre jusqu'à 35m de haut avec des diamètres de 5 à 30cm (Hargot, 2009, p86).

Une fois les entre-nœuds déployés, ce qui prend le temps d'une saison, des branches se développent au niveau des nœuds, puis apparaissent des feuilles. Au bout d'environ 3 ans (IL, 1985, p58) le bambou perd sa gaine et se recouvre d'une pellicule blanche qui le protège contre l'humidité et réduit ses pertes en eau.

Le bambou peut fleurir, mais la floraison entraîne la mort de la plante car le chaume se dessèche complètement. Le processus de floraison est encore très méconnu. L'intervalle est très irrégulier et très long, il peut aller jusqu'à 100 ans (Janssen) et se produit parfois de manière synchronique à travers le monde pour une même espèce. En taxonomie, une plante est souvent identifiée via ses fleurs, ce qui rend la classification assez difficile et pourrait expliquer les divergences dans le nombre d'espèces recensées.

La durée de vie d'un bambou dépend donc de sa floraison; selon les espèces le bambou peut vivre de 5 ans jusqu'à environ 100 ans (IL, 1985, p66). Il existe peu de détails sur ces éléments de réflexion dans la littérature, peut-être du fait du manque de connaissances exactes.

Il est important de noter que ces données sont à différencier selon les espèces, mais elles indiquent néanmoins des ordres de grandeur. Le fait que cela soit un matériau organique et qu'il pousse sous forme de forêt lui permet des considérations similaires aux arbres, mais la comparaison s'arrête là car : le bambou ne pousse pas de la même manière et se structure de façon différente.



Coupe transversale de la partie inférieure d'un bambou



Rhizome monopodial



Forêt de *Phyllostachis* en Chine

1.1.b. Un matériau léger, résistant et qui pousse vite

Continuons d'appréhender les caractéristiques biologiques pour comprendre les qualités et défis en un usage constructif. Notons que l'usage anthropique du bambou est celui de son chaume, les propriétés décrites concernent donc essentiellement celui-ci.

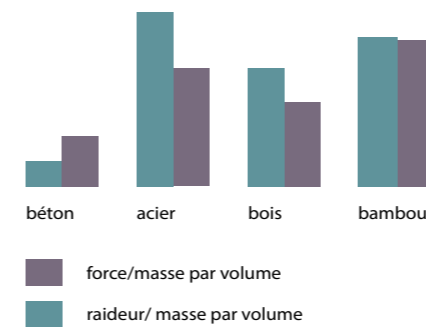
Le bambou est considéré comme le champion mondial de la croissance. Cette herbe géante croît, en moyenne, de 60 cm/jour (Bambu Social TU Delft), allant jusqu'à 1.2m/jour pour certaines espèces, soit plus de 4cm à l'heure (IL 31, p42). Ainsi le bambou peut atteindre sa taille finale d'une vingtaine de mètres en l'espace de 2 à 3 mois. Selon les espèces, le bambou met 3 à 7 ans pour arriver à maturité, là encore les publications diffèrent, mais l'ordre de grandeur se situe autour de 5 ans. Il peut alors être récolté pour être utilisé en construction. A titre de comparaison, le Douglas met 40 à 60 ans et le chêne et le hêtre entre 100-120 ans (cours de Bettina Horsch, S6 Ensa Nantes) pour être récolté. Le cycle de production est donc relativement court et assure une ressource en continue.

De plus c'est un matériau extrêmement solide. Le bambou peut être vu comme un matériau composite : des cellules cellulosiques, très résistantes (800 N/mm² (Gonda, p6)) en traction, insérées dans une matrice ligneuse dont les fibres longitudinales agissent comme des tiges de renfort dans du béton armé. Ces fibres ont une résistance en tension surpassant ou égalant selon les sources (selon Minke 400 N/mm²). A titre de comparaison celle de l'acier est de 370N/mm² (IL31, p67).

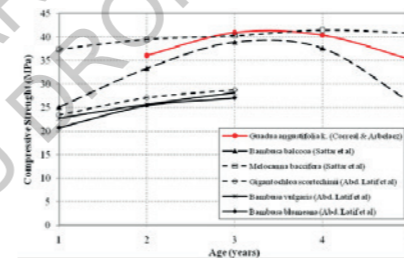
Sa forme creuse renforce ces qualités de solidité, car cela concentre d'autant plus toute la masse en périphérie (Hargot p 88), accentuée par le fait que les fibres longitudinales sont elles-mêmes concentrées dans le tiers extérieur. Contrairement au bois où le cœur est la partie la plus résistante, c'est la surface extérieure qui assure cette qualité chez le bambou.

Enfin sa résistance en compression est deux fois plus élevée que le béton et il présente une très grande élasticité.

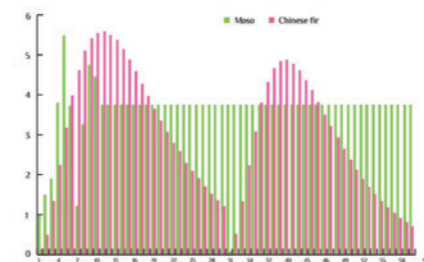
Il est à noter que ces données varient selon l'âge, l'espèce et l'humidité au moment des mesures. [1]



Rapport par rapport à la masse (Janssen, 2000)



Comparaison des résistances en tension en fonction de l'âge de différentes espèces de bambou (Janssen, 2000)



Fixation annuelle nette de carbone avec récolte régulière (Buckingham et al. : 2010)

Son anatomie rend également le bambou extrêmement léger. Le bambou est rempli à 40% d'air par rapport à sa masse (Rosenberg, 2012). Ceci offre des avantages en matière de logistique pour un projet de construction, il est facilement transportable et manipulable mais également en matière de coûts : moins de machines seront nécessaires sur le chantier, le matériau peut être appréhendé à échelle humaine. Cela pose néanmoins des questions constructives comme la résistance au vent; les toitures notamment doivent être dimensionnées en conséquence.

D'autre part, sa résistance par rapport à sa masse si faible, le rend capable d'absorber beaucoup d'énergie. Corrélée à ses qualités de flexibilité (grande élasticité), cela le rend très pertinent en zone sismique. Nombreux sont les exemples dans la littérature d'Amérique du Sud où il est relaté que seuls les bâtiments en bambous restèrent sur pied après un séisme. En avril 1991, 20 maisons construites sous la direction de Janssen survécurent à un séisme de 7.5 sur l'échelle de Richter sans séquelles niveau structural. C'est d'ailleurs pour cette raison que la majeure partie des constructions en Equateur se fait en terre avec renforcement en bambou. Pour plus de précisions sur ces qualités anti-sismique, se référer aux ouvrages de l'Association des Ingénieurs Sismiques de Colombie indiqués en bibliographie.

Solidité, rapidité de croissance, et légèreté lui sont des qualités intrinsèques. En tant que matériau organique, il convient également d'observer son impact dans son environnement.

Comme toute plantes, le bambou stocke du CO₂ par photosynthèse. Dans un contexte de réchauffement climatique provoqué par un effet serre, concevoir une architecture qui réduirait l'émission de CO₂ est particulièrement attrayant.

De plus, sa croissance est jusqu'à 17 fois plus rapide que celle d'un arbre (Zero Emission Research Institute website) et produit environ 35% plus d'oxygène que du pin (Katarzyna Krawczuk). A titre d'exemple, 1 hectare avec une densité de 5755 de Guadua Angustifolia retient en l'espace de 7 ans 132.6 tonnes de carbone, (Minke, 2012, p11) soit environ 17 tonnes de carbone par hectare par année (Janssen, 2000, p38). Mais attention, cet avantage est souvent prôné à tout va; cette caractéristique n'est intéressante que si le bambou doit être utilisé pour une longue durée, ce qui est le cas dans le domaine de la construction. Brûler du bambou annulerait cette qualité car il relâcherait dans l'air tout ce CO₂ stocké.

Il est néanmoins à retenir que le bambou a le potentiel de stocker plus de CO₂ que le bois.

[1] : Pour plus d'informations, se référer à l'ouvrage de Minke, 2012, p.25

Quelle est l'interaction du bambou avec son environnement, son écosystème? Lorsque le sujet de la culture du bambou est évoqué, les remarques telles que « mais n'est ce pas une plante invasive? », « une fois qu'on le plante, on ne peut plus sans débarrasser » reviennent souvent à nos oreilles européennes. L'image de la plante invasive est fréquente. La première sous-partie a montré en effet que les rhizomes se développent très rapidement en un vaste et dense maillage; ils se prolongent de 1 à 6m par an dans le cas de rhizomes monopodiaux (Yu, 2007, p15). Cela constitue un challenge dans la manière de le cultiver et de le discipliner dans les bamboueraies et nombreux sont les jardiniers amateurs qui s'en plaignent. En milieux sauvages, il est vrai qu'il peut être difficile à d'autres arbres de se développer lorsqu'il est présent et c'est un équilibre à trouver. En 2003, l'organisation WWF lançait une alerte sur l'apparition de bambou sur des terres anciennement cultivées excluant le développement d'arbres natifs (UNEP, p16). Certaines espèces comme le *Phyllostachis Pubescens* peuvent créer des forêts entièrement de bambou. Mais cette caractéristique le rend aussi très prisé et bénéfique dans les milieux à forte érosion, en pente ou au bord de l'eau (Minke, 2012, p11). En effet le réseau horizontal dense de ces rhizomes permet de stabiliser le sol et conséquemment des berges. C'est pourquoi du bambou est trouvé par exemples dans les Andes (11% du bambou en Amérique du Sud s'y trouve), permettant de mieux gérer le terrain. Ce réseau de rhizome assure également une certaine perméabilité et une bonne rétention d'eau car il lui permet de s'y infiltrer et de rester dans le sol. A titre d'exemple, un hectare de *Guadua Augustifolia* peut retenir jusqu'à 30 000 litres d'eau (Ibidem) De plus son processus de croissance n'entraîne pas de déforestation, car cette herbe ne demande pas de mise à nu du terrain comme dans les exploitations forestières lors de la coupe des arbres, ce qui protège et conserve les sols (Janssen, 2000, p39). Par contre, il est à noter que le bambou peut rendre le sol légèrement plus acide (Ibidem, p41).

Renforçant l'idée que le bambou n'est pas une plante invasive néfaste, il faut noter que les bambous participent à un écosystème riche en faune. Dans la forêt amazonienne, 25 espèces d'oiseau sur 440 vivent dans les forêts de bambou (Yeasmin, 2014, p3) En Asie, plus de 15 espèces d'oiseaux nichent exclusivement dans le bambou (Bird Life International 2000). Des données concernant les éco-systèmes créés au sein des bamboueraies n'ont malheureusement pas été prouvées. Cela aurait permis de se former un avis quand à l'impact environnemental d'une culture intensive du bambou. Il est cependant à noter que la bamboueraie d'Anduze, plus grosse plantation de Bambou en Europe, indique sur son site internet une volonté de développer une protection biologique intégrée (PBI) et a introduit des nichoirs à oiseaux et insectes afin d'améliorer un équilibre naturel.

Mise à part une potentielle acidification des sols et une difficulté à maîtriser son développement, aucun désavantage n'a été relevé dans les différents ouvrages consultés. Les interactions que porte le bambou avec son environnement sont surprenantes et plus bénéfiques que les idées reçues européennes portent à croire. Un fait remarquable renforce cette idée : les bambous près de Hiroshima seraient les seules plantes à avoir survécu à l'attaque nucléaire, et près du cratère, les premières pousses à émerger furent des turions de bambou (IL, 1985, p12).

Certaines ONG ou gouvernements proclament que des espèces sont en voie de disparition et qu'une gestion de ces forêts est nécessaire; cela entraîne des querelles entre les différents acteurs impliqués dans l'usage du bambou. Simon Vélez, fervent défenseur de son utilisation ne lésine pas sur les critiques par rapport à de telles mesures, nous le verrons dans la partie II en abordant les enjeux politiques et les jeux d'acteurs.

Mais le bambou a aussi ses inconvénients. Du fait de sa nature organique et non industrielle, il est impossible de trouver deux chaumes identiques par exemple, ce qui peut complexifier la construction ou déranger pour l'aspect visuel. Nous verrons cependant que c'est précisément pour cette caractéristique là, en tant que « matériau vivant » (formulation de l'architecte Milena Karanesheva), que le bambou fut choisi pour les projets analysés dans la partie III.

Surtout, sa forme tubulaire et non régulière pose des problèmes au niveau des assemblages : véritable nerf de la guerre en matière de savoir-faire. En effet, par sa forme conique, la partie supérieure est moins large en diamètre que la partie inférieure. Les challenges constructifs et les réponses apportées seront abordées dans la partie II.

De plus, le bambou perd en humidité relative quand il vieillit ce qui change son diamètre. En période de croissance, son humidité relative peut aller jusqu'à 80% et elle descend à 20% quand il atteint la maturité (à partir de 4-6 ans). Selon un ouvrage de Liese (1985), le diamètre diminuerait de 3% à 12%. Hidalgo (2003) dans son ouvrage *Bamboo : The gift of the gods*, parle de 3% à 10% pour le *Guadua Angustifolia*. Suivant des problématiques semblables à celles du bois, le bambou rétrécit et gonfle en fonction de son humidité relative, ce qui demande une étape de séchage et des préconisations constructives particulières.



Chaumes de bambous colonisés par des nids d'abeille



Guadua Angustifolia Kunth



Moso en Chine



Distribution du genre *Guadua* (Bystrakova & al, 2004)

I.2.a. *Guadua Angustifolia* (Amérique du Sud)

Le genre *Guadua* rassemble environ 30 espèces différentes, dont le *Guadua Angustifolia* fait parti. Là encore les chiffres et les dénominations et appartenances des espèces et sous espèces diffèrent selon les ouvrages. Cela est en partie dû à la succession de botanistes européens qui ont travaillé sur le sujet. L'évolution des pratiques et la distance avec le terrain peuvent également être considérées comme des facteurs de versatilité sur ce sujet. Un annal du Missouri Botanical Garden, Vol. 79, No. 4 (1992), pp. 737-769, fait bien comprendre cette idée et résume la succession des décisions prises par les botanistes. Les ouvrages d'Amérique du Sud ont été préférés dans cette étude du fait du rapport privilégié avec ce matériau. L'ouvrage de Frey et von Schaewen, très cité dans cette partie fut rédigé suite à des entretiens avec des autochtones d'Amérique du Sud.

Environ 45% de cette espèce provient de l'Amazonie, et le reste se répartie entre la Colombie, le Venezuela, l'Equateur, le Costa Rica, le Mexique et les Andes (Frey & von Schaewen, 2013 p24). C'est en Colombie et en Equateur que le *Guadua Angustifolia* est le plus industrialisé.

Le terme de *Guadua Angustifolia* provient d'un parlé local indigène de Colombie et Equateur et «angustifolia» désigne les petites fleurs qu'il produit (Ibidem, p96). Les forêts de ce type de bambou sont appelés les « guadales ».

Les premières descriptions taxinomiques furent réalisées par Humboldt and Bonpland, début des années 1800 lorsqu'ils le découvrirent dans la région de Quindio dont elle était apparemment recouverte.

Ses conditions optimales pour pousser sont (Villegas + Frey & von Schaewen p96). :

- entre 0 et 2000m d'altitudes
- des températures entre 17 à 26°C
- des précipitations entre 1200 et 2500mm
- une humidité relative de 80 à 90 %
- un sol alluvial riche en cendre volcanique.

Le genre *Guadua* se distingue des autres espèces par des longueurs de tige, de 15 à 30m, des feuilles triangulaires, des chaumes assez larges et parfois poilus de 9 à 14 cm de diamètre. (combinaison de Frey & von Schaewen (13 à 14 cm) p98 et Minke, 9 à 12cm p10). Là encore, il n'existe pas une unique taxonomie et les chiffres divergent.

Enfin en terme de croissance, le bambou *Guadua Angustifolia* peut pousser 12 cm par jour et atteint 80-90% de sa taille finale en 3 mois (Frey & von Schaewen p98) . Il lui faut environ 6 mois pour atteindre sa taille finale (Minke, 2012, p10). Au bout de 4 - 5 ans, il peut être utilisé à des fins constructives, la



Herbier concernant du *Bambusa Guadua* par Humboldt & Bonplan

I.2. Focale sur le *Guadua Angustifolia* d'Amérique du Sud et le *Phyllostachys Edulis* de Chine : les deux espèces les plus utilisées en construction

Ces propriétés énoncées changent en fonction des espèces et beaucoup reste encore à être découvert. D'ailleurs, la plupart des recherches se sont focalisées sur un domaine assez réduit d'espèces de bambou commercialisées dans le monde. Selon un rapport de Williams et Rao de 1998, il y en aurait 38. Le nombre d'espèces utilisées en tout, de manière ou non commerciale, serait autour de 50 à 100 selon un rapport de l'UNEP sur la biodiversité du bambou (2004, p4). De plus, il est à rappeler que c'est majoritairement le sous-genre « woody » *Bambuserae* et non *Olyrae* qui est utilisé.

La plupart des espèces sont endémiques d'Asie-Pacifique, une provient d'Afrique et une d'Amérique du Sud: la *Guadua Angustifolia*. Cette espèce est celle majoritairement utilisée dans le domaine de la construction dans ce continent.

Nous allons détailler les propriétés de cette espèce ainsi que celle *Phyllostachys*, très présente en Asie et la plus commercialisé au monde. Le *Chusquea* au Chili, le *Giganochloa*, le *Dendrocalamus*, assez gigantesque, et le *Gigantochloa* d'Asie du Sud-Est sont également des espèces très courues. Leur usage n'a néanmoins pas été relevé pour les projets réalisés en Europe, tout usage confondu. Pour plus d'informations à leur propos, se rapporter à l'ouvrage de Minke par exemple.



Guadua Angustifolia Kunth

partie exploitable du chaume étant d'en moyenne 9m (Frey & von Schaeuwen, 2013, p 67, p103). Comme les autres espèces de bambous, grâce à son réseau dense de rhizome sympodial qui stabilise le sol, il est très prisé sur les sols au potentiel d'érosion, en pente ou près des cours d'eau. L'histoire raconte qu'en Colombie lorsque les *Guadua* commencèrent à être déterrés au profit de la culture du maïs et du foin pour nourrir les élevages, les inondations augmentèrent de manière conséquente (Farrelly 1984). Aujourd'hui il existe plutôt une politique de replantation. Il favorise également une grande biodiversité : 120 plantes différentes, 48 espèces d'oiseaux, 20 espèces de mammifères, 7 reptiles y sont associés selon Jésus Vélez, « the Fauna in the *Guadua* Grove » (Villegas, p 40) [1]. Ces « *guaduales* » accueillent d'autant plus d'espèces au fur et à mesure que les autres forêts sont exploitées et y viennent y trouver refuge.

[1] : Le rapport de l'UNEP sur la biodiversité du bambou propose des données plus détaillées en fonction des régions.

I.2.b. *Phyllostachys Edulis* (Asie)

Le *Phyllostachys* est le genre le plus utilisé et commercialisé au monde (Liese, 2015, p 18). Endémique en Chine, ce genre se prête aux climats tempérés, il regroupe d'ailleurs 70% des espèces de bambous dits tempérés. Il est cultivé majoritairement en Chine, mais également au Japon, en Amérique et en Europe dans plusieurs bamboueraies. La bamboueraie d'Anduze dans les Cévennes fait pousser 9 types de *Phyllostachys* dont le plus utilisé dans le milieu de la construction : le Moso » ou « Mao Zhu » en Chinois.

Ses noms reconnus par la communauté scientifique (SITI au Canada et NCBI aux Etats Unis) sont *Phyllostachys edulis*, *Phyllostachys Pubescens* ou encore *Phyllostachys Heterocycla* bien que vu plus rarement dans la littérature. Tous ces termes désignent un même type de bambou. La classification taxonomique du bambou relativement complexe explique qu'il y a souvent plusieurs noms pour désigner un même espèce de bambou.

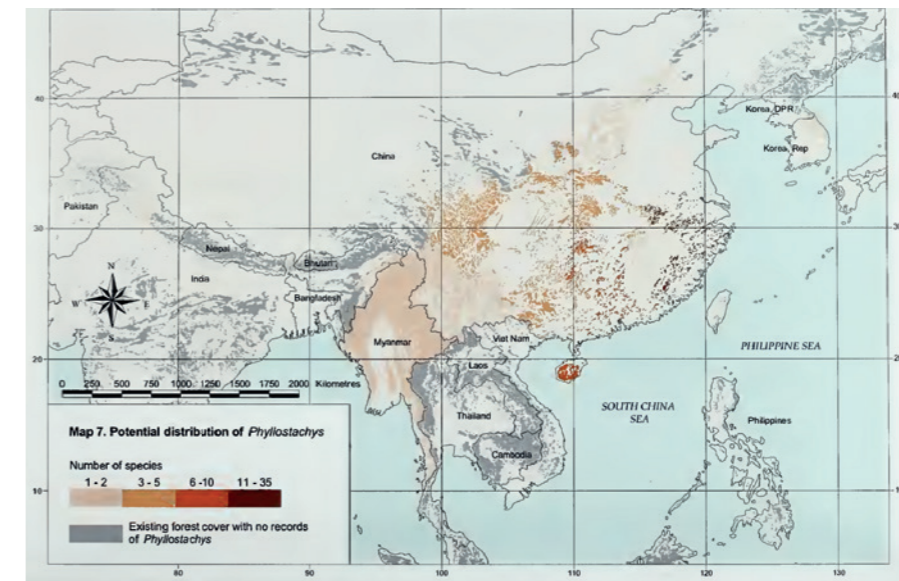
La population de Moso a plus que triplé depuis les années 50, passant de 1.5 millions d'hectares à 5 millions en 2007, du fait d'une expansion naturelle mais aussi des plantations (Troya & Xu, 2014, p3). Il constitue en Chine le 3ième matériau le plus utilisé pour la construction « bois » après le *Pinus Massoniana* et *Cunninghamia Lanceolata*. (Ibidem). Comme pour les autres espèces, les descriptions anatomiques du Moso diffèrent suivant les sources. Il faut cependant rappeler que le chaume a une forme



Phyllostachys Pubescens

conique; la mesure de diamètre dépend du niveau de la mesure. Le diamètre est quand même connu comme étant généralement plus grand que pour le *Guadua Angustifolia*. La littérature allemande parle de 170 mm de diamètre (Minke, 2012, p10) avec une taille de 21m, alors que la Bamboueraie d'Anduze annonce des diamètres de 80 à 130mm, avec des tailles de 15 à 28m et les rapports officiels Chinois parlent eux de diamètre 150 à 200mm (Gonda, p 19).

Enfin, cette espèce résiste à des températures très basses, jusqu'à -20°C. Les besoins en terme de précipitations sont évalués entre 400 à 600 mm. Enfin la durée de vie observée du Moso est d'environ 67 ans. (Buckingham et al. : 2010).



Distribution du genre *Phyllostachys* (Bystrakova & al, 2003)



Forêt de *Phyllostachys* en Corée à Damyang

I.2.c. Comparaison entre les deux : un Guadua plus dense mais moins disponible que du Moso sur le marché

La majorité des produits trouvés en Europe sous forme de parquets, meubles, est du *Phyllostachis Edulis* de Chine. Sur les quatre projets analysés dans le cadre de ce mémoire, seulement un utilise du Guadua. Cette espèce de bambou est très peu trouvée hors du continent d'Amérique du Sud.

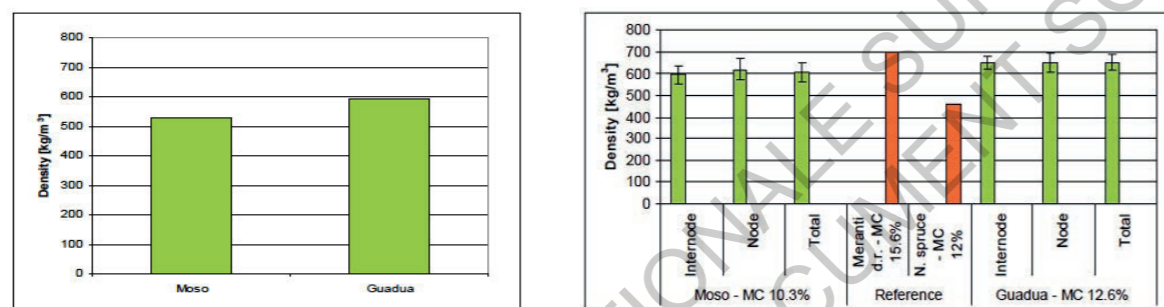
Pourtant celui-ci peut être considéré comme le plus résistant, car plus dense. C'est ce qu'affirme l'architecte Martin Reichel lorsqu'il explique pourquoi ce type de bambou a été choisi en élément de façade pour le parking de Leipzig:

« Nous avons voulu comparer les différentes sortes de bambou entre elles. Comme vous le savez, il pousse en Asie, en Afrique et en Colombie. Et suivant le climat, il pousse différemment. Ainsi en Asie, le bambou pousse très vite, jusqu'à un mètre par jour. Mais nous nous sommes aperçus que le bambou à forte croissance n'était pas celui de meilleure qualité, il est généralement moins solide. Un bambou de bonne qualité a une structure, lui, très dense. La meilleure qualité trouvée fut celui venant de Colombie, c'est pourquoi nous avons choisi du Guadua. »

Une étude en 2010 menée par l'University Larenstein des Pays Bas a essayé de comparer les propriétés mécaniques du Moso et du Guadua.

Elle fut réalisée sur des planches non laminées de bambous selon le standard KOMO, standard usuel en matière de construction en extérieur aux Pays Bas. L'étude conclut que le Guadua est en effet légèrement plus dense que le Moso, mais ceci dans des ordres de grandeur semblables. Par contre le module d'élasticité est largement supérieur chez le Guadua et le module de rupture est presque égal entre les deux types.

En terme de classification pour le bois, l'étude affirme que le Guadua pourrait être classé C35 et le Moso C16. Ainsi le Guadua montre des qualités de charge portante nettement plus intéressante que le Moso.



Species	Compression strength σ (N/mm²)	Bending strength (N/mm²)	E Modulus (N/mm²)	Shearing strength (N/mm²)	Tensile strength σ (N/mm²)
<i>Phyllostachys pubescens</i>	56	129.1	10500	13.9	196.0
<i>Guadua angustifolia</i>	56	74	19000	9	140

Table 2- 2 Mechanical properties of bamboo species *Phyllostachys pubescens* and *Guadua angustifolia*. (ref. Steffans 2000 & Zhang 2001)

*: cela sera développé dans la partie III



Récolte de Guadua à la tronçonneuse en Colombie

I.3. Cycle de vie et production en vue d'un usage architectural : une énergie grise faible

Connaître les techniques de cultures et d'entretiens se révèle très important, car la manière dont pousse cette herbe, comment elle est récoltée et traitée influe grandement ses qualités de matériau constructif. De plus, être au fait des impacts environnementaux engendrés par l'usage d'un matériau semble être nécessaire afin de prendre des décisions, en vue d'une architecture respectueuse de la vie et de l'environnement. Un regard critique sur le cycle de vie, de ce matériau sera apporté en dernier lieu, après avoir observé chacune des étapes de la culture jusqu'à la fin de vie.

I.3.a. Techniques de culture peu énergivores

Le bambou pousse aujourd'hui principalement sous forme sauvage dans les forêts ou sinon en plantations. Les questions managériales liées à la gestion de ces forêts à des vues commerciales ou privées aujourd'hui sont politiquement complexes et seront abordées dans la seconde partie lorsque les jeux d'acteurs seront analysés.

Nous considérerons ici les techniques de culture en plantation car les bambous commercialisés sur le marché en Europe en proviennent. La littérature trouvée à ce sujet ne distingue pas les différents savoir-faires et habitudes par continents et ces techniques sont donc montrées comme générales et globales.

Commençons par le commencement. Pour planter un bambou, il existe deux techniques principales : par bouturage ou par coupe. En effet, le phénomène de floraison étant irrégulier et peu connu, le processus de pollinisation ou par des graines est difficilement employable.

Le processus de multiplication par bouturage, encore appelé séparation du rhizome, consiste à découper un rhizome d'un rhizome mère, de plus de 4 ans mais tout de même assez jeune. Le rhizome peut être replanté seul, dans ce cas une longueur de 3 noeuds suffit, ou bien avec son système de racine ou encore avec ses racines et une pousse et dans ce cas il faut plutôt compter sur 10 noeuds (Austin, 1970, p196).

La coupe consiste à enterrer à la verticale ou bien avec un angle en faisant émerger la partie supérieure, une partie du chaume d'une longueur d'environ 5 entre-noeuds.

La période la plus humide de l'année est celle optimale pour planter. Cette étape ne demande pas énormément d'eau, il n'est pas nécessaire d'arroser tous les jours, 4 à 5 fois par semaine suffit. En moyenne, il faut attendre 2 à 3 semaines pour qu'un turion fasse surface (Janssen, p44). L'espacement entre les différents turions correspondrait à 225 plantes par hectare (Ibidem).

Les feuilles de bambous constituent un excellent compost et fertilisant naturel. Néanmoins, certaines plantations souvent de grande taille ou commanditées par l'état, par exemple en Chine, utilisent également des fertilisants inorganiques. Quand ils sont utilisés, c'est souvent à un rythme de 2 à 4 fois durant la plantation, puis tous les mois ou 2 (Troya & Xu, 2014,p5). Si le bambou provient d'une grande plantation, il est à supposer, à moins que le contraire ne soit dit, que des produits chimiques sont intervenus dans le processus de culture. Mais il ne semble pas que cela soit la règle générale, les rendements avec des fertilisants organiques étant sûrement assez satisfaisant.

Le développement des rhizomes doit être contrôlé. Très vite ils peuvent envahir tout un espace, jusqu'à 20 km de long. Il existe différentes manières pour limiter l'invasion. Une technique, employée notamment dans la bamboueraie d'Anduze, consiste à creuser des tranchées de 50 cm de profondeur et d'1 mètre de large. Elles permettent de voir les rhizomes qui essaient de la traverser lorsqu'ils poussent et de venir les couper. Une bâche en plastique peut y être également placée afin de stopper la progression des rhizomes (Emission « C'est pas Sorcier »).

Au bout de 5-6 ans, le bambou peut être récolté à des fins constructives. Ce temps d'attente est surtout lié à l'humidité relative qu'il est préférable d'avoir le plus bas possible. Les bambous sont souvent marqués à la peinture afin de connaître leur âge. Il est également préconisé de faire la récolte quand le niveau de sucre de la sève est au plus bas, car celle-ci attire les insectes. La période sèche est donc la plus favorable pour les tropiques et l'automne ou l'hiver pour les régions subtropicales (Broto, 2014, p16 + IL, 1985, p92). Certains préconisent de récolter plutôt le matin ou à certaines phase de lune



Récolte de bambou à la machette, dans la région de Tsachilas en Equateur

afin de récolter au minimum d'humidité possible (Minke, 2012, p.17).

Le coutelas, la machette et la scie sont les outils les plus utilisés.

Il faut faire attention à ce que l'eau ne pénètre pas dans le chaume, et la coupe doit se faire en angle. Une trentaine de centimètre à partir du sol est laissée afin de pouvoir réutiliser le rhizome (IL, 1985, p92) et permettre une nouvelle pousse. Les bambous une fois coupés sont laissés quelques jours avec leur branches et feuilles, mais sans contact avec le sol. De cette manière, les feuilles continuent de « fonctionner » et cela permet de commencer le processus de séchage.

La première chose à faire ensuite est d'évacuer la sève. Plusieurs techniques sont possibles : immerger le chaume dans de l'eau fraîche pour que l'eau circule à l'intérieur de la tige. Traditionnellement les bambous étaient transportés au lieu de séchage par la rivière, ce qui ne se fait guère plus, mais l'immersion en eau fraîche reste la technique la plus utilisée. De l'eau douce est conseillée plutôt que de l'eau salée car cette dernière favoriserait le pourrissement des chaumes (IL, 1985, p95). Laisser les chaumes inclinés une ou deux semaines est également une solution (Broto, 2014, p16). A la tombée des feuilles, signe que les réserves en sucres ont été épuisées, le séchage peut commencer.

Le séchage est une étape très importante. L'humidité influera grandement le diamètre du chaume, sa pérennité et sa vulnérabilité aux insectes et champignons. Il existe différentes techniques pour sécher le bambou.

Une première technique consiste à les arranger selon un tripode, debout à l'air libre, les exposant au soleil et au vent. Ce procédé est optimisé s'il est fait dans une serre dotée d'enveloppe plastique fermée en journée et ouverte la nuit pour que l'air moins humide puisse rentrer (Minke, 2012, p20). Ce processus peut prendre 6 à 12 semaines (Broto, 2014, p 16) selon les espèces.

De l'air chaud peut également être injecté à l'intérieur du chaume, perforé au préalable longitudinalement à l'aide de très longues perceuses. C'est la technique qui fut employée pour les bambous du parking à Leipzig. Ou encore, elles peuvent être traversées par des ondes électromagnétiques à haute fréquence afin d'évaporer l'eau. Cette technique demande beaucoup d'équipement et d'énergie. Enfin, certains mettent les chaumes à la verticale à proximités de charbon chaud. Cela requiert une grande quantité travail et de précaution pour que les tiges ne craquent pas. Les méthodes non naturelles prennent entre 2 à 3 semaines (Broto, 2014, p 16). Mais certaines espèces ne tolèrent pas ces méthodes rapides : il y aura des fissures longitudinalement. (IL, 1985, p95)

Enfin, le bambou réduit sa taille dès le début du séchage et se stabilise à un taux d'humidité relative de 40%. Comme le bois, la réduction en sens transversal est beaucoup plus importante que la réduction longitudinale qui peut être négligée.

Les problématiques de transport et de stockage sont similaires à celles du bois. De manière générale, le stockage doit se faire dans un endroit couvert et ventilé. La non exposition au soleil évite les craquelures en surface. De plus, il est préférable que les chaumes ne touchent pas le sol afin de ne pas augmenter son humidité relative, 50 cm de surélévation est généralement de mise pour permettre à l'air de bien circuler en dessous (IL, 1985, p95).

Une plantation bien gérée peut produire 20-30 tonnes de bambou par hectare et par an (Janssen, 2000, p45). Le processus de rentabilité économique est plus ou moins long. Pour approfondir ces points, se référer au rapport INBAR n°20 de Janssen, p 40.

A titre de comparaison, 60 hectares de bambou au Costa Rica suffisent pour construire 100 maisons, alors qu'il faudrait 500 hectares de culture de bois. (Broto, 2014, p19)

Il est à remarquer que les architectes des 4 projets étudiés, mis à part peut-être l'agence HPP & Partner de Leipzig, eurent très peu de visibilité sur les techniques



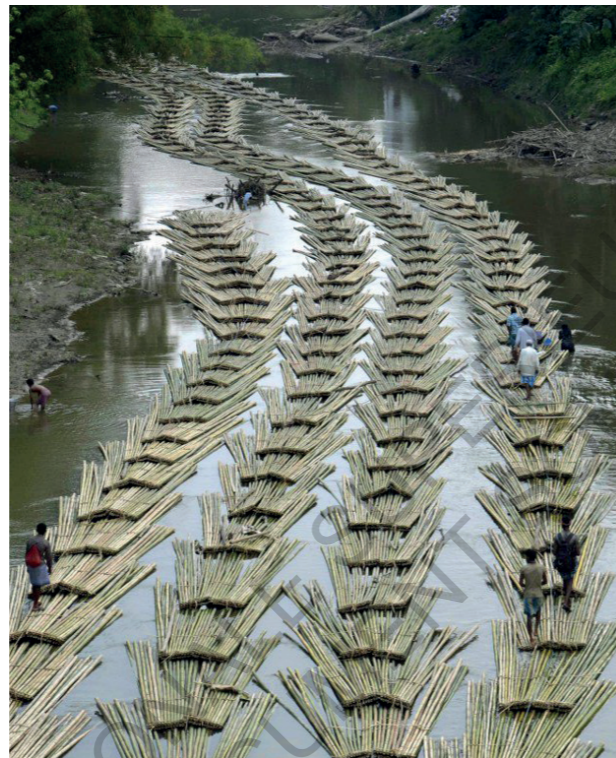
Colombie, pour du transport de *Guadua Angustifolia* fraîchement



Etape de séchage de *Guadua* pour le parking de Leipzig © HPP Architekten GmbH



Laos



Transport de chaume le long de la rivière Longai près de la frontière Tripura-Mizoram en Damchara



Etape de séchage au soleil



Etape de blanchiment de *Guadua* (Colombie)



Coupe de *Guadua Angustifolia* (Amérique du Sud)



Traitement au borax de *Guadua Angustifolia* (Colombie)



Pulvérisation d'air dans les chaumes, préalablement percés © HPP Architekten

employées pour le bambou qu'ils utilisèrent. En effet ils durent passer par des intermédiaires. D'après leurs propos et les photos, le parking de Leipzig semble être celui qui vieillit le mieux.

I.3.b. Techniques de transformations et traitements : gare aux insectes et champignons

Il existe de nombreuses méthodes plus ou moins naturelles et énergivores pour protéger le bambou des insectes et champignons, férus de l'amidon qui le compose. Les insectes les plus agressifs sont les *Dinoderus Minutus*, *Ocellaris*, *Brevis* et les *Nostrichidae* et *Lyctidae* (IL, 1985, p95).

Il faut faire attention aux coûts de ces techniques, qui peuvent vite dépasser le coût de la matière première. Nous aborderons donc essentiellement les techniques faciles à mettre en œuvre.

Enfumer le bambou dans un espace fermé, si cela n'a pas déjà été fait lors du séchage pendant 8 à 12h au dessus d'un feu à feu doux est une bonne méthode. Le feu est alimenté par les feuilles et les jeunes branches des chaumes récoltés.

De la laine de verre est parfois employée pour éliminer les lichens, mais cette technique est coûteuse et peut engendrer des problèmes respiratoires. L'usage d'une éponge métallique n'est pas recommandé car elle peut abîmer l'enveloppe (Minke, 2012, p 20 + Broto, 2014 p 17).

Une autre méthode très efficace et simple consiste à enduire le bambou avec du citron, qui du fait de son PH faible agit comme pesticide. Cela ne tient cependant pas très longtemps car le citron a une faible résistance à l'abrasion et à l'érosion due à sa faible capacité adhésive. Pour améliorer l'effet, la canne est peinte avec une émulsion d'asphalte, puis du sable est jeté dessus.

Enfin une dernière technique consiste à tremper les chaumes, après les avoir perforés dans des solutions chimiques insecticide et fongicides, semblables à celles utilisées pour le bois. Ces solutions utilisent généralement du chlorure de zinc, du sodium dichromate et du cuivre sulphate. Les moins agressives sont composées d'acide borique et de borax. Le Centre national de recherche sur le bambou et le *guadua* de Colombie préconise 2kg d'acide borique, 1kg de borax pour 100l d'eau (Minke, 2012, p 19).

Des méthodes d'injection ou par pressurisation existent également, appelées les « méthodes boucheries », elles consomment beaucoup d'énergies et sont peu recommandables comme leurs dénominations peut le suggérer.

Il faut savoir que pour un usage du bambou en ERP en Europe, des traitements supplémentaires insecticides



Four pour enfumer les chaumes en Arménie, développé par Antonia Giraldo en 1999. (Vitra 2000)

et fongicides sont demandés.

Par exemple, le *Guadua* provenant de Colombie pour le parking de Leipzig dût rester quelques semaines en Hollande après son arrivée par bateau afin de le re-traiter. Les autorités craignent que ces plantes n'introduisent des insectes et qu'ils se développent de manière invasive et néfaste, n'ayant pas ici de prédateurs naturels. Paradoxalement, mais sans doute car il s'agit d'une maison individuelle et d'un projet privé, l'agence Karawitz utilisa du bambou non traité sans problème et sans contrôle de la part des autorités. Il s'agissait d'un programme, d'une volonté personnelle pour une maison passive : n'utiliser aucun matériau traité. Il est vrai cependant que le bambou se fissa beaucoup et davantage que celui du parking de Leipzig. De plus, très vite les bambous abritèrent des abeilles et des insectes, à la joie des deux architectes. Ces notions d'ambiance seront développés dans la partie III.

I.3.c. Entretien et durée de vie : avis divers sur les questions de pérennité

Selon la littérature se reportant à ce sujet, le traitement des tiges influe grandement sur la pérennité du matériau dans le champ de la construction. Les estimations de durée de vie diffèrent selon les sources. Elle est estimée à 2-5 ans pour un bambou non traité et au moins 10 ans pour ceux traités dans les ouvrages d'architecture, comme celui de Broto *Le Bambou: architecture et design* (p17). L'Institut de Stuttgart parle de plusieurs décennies si traités avec expertise (p95). Janssen dans son rapport INBAR de 2000, p52, estime à 1-3 ans pour un usage en extérieur en contact direct avec le sol, 4 à 6 ans sans contact avec le sol et couvert, 10 à 15 ans si la récolte, le séchage et le stockage ont correctement été réalisés. Ces chiffres ne correspondent pas à une longue durée de vie pour le milieu de la construction. Néanmoins, l'architecte Martin Reichel assure que le bambou utilisé pour le parking restera stable encore 30 années supplémentaires, sachant que le projet a été réalisé en 2004. Cela tient sans doute à la manière dont le bambou est fixé à la façade, de manière à le laisser travailler*.

Une fois mis en place, le bambou ne nécessite pas d'entretiens particuliers, mise à part s'assurer qu'il n'accueille pas de l'eau en continu. En fin de vie, le bambou peut être retourné à la terre pour la nourrir, ou bien brûlé mais cela libère tout le Co2 stocké.

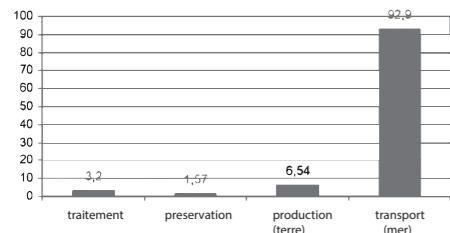
La description de ces étapes nous révèle des points importants à savoir en tant qu'architectes intéressés par ce matériau. S'il n'a pas été bien coupé, séché et traité, le bambou se fissurera d'autant plus facilement, développera des champignons jusqu'à pourrir et ses



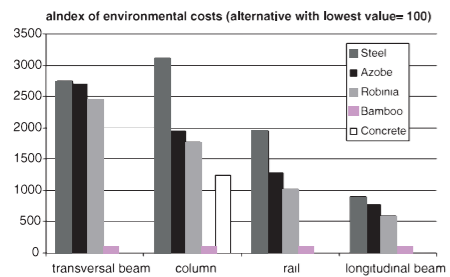
Séchage du bambou (Vitra, 2000)



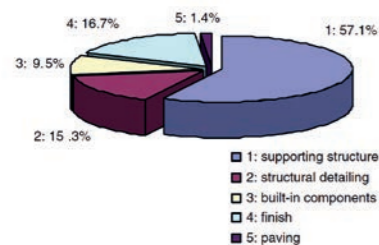
Pont piéton à Amsterdamse Bos (Pablo van der Lugt, 2003)



Coûts environnementaux de (en mPt) d'1 kg de chaume de bambou, incluant le transport vers la Hollande dans le processus de production (Van der Lugt, 2003)



Index des coûts environnementaux annuels des différents éléments du pont selon le matériau. (Van der Lugt, 2005)



Répartition des impacts environnementaux d'éléments architecturaux dans un bâtiment de bureau (Van der Lugt, 2005)

vertus mécaniques s'affaibliront. Ces procédés sont à vérifier et à contrôler avec le fournisseur avec soin. De plus le bambou a l'avantage de pouvoir être traité avec des techniques consommant peu d'énergie et de produits chimiques, autant en profiter.

I.3.d. Analyse du cycle de vie (LCA) : une empreinte carbone faible même pour un usage en Europe

L'exposé des cultures, des techniques de récoltes et traitements révèlent des méthodes assez simples et facilement peu coûteuses en énergie.

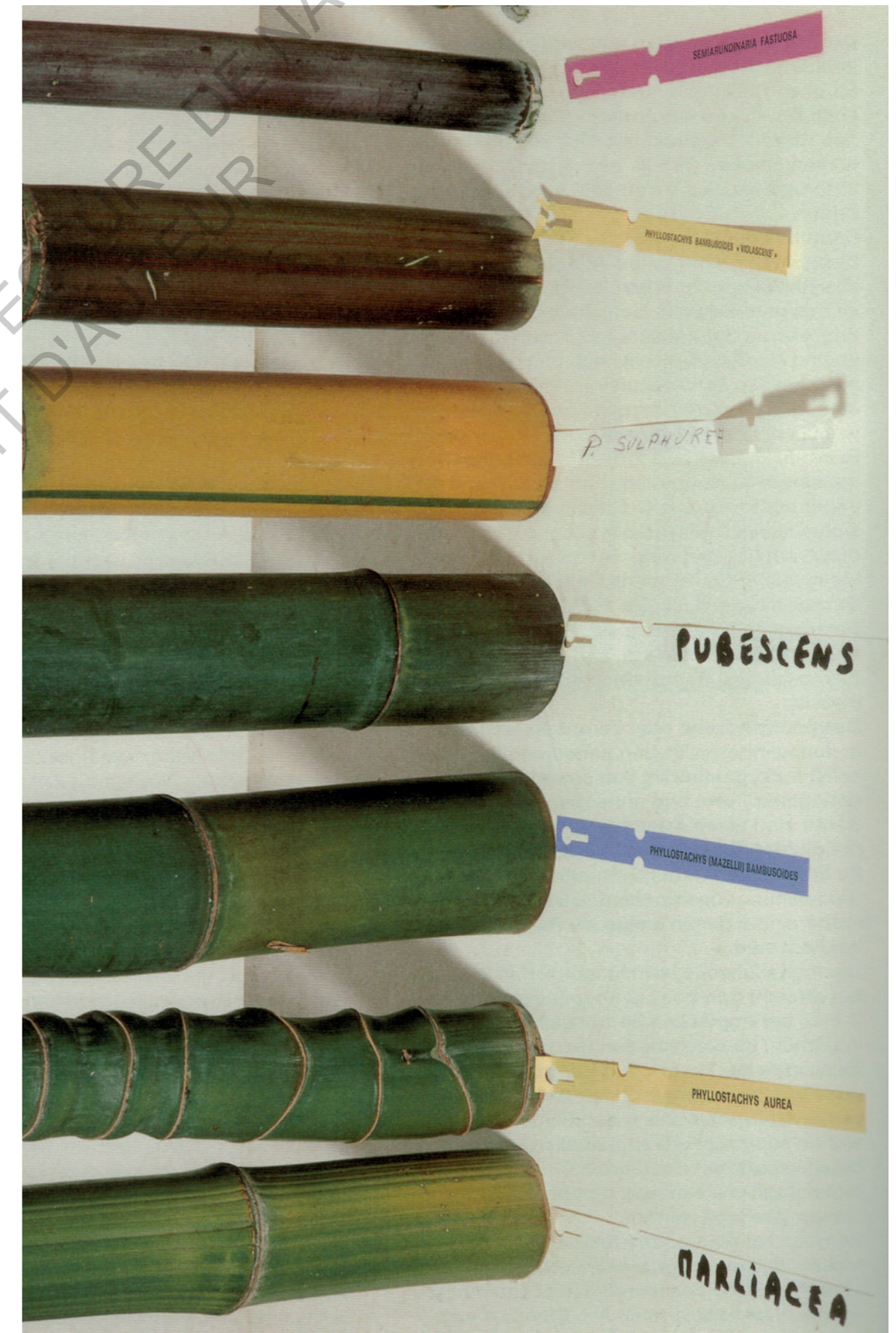
Janssen avance le chiffre d'une consommation totale de 300 MJ/m³, ce qui est moitié moins que celle pour le bois (Minke, 2012, p4). Ce chiffre est à prendre avec un regard critique car il dépend des méthodes de traitement et de transport employés et ceux-ci ne sont pas explicités en regard de cette donnée.

Néanmoins, même si le bambou est utilisé pour un projet européen, il est possible de supposer que l'énergie grise restera faible malgré le transport comme le suggère Milena Karanesheva. Architecte de cette maison passive à Bessancourt, elle répond lors de l'entretien à ceux qui lui reprochent d'avoir fait venir son bambou de Chine :

« c'est un peu bidon parce que le bambou est coupé à la main et en terme de mètre cube ce n'était même pas un container, c'est léger et quand vous faites un bardage bois, il y a plusieurs cycles de façonnages : il est coupé, raboté, débité une fois puis deux fois puis trois fois, puis raboté, puis... il y a beaucoup d'étapes de transformation et au final toute l'énergie qu'on y dépense est largement supérieure à ce que je pense notre façade a coûté en énergie ».

Une étude menée par P. Van der Lugt, Van den Dobbelen et Janssen au sein de l'Université de Delft précise cette idée. Ils ont réalisé une analyse du cycle de vie sur un cas d'étude précis : du *Guadua Angustifolia* du Costa Rica utilisé de manière structurelle pour un pont piéton le « cherry blossom garden » à Amsterdam. Celui-ci fut comparé à d'autres matériaux usuellement utilisés pour ce genre de projets : l'acier, le robinier, l'azobé et le béton (mais seulement pour les poteaux). Sans surprise c'est l'étape de transport qui est la plus coûteuse en énergie pour le bambou. Mais que cela soit utilisé en tant que poteau longitudinale ou transversale, poteau, rail, le résultat est sans appel : le bambou, des 4 matériaux cités ci-dessus, est le matériau le plus écologique. C'est également le matériau, en terme de coût, le plus intéressant. Les graphiques parlent d'eux mêmes.

Pour certaines fonctions, le bambou s'avère 20 fois plus favorable que les autres matériaux. Cependant ces résultats restent à prendre avec précautions, les calculs devraient être jugé à titre indicatif et non en tant que certitude, la méthodologie LCA est en perpétuel évolution.



Annotation de différentes espèces de bambou (Vitra, 2000)

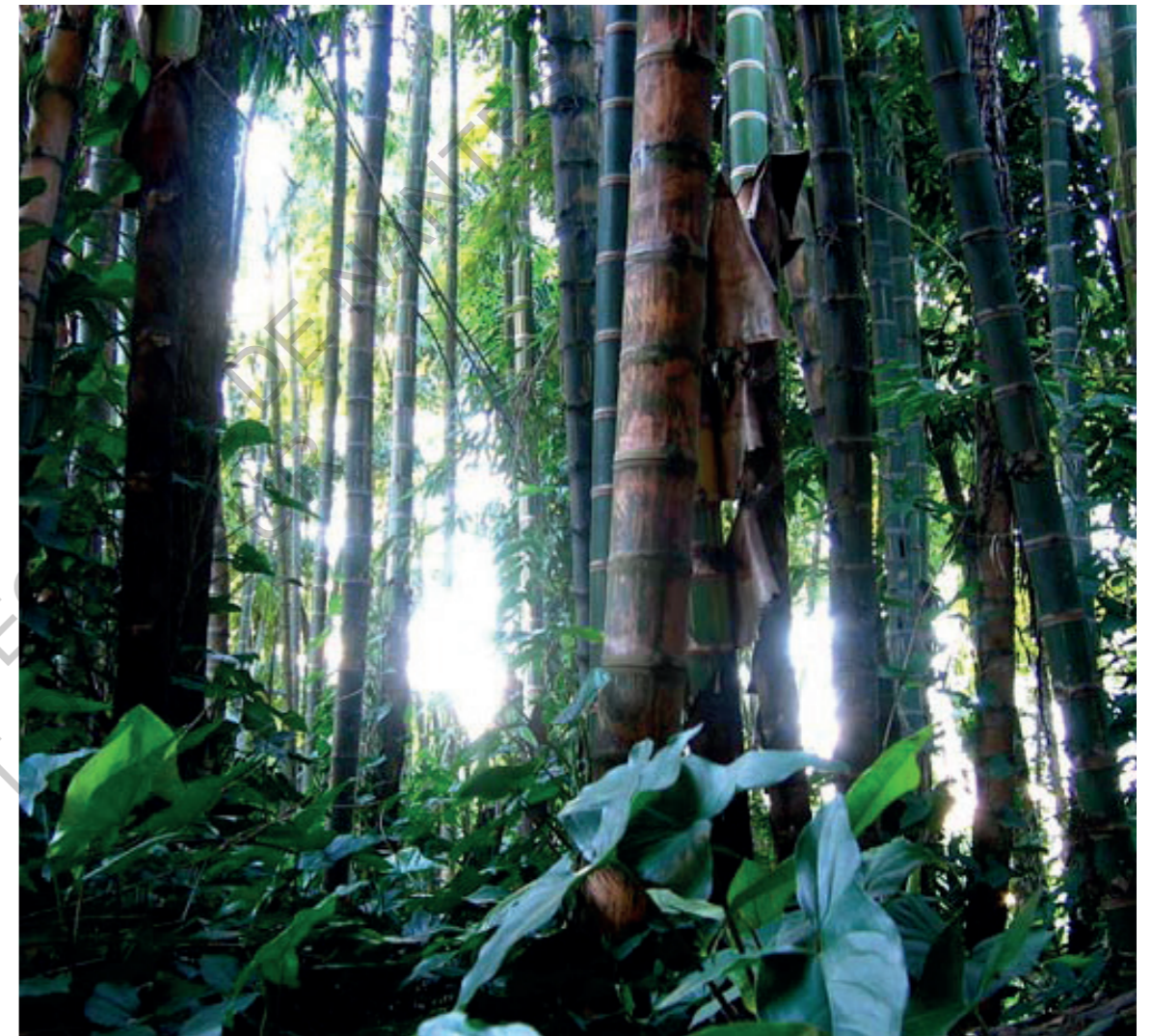
CONCLUSION PARTIE I :

Seule la sous famille « woody » Bambuseae présente des espèces de bambous utilisables en construction, et certaines s'avèrent plus avantageuses que d'autres. Le genre *Guadua* et *Phyllostachis* sont les plus utilisés à ce jour dans le monde. Le bambou, pris dans ce cadre-ci, montre, dans cette première partie qu'il est en tant que matériau de construction, intrinsèquement porteur d'un potentiel indéniable. Loin de ne pousser qu'en milieu tropical, il est adapté à une grande diversité de milieux, le *Phyllostachis* pouvant même pousser en Europe du Sud.

La vitesse à laquelle le bambou pousse, sa solidité rivalisant avec celle de l'acier pour un poids négligeable, sa résistance aux tremblements de terre en tant que matériau de construction, son effet stabilisateur de terrain, ses qualités en rétention d'eau sont de véritables atouts pour en faire un matériau de qualité, même en comparaison avec le bois. En effet son délai de maturation est beaucoup plus court; il ne demande pas de déforestation et peut être récupéré plus facilement à la main; les techniques de séchage, stockage et transport, les questions de vieillissement sont quant à eux assez semblables. De plus la facilité de culture, de récolte et des techniques mises en œuvre demandent très peu d'énergie ce qui en fait, nous venons de le voir, un matériau à fort potentiel écologique.

Cette première partie fait percevoir pourquoi le bambou connaît sur ces dernières années un regain d'intérêt et comprendre l'apparition de projets en bambou en Europe.

Nous pourrions nous demander pourquoi le bambou n'est pas plus utilisé en Europe notamment? La partie II mettant en relief les jeux d'acteurs et enjeux réglementaires, politiques et économiques, permettra d'apporter des éléments de réponses.



Forêt de Guadua Angustifolia en Colombie



Détail de charpente du pavillon ZERI de Simon Vélez (Vitra, 2000)

PARTIE II : L'USAGE DU BAMBOU EN ARCHITECTURE

Observer les contextes d'usages

Dans les années 60, un scientifique chinois recensa tous les usages du bambou dans le monde; il en compta 1 386 (IL, 1985, p14, qui cite Lübke 1961). Quels sont-ils? Le spectre des usages va de la nourriture, à la réalisation de mobilier, de sculptures, au papier, aux objets d'artisanats, aux éléments d'échafaudages, jusqu'aux matériaux de construction.

Des fouilles archéologiques en Equateur permirent de révéler que le bambou était déjà utilisé en construction, il y a 9500 ans (INBAR, 1995, p1). Existait depuis des millénaires, le bambou constitue un élément important de l'histoire et de la civilisation des pays d'Asie du Sud Est, d'Amérique du Sud et à plus faible échelle de l'Afrique.

Il existe un usage quasiment à chaque étape de sa croissance. Par exemple, récoltées jeunes à l'état de turion, les pousses, très riches en protéines et en acides aminés, pauvres en matière grasse, sont très prisées en Asie. Au Japon 80 000 tonnes de bambous sont consommés en nourriture par an (IL, 1985, p42). Lorsque le bambou a entre 6 et 12 mois, il peut être utilisé pour faire du papier. Il s'agit d'une très vieille technique dont les Chinois furent les précurseurs dès le IIe siècle ap JC. L'anecdote raconte que le premier Empereur de Chine lisait 50 kg de livre (en bambou) par jour; la notion de livre était alors au poids et non pas à la page. Ensuite, à partir de 2 ans il peut être utilisé pour du tissage puis à partir de 5-6 ans dans le milieu de la construction (Minke, 2012, p12).

Les objets d'artisanats réalisés en bambous sont nombreux et vont du panier, aux instruments de musique, de la calligraphie, aux ombrelles... Ils résultent de longues traditions de savoir-faire. En Corée du Sud des restes de paniers en bambou datant de plus de 2038 ans ont été retrouvés (WBC, 2015, p20), les premiers instruments de musique en bambou remontent eux à environ 3000 ans (Troya & Xu, 2014, p7). Les vélos en cadre de bambou sont un marché en pleine expansion car durables, résistants et légers.

En Asie, le bambou a une forte valeur symbolique et constitue un sujet de représentation artistique. Il a sa place au sein des « 4 Gentlemen », les plantes les plus représentées dans l'art chinois, mais également en Corée, faisant parti des « 3 amis de l'hiver froid ».

Cette brève énumération des usages possibles, permet de percevoir combien le bambou est impliqué culturellement dans certaines civilisations du monde et depuis très longtemps. Il ne pourrait être affirmé que son rôle dans le champs de la construction constitue son usage majeur.

Cependant la réciproque est intéressante. Dans le domaine de la construction, 1 milliard de personnes dans le monde fréquenteraient des bâtiments utilisant du bambous (Liese un Dunkig, 2009 cité par Minke, p12). Sous quelle forme? Dans quel contexte géographique? Avec quel savoir-faire?

Considérons les enjeux économiques, politiques, réglementaires et les jeux d'acteurs qui se jouent sur les différents continents afin d'appréhender les différentes cultures qui existent autour du bambou comme matériau de construction. Analysons quelles typologies et usages architecturaux conviennent à ce matériau. Enfin, entrons dans les détails architecturaux en observant les techniques constructives et système d'assemblages : cette seconde partie ne saurait être exhaustive du fait du temps imparti, et s'appuiera sur quelques cas d'études pour illustrer les propos.



Chantier de l'école METI à Rudrapur Bengladesh. Architecte Anna Heringer

II. 1 Enjeux économiques, politiques, réglementaires et jeux d'acteurs autour de l'usage du bambou : des cultures contrastées à travers le globe

Tout d'abord, le bambou est utilisé aujourd'hui dans le champs architectural sous de multiples formes, il convient de les distinguer. Ses chaumes peuvent être utilisés tels quels en tant qu'élément structurel poutre ou poteau, en élément de façade ce qui sera l'objet d'une analyse plus poussée en partie III, ou encore en renforcement de dalle de béton plus rarement. Ces chaumes peuvent également être découpés et collés entre eux pour former du contreplaqué, ce qui connaît un intérêt grandissant en Europe au sein des chercheurs ou du SWB (« Strand Woven Bamboo ») pour faire du parquet, déjà très utilisé et prisé en Europe. Ils peuvent aussi être tissés suite à la découpe pour former des nattes et transformer en BMB (« Bamboo Mat Board »). Dans cette première sous-partie, ces usages ne seront pas forcément différenciés et feront l'objet de plus d'attention dans les sous-parties suivantes. C'est plutôt l'occasion d'observer quelles relations politiques économiques et sociales les différents continents entretiennent avec cette plante en tant que matériau de construction. Par exemple, 70% du bambou produit au monde provient de la Chine et de l'Inde, tandis qu'au Bangladesh, plus de 70% des habitations utilisent ce matériau, 50% en Equateur, alors que la culture constructive du bambou en Europe, elle, est quasi inexistante.

II.1.a. Des enjeux économiques et politiques difficilement chiffrables; le bambou se défait de son image de «matériau pauvre».

Les enjeux politiques et économiques sont à première vue, largement conditionnés par les répartitions géographiques. A l'échelle globale, il est difficile d'estimer à combien équivaut le marché du bambou dans le monde, car les échanges se font surtout de manière informelle ou locale. Janssen parle de 10 milliards de dollars dans les années 2000, l'INBAR de 4.5 milliards de dollars avec un export générant près de 2.7 milliards de dollars (UNEP, 2004 p7), alors que des rapports chinois affirment que la vente de bambou aurait généré chez eux près de 10 milliards de dollars en 2009. Ces chiffres chinois proviennent

essentiellement des plantations à but commercial et sont en pleine expansion. Il n'existe donc pas de consensus sur ces chiffres à l'échelle mondiale, chaque pays présentant individuellement les siens.

La Chine, second producteur de bambou au monde, est peut-être le pays dont le bambou porte le plus d'enjeux politiques et économiques. Certes il y pousse moins d'hectares de bambou qu'en Inde, mais la pluralité des climats entraîne une plus grande diversité des espèces et notamment celle Phyllostachis, très prisée en construction. Il est le premier exportateur de bambou au monde, exportant dans 177 pays différents. Selon différents rapports chinois, notamment un rapport du département de sylviculture de l'Université de Beijing, la Chine a porté un intérêt grandissant à la gestion de ses forêts et à l'industrie du bambou, qui est devenue un pilier dans l'économie des régions montagneuses. En effet depuis les années 90, la surface en bambou a augmenté, sous forme de monoculture à un rythme de 50 000 hectares par an (Lobovikov et al., 2007 cité par Mera & Xu, p3); ceci largement commandité et contrôlé par l'état. Le bambou constitue le 3e matériau le plus utilisé en tant que « timber ». 5,6 Milliards de personnes seraient investies dans ce secteur (Ibidem p11). Sa culture a participé au développement des régions rurales, constituant entre 30 à 40% des revenus ruraux (Mera & Xu, 2014, p4). Cette culture demande peu d'investissement et de savoir-faire. Si la production est à but commercial, le bambou est principalement une denrée alimentaire ou bien un matériau de construction. Le marché du Moso y est très régulé. La récolte ne peut se faire qu'entre le 15 Septembre et le 31 Mars, les bambous doivent être âgés de plus de 4 ans et un nombre précis de plantes doit être laissé en culture suite à la récolte : autour de 1 650 par hectare (Ibidem). Toutes les applications énumérées en introduction sont retrouvées dans ses usages. Un bon nombre de bambous en Europe provient de ce genre de plantations. Ainsi ceux utilisés par l'agence Karawitz pour leur maison passive provenaient d'une entreprise française ayant un partenariat avec une plantation près de Hong Kong. L'architecte M. Karanesheva ne semblait pas avoir plus de visibilité sur la provenance du produit. Ainsi, l'intérêt se concentre activement sur le potentiel économique de ce matériau, qui connaît une grande phase d'industrialisation. La proportion de plantations encore locales à but non commercial n'a pas été trouvée, l'état semble rassembler tout ce qu'il peut. Néanmoins les usages seront alimentaires ou constructifs également pour les plantations sauvages, avec plus de clôtures et de tissages et moins d'éléments transformés comme le « plywood ». Cette relation au bambou est semblable en zone rurale en Indonésie, Philippines, Bangladesh, Inde, Costa Rica, Equateur.

Bien que pays d'origine du second genre le plus prisé en construction, le Guadua, l'Amérique du Sud notamment la Colombie et l'Equateur connaissent un développement industriel et économique plus lent. Leur part dans l'exportation mondiale du bambou est encore aujourd'hui très marginale. Selon une étude de 2005 publiée par P. Van der Lugt, chercheur belge, la Colombie n'exporterait que quelques centaines de tonnes par an, soit 1 à 2% de la quantité de Guadua récolté (Van der Lugt, 2005, p 427). En 2004, toujours selon cette même étude, l'Equateur réalisait une recette de 180 000 U\$, montant bien négligeable par rapport à la Chine qui peut exporter jusqu' à 38 millions U\$ en bambou non transformé. Ces pays sont également sous la pression de législations environnementales voulant restreindre les récoltes. En effet selon un rapport de l'UNEP, 20 espèces, dont le Guadua, furent placées sur la liste IUCN des espèces en voie de disparitions. Les architectes colombiens tels que Simon Vélez ou Marcello Villegas critiquent vivement les tendances de ceux qu'ils nomment les Ecopataz (Hybridation du terme « zapatisme » issu du révolutionnaire mexicain Zapata et « d'écologiste » en terme d'idéologue), qui contraignent une culture au fort potentiel.

Seul le parking de Leipzig utilisa du Guadua de Colombie du fait des résultats de leurs tests. Et il est à parier que peu des projets recensés en Europe, mis à part pour l'aspect structurel, utilisèrent du Moso plutôt que du Guadua. Le marché en Europe offre spontanément des produits de Chine ou d'Asie du Sud-Est, il est plus difficile de se fournir en Amérique du Sud.

En Europe et aux Etats-Unis (* : aucune donnée ne fut trouvée sur le Canada), l'intérêt est surtout porté sur le parquet ou à l'horticulture ornementale. Le bambou fut introduit il y a 150 ans environ en Europe et fut tout de suite très prisé dans les jardins. L'idée, de cultiver du bambou pour la construction en Europe à grande échelle pose quelques questions. Même si la bamboueraie d'Anduze et une autre au sud de Lisbonne ont montré que *Phyllostachys Edulis* pouvaient pousser, il persiste des difficultés. Il faudrait que l'industrie puisse « transformer » le bambou suivant ses propres machines, ce qui ne serait pas possible aujourd'hui, et les travaux devraient être mécanisés du fait du coût élevé de la main d'œuvre européenne. Introduire du bambou à grande échelle semble être un effort économique coûteux. [1]

Il existe aux Etats-Unis quelques plantations, majoritairement dans l'état de l'Oregon et du Washington et dans le Sud-Est. Mais d'une part, celles-ci sont de tailles très modestes et d'autre part, elles ne se destinent pas à faire pousser du bambou dont le chaume pourrait être utilisé en construction. Il existe une unique exception, en Louisiane, sur l'île de Avery Island, qui fait pousser du Moso mais en raison d'un manque de filiale, comme pour l'Europe, il est moins coûteux de l'importer de Chine.

Parallèlement à ces dynamiques nationales, des organismes comme l'INBAR ou WBO : World Bamboo Organisation apparaissent afin de promouvoir et divulguer les différents usages du bambou à travers tous les continents. WBO regroupe toutes personnes ou compagnies portant un intérêt pour cette plante. Parmi les pères fondateurs, 3 sont américains, 2 sont asiatiques (Philippine et Inde), 1 d'Amérique du Sud (Chili) et 1 d'Europe (Belgique). La répartition des nationalités ne correspond vraiment pas à la répartition géographique et elle montre l'intérêt grandissant des occidentaux pour cette herbe. Depuis le premier congrès en 1984, 8 congrès eurent lieu en Asie, 3 en Amérique du Sud et Centrale et 2 en Europe (en France et en Belgique). Lors du dernier congrès qui eut lieu en Corée du Sud, à Damyang, 8 participants venaient d'Asie, 6 d'Europe, 1 d'Afrique, 2 d'Amérique du Sud (Colombie) et 1 d'Australie. Le slogan de la 10 ième édition était « Bamboo for the greener future ». La majorité est donc asiatique et d'Amérique du Sud, mais l'Europe est tout de même présente, ce qui empêche de dire que les enjeux politiques et économiques concernant le bambou n'y existent pas.

Il est en définitive très difficile de chiffrer ces enjeux économiques et politiques, car cela se fait soit de manière interne au pays ou de manière informelle. Au Laos par exemple, le bambou est utilisé dans la quasi totalité des villages mais ne génère aucun coût, car il n'en est pas fait commerce : les villageois se servent juste dans leur forêt de proximité pour construire leurs maison. Cependant, l'hypothèse que ces enjeux deviennent de plus en plus présents est légitime. Incorporer des techniques vernaculaires à des méthodes contemporaines semble être une sage décision en terme de réduction d'impacts environnementaux. Les expositions universelles ou biennale d'architecture concernant le bambou augmentent et montrent un intérêt politique, en l'occurrence en Chine. En 2010, avait lieu la première exposition universelle sur le bambou à Shanghai et en 2016 se teint la première biennale de bambou à Baoxi dans un village chinois 18 architectes y participèrent dont l'allemande Anna Heringer.

[1]: Pour plus de précisions, le lecteur est invité à se référer à l'étude de Johan Giellis, « Future possibilities for bamboo in European agriculture ».



Experimental Eco-efficient House par Mauricio Cardenas Laverde (Italie/Colombie)



Exemples de réalisations de la première Biennale en Chine portant sur le bambou et l'architecture © Julien Lanoo

Auberge de Jeunesse par Anna Heringer (Allemagne)



Equipe de Simon Vélez pour un chantier au Mexique en 2009 (Frey, 2013)



Chantier du ZERI pavillion (Vitra, 2000)

II.1.b. Jeux d'acteurs sur les différents continents : de l'architecte aux autodidactes, une valorisation du savoir-faire manuel

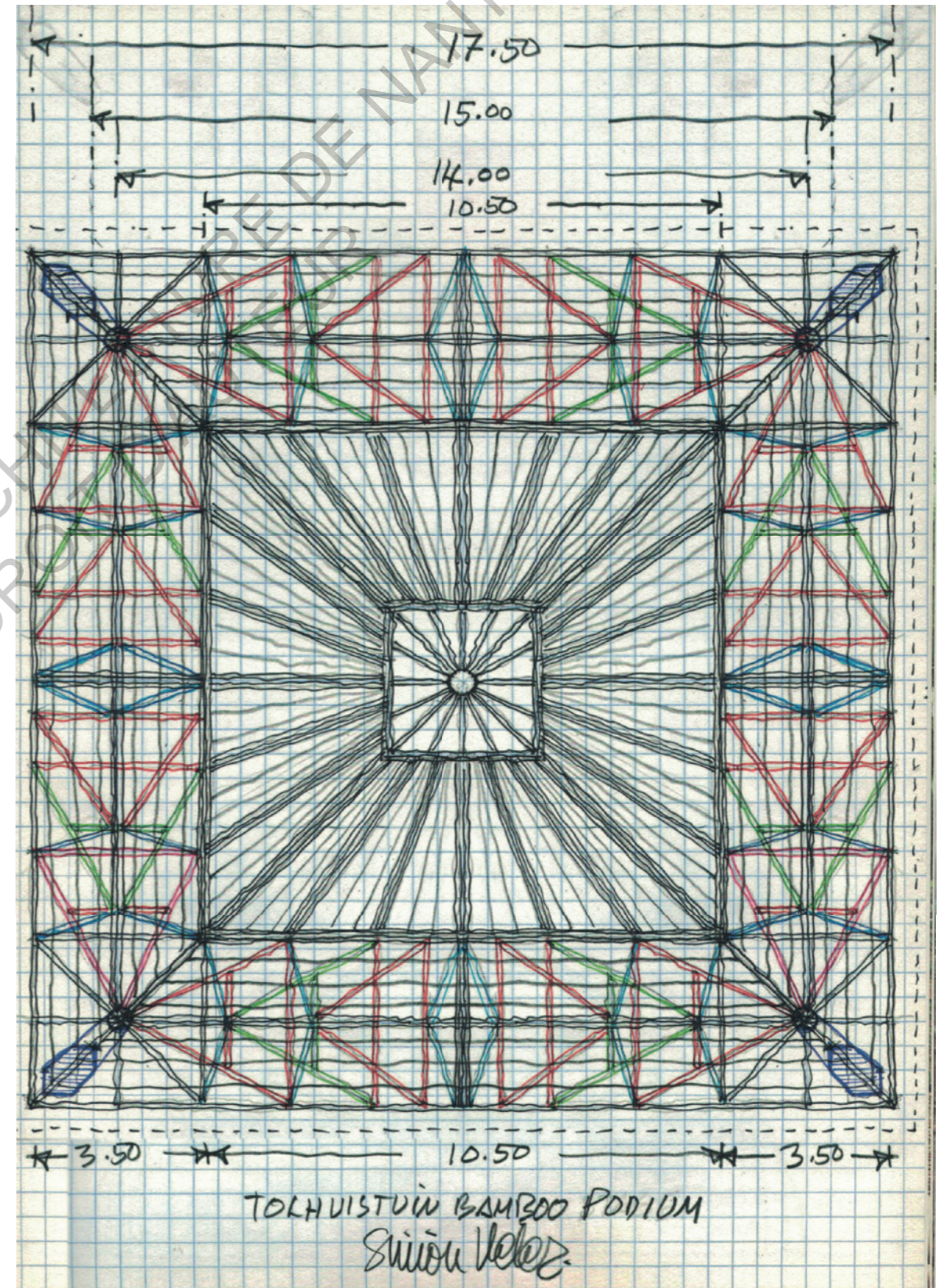
Le pays, le travail de cette herbe et ses fins constructives influent grandement les jeux d'acteurs qui se créent autour de l'usage de ce matériau. Mettons en avant des cas différents, pour illustrer ces contrastes : le travail de Simon Vélez (qui pourrait se translater à celui de Marcello Villegas), le cas des maisons traditionnelles et les cas européens.

Grand adepte du bambou en tant que matériau local au fort potentiel, qu'il utilise de manière structurale, Simon Vélez revendique des techniques constructives simples, qui utilisent avec parcimonie des ressources du monde industriel, mais qui demandent un grand savoir-faire. En effet, autour de cet architecte gravite une main d'œuvre extrêmement qualifiée, formée spécialement pour des tâches spécifiques et un travail de précision. Il y a donc une valorisation réelle de l'acteur responsable de la mise en œuvre et de son travail manuel. Cette dépendance, voulue plutôt que subie par l'architecte, à cette main d'œuvre qualifiée influence également les dynamiques du chantier. En effet, il est dans leur intérêt de pouvoir communiquer le mieux possible entre eux. Ainsi, Simon Vélez fonctionne avec des diagrammes dessinés à la main levée aux codes couleur spécifiques connus des chefs de chantier.

Ces derniers dirigent ensuite les équipes recrutées dans les villages locaux, qu'ils forment. Parfois, certains chantiers durent des mois et les équipes vivent sur place. L'architecture de Simon Vélez est si intrinsèquement liée à la problématique de « comment bâtir », que le coût pour la maîtrise d'ouvrage se résume à la multiplication du nombre d'hommes sur le chantier fois le temps passé.

En utilisant un matériau et une main d'œuvre locale, qu'il forme à un travail dont ils peuvent être fiers, cet architecte arrive à créer une dynamique positive économiquement, socialement et environnementale. Les seuls acteurs qui selon lui, sont, une entrave au cercle vertueux sont les autorités (abritées derrière les législations environnementales) qui veulent réguler les récoltes. De plus, d'autres, en tant que maîtrise d'ouvrage, peuvent se montrer frileux quant à l'absence de support informatique. Ainsi, l'architecte a parfois besoin de recourir au savoir-faire de maquettistes pour produire des modèles 3D attestant de la faisabilité.

Travailler du bambou de manière nouvelle, hybridant un savoir-faire traditionnel, une ressource locale et des moyens ou techniques industriels, crée un jeu d'acteurs sain avec une réelle valorisation de la main d'œuvre et permet conséquemment une renommée internationale au travail de l'architecte.



Dessin pour un projet à Amsterdam de Simon Vélez (Frey, 2013)

Mais le bambou est aussi très souvent utilisé sans architectes.

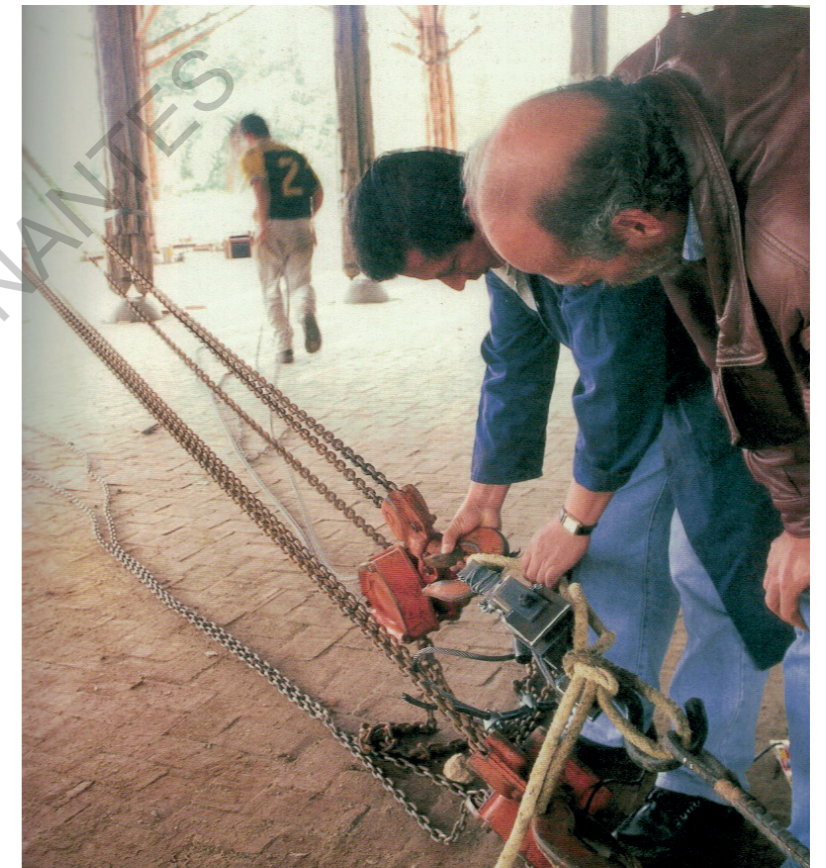
A l'échelle de la planète, c'est sûrement le cas le plus fréquent. Au Bangladesh, au Laos, aux Philippines, au Vietnam et autres pays de cette région, mais également en Amérique de Sud comme en Equateur, les maisons sont traditionnellement construites en bambou. Ils utilisent de plus en plus des matériaux industriels comme de la tôle ondulée, éventuellement du ciment, mais le bambou reste encore très présent.

Dans le cas de nombreuses tribus du Laos par exemple, tous les villageois travaillent ensemble pour construire une nouvelle maison ou un grenier. Ils vont chercher à la machette la matière première dans les forêts alentours. Au fil des générations, chacun, peu importe, son activité au sein du village, acquiert une savoir-faire en matière de construction et sait utiliser le bambou. Il est d'ailleurs transformé de plusieurs façons (développé dans II.3.a). Dans ces maisons, la tribu des Sila de la province Phongsaly du Laos, les chaumes de bambou servent autant de gouttière, de mur que d'enclos pour les bêtes. Cette tribu est en l'occurrence très pauvre. Dans des tribus plus prospères comme celle de Ban Kasang-Kang au sud du Laos, il est plus utilisé en élément de charpente ou de cloisons intérieures (Carnets de voyage anonyme).

Les jeux d'acteurs sont donc très différents; les villageois sont auto-suffisants et autodidactes, et le travail du bambou fait parti des gestes du quotidien. Les femmes autant que les hommes y sont investis, toutes générations confondues. Dans ces régions, le bambou a un « aspect pauvre » et les jeunes générations tendent à s'en détacher. Certains, parfois enduisent leurs murs, afin de masquer l'usage de ce matériau.

Ainsi, pour son projet d'école au Bangladesh, Anna Heringer avait une réelle intention de revaloriser le bambou auprès des autochtones afin de les inciter à revenir sur ce matériau local. D'ailleurs pour ce projet, elle travailla avec des gens locaux et un échange de savoir-faire s'opéra dans les deux sens.

Difficile d'analyser les jeux d'acteurs en Europe, car l'usage du bambou y est ponctuel et hors du commun. Ils ne sauraient être décrits par un schéma établi, tant ils changent d'un projet à l'autre. Cependant, ils sont tous conditionnés par le manque de réglementations et de savoir-faire, ce qui donne lieu à des jeux



Tests structurel de charge sur le prototype de ZERI, à Manizales en Colombie de Simon Vélez en 1999. (Vitra, 2000)

d'acteurs inhabituels. L'étude des dynamiques des 4 projets choisis, partie III.2.a., explicite de manière plus détaillée quelles réalités peuvent être connues en Europe lorsque du bambou est choisi.

Les relations entre les continents Nord et Sud consistent pendant des années, à la venue de chercheurs ou scientifiques du Nord dans ces pays du Sud, comme Janssen, Hildago, Minke, Jörg Stamm curieux de ces techniques et apportant eux dans ces pays des manières de faire plus industrielles. Ils construisirent, beaucoup dans ces pays : Janssen en Equateur, Jörg Stamm en Indonésie... Par ailleurs beaucoup de workshop au sein des universités européennes sont organisés dans ces pays pour appréhender ce matériau, comme l'université de Delf.

L'inverse est plus rare. Deux manifestations architecturales de grande ampleur faisant appel à un savoir-faire non européen furent trouvés lors des recherches. En 1984, le Phenomena de l'institut d'architecture de Kuming (en Chine) fut exposé d'abord à Zurich puis à Rotterdam et accueillit plusieurs milliers de visiteurs avant d'être démonté. En Hollande, c'est une entreprise générale locale qui entrepris de monter la structure sous les conseils des concepteurs. Pour le pavillon ZERI à Hanovre de 2000, une équipe de chantier de Colombie vint en Europe en encadrer d'autres et travailler avec des ingénieurs allemands de Stuttgart.

II.1.c. Aspects réglementaires pour l'instant insuffisants mais en devenir?

Les aspects réglementaires sont pour le moins contrastés, et ne sont abordés dans ce mémoire que brièvement. L'idée est de donner quelques références de standards au lecteur, qu'il pourra approfondir s'il le souhaite.

En Europe, elles sont pour l'instant insuffisantes. Certes la création de l'INBAR en 1997 publia en 2002 des indications pour mesurer les taux d'humidité, les résistances en compression & traction ; cela accéléra le processus, car elle soumit ses réglementation à l'ISO (International Standard Organisation). En 2004, cet organisme publia à Genève, 3 standards sur la construction en bambou, via ses chaumes ou en lames (ISO (2004a) ISO 22156: 2004 (E): Bamboo – structural design, ISO (2004b) ISO 22157-1: 2004 (E): Bamboo – determination of physical and mechanical properties – part 1: requirements, ISO (2004c) ISO 22157-2: 2004 (E): bamboo – determination of physical and mechanical properties – part 2: laboratory manual). Cependant cela reste encore insuffisant pour pouvoir utiliser usuellement ce matériau. Il est d'ailleurs à noter qu'aucun des architectes des projets étudiés pour ce mémoire ne s'y réfèrent, ignorant apparemment leurs existences (cf III.2.b), quand bien même le rapport de l'INBAR de 2002 est en libre accès sur le net.

L'aspect recherche continue mais le lien avec la pratique est encore inexistant. Ainsi, un article du site Moniteur d'Avril 2004, assure que le CTBA de Bordeaux mène des recherches sur le traitement du bambou contre les insectes et les champignons et serait pour l'établissement de procès-verbaux ou d'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEX). Néanmoins, 13 ans plus tard, il fut impossible d'en retrouver des traces. L'article mentionnait également le Laboratoire National d'Essai de Trappes (78) qui aurait réalisé une série de tests sur la résistance au feu des chaumes

Aux Etats-Unis, la situation est similaire, de rares textes sont présents comme le « AC162 Acceptance Criteria for Structural Bamboo », paru en 2000 en Californie. Ce code vise à déterminer quels tests structurels sur les chaumes et leurs assemblages doivent être réalisés et quels résultats doivent être obtenus. Mais chaque Etat déterminant ses propres règles, ils ne sont pas valides hors de la Californie.

Les normes les plus nombreuses et précises sur les modalités de construction avec du bambou sont aujourd'hui en Colombie. Ces normes concernent le *Guadua Angustifolia Kunth*. Les propriétés mécaniques et physiques y sont décrites (ISO 22157-1), les aspects sismiques (NSR-10), les assemblages structurels (NTC 5407), les questions de récolte, séchage et traitement (NTC 5300 et 5301), le développement des cultures (NSR-10) également. Ils constitueraient aujourd'hui une sorte de référence. En effet dans les pays où il n'existe pas de régulations, les autorités peuvent s'appuyer sur ceux-ci afin de réaliser leurs propres tests.

Ce fut le cas pour le pavillon ZERI. Les tests furent réalisés par le FMA, laboratoire de résistance des matériaux de Stuttgart. Un prototype de la structure pensée par Véléz et Marcello Villegas fut construite à l'échelle 1;1 en Colombie où vinrent ces ingénieurs allemands mener leurs tests. Ceux-ci fut réalisés notamment à l'aide de sacs de sable. Au vue des résultats, les ingénieurs donnèrent le feu vert, et d'autres tests furent ensuite réalisés à Hannovre sur place.

Les relations « Nord-Sud » ne s'étaient pas aussi bien passées pour le pavillon Phenomena de l'Institut Chinois d'Architecture de Kuming. En effet, les tests structurels et incendie à échelle 1:1 avaient été réalisés à Kuming avec succès, mais les autorités hollandaises ne furent pas convaincues (contrairement à autorités suisses). Finalement ce fut l'affluence des 1.5 millions de visiteurs qui qui les convainquit.

En Equateur, les normes sont un peu plus récentes. Le chapitre 17 des normes équatoriennes en construction (INEN 2011) est dédié à l'utilisation du *Guadua Angustifolia Kunth*. Cependant, ce chapitre ne donne pas de calculs de structure ou de conseils constructifs.

En Asie, la Chine pousse l'aspect recherche dans ce domaine. Il existe des standards pour l'usage des chaumes entiers (JG/T 199), des tests des propriétés mécaniques et physiques avec préconisations sur les outils à utiliser (PRC MoC 2007). Ces réglementations proposent également un facteur de correction, sous forme d'équation, basée sur des résultats empiriques concernant l'humidité relative et sa relation aux propriétés de solidité (Gatoo, 2014, p191). Ce sont les seuls à proposer des calculs.

En Inde, le bambou fait l'objet d'un chapitre du « National Building Code of India », Partie 6 : Structure, section 3, chapitre 3B : Bambou ». Ce pays serait un des premiers à avoir réalisé des tests de résistance sur le bambou et à proposer un standard. (INBAR, 1995, p4).

Un approfondissement du travail serait par exemple de comparer les différentes réglementations pour noter les différences et les similitudes.

Des standards existent mais ils ne sont pas suffisants et la plupart des usages du bambou demandent un calcul structurel au cas par cas. Nous sommes bien loin d'un processus standardisé. Il est cependant à noter le grand nombre de chercheurs sur tous les continents qui travaillent cette question.

* * * *

La culture du bambou dans le monde de la construction est vaste. En effet, c'est un matériau utilisé depuis très longtemps. Pour beaucoup de régions, il s'agit d'une ressource locale, inscrivant ce matériau dans la culture constructive traditionnelle. Considéré comme un matériau « pauvre », il reconnaît un regain d'intérêt chez certains architectes, qui le travaillent avec des techniques plus contemporaines pour révéler ses avantages constructifs, créant une dynamique d'acteurs vertueuse. La valeur commerciale et donc économique du bambou tend à se développer. Elle reste très inégale suivant les continents avec la Chine en tête de peloton et l'Amérique du Sud qui suit difficilement même si les ressources y sont importantes. D'un point de vue recherche, beaucoup de laboratoires entreprennent de pallier à l'absence de références en termes de calculs structurels et de protocoles constructifs. Cependant le fossé qui sépare ce monde avec celui de la pratique n'a toujours pas été franchi. Cette partie peut être un peu frustrante à la lecture, car elle ne fait qu'effleurer les différentes problématiques de ces aspects. Le but principal était de pouvoir faire ressortir le contraste entre notre savoir et pratique européenne avec le reste du monde.



ZERI pavillon par Simon Vélez à l'Expo d'Hannovre en 2000 (Minke, 2012)



Théâtre Bambou pour le festival de «Vision» à Berlin, 2000 (photo: Norbert Stück).

II.2 Analyse des typologies et usages, influences sur l'architecture

Entrons dans le vif du sujet de l'architecture, en considérant des ouvrages dont l'usage du bambou diffère. Pour quelle typologie de réalisations, le bambou est-il utilisé? Avec quels autres matériaux, est-il travaillé? Ces questionnements se veulent d'aider à percevoir quelle est l'influence de ce matériau sur l'architecture à travers les cultures constructives du globe.

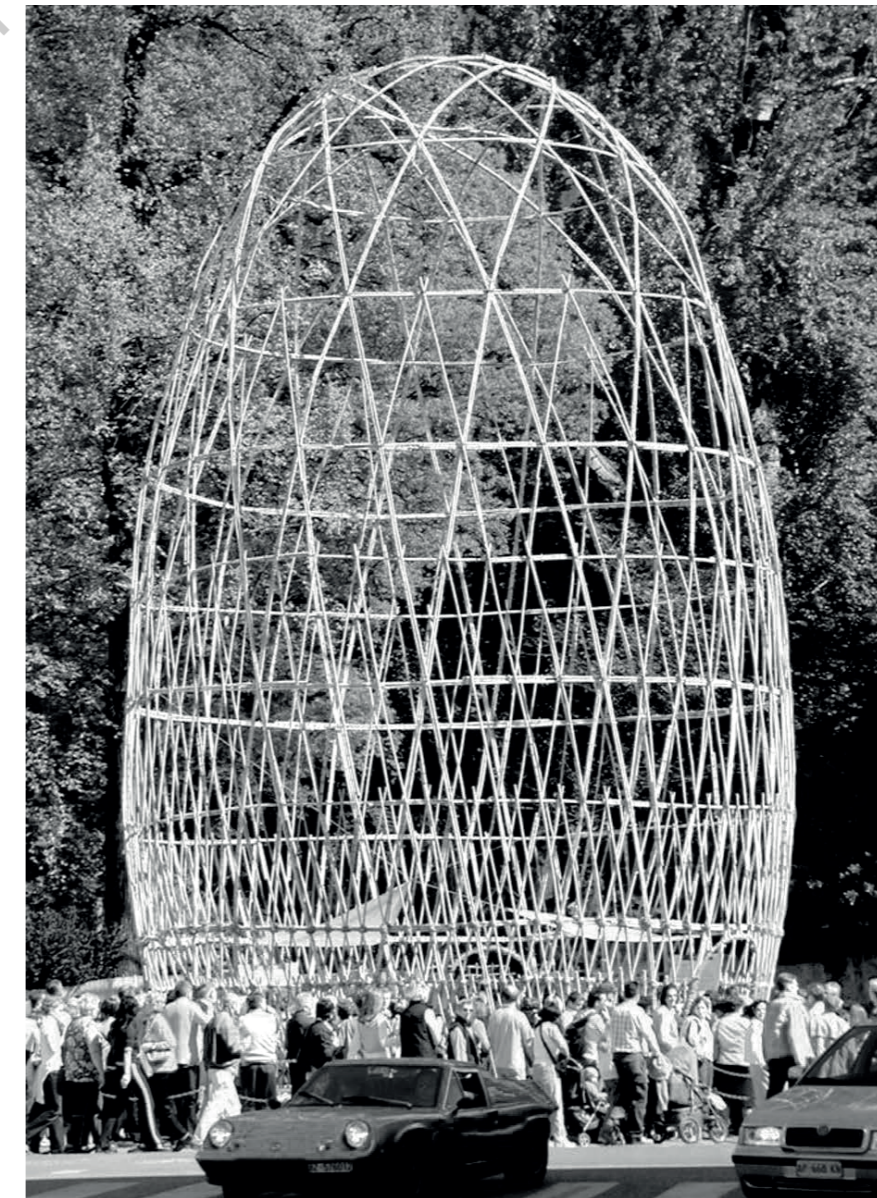
II.2.a. Le bambou convient à une grande diversité de typologies : de la maison au pont

La typologie d'usage de ce matériau est très diverse. Tout ce qui est de l'ordre de l'aménagement paysager tel la clôture, terrasse ne sera pas ici présenté. Chaque cas sera illustré par des réalisations.

Le pavillon construit en bambou, en tant que méta-structure éphémère ou structure raisonnée pérenne, est la typologie la plus fréquente en Europe. Il est entendu par pavillon une structure qui n'est pas hors d'eau hors d'air. L'exposition de Hannovre de 2000 fut citée à moult reprises, mais il en existe d'autres, comme le théâtre en plein air au Festival de la vision à Berlin en 2000, ou l'exposition Phenomena à Zurich en 1985 et Rotterdam en 1984, ou encore plus récemment Boo Tech Eco Dome à Milan en 2009. Ces réalisations assez magistrales furent par la suite démontées. Celle de Hannovre fut reconstruite à l'identique en Colombie.

Mais il existe également des structures pavillonnaires pérennes comme le Bamboo DNA à Stradbally, Irlande de 2009, ou le Pavillon de Vergiate en Italie, réalisé en 2003. Le domaine du Bois Buchet en France, lieu d'expérimentation architecturale, choisit d'y faire reconstruire en 2007 le pavillon de Markus Heinsdorff qu'il avait présenté à l'expo de Shanghai et demanda à Simon Vélez de construire une petite maison et une salle de conférences.

Ces réalisations sont mises dans la catégorie du pavillon, car ici le bambou sert



Sculpture en bambou pour l'exposition MERAN FLORA 2004 à Meran, Italie. Architecte : Werner Schmidt (Minke, 2012)



Maison par Simon Vélez Markus Heinsdorff ©Domaine-de-Boisbuchet



Le Manège par Markus Heinsdorff © Domaine-de-Boisbuchet

de démonstration et n'appartient pas au domaine du quotidien. Toutes ces réalisations frappent par leurs dessins de charpente où le bambou est bien apparent et la domestication de ce matériau dont l'aspect sauvage et noble, au sens d'impérieux et indomptable, est encore palpable. La relation architecturale de ces édifices semble commencer avec le toit. Un spectateur ne peut s'empêcher de demander comment cela tient et le regard suit les détails constructifs, comme le racontent de nombreux témoignages. Léger, plus ou moins facilement démontable, le bambou se montre très propice à ce genre d'installation. Qui construirait une réalisation en béton qui ne resterait que quelques mois?

Certains édifices religieux ou de luxe ou ayant trait à un caractère public ont ce même mode grandiloquent de révélation du matériau. Des architectes, autres que Simon Vélez et Marcello Villegas, souvent cités, tels Kengo Kuma, Shigeru Ban, Hamurei Shoei Yoh, ré-explorent le potentiel constructif et les références culturelles du bambou dans l'imaginaire local. De moins en moins utilisé en habitat traditionnel, alors qu'il était le matériau de premier choix pour tout type de construction avant la guerre, le bambou refait surface pour les hôtels de luxe, grandes maisons de thé japonaises, ou autre bâtiment luxueux souhaitant renouer avec la culture et l'esthétisme vernaculaire.

En Asie, plus qu'ailleurs, les échafaudages se montent en bambou. Cela est très courant en Chine, en Thaïlande et en Inde. Moins d'exemples d'échafaudages en Amérique du Sud furent trouvés. Pour un oeil d'européen, ils sont absolument spectaculaire et peuvent monter jusqu'à 70 étages (Vitra Design Museum, 2000, p141). Ils sont aujourd'hui en compétition avec les échafaudages métalliques qui se montent plus rapidement suivant un protocole standardisé. Ces échafaudages en bambou demandent à contrario un certain savoir-faire. Mais ils ont l'avantage de mieux résister aux tornades car beaucoup plus élastiques. Aujourd'hui cet usage tend à disparaître et appartient d'avantage au domaine de l'installation ou de la sculpture.

Relativement facilement manipulable et extrêmement solide et directement utilisable à l'état naturel, ce matériau appelle à créer des structures en hauteurs, qui semblent flotter.



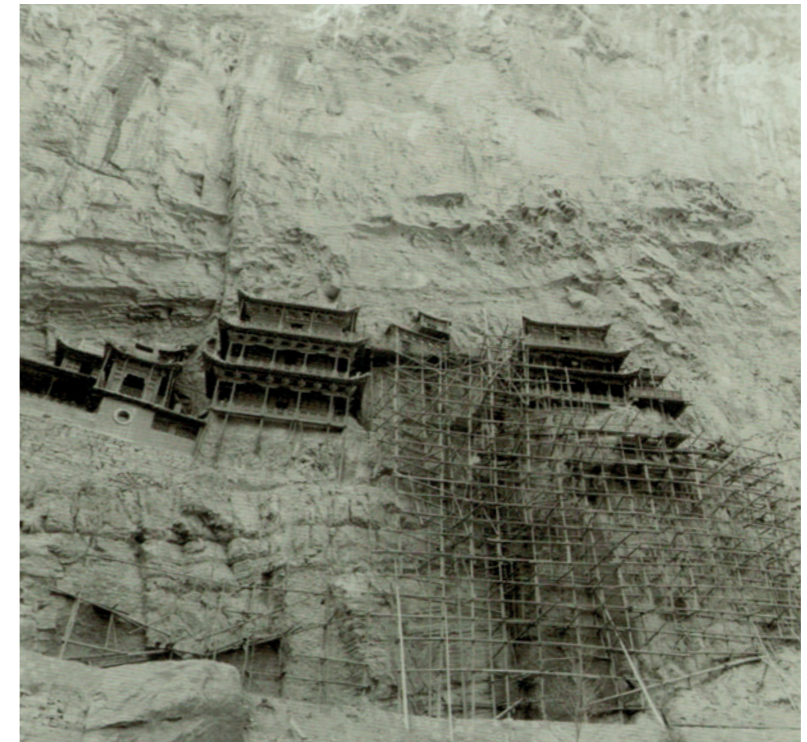
The Great Wall par Kengo Kuma



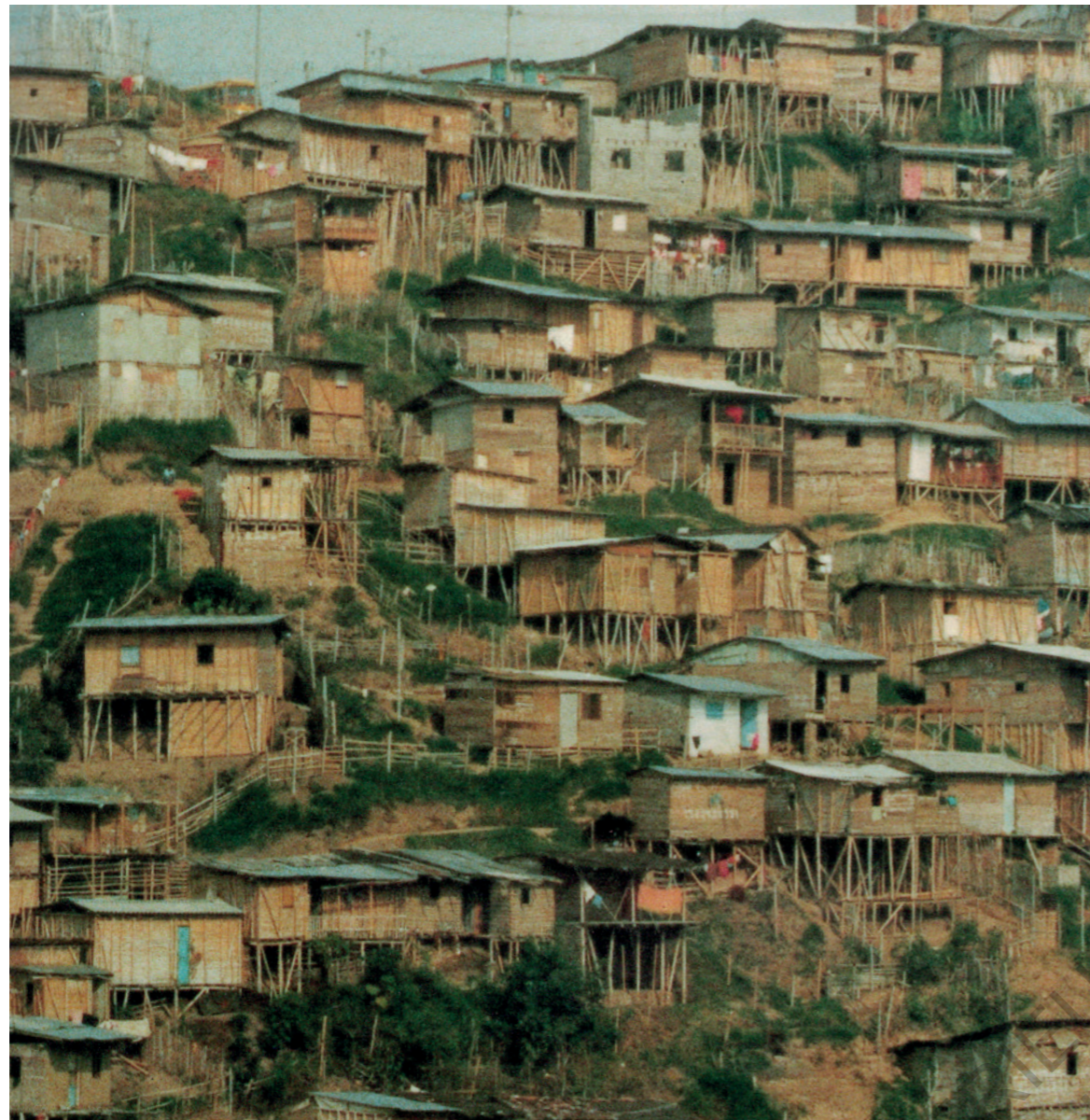
Centre Communautaire à Naju au Japon. Par Hamura Shoei Yoh (Minke, 2012)



Echafaudage à Hong Kong, Chine



Echafaudage pour rénover le monastère de Xuangkongsi en Chine (Vitra, 2000)



Village de maisons en bambous (Vitra, 2000)

La typologie maison est naturellement très présente au sein des 3 continents que sont l'Amérique du Sud, l'Asie et l'Afrique. Aujourd'hui il pourrait être distingué 3 différents types de maison utilisant le bambou sur ces 2 continents: celles traditionnelles construites avec cette plante comme premier matériau, celles utilisant le bambou avec d'autres matériaux, et les maisons modernes préfabriquées à partir de produits dérivés du bambou comme des panneaux, des parquets...

Les maisons traditionnelles utilisent le bambou sous toute ces formes, l'influence de cette plante sur l'habitation est complète. La plante sert de charpente, de murs, de fenêtres. Ses feuilles habitent le toit. Il est utilisé sous sa forme naturelle ou en lamelles. Ce matériau est adapté pour assurer une bonne ventilation et protection solaire dans ces régions très chaudes et/ou humides. Nombreuses sont les maisons au Laos, en Thaïlande, aux Philippines à être construites sous cette forme. Certaines tribus sont encore nomades et le bambou permet de construire et de déconstruire facilement.

En architecture traditionnelle japonaise, par contre, exception à la règle, le bambou est utilisé de manière structurelle ponctuellement dans la maison. Le chaume marque notamment l'espace de cérémonie de Tokomana, ou bien peut servir de soutien au toit et est mis en valeur. Il symbolise le respect de l'organique et participe au design de la maison.



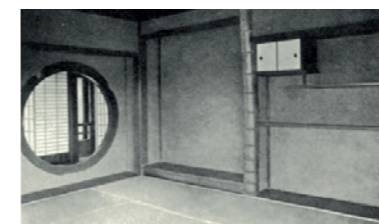
Maison Sidama Tukul en Ethiopie



Maison Vietnamienne (Vitra, 2000)



Maison des Philippines



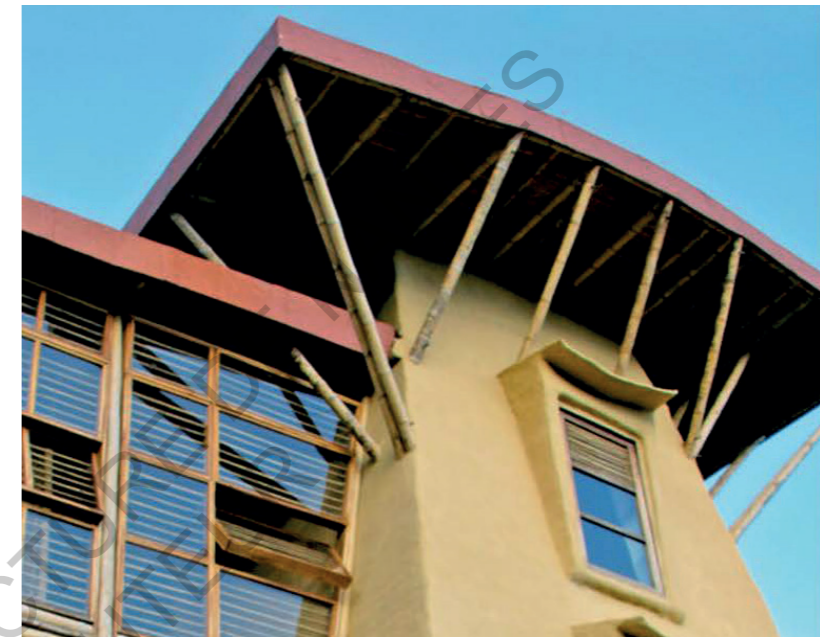
Maison japonaise (Vitra, 2000)



Maison laossienne

Les maisons qui combinent ce matériau avec d'autres peuvent être de 2 ordres : des maisons presque traditionnelles comme les bahareque en Colombie (cf III.2.b), ou alors des maisons d'architectes contemporaines voulant redécouvrir des pratiques vernaculaires. Dans ce cas-ci, les maisons de Simon Vélez ou encore Ricardo Cervantes au Mexique sont des exemples pertinents. Le bambou y est visible mais n'est pas le seul élément architectural, il cohabite avec de la pierre, du béton, des enduits.

Enfin certaines entreprises se mettent également à concevoir des modèles de maisons préfabriquées, utilisant du bambou. L'entreprise Maui « Bamboo living », fondée et co-gérée par l'architecte David Sand est un exemple. Leurs maisons peuvent être montées entre 1 à 5 jours. Mais dans ce cas, le bambou y est très peu apparent.



Stepped House, par Opicon Timagua, Colombie (Minke, 2012)



Maison en Sahrana, Inde, par Pradeep Sachdeva (Minke, 2012)



Résidence à Carmen de Apicala Colombie, par Carolina Zuluaga (Minke, 2012)



Maison préfabriquée par l'entreprise Bamboo Living (Minke, 2012)

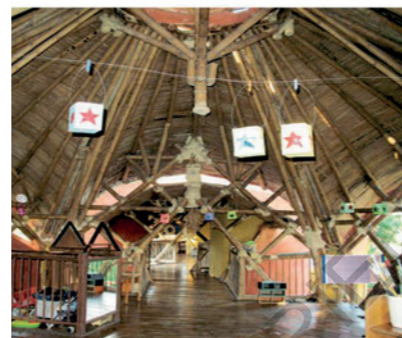


Maison Coahuachitan, Mexique, par Ricardo Leyva Cervantes (Minke, 2012)

Une autre typologie également très présente parmi ces continents sont les écoles. Peut-être car c'est un matériau rond, sans angle, comme le fait remarquer M. Reichel lors de l'interview (cf III.3.c) qui plaît aux enfants. Ou encore tout simplement car il paraît logique d'éduquer des enfants dans un environnement dont les ressources sont locales pour les éveiller à ces questions, comme dans le cas de l'école METI de Anna Heringer au Bangladesh. De plus, cette typologie emblématique, peut être une manière de réveiller cette culture vernaculaire. Ainsi la Green School à Bali en Indonésie de l'agence IBUKU, finie en 2017 (qui reçut le prix de Aga Kahn en 2010) est considérée par ses paires comme à l'origine de la « résurrection » de ce matériau dans l'orgueil architectural du pays. L'architecte eut même l'occasion de faire un TED Talk sur la pertinence du bambou suite à cette réalisation. Pour ce projet, il y est utilisé sous toute ses formes, de manière grandiose.



Green School à Sibajang Kaja Badung, en Indonésie. Architecte : Agence IBUKU - Aldo Landwehr & PT Bambu (Minke, 2012)



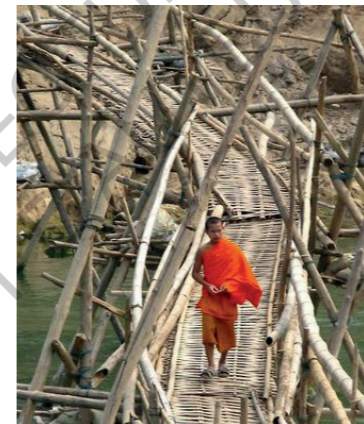
Crèche allemande à Cali, Colombie par Garcia (Minke, 2012)



Intérieur de l'école Meti au Bangladesh par Anna Heringer



Pont piéton au Laos



Pont piéton à Luang Prabang, Laos



Pont piéton à Santa Fe de Antioquia en Colombie. Architecte: Jörg Stamm & Juan Carlos Sanz (Minke, 2012)



Pont piéton en Chine. Architecte : Simon Vélez (Vitra, 2000)

Enfin le bambou est fréquemment utilisé pour construire des ponts. La diversité des design est impressionnante. Il en existe de toutes sortes : suspendues, en arcs, couverts, non couverts. Le bambou semble être utilisé depuis des millénaires pour cette typologie. Il peut être sinueux et léger dans les contrées asiatiques, ou encore magistral dans les ouvrages de Simon Vélez, traditionnels dans les jardins japonais. Ces ponts sont piétons - il ne fut pas trouvé d'exemples pour voitures.



II.2.b. De la terre au béton, le bambou s'essaie seul ou avec d'autres matériaux

Le bambou a tellement de potentiel, qu'il peut être utilisé tout seul pour des usages très différents. Il serait tentant d'en oublier d'autres matériaux, mais comme la sous-partie précédente le montre, le bambou est aussi travaillé avec d'autres matériaux. Quelles relations le bambou entretient-il avec d'autres ressources locales dans ces régions où il fait parti de l'architecture vernaculaire? Est-il utilisé avec des matériaux plus industriels? En effet, selon les cultures constructives, le bambou est associé à différents matériaux.

L'association terre crue et bambou existe. Elle est plutôt propre à l'Amérique du Sud. Elle y est encore très utilisée pour construire des maisons rurales. Celles-ci sont appelées les «bareque» en Colombie, «baharque» au Guatemala, ou encore les «quincha» au Pérou et au Chili ou les «pao a pique» au Brésil. Selon le diamètre des chaumes, ceux-ci peuvent être fendus ou non pour tisser une surface plane. Celle-ci est ensuite enduite de terre crue mélangée à des fibres et parfois du fumier. Pour plus de solidité, le tissage peut former une sorte de coffrage qui est ensuite rempli de terre. Il faut rappeler que ces techniques se montrent très résistantes aux tremblements de terre.

Cette association de matériau est en fait très ancienne. Des fouilles archéologiques révélèrent à Chan Chan au Pérou, l'utilisation de Guadua Angustifolia pour renforcer les murs de 9m de haut et 2,50m de large de la résidence royale, en pisé ou en adobe, datant du premier millénaire. Récemment, différents laboratoires de recherche se sont emparés du sujet afin de développer ces techniques, pour explorer ces qualités sismiques. Ainsi, l'Institut National de Recherche et de Codification des Habitats (ININVI) du Pérou mit au point un système de briques d'adobe trouées pour y placer les chaumes de bambou.

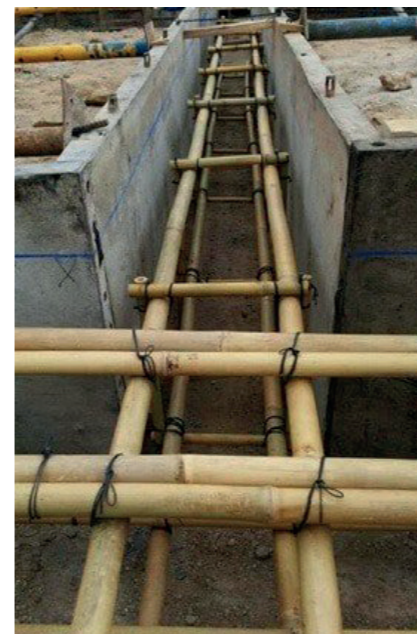
Le laboratoire de l'Université de Kassel avec le Centre d'Etude d'Amérique Centrale des techniques appropriées (CEMAT) du Guatemala, pensa un mur, stabilisé à la base par des pierres puis par un cadre de chaumes attachés entre eux par des fils de fer, consolidant le mur en pisée de terre crue. Le laboratoire National des Modèles Structurel de l'Université d'Ingénierie du Costa Rica, sous la direction de Gonzalés et Gutierrez, mit au point des tests structurels pour



Construction d'une bareque en Colombie (Vitra 2000)



Construction d'un mur d'une pao a pique au Brésil (Minke 2012)



Armature en bambou pour y couler du béton

évaluer la résistance sismique de ces différentes associations terre crue, bambou.

Le travail du bambou combiné avec l'usage de la paille ne fut trouvé que pour un seul projet. Il s'agissait d'un prototype du Laboratoire de Recherche du bâtiment (FEB) du Brésil, conçu pour le Mouvement des Sans Terres (MST). Les chaumes permettaient de stabiliser les bottes de paille.

En terme de matériaux industriels, une association qui intéresse de plus en plus est le béton et le bambou, notamment dans les pays qualifiés d'« en voie de développement ». Le bambou en tant que ressource locale et peu chère pourrait être une alternative économique à l'acier. Les recherches sur cette technique commencèrent quand le coût de l'acier augmenta. Déjà, durant l'entre-deux-guerres, des essais furent réalisés, notamment au Japon (INBAR, 1995, p14), puis cela fut oublié ensuite au profit de matériaux plus industrialisés.

Il a été démontré avec plus ou moins de succès que le bambou pouvait remplacer l'acier, d'autant mieux s'il est placé en lames plutôt que le chaume entier. Peut-être car dans ce cas, cela propose plus d'adhérence et de friction.

Même si les auteurs du rapport de 95 de l'INBAR le font remarquer, il s'agit d'une technique constructive plus coûteuse qu'un mur en bambou et les questions de durabilité de la plante dans la matrice de béton sont encore à travailler.

Mais aujourd'hui, il existe un regain d'intérêt. Plusieurs articles sur Archdaily, site internet d'architecture, ont abordé ces dernières années ce sujet. Des laboratoires, comme le « The Future Cities Laboratory (FCL) » issu du partenariat entre ETH Zurich et la Fondation National de Recherche de Singapour (NRF) créée en 2010, s'y intéressent et publient à ce sujet.

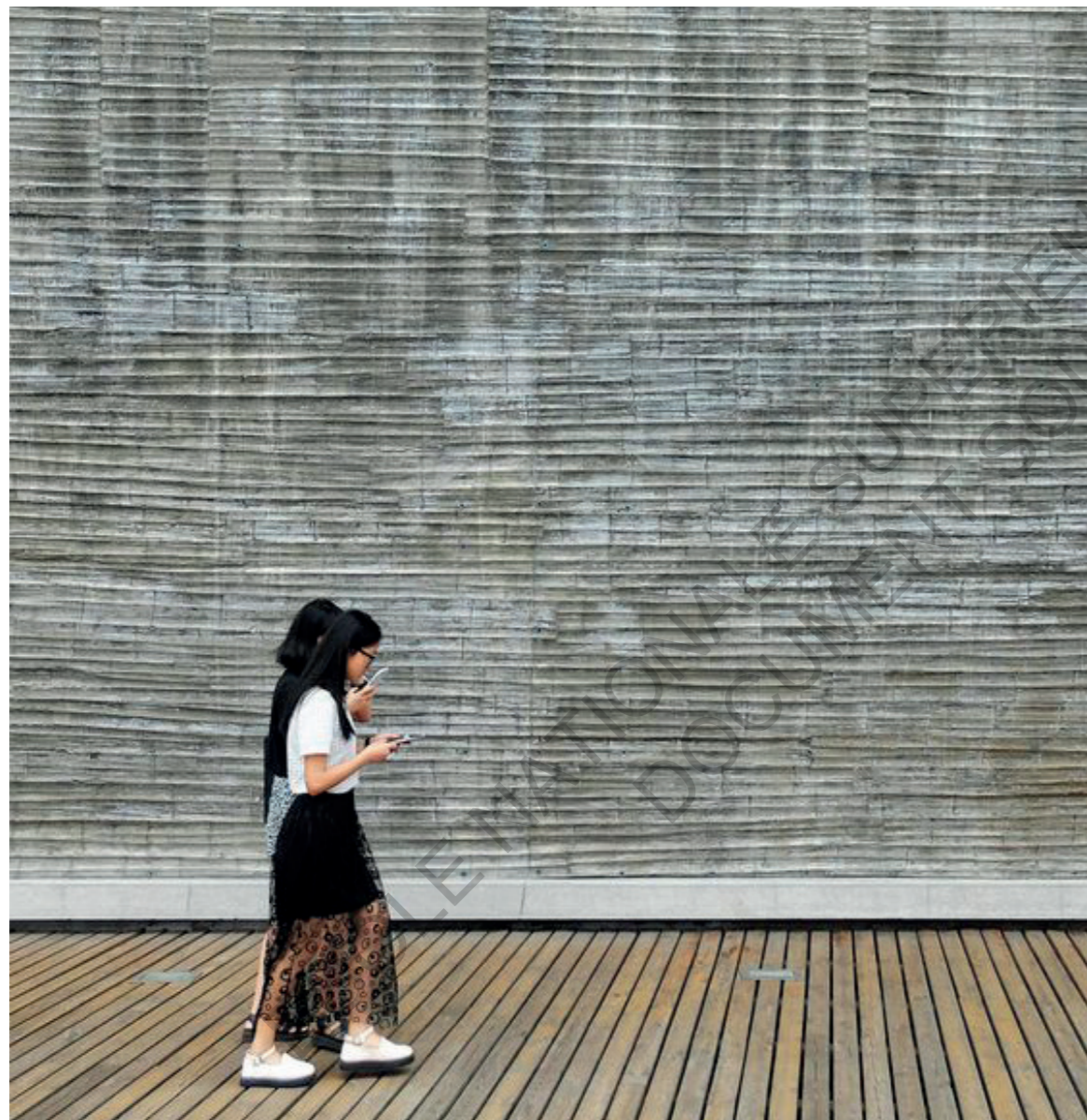
Comment faut-il donc procéder pour réaliser cette technique? Un rapport du laboratoire de génie civil américain de 1966 décrit assez précisément les étapes, disponible en ligne, le lecteur est invité à s'y référer. Mais pour résumer, c'est assez similaire à du béton armé en acier; il s'agit surtout de placer les bons diamètres de bambous, fendus si plus de 1.9 cm de diamètre, à la bonne distance de la surface de béton qu'ils préconisent à 3-4 cm. (Brink, 1966, p4 & 6). Des projets comme le musée d'Histoire de Ningbo, province du Zhejiang en Chine de Amateur Architecture Studio utilisent le bambou pour former les coffrages du béton. Cela donne une texture toute particulière à la surface jouant sur l'unicité de chaque chaume.

L'idée quant à elle, de renforcer du mortier de ciment par du bambou, n'est pas souhaitable. Apparemment, la propriété alcaline du ciment détruit la pectine de la cellulose (Minke, 2005, p78).

Ces associations furent celles principalement trouvées. Il est à noter que peu proviennent d'Asie du Sud Est. Les plus récentes proviennent d'une hybridation de culture industrielle et d'architecture vernaculaire, et sembleraient être sur la pente ascendante d'un développement à plus grande échelle. Affaire à suivre.

* * * *

Ainsi le bambou influence l'architecture de manière différente : sur la structure, la bioclimatique, et l'ambiance. Disponible sous de grande taille, il peut être utilisé telle quel, ce qui est un avantage. La typologie la plus courante correspond à celle de l'habitation, mais un intérêt se développe pour les métrastuctures, notamment en Europe. Une étude transversale rapide permet de percevoir que la diversité des typologie que ce matériau permet d'aborder est assez complète. Le bambou est surtout travaillé avec de la terre pour former des murs aux bonnes résistances sismiques, ou avec des matériaux plus industriels comme le béton. Les questions de durabilité de ce matériau organique, plus au moins vulnérable à des attaques de champignons et d'insectes sont quand même à regarder de près.



Musée d'Histoire de Ningbo, province du Zhejiang en Chine de Amateur Architecture Studio



Détail du pont Jenny Garzon à Bogota en Colombie. Architecte : Simon Vélez (Vitra, 2000)

II.3. Techniques constructives

Rentrons dans les détails d'architecture pour appréhender les techniques constructives usuelles en lien avec ce matériau. Quels sont en résumé les avantages et les inconvénients? Quelles préconisations générales avoir en tête lorsque du bambou est utilisé? Quelles différentes fonctions les chaumes peuvent-ils généralement avoir dans une construction? Sous quelles transformations et technique? Quelles techniques d'assemblages existent-elles? Sont elles diverses? Telles sont les questions qui guidèrent les réflexions de cette sous-partie, menée en 3 temps : les considérations générales sur la construction du bambou, les différents éléments constructifs et enfin la question des assemblages.

II.3.a. Considérations générales sur la construction en bambou

Afin de porter un regard un tant soit peu complet sur ces questions constructives, résumons d'abord les avantages et les potentiels inconvénients que le bambou présente dans l'expérience constructive.

Ce matériau possède beaucoup de qualités qui touchent différents domaines.

- c'est un matériau très léger, qui offre une grande solidité avec rapport masse/flexibilité très faible. Il est donc facilement manipulable, transportable, et constitue un matériau de choix pour les questions sismiques. Sa couche externe a une résistance équivalente à celle de l'acier et il peut prétendre être utilisé en charpente ou autre structure.
- il s'agit d'une ressource avec un « turn-over » conséquent. Cette plante pousse très vite car utilisable dès ses 4 à 6 ans. Le rendement des cultures est beaucoup plus intéressant que celui du bois. (cf I.1.b)
- la chaîne d'action entre récolte et prêt à l'emploi, demande très peu d'énergie si les bonnes techniques sont choisies, et pour un faible coût. L'empreinte

écologique est assez faible, même après un transport en bateau. (cf I.3.d)

- le chaume peut être utilisé entier.
- en tant que matériau organique, il permet de stocker du CO2.
- la diversité des usages d'un chaume est importante. (cf II.2.a & II.3.b)

Les potentiels inconvénients sont quant à eux :

- ses qualités mécaniques varient entre les espèces, la manière dont il est récolté, de l'humidité, son âge (cf I.3)
- le pérennité dépend de l'exposition aux ultraviolets, à la pluie et de l'humidité
- il est vulnérable à l'attaque de champignons et d'insectes féroces de son amidon. (cf I.3.b)
- il est creux et non pas parfaitement cylindrique. La base est plus large que la partie supérieure.
- il est rond et sa surface est lisse
- chaque chaume est unique et souvent non rectiligne.
- il n'y a pas de réglementations standard et il est difficile de calculer précisément et facilement ses caractéristiques constructives (cf II.1.c)



Ouvrier sur le toit du ZERI pavillon pour l'EXPO d'Hannovre (Vitra, 2000)

Le choix des chaumes est une étape importante. De manière générale, l'aspect hygrométrique reste primordial. Il est déconseillé d'utiliser un chaume dont l'humidité relative est supérieure à 20 %. D'une part, cela attirerait les insectes et les champignons, et d'autre part, ses propriétés mécaniques en seraient diminuées. L'usage de peinture n'est pas recommandé. Elle peut constituer un obstacle à l'évaporation d'eau et la pérennité du matériau en serait affectée. C'est pour cette raison d'ailleurs, que l'agence allemande choisit de ne pas mettre de finition, bien au fait de cette caractéristique. De plus, il est préférable de choisir les chaumes qui se finissent par un noeuds. Si ce n'est pas le cas, la règle usuelle est de limiter la distance au premier noeud à 12cm pour un *Guadua Angustifolia* (Minke, 2005, p31). Si la distance est supérieure à cela, il faut cercler le bambou à son extrémité. Bien que les chaumes soient rarement droits, il est cependant conseillé de limiter la courbure à 1/150 de sa longueur. Selon l'usage futur, les préconisations sont différentes. Outre savoir s'il a été récolté et traité dans les règles de l'art, il est préférable par exemple de choisir le premier tiers du chaume pour un usage en poteau, car les entrenoeuds y sont plus resserrés, le chaume sera donc plus solide. Pour un usage en poutre, l'absence de fissure longitudinale est absolument nécessaire. S'il le chaume sera utilisé dans un système de voûte par exemple ou si une forte courbure est nécessaire, il est conseillé de préférer des chaumes plus jeunes afin de leur donner la courbure voulue. Pour se faire, le chaume peut être chauffé à très haute température ou être trempé dans l'eau, mais il faudra ensuite veiller à le faire sécher correctement.

Concernant les outils adaptés à la mise en œuvre de ce matériau, ceux utilisés pour travailler l'acier sont conseillés. En effet, aussi dur que ce matériau dans sa couche externe, une scie à métaux, ou une disqueuse sont recommandés. Pour percer, il est préférable de le faire à vitesse maximale avec le moins de pression possible pour ne pas fissurer le chaume. Meuleuse et ponceuse sont utilisées pour nettoyer la section de coupe.

Enfin pour des considérations de mise en œuvre générale, il est souhaitable, comme pour le bois, que le chaume n'ait pas de contacts directs avec le sol. Cela évite les remontés capillaires et l'envahissement des chaumes par des plantes et insectes. Les 4 agences d'architectures des projets analysés en étaient bien conscients et mirent chacun des dispositifs différents. (voir III. ?) Pour un usage en charpente, étant très léger, la résistance au vent doit être soigneusement anticipée. Pour ses grandes structures, Simon Vélez conçoit des toitures très lourdes, plus de 200 Kg par mètre carré (Frey, 2013, p72) afin de créer une masse pour éviter les phénomènes d'aspiration « sous le vent ».

Pour plus détails, se référer aux ouvrages allemands tels que celui de Minke ou de l'Université de Stuttgart.



Dessin de Charpente par Simon Vélez (Simon Vélez pour Minke, 2000)



Pied de Colonne par FT Althoff pour une usine de bijouterie à Ubud en Indonésie (Minke, 2000)

II.3.b. Pluralité des éléments et systèmes constructifs

Abordons maintenant différents éléments et systèmes constructifs pour percevoir comment le bambou est travaillé différemment selon l'usage.

D'un point de vue structurel, les chaumes de bambous sont aussi bien utilisés en tant que poteaux, poutres. Concernant les poteaux, il est important de mentionner que les forces de compressions transmises sont identiques à la base et en partie supérieure du chaume.

Le premier entre-noeud inférieur est souvent rempli de mortier pour s'assurer que le chaume ne se fendra pas; il peut également être tenu par un cerclage métallique pour plus de sécurité. Le mortier peut être remplacé par un mélange d'époxy, sable gravier (Minke, 2005, p 48).

Pour éviter un contact direct avec le sol (cf III.2.a), les architectes mettent en place divers techniques. Un tube métallique ou de bois tropical peut être inséré dans le premier entre-noeud puis fixé directement au sol ou à un élément en mortier, comme le système très élégant que conçut Marcelo Villegas.

Pour des charpentes plus conséquentes, plusieurs chaumes peuvent être assemblés ensemble afin de créer un meilleur soutien et répartir les charges. Les poteaux des gigantesques structures de Simon Vélez rappellent les piliers de Cathédrale Gothique (cf photos).

Certaines techniques plus modernes utilisent plusieurs chaumes inclinés suivant une hyperboloïde en rotation.

L'usage en poutre est moins naturel du fait des moins bonnes propriétés en fléchissement. Généralement, un chaume seul ne sera utilisé que pour de petites portées ou des charges légères. La manière pour améliorer la problématique du fléchissement est de superposer plusieurs chaumes les uns au dessus des autres et de les relier via des éléments de bois à la verticale. La poutre doit être raccordée par d'autres éléments structurels qui assureront la descente de charge jusqu'au sol, au niveau d'un noeud.

Pour construire de plus grande portées, il est conseillé de travailler la charpente. Une charpente classique peut aller facilement jusqu'à 8 m de portée/

L'ensemble, poteaux, poutre, charpente permet de construire des réalisations à effet grandiloquent dont la portée dépasse parfois 30m de long et jusqu'à 9m de haut.

Fendu, ce matériau est également utilisé pour remplacer les tuiles dans les régions tropicales. Le fait que les chaumes puissent être disponibles dans de très grandes longueurs est un élément en faveur de



Charpente vue de l'intérieure d'une réalisation de Simon Vélez (Frey, 2013)



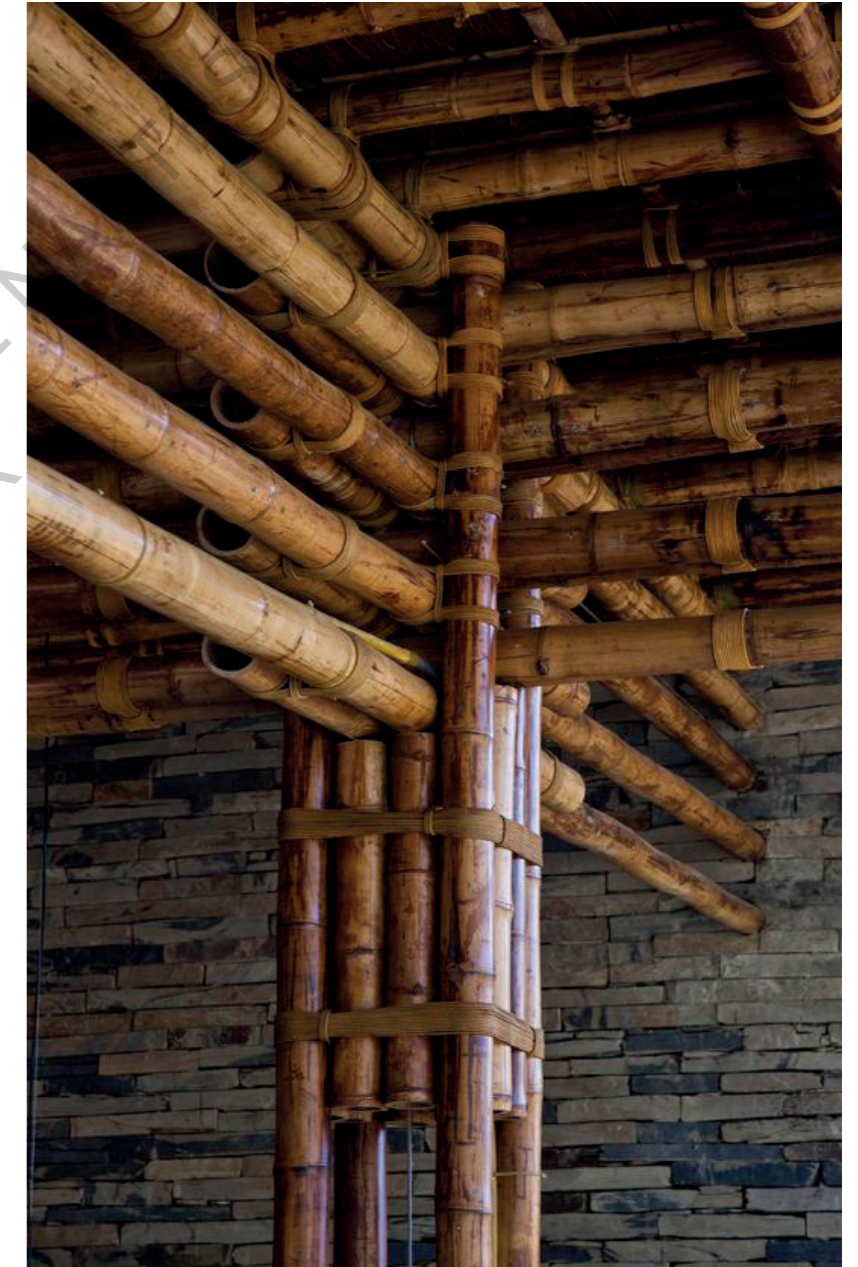
Charpente vue de l'intérieure d'une réalisation de Simon Vélez (Frey, 2013)



Vue de l'intérieur de la charpente de la maison en Sahrana, Inde, par Pradeep Sachdeva (Minke, 2012)



Charpente du ZERI vu de l'intérieur (Frey, 2013)



Exemple de surposition de chaumes pour renforcer les éléments structureux



Pied de Colonne par Marcello Villegas (Minke, 2000)



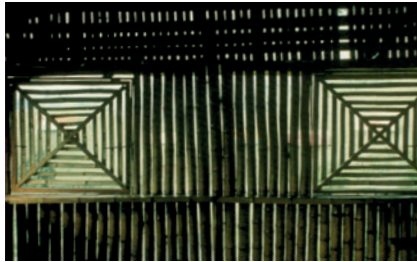
Charpente de maison



Workshop pour appréhender l'association terre-bambou (Minke, 2012)



Detail de tissage de lattes de bambou (Vitra, 2000)



Detail de ventilation d'une maison d'Asie du Sud Est (Vitra, 2000)

ces réalisations structurelles d'envergure. Le bambou peut servir à réaliser des murs en intérieurs ou en extérieurs, et ce, suivant de nombreuses techniques. La manière la plus simple est d'accoler les chaumes entiers comme dans le cas des 4 projets analysés en partie III. Ils peuvent également être fendus et tissés entre eux. Il est fréquent de voir de tels usage en Asie du Sud Est, comme au Laos (photos) ou en Afrique, notamment en Ethiopie (photo).

Cela tissage peut constituer, comme énoncé en II.2.b, en une sorte de coffrage, qui est ensuite rempli d'argile, dans les maisons «baraque».

Dans beaucoup de régions tropicales, le bambou permet de créer des ouvertures pour ventiler tout en assurant une bonne protection solaire. L'intervalle entre les chaumes est plus important et filtre la lumière. C'est une technique également utilisée en architecture japonaise qui valorise les ambiances tamisées pour révéler la beauté dans le sombre comme l'explique Tanizaki dans L'éloge de L'Ombre.

La bamboueraie d'Anduze a construit des maisons de type laotien, vietnamien et japonais, suivant les techniques traditionnelles, et il serait intéressant de s'y rendre pour développer de manière plus fine et critique cette analyse. Des entretiens avec des personnes expérimentés seraient également pertinents. Il est cependant à retenir que les chaumes conviennent à une grande diversité d'usage structurel ou non.



Hall d'une usine en cours de construction. Architecte : Simon Vélez 1993 (Vitra, 2000)



Technique d'assemblage s'inspirant du noeud MERO par Jörg Stamm (Minke, 2012)

II.3.c. La question des assemblages: savoir-faire névralgique de la mise en œuvre

L'aspect constructif le plus ardu est sûrement celui des assemblages. Toutes les considérations énoncées en II.3.a sont de mises à fin de réussir à assembler plusieurs chaumes entre eux. Arriver à former des joints où la force est transmise d'un chaume à l'autre, n'est pas chose aisée, pour ces tiges non parfaitement cylindriques, dont le diamètre se resserre en hauteur, pourvues de noeuds et entre-noeuds; de plus, creuses et anisotropes, id est, pourvues de fibres uniquement longitudinales en surface, ces techniques ne peuvent être empruntées à celles du bois. En effet, si le bambou n'a pas été pré-percé, le clou ou la vis fissurera le chaume. Cela peut expliquer pourquoi traditionnellement, du rotin, du raffia ou autre liane étaient utilisés pour assembler les chaumes. L'autre part de l'explication vient du fait que ces techniques sont issues de peuplades nomades.

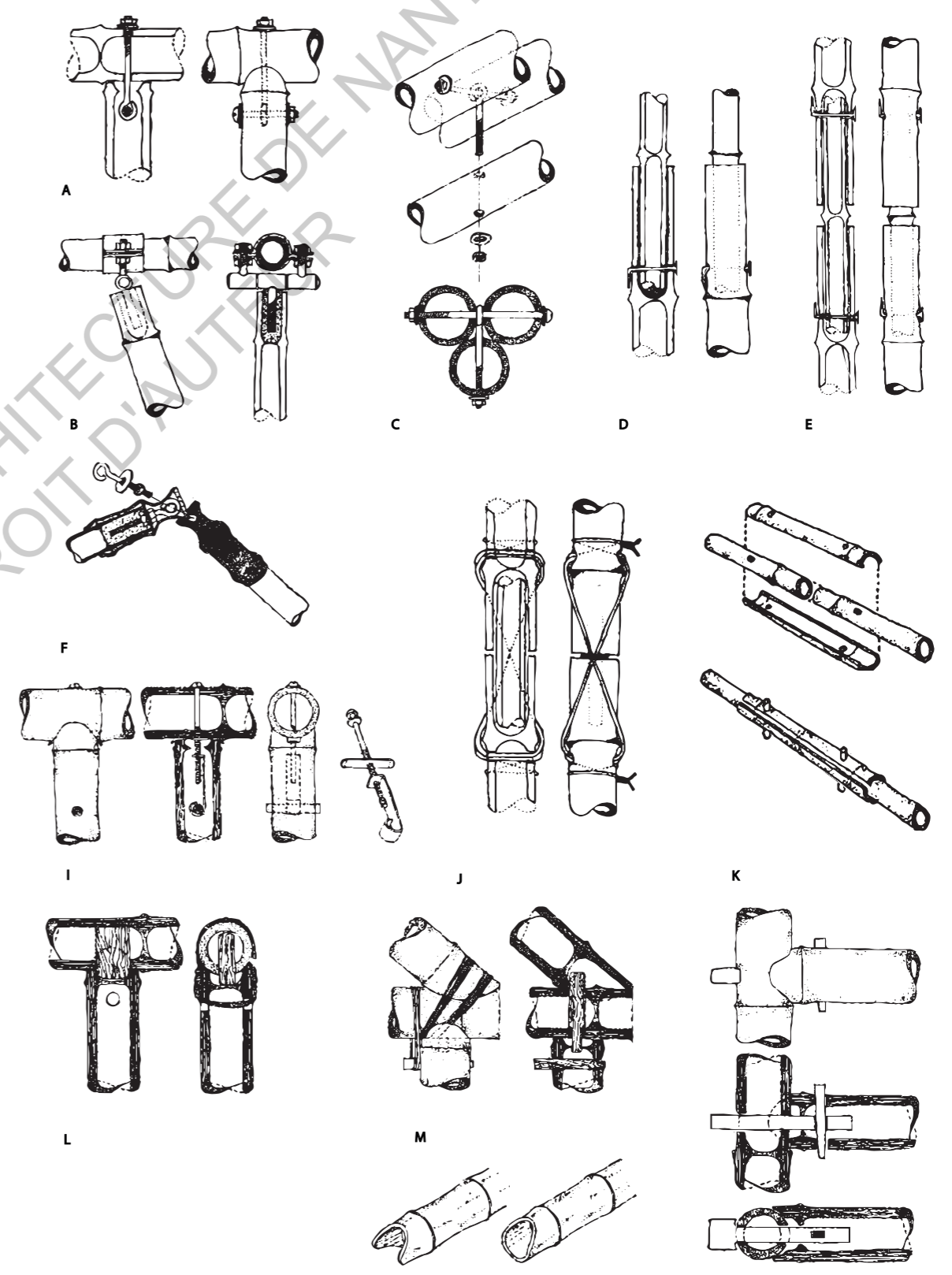
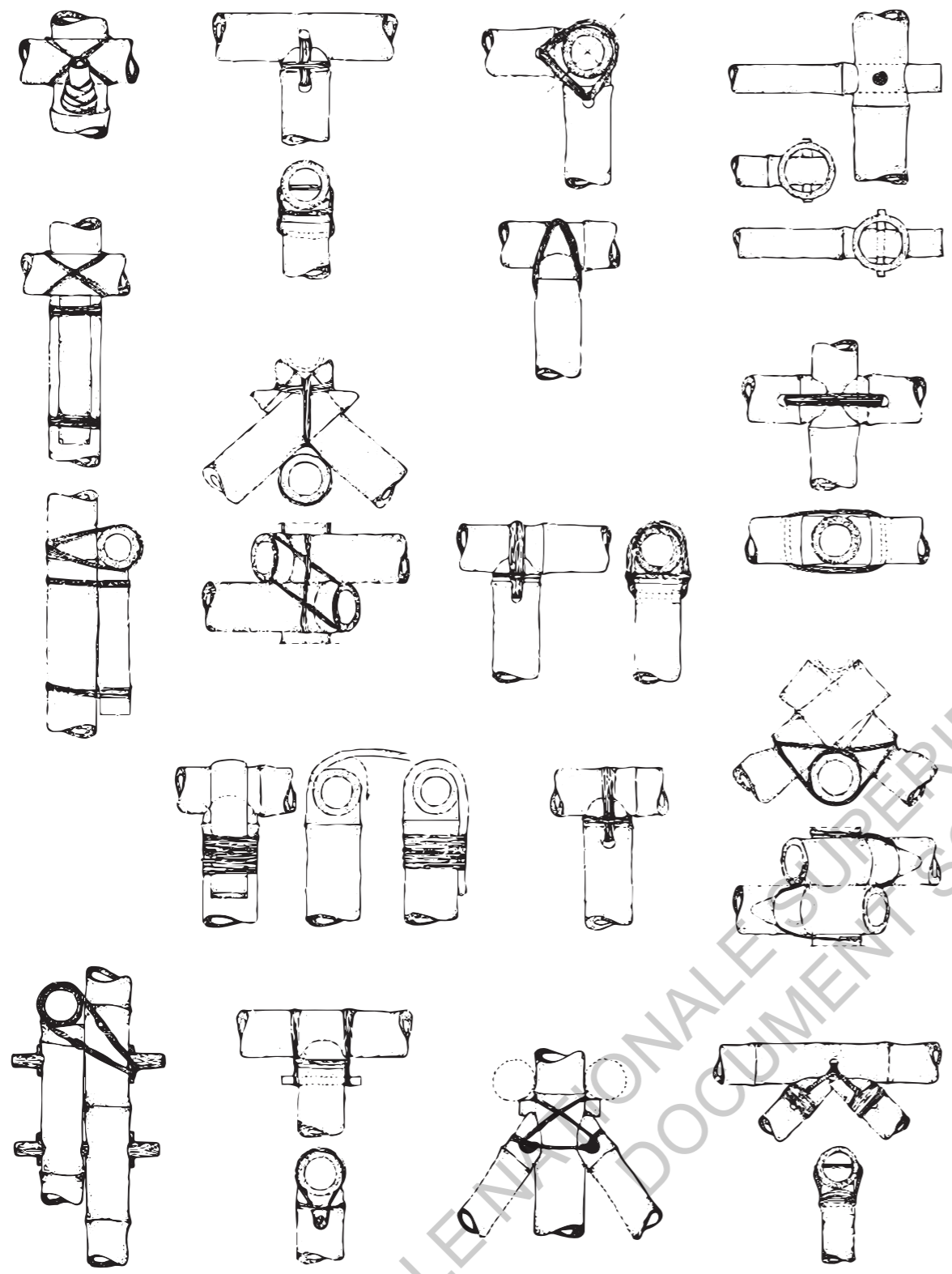
Ces assemblages sont encore utilisés, notamment pour les échafaudages, même s'il s'agit aujourd'hui plutôt de tiges synthétiques ou en fil de fer. Il est conseillé dans ce cas de ne pas utiliser des bambous verts car lorsqu'ils séchent, ils rétrécissent et la liane devient lâche.

Comme l'exprime Janssen dans son rapport de 2000, le bois et l'acier ne purent être utilisés à grande échelle que lorsque la question des assemblages fut réglée. Cette question constructive est clé dans le développement de ce matériau dans l'architecture. Janssen, encore, répertorie 7 groupes de techniques d'assemblages : en section transversale complète, de dedans à un élément parallèle, de dedans à un élément perpendiculaire, de la section transversale à un élément parallèle, idem à un élément perpendiculaire, de dehors à un élément parallèle, puis perpendiculaire, et pour des bambous fendus. Elles sont décrites précisément des pages 91 à 108 du rapport de l'INBAR de 2000.

Ces techniques d'assemblages vont du plus élémentaire à du très sophistiqué. Les plus sommaires sont détaillées de manière précise dans l'ouvrage d'Hidalgo, pages 226-231. Elles peuvent être parallèles, orthogonales, perpendiculaire ou



Technique d'assemblage en bouche de poisson sur un ouvrage de Simon Vélez (Vitra, 2000)



Assemblages C, D, E et F conçus par Marcel Kalberer pour de faibles transferts de charge
 Assemblage N : en bouche de poisson - coupée en flûte
 Assemblage O : bouche de poisson perpendiculaire

convergente. Beaucoup d'architectes contemporains, remettent en cause ces techniques traditionnelles, jugées trop approximatives et un frein à l'utilisation du potentiel du matériau. Présentons quelques uns de ces assemblages modernes.

Parler de l'innovation menée par les architectes colombiens Simon Vélez et Marcello Villegas dans ce domaine, semble nécessaire. Alliant la culture constructive coloniale espagnole, dont ils reçurent l'enseignement lors de leurs études et ce qui leur semblait une évidence constructive du fait de leur culture locale, ils mirent au point des techniques d'usage et d'assemblage nouvelles. Leurs principes constructifs associent des techniques industrielles comme l'usage du béton, avec le potentiel inhérent du bambou, en l'occurrence pour eux du *Guadua Angustifolia*. Un exemple de leur création est l'« assemblage bouche de poisson » ou encore « bout en flûte » si la section est oblique. Pour ce faire, un bambou est perforé au niveau des 2 entrenœuds terminaux (pour reprendre les termes de *Travailler le bambou* de Yves Crouzet, Arles, Acte Sud, 2015) pour y couler du mortier de ciment où une tige filetée sera « noyée ». Il est ensuite fixé à un chaume perpendiculaire à l'aide d'un écrou et d'une entretoise coulée en bronze adaptée au diamètre afin de répartir les charges. Cet assemblage permet de profiter pleinement des performances en traction et en compression du bambou, sans demander beaucoup de ressources. En effet il ne requiert que 2 choses élémentaires proposées par l'industrie : tige filetée et ciment de Portland.

D'autres architectes ont repris cette technique en la simplifiant. Notamment Adan Piza qui confectionna des éléments en caoutchouc à mettre sur l'extrémité du chaume pour éviter d'avoir à couper le bambou en « bouche de poisson ».

Il existe des techniques encore plus élaborées. Comme celle de l'architecte allemand Tim Obermann qui utilise des connecteurs métalliques coniques reliés à une boule métallique centrale. Avec l'ingénieur colombien Ronal Laude, ils proposent leur service de consultant dans le cadre de « bambou-space ». De manière similaire, l'allemand Jörg Stamm de l'université de Aachen utilisa le noeud type MERO pour pouvoir relier plusieurs bambous entre eux. Le terme MERO est une abréviation de Mengerlinghausen Rohrbaueise, c'est à dire structure tubulaire Mengerlinghausen. Elle porte le nom de son concepteur, l'ingénieur allemand Max Mengerlinghausen. Elle décrit ce système d'assemblage, qui consiste à relier des tubes métalliques coniques et creux à un noeud métallique, suivant une géométrie précise. Ce concept fut repris par d'autres, comme l'architecte Japonais Hamura Shoei Yoh, mais de manière plus simple (voir photo). Ou encore de manière encore plus élaboré par l'architecte Markus Heinsdorff, comme le montre cette photographie d'un assemblage réalisé sur le pavillon à l'EXPO de Shanghai en 2010 (ensuite remonté à Bois Bochet, cf II.2.a). Le laboratoire d'entraînement et de développement de prototype de Rio de Janeiro, a également développé une technique pour transmettre de grosses charges. Une sorte de chapeau métalliques est placé à l'extrémité du chaume, puis ensuite resserré. Il est connecté à une autre pièce métallique qui le relie de manière similaire à un autre chaume.

Du côté de l'Amérique du Nord, l'entreprise KOOLbamboo mit au point des techniques d'assemblages propres.

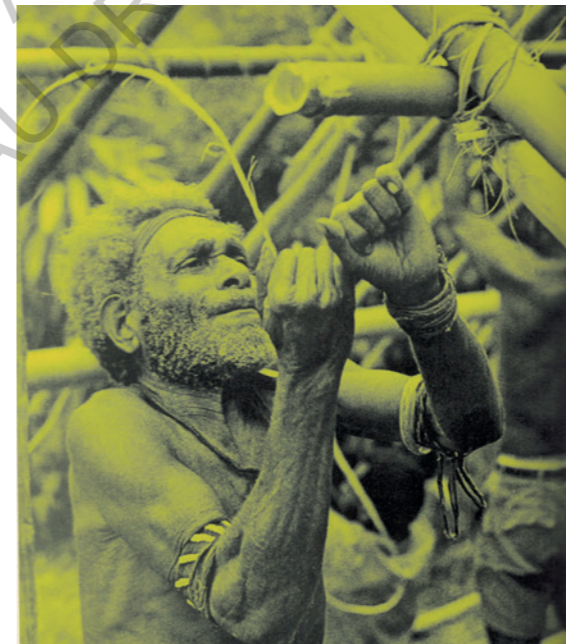
Il est à noter qu'il ne fut pas trouvé de calculs de transmission de charge associés à ces techniques d'assemblage. Peut-être appartiennent ils au domaine privé de chaque architecte. Les acteurs de ces nouvelles techniques d'assemblage viennent du monde entier, mais la proportion d'architectes européens allemands est frappante. Elle semble s'inscrire dans cette tradition de maîtrise d'élément constructif, dont il fut parlé dans l'introduction générale. Ces techniques modernes sont le fruit d'une rencontre des méthodes industriels et d'un savoir-faire occidental avec un matériau à l'usage vernaculaire.



Assemblage via des lianes en caoutchouc (Vitra, 2000)



Technique d'assemblage par Adan Piza (Minke, 2012)



Technique d'assemblage par Marcello Villegas (Minke, 2012)



Technique d'assemblage par Shoei Yoh (Vitra, 2000)

CONCLUSION PARTIE II :

Dans cette partie II, nous voulions aborder de manière transversale la relation de ce matériau à l'architecture dans le monde.

Le poids économique et politique que représente le bambou est difficilement quantifiable, mais cependant en hausse.

Les jeux d'acteurs vont de la relation classique architectes-artisans au savoir-faire autodidacte ou encore plus inhabituels entre acteurs de différentes nationalités.

Parallèlement à cela, les usages du bambou sont divers et touchent un large panorama de typologie et ne sauraient se cantonner aux échafaudages comme certains européens pourraient le croire.

Les modalités constructives montrent l'importance du savoir-faire, d'autant plus qu'il n'y a pas de standardisation de calculs ou de réglementations à l'appui.

Cette plante peut être utilisée pour tout systèmes constructifs, et de nouvelles techniques alliant savoir vernaculaire et industriel apparaissent de plus en plus.

La question des assemblages reste le nerf du savoir-faire architectural en matière de bambou. Cela explique peut-être d'ailleurs que l'usage en élément de façade soit plus utilisé en Europe par rapport à un usage structurel, du fait d'un manque de connaissance.



Façade de l'école Meti au Bangladesh par Anna Heringer



Photographie d'intérieur du Parking de Leipzig © Photographe de l'agence

PARTIE III : CAS DE L' EUROPE, MATERIAU EN DEVENIR PERTINENT?

Analyse du potentiel dans un contexte précis, mise en relief des problématiques et enjeux clés

La première et deuxième partie le font comprendre : le bambou a un potentiel réel en matière de construction. Il est exploité depuis des centaines voir des milliers d'années dans plusieurs parties du globe, où il pousse. L'absence de références européennes est quant à elle frappante. Comparée aux traditions par exemple chinoises et plus largement asiatiques, notre culture constructive est proche de zéro : il n'existe pas de DTU* ou d'équivalent européen concernant ce matériau pour aucun des pays et nous avons peu de ressources bibliographiques autant que matérielles.

Néanmoins depuis les années 2000, apparaissent des projets utilisant du bambou. Il est entendu par là les chaumes entiers, et non décomposés comme pour faire du parquet, marché lui en véritable expansion en Europe. Quelques mois de recherche permirent de trouver une vingtaine de projets construits entre 2000 et 2015. Un seul projet, en l'occurrence un petit pont piéton en Allemagne, fut trouvé dans les années précédentes (1989). Cela se corrèle-t-il avec l'exposition d'Hanovre en 2000 où Simon Vélez y construisit son pavillon en *Guadua Angustifolia*? Cette gigantesque structure marqua sûrement les esprits et rappela ou fit découvrir l'existence de ce matériau aux architectes européens. Cependant cela ne fut mentionné que par l'agence allemande de Leipzig lors des entretiens.

D'autre part cette vingtaine de réalisations se concentrent en Europe de l'Ouest: Espagne, Italie, Allemagne, France, Belgique et Royaume-Uni. Aucun ne fut trouvé plus à l'Est que Leipzig.

Sous quelles formes l'usage direct du chaume de bambou se présente-t-il dans ces constructions? 8 l'ont utilisés en élément de façade, 5 de façon temporaire pour des pavillons/installations extérieures ou intérieures et 6 de manière structurelle **.

Face à ce paradoxe, la question est de comprendre : pourquoi ces projets apparaissent-ils? Annoncent-ils un usage plus fréquent, le bambou constituant une alternative pertinente aux méthodes industrielles ou résultent-ils d'un fantasme d'architectes en mal d'expérimentation ou sont-ils une réponse aux problèmes écologiques ou... ?

Devant l'étendue du sujet, il fut décidé d'aborder la problématique à la lumière d'un unique usage. Le bambou en façade fut choisi pour plusieurs raisons. D'une part, il s'agit de l'usage recensé le plus utilisé pour des typologies et pays différents. Cela offrait l'occasion de mesurer à quel point ces 2 paramètres influencèrent ce choix. D'autre part, la façade comme première vitrine d'un projet architectural permet de révéler ce matériau sous plusieurs angles. En effet pour certains projets structurels recensés, comme celui des architectes Suzanne Kröner & Tilman Schäberle à Darmstadt, ou de Gabriel Barbata & Esteve Navette en Catalogne, un visiteur soupçonnerait difficilement la présence du bambou. Un usage en façade permettrait d'aborder plusieurs problématiques à la fois : comme celles d'ambiance, d'intégration dans le paysage urbain, d'interaction avec les usagers et de vieillissement.

*: dossier technique unifié

** : pour plus de détails, se référer à la liste en Annexe

Parmi ces 8 réalisations recensés, 4 furent choisis. Cette troisième partie repose sur l'analyse des entretiens menés avec ces différents architectes pour répondre à la problématique initiale. Cette dernière partie se décline suivant 3 grands axes : les raisons de ce choix du bambou en élément de façade, les réalités constructives et challenges rencontrés et enfin la question du devenir en Europe.

Explications du choix des projets et présentation

Ces 4 projets parmi les 8 furent sélectionnés selon plusieurs critères : leur typologie, leur taille, l'année de réalisation et la nationalité.

En terme de typologie, il était intéressant de pouvoir comparer l'expérience constructive pour un bâtiment recevant du public et un bâtiment d'ordre privé, car la synergie des acteurs et des contraintes réglementaires y sont différentes. Ainsi 2 ERP: une crèche et un parking et 2 maison individuelles furent choisis. Cela permettait également d'aborder des tailles différentes et de percevoir l'influence sur les questions d'approvisionnement, de la main d'œuvre et d'installation en fonction de la plus ou moins grande échelle du projet. L'année de réalisation, elle, avait l'intérêt d'évaluer l'influence de la crise économique, à savoir si des différences notables pouvaient être perçues entre les projets avant et après 2008. Cela permettrait d'appréhender les phénomènes économiques en jeu pour le développement de nouvelles mises en œuvres architecturales en Europe de l'ouest. La plage de temps de ces réalisations choisies s'étale entre 2002 et 2012. Enfin la nationalité pouvait permettre la comparaison entre différentes réglementations, et attitudes des autorités envers un matériau méconnu et potentiellement l'influence de la culture sur les pratiques architecturales. Ainsi, 2 de ces projets sont français, un belge et un dernier allemand.

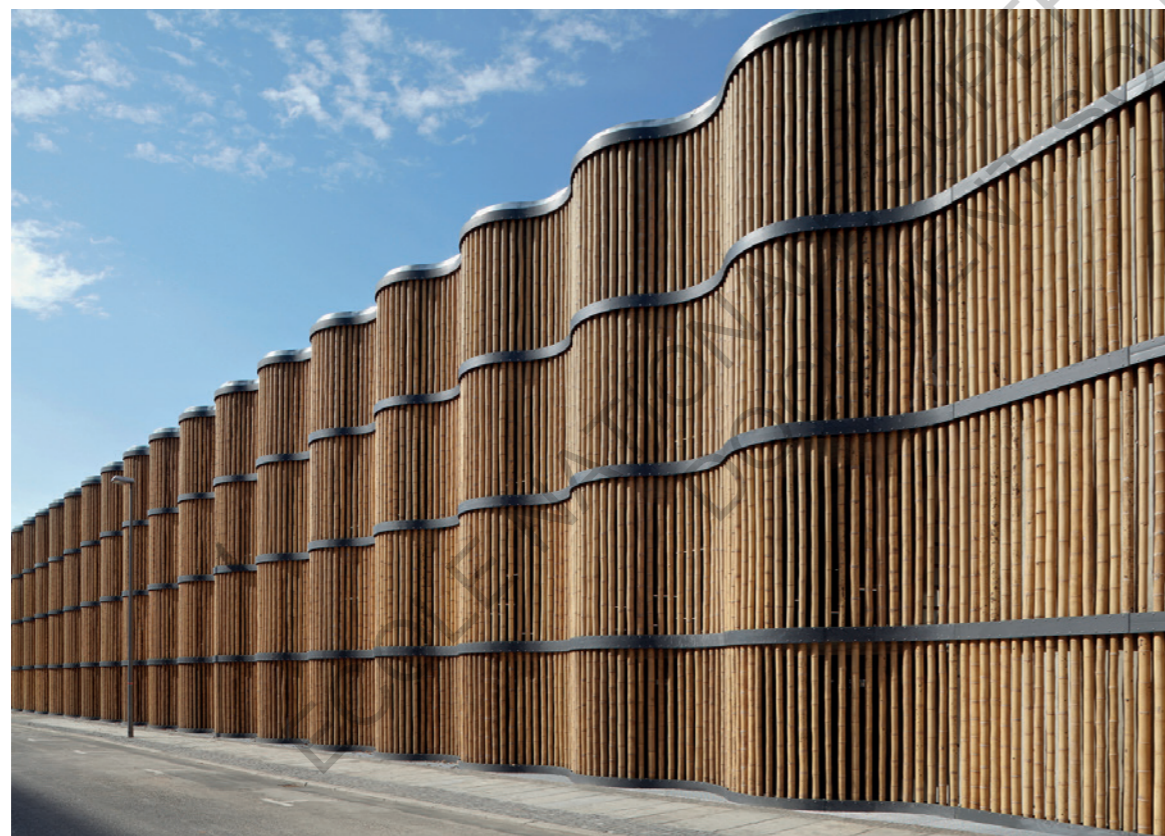
Présentons ces 4 projets plus en détails:

Le parking de Leipzig est un des premiers parkings en Europe à utiliser du bambou et de cette manière. De fait, 2 autres parkings suivirent à Amsterdam et la Hague, s'en inspirant sûrement. Étonnamment, de tous les projets recensés, le parking était la typologie la plus présente.

Ce projet fut réalisé en 2004 et agrandi en 2012 par un autre bâtiment à la façade ondulée également en bambou. Le fait qu'il s'agisse de 2 bâtiments construits à 8 ans d'intervalle permettait de questionner l'évolution de l'expérience constructive avec ce matériau. L'ensemble est situé en plein centre ville de Leipzig et à proximité d'un Zoo qu'il dessert. L'agence allemande HPP Architekten GmbH, possède plusieurs bureaux à l'international et en Allemagne dont un à Leipzig. C'est l'architecte Martin Reichel de l'agence de Leipzig qui répondit aux questions de l'entretien. Il eut l'occasion de travailler sur le deuxième projet et était très au fait pour répondre sur l'ensemble global.

Le deuxième projet choisi recevant du public est une crèche dans un quartier de l'est de la ville de Nantes, construite en 2002. Le fait que cela soit un projet français, permettait de comparer l'influence de la typologie sur cette expérience constructive avec le projet de maison individuelle au sein d'un même pays, et d'autre part, de comparer l'influence du pays d'implantation avec le projet du parking de Leipzig, également un ERP. Enfin le programme de la petite enfance supposait potentiellement un rapport différent à la façade.

Cette crèche fut réalisée par l'agence nantaise Topos Architecture, menée par Jean-François Mauras qui répondit aux questions de l'entretien, quand bien même il n'y avait pas repensé depuis 15 ans.



Façade ondulée du 2ième Parking de Leipzig de HPP Architekten GmbH © Photographe de l'agence



Façade sur rue de la Crèche Bambou de TOPOS ARCHITECTURE © Photographe de l'agence

Deux réalisations de maisons individuelles furent choisies :

Une correspond à une maison d'architecte, que l'architecte bulgare Milena Karanesheva et l'architecte autrichien Mischa Witzmann, couple dirigeant de l'agence Karawitz à Paris se firent construire en 2009. Elle se situe à Bessancourt dans le Val-d'Oise. Il s'agit d'une maison certifiée passive, selon le label allemand PassivHaus. Il était intéressant de voir en quoi cet usage du bambou s'inscrivait dans cette dynamique. De plus, le fait que ces architectes soient leurs propres clients permettait un autre angle de vue sur ce matériau, celui du quotidien. L'entretien se fit, lui, avec M. Karanesheva.

Ce projet peut être comparé avec l'autre maison individuelle située dans une petite ville belge Rotselaar, construite en 2010. Elle fut également construite dans une optique de faible consommation énergétique au dire de son nom «Low Energy House». Elle fut réalisée par l'agence AST77 Architects & Engineering, sous la direction de Peter Van Impe, qui répondit en personne aux questions de l'entretien.



Façade Sud Est de la maison de Bessancourt de l'agence KARAWITZ © Photographe de l'agence



Façade de la maison de l'agence belge AST 77 Architecten © Steven Massart pour l'agence

III. 1 Un choix d'ambiance plutôt qu'écologique répondant à un contexte de projet très singulier, qui s'inspire de la palissade

Ce mémoire s'est véritablement construit autour de ce phénomène intrigant : l'émergence de projets architecturaux utilisant du bambou en Europe alors qu'il n'y avait pas d'antécédents et a priori pas de ressources. L'usage du bambou ne semblait pas, à première vue, évident. Il semblait nécessaire de comprendre les raisons de ce choix pour tenter de répondre à la problématique posée. Était-ce un choix prémédité? une volonté personnelle? pour des raisons d'ambiances? conviction écologique? Quels processus furent-ils à l'œuvre, quels chemins parcoururent les architectes pour avoir l'idée, l'intention de créer de telles façades? Telles étaient les questions sous-jacentes à celles posées en entretien pour analyser ce choix.

III.1.a. Le choix du bambou issu d'un concours de circonstances

Pour comprendre les dynamiques à l'œuvre de l'avènement de ces projets; la question « comment est venu ce choix? » était donc naturellement en tête de liste au cours des entretiens. « Comment ? » et non « Pourquoi ? », subtilité nécessaire car elle permet de mettre en relief les jeux d'acteurs, révéler les imprévus, alors que le « pourquoi » demande un chemin tout tracé et rationnel. Le « ce n'était pas vraiment programmé en fait » de M. Karanesheva résume bien le chemin non linéaire que suivirent ces architectes pour ces projets et souligne l'importance contextuelle et les concours de circonstances qui furent à l'œuvre. En effet, il se dessine très nettement derrière ces 4 projets une forte similarité en matière de motivations, se déclinant en 2 points, quant à l'usage du bambou en élément de façade.

Premièrement, aucun de ces architectes n'avait en tête l'utilisation du bambou au début du projet et ne l'avait jamais utilisé auparavant. Seul Peter van Impe connaissait un peu ce matériau via des amis ayant vécu au Brésil ou via un parquet en bambou dans son agence. Il n'empêche que pour chaque projet, le bambou, suivant des cheminements différents, apparut être clé dans l'adaptation du projet architectural à un contexte singulier. Il s'agissait d'un contexte spatial pour le projet du parking ou celui de la maison belge, contexte plutôt politique pour la crèche et enfin contexte architectural pour la maison passive.

Dans le cas du parking de Leipzig, le bâtiment se trouvait en plein centre ville et à proximité du zoo. Celui-ci bénéficierait de ce programme et les architectes voulaient créer une relation avec l'univers animalier et végétal. Plus qu'un parking, les architectes voulaient que ce bâtiment fasse figure de première expérience végétale, de seuil à ce zoo. La façade était le point de levier pour y parvenir. D'après eux, ils gagnèrent le concours grâce à cette idée du bambou. Pour l'extension réalisée 8 ans plus tard, le bambou fut demandé par la maîtrise d'ouvrage suivant les mêmes techniques de mise en œuvre.

La maison belge quant à elle, était située en zone semi-urbaine, très difficile d'accès, dans les bois. De plus, le terrain était très étroit. Cela rendait l'acheminement des matériaux compliqué. De plus le budget des clients était très limité. A cette époque, le gouvernement belge avait réduit certaines taxes pour aider le milieu de la construction à sortir de la crise, mais cette mesure prenait fin dans le courant de l'année. Le projet avait donc un an maximum, du permis de construire à la réception, afin de limiter les coûts. Pour toutes ces raisons, ils décidèrent de construire en bois: peu coûteux au dire de l'architecte, simple et rapide à mettre en œuvre sur le site et sans

poser de problème d'accès. Ce cahier des charges s'appliquait également à la façade; ils recherchaient une façade économique qui cohabiterait bien avec l'environnement très boisé du site.

Les questions de temps furent également des contraintes centrales dans l'élaboration de la crèche de Nantes. En effet, la ville demandait que celle-ci soit réalisée en 6 mois, étude et construction comprises. La ville manquait cruellement de crèche et se lança le défi d'en construire le plus vite possible, fait sans précédent. Aujourd'hui comme le fit remarquer l'architecte JF.Mauras, cela ne serait pas possible « rien que le permis dure 6 mois maintenant ». La problématique de l'architecte était donc de construire le plus rapidement possible tout en offrant un lieu propice de vie pour la petite enfance. Il fallait éviter l'effet « boîte à savon », qu'une architecture modulaire ou des principes standardisés sur le mode industriel (mode retenu pour ce projet) peuvent engendrer. La façade devenait le seul l'objet architectural qui pouvait faire la différence : parler d'architecture tout en respectant les contraintes de temps, puisque tout le reste du bâti serait basiquement construit.

Cette réflexion guida également le couple d'architectes de l'agence Karawitz. Construisant une maison passive, ils étaient à la recherche d'une façade assez « contemporaine », d' « un espèce de voile pour la rendre plus sculpturale ».

L'idée pour eux comme pour l'agence TOPOS, était de venir habiller la façade. Ils recherchaient quelque chose de simple en phase avec le côté « brut » de cette maison, compacte pour des raisons énergétiques. Ils avaient d'abord pensé à du bardage ajouré en bois, ce qu'ils mirent dans le permis de construire, tout en ne précisant pas l'essence.

Pour tous ces projets, la façade, objet architectural, était clé dans la réussite du bâtiment et un système à penser.

Deuxièmement, l'importance que joua la palissade dans l'avènement de l'idée du bambou pour chacun de ces projets s'avéra particulièrement frappante. Par palissade, est entendu une clôture faite de pieux ou de planches plus ou moins jointifs, selon la définition du Larousse.

Pour les architectes de l'agence HPP Architekten, ce fut une visite au zoo de Leipzig où ils virent des « barrières » en bambou, qui fut le déclic. Ils recherchaient une relation forte à cet univers et en voyant ces bambous agencés à la verticale, ils pensèrent « façade ».

Pour l'agence Karawitz, ce fut tout autant le fruit du hasard. Alors que le couple revenait d'un chantier et attendait le train à la gare de St Ouen, ils aperçurent une clôture en bambou. Intrigués par ce matériau, ils se mirent à explorer cette solution pour leur façade.

L'idée, pour la maison belge, était de regarder dans l'univers du jardin pour des solutions au cahier des charges. L'agence AST77 pensa d'abord à des sortes de panneaux en noix de coco, apparemment très utilisés pour les palissades en Belgique. Cette idée n'aboutit pas mais les clients incitèrent à regarder d'autres techniques utilisées dans les jardins, si possible moins chères. Lors de leurs recherches, les architectes tombèrent sur le site internet d'une entreprise qui réalisait des clôtures en bambou. Cela leur plut et leur donnèrent envie de l'utiliser en façade. A partir de ce moment là, il leur restait un mois pour déposer le permis de construire.

Jean François Mauras de l'agence TOPOS était quant à lui bien incapable de se souvenir comment l'idée du bambou émergea. Il n'empêche que leur volonté d'architecte était de revêtir « la boîte » d'une « peau » qui viendrait maquiller l'aspect rustique et pragmatique du bâtiment. Le terme de « palissade » fut employé par lui-même naturellement plusieurs fois au cours de l'entretien. Il se souvient cependant que le bambou permit un consensus, nous le verrons dans l'analyse des jeux d'acteurs.

Pourquoi la palissade eût-elle autant d'influence pour ces projets? Il ne semble pas que cet élément paysager est jamais été vecteur d'inspiration dans leurs

pratiques architecturales auparavant. Aucun ne suggéra un principe tel que : s'inspirer de l'environnement végétal pour construire. Mais, du fait de contexte singulier, la façade devenait, pour ces 4 projets, un élément architectural à part, à penser plus comme une « peau » indépendante de l'intérieur du bâti et de sa structure, et devenait une « surface » à travailler. De plus, une relation au végétal était recherchée par ces architectes. Or, bien que non préméditée, la palissade par sa caractéristique de surface verticale et d'acteur du monde paysager, inspirait un travail dans le plan avec des matériaux autres que ceux couramment utilisés en façade. Ceci explique sûrement pourquoi à partir de la « rencontre » de ces palissades, ces architectes purent y voir une réponse à leur problématique de façade.

Comme le fait remarquer Peter van Impe, « ce n'est pas le matériau que nous avons choisi mais plutôt la manière de repenser quel type de matériau nous pouvions utiliser pour la façade autre qu'un matériau usuel comme le bois, l'acier ou briques ».

C'était l'aspect recherche et la manière de changer l'usage d'un matériau qui n'est pas typiquement utilisé en façade qui les intéressaient pour ces projets. Chaque réalisation consistait en une innovation en soi, il fallait sortir des sentiers battus. Cette idée, Jean François Mauras l'exprime très bien :

« ils (la ville de Nantes, la maîtrise d'ouvrage) étaient eux aussi dans cette question d'innovation, ils innovaient en voulant construire une crèche en 6 mois. Du coup la question de l'innovation du bambou allait avec l'innovation de leur projet à eux qui leur tenait à cœur ».

* * * *

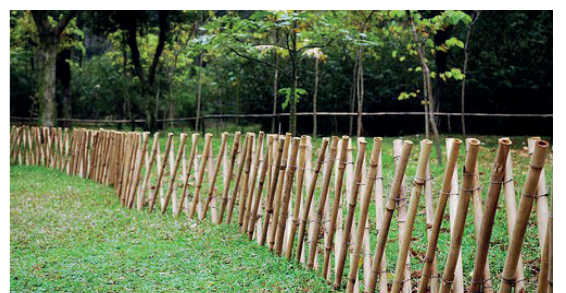
Ainsi le choix du bambou résulte bien plus de concours circonstancés, que d'une attirance particulière antérieure pour ce matériau. Le choix n'était pas prémédité.

La rencontre de palissade en bambou permit à ces architectes d'appréhender ce matériau pour leur façade qu'ils devaient penser comme un objet architectural fort du fait des contraintes particulières de chaque projet. Cet élément paysager fut un facteur d'inspiration commun.

Cependant, il existe toute sorte de clôture, en bois, en plastique, en tige de fer... Parmi tous les types de clôtures potentiellement visibles à l'état embryonnaire du projet, ce fut celle en bambou qui retint leur attention. Certes la palissade pouvait être vecteur d'inspiration, mais de fait elle ne le devint réellement qu'en tant que palissade en bambou. Pourquoi? La question mérite d'être posée.



Clôture Japonaise Katurarikyuu



Palissade d'Amérique du Sud



Vue du balcon de la maison de l'agence Karawitz - jeux d'ombre et filtration lumineuse - église du XIIIe siècle en dernier plan

III.1.b. Le bambou : vecteur d'une ambiance singulière et d'un imaginaire bienveillant

Tous ces architectes furent unanimement attirés par le fait que cela soit un matériau « vivant ». Qualificatif employé lors de ces 4 entretiens.

Le bambou créait une relation particulière avec le végétal qui était nécessaire pour ces projets. Mais là encore, suivant ces seuls critères, une clôture en bois aurait pu être source d'inspiration. C'est la façon assez unique dont le bambou vieillit et change de couleur qui le distingua. Son côté brut, irrégulier, unique, le différenciait du bois ou d'autres matériaux organiques et permettait une révélation d'autant plus intéressante de ce « côté vivant ». Ce sont les caractéristiques les plus mises en avant par ces architectes, qui perçurent chacun à leur manière des qualités d'ambiance nécessaires à la réussite de leur projet.

La couleur et le vieillissement du bambou, furent précisément ce qui séduisit le couple de l'agence Karawitz. Il eurent un rapport presque émotionnel avec cette teinte grise « très claire » : « Quand on avait vu ce bambou qui avait bien vieilli, à notre avis, c'était vraiment ce que l'on avait à cœur ». Pour cette maison de Bessancourt, le bambou au début un peu jaune, a rapidement viré au gris un peu foncé puis petit à petit à ce gris clair désiré.

Ce fut également un élément déterminant pour les architectes belges qui souhaitaient éviter autant que possible une surface lisse et statique. Ils furent intéressés par ces variations de couleurs en fonction des années. De plus, en milieu boisé, les couleurs changent au fil des saisons. En hiver, les chaumes s'humidifient et deviennent verts et l'été ils redeviennent jaunes. Les feuilles des arbres faisant plus ou moins d'ombre, introduisent aussi des variations de couleur. Le bambou permettait une véritable résonance au milieu très boisé du projet, ce qui était un élément important dans leur travail de conception. « ... cela rend vraiment très bien, il a encore un effet un peu patiné, mais pas aussi figé que pour le bois, ... on le savait depuis le début que c'était possible et maintenant on voit comment cela fonctionne ». Ils avaient donc ce phénomène en tête lors de la conception du projet et ce fut un facteur de décision.

Pour l'agence allemande, la manière dont le bambou allait vieillir ne fut pas un paramètre considéré lors de la conception mais fut néanmoins appréciée par la suite, comme le montre ces propos : « Maintenant nous adorons, il vieillit mais ne perd pas ses qualités, et après avoir fini le 2^{ème} bâtiment, l'ancien était déjà gris et le nouveau bien jaune et maintenant ils sont de couleurs similaires, et se rapprochent en couleur de jours en jours ».

De même pour l'agence TOPOS, ce n'était pas un facteur déterminant mais elle apprécia que cela soit un matériau « qui vit » et change. Par contre, le fait que cela grise uniformément était important pour eux en vue d'un travail plus qualitatif ; sinon cela donnerait, selon eux, un côté un peu « sale , un peu crado ». Pour ce faire ils les disposèrent tous dans le même sens, firent attention à l'eau et à ce que le soleil vienne taper de manière à peu près uniforme, et de même pour la lune. De plus, ils choisirent délibérément de ne pas créer de casquette solaire ou de rebords et évitèrent de créer des ressauts. Ainsi la temporalité induite par ce matériau qui change de couleur selon la météorologie et au fil des années plaisait à ces architectes. Sans doute, cette caractéristique le différenciait d'autres matériaux au profil très standardisé, et permettait un langage de façade plus dynamique et en prise avec son environnement.

De plus le côté brut, irrégulier du bambou permettait de se distinguer et fut apprécié sinon recherché par ces architectes.

En effet, l'agence Karawitz apprécia tout particulièrement le côté un peu choquant, « brut », du bambou qui fend, bouge, vieillit. Le couple d'architectes voulait éviter un effet « précieux ». Son irrégularité donnait une finesse et une ambiance unique à leur maison. « Le bambou c'est plus irrégulier, le bois c'est très régulier, donc ça devient très vite assez raide. Les cannivelles, on en voulait pas trop parce que c'est un peu grossier, pas assez fin et le bambou c'était vraiment l'idéal parce que c'était à la fois fin et à la fois un peu irrégulier. Donc ça vit. Et quand on les a accrochés sur la façade, c'était vraiment très très beau. » Pour l'agence HPP Architekten, c'était également un point très important. Le fait que le bambou comporte des irrégularités et que chaque chaume soit unique, les diamètres allant pour ce projet de 7.5 à 15cm, permettait de façonner un caractère singulier à leur façade. Comme le fait remarquer M. Reichel, « c'est un matériau naturel, il n'est pas droit, chaque tige a des tailles différentes...; quelque chose s'est perdu dans nos bâtiments, le côté nature. Aujourd'hui tout doit absolument être calibré au centimètre, millimètre. » Ce côté « nature » permit de créer cette relation au végétal, recherchée pour tisser un lien avec le zoo. Le bambou permettait vraiment de créer une première porte d'entrée à cet univers. JF. Mauras était également conscient de ces aspects lors du travail de conception, mais les percevait plus comme un défi. En effet, cette irrégularité, selon lui, demandait d'autant plus de finesse en matière de construction et d'assemblage. Néanmoins le bambou fut choisi pour cette relation au côté végétal qui était recherchée dès le début du projet : « En fait dans le projet, on s'est dit assez vite que la question de l'espace naturel était très importante, donc on voulait que cela soit un élément de la façade. ».

De tous ces architectes, ce fut certainement l'agence Karawitz qui fut la plus séduite par ce côté brut et qui l'exploita le plus. Pour raconter une anecdote, très vite, les bambous, n'ayant pas été traités, abritèrent des nids d'abeilles, ce dont les propriétaires se félicitèrent. Milena mit également en avant le fait qu'ils pouvaient entendre le bruit du vent dans les chaumes, comme un léger sifflement.

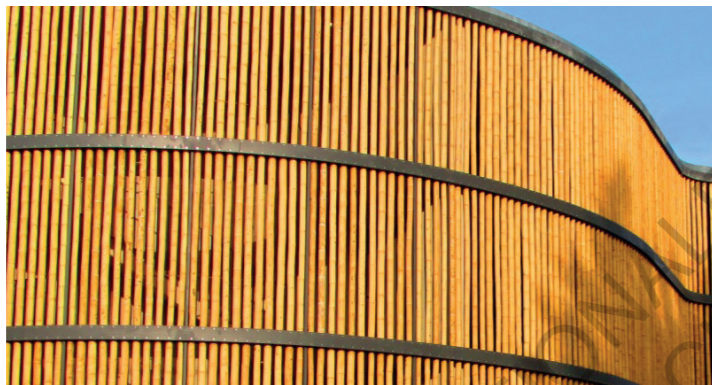
Pourquoi tant d'engouement pour ces changements de couleur, ce côté vivant, brut? Il s'avère qu'ils recherchaient tous à se distinguer d'une « architecture lisse ». Soit, car il s'agissait de leur manière de travailler comme l'agence AST77 qui affirme toujours rechercher la texture en façade, l'ombre, soit car elle était plus appropriée au contexte de chaque projet.



Façade d'entrée de la crèche en 2002 © Photographe de l'agence



Façade d'entrée de la crèche en 2017 (Louise Hamot)



Détail de Façade du parking de 2012 © Photographe de l'agence



Détail de Façade du parking quelques années plus tard ©



Maison belge de l'agence belge AST 77 Architecten
Résonance avec l'environnement boisé
© Steven Massart pour l'agence





Perception du bambou en extérieur et intérieur de la maison de Bessancourt de l'agence KARAWITZ © Photographie de l'agence

Cela ne fut pas énoncé comme tel, mais ils étaient peut-être attirés par la subtilité de mise en œuvre, qu'impliquaient les particularités du bambou : tige conique, irrégulière et organique. Il s'agissait de trouver un équilibre pour ne pas tomber dans le côté lourd et rustique. La question de l'espacement entre les bambous était clé et fut travaillée. Comme le fit remarquer M. Karanesheva « *La difficulté avec la façade est: si ce sont des éléments trop grands et trop espacés, cela devient très vite très lourd et si c'est trop petit, trop fin, à une distance de 15-20m on ne voit plus la texture, cela ressemble à un enduit. Il y avait vraiment une finesse à trouver entre la largeur des lames et les espaces entre les lames* ». Il s'agit en effet d'une problématique propre au bambou de fait de l'unicité de chaque chaume, qui n'est pas forcément trouvée avec le bois, façonnable selon les désirs.

Cette question de l'intervalle fut également très travaillée par l'agence allemande. Ils se félicitent d'ailleurs du résultat. En effet cet espacement entre les bambous et son aspect conique permet une relation visuelle très dynamique avec la façade; des jeux de perception se créent. De loin, la façade paraît uniforme, puis au fur et à mesure que la distance se réduit il est possible de voir à l'intérieur. Quand les gens passent en voiture, il est impossible de distinguer les voitures garées, alors que les marcheurs le peuvent. Mais à cela s'ajoute une subtilité d'angle du fait de la conicité du matériau. Afin de voir à l'intérieur, il faut regarder la façade à la perpendiculaire (et donc de près), et il suffit d'un degré de moins ou de plus pour ne plus voir que du bambou. Le matériau fut réellement travaillé par l'agence afin d'engendrer ces jeux de rapports visuels. Engager le personnage urbain dans un rapport avec ce bâti qu'il soit utilisé ou non par celui-ci était une problématique à laquelle le bambou permit de répondre.

Cette problématique de conicité fut aussi soulevée lors du travail de conception au sein de l'agence Topos, mais fut travaillée autrement, pour éviter un effet « chaos ». Pour cette crèche, ils mirent les bambous têtes bêtes pour effacer la conicité et renforcer l'aspect vertical. A la recherche d'une façade ludique, ils étaient néanmoins soucieux de créer une façade assez simple et le jeu d'ombre inhérent à ces bambous du à leur forme, corrélé à des fenêtres disposées de manière assez aléatoires leur suffisait.

Ces aspects ne furent pas abordés par l'architecte Peter van Impe, peut-être car plus au fait des challenges; il les intégrait de manière naturelle dans sa pratique architecturale. Toute fois, tout comme les autres architectes, il remit en cause l'architecture « lisse », n'éveillant pas les sens des usagers et affirma avoir voulu s'en dégager. Le bambou permit vraiment d'aller à l'encontre de la façade statique. Ces photographies montrent bien comment l'irrégularité de ces chaumes répond à l'ombre mouvante des arbres sur la façade.

Comme le résume bien l'architecte M. Karanesheva, « *comme c'est un matériau naturel, c'est directement les tiges qu'on emploie, il y a aura une imperfection qui est très jolie et quand c'est bien employé, cela peut être très intéressant, mais ce n'est pas lisse. Quand on regarde l'architecture d'aujourd'hui, elle est extrêmement lisse. Tandis que le bambou a toujours une petite touche naturelle, et si elle est pas maîtrisé, peut très vite devenir un peu rustique* ».

S'éloigner d'une architecture « lisse » posait la question d'un nouveau rapport à la façade et de l'éveil des sens. Cette façade en bambou engendrait-elle des comportements particuliers chez les usagers? Peter van Impe s'en estima convaincu mais ne développa pas. Le couple habitant cette maison ne put être contacté et la manière dont il y vivait ne fut pas évoquée, mis à part le fait qu'ils en étaient encore très contents. M. Reichel, parla de ce jeu de regard en fonction de l'angle et de la distance, mentionné plus haut, et aussi de l'absence d'angles. Il fit remarquer que c'était un matériau particulièrement adapté aux enfants, car rond, et qu'ils aimaient venir le toucher.

M. Karanesheva. raconta, elle, que les enfants étaient assez émerveillés par les nids d'abeilles nichés dans les bambous et aimaient venir les voir.

JF.Mauras était quant à lui plus réservé et assez sceptique. Peut-être parce que d'une part les enfants n'avaient pas accès à cette partie du bâtiment, la maîtrise d'ouvrage refusant que les enfants puissent toucher le bambou et d'autre part que ce bambou n'engendrait pas de jeu architectural particulier. L'usage du bambou se rapprochait plus que les autres projets de la palissade accolée à une « boîte à savon ».

Née de concours de circonstance, l'idée d'utiliser du bambou fut renforcée par le potentiel d'ambiance qu'il engendrait de manière unique.

Toutes ces qualités distinguaient le bambou d'autres matériaux pour l'ambiance qu'il créait à l'extérieur, mais quand était-il à l'intérieur? Engendre-t-il des atmosphères lumineuses singulières? Possède-t-il des qualités acoustiques? Pour répondre à cette question, il semble nécessaire de présenter plus en détails comment chacun mit en œuvre cette façade de bambou.

La maison passive française de l'agence Karawitz fut la seule de ces 4 projets à disposer les chaumes de bambou à l'horizontale. Les chaumes, préalablement percés transversalement aux 2 extrémités sont reliés par un fil de fer, espacés entre eux par des petits tubes en aluminium de 1cm enfilés également sur ce fil. Ils furent conçus sous forme de rouleaux puis déployés sur la façade et la toiture. En façade, ces bambous servent de protection solaire. En effet, ils sont fixés au faitage par des cadres métalliques qui peuvent s'ouvrir ou se refermer tels des volets sur les balcons orientés sud-est. Ainsi le bambou dans ce projet participe activement à l'ambiance intérieure si les volets sont refermés, notamment au niveau des jeux de lumière. En effet, M. Karanasheva raconte que la finesse et l'irrégularité des chaumes façonne un effet visuel singulier avec un jeu d'ombre unique. Cela crée une sorte de « claustra », très agréable que d'autres matériaux, selon elle, ne sauraient créer. De plus, ces petits tubes d'aluminium participent à ces effets et perception lumineuse en reflétant le soleil et en révélant ces changements de lumière. Ainsi dans ce cas, le bambou participe activement aux qualités d'ambiance intérieure.

Il en est de même pour le parking de Leipzig. Les bambous disposés à la verticale et fixés aux extrémités à un bandeau métallique qui court en extérieur le long de la façade, délimitent l'espace entre l'intérieur et l'extérieur. Ils sont l'unique élément de séparation entre le dedans et le dehors. Ces chaumes sont donc bien visibles depuis l'intérieur, et leur irrégularité crée un dessin unique d'ombres et lumières, et ce à toute heure. En effet contrairement à la maison de Bessancourt, dont les volets peuvent s'ouvrir ou se fermer, cette disposition de bambou est fixe. Le premier projet de 2004 est assez simple géométriquement, tandis que le deuxième de 2012 fut pensé moins raide avec une façade en vague ondulée avec des angles de 45°. Cette géométrie et le fait que le bambou soit conique empêchent toute lumière de l'intérieur de sortir. Cela était un point important à considérer car les habitants de proximité s'inquiétaient d'être éblouis par les phares des voitures la nuit. Les potentielles qualités acoustiques ne furent elles pas un facteur de décision et sont selon l'architecte non démontrables. Ces chaumes seraient trop légères. Au niveau de la sortie et de l'entrée, ils durent donc faire un traitement de béton pour insonoriser.

La relation au bambou depuis l'intérieur est pour les 2 autres projets plus limitée. En effet, les chaumes également disposés à la verticale constituent une peau venant habiller le bâti. Pour ces projets, il n'y a donc pas de jeux d'intervalle et les chaumes furent consciemment posés le plus rapprochés possible. Dans le cas de la crèche, c'est encore plus extrême, car les chaumes sont disposés à 35 cm de la façade. Aucun rapport visuel, acoustique, sensoriel ne peut être établi avec ce matériau depuis l'intérieur, il s'agit d'un maquillage externe. Quant à la maison belge, le bambou n'est visible qu'au niveau de la porte d'entrée dont elle est recouverte.



Détail de Façade du Parking © Photographe de l'agence



Détail de Façade de la maison Karawitz © Photographe de l'agence



Détail de Façade de la crèche, 2017 © Louise Hamot

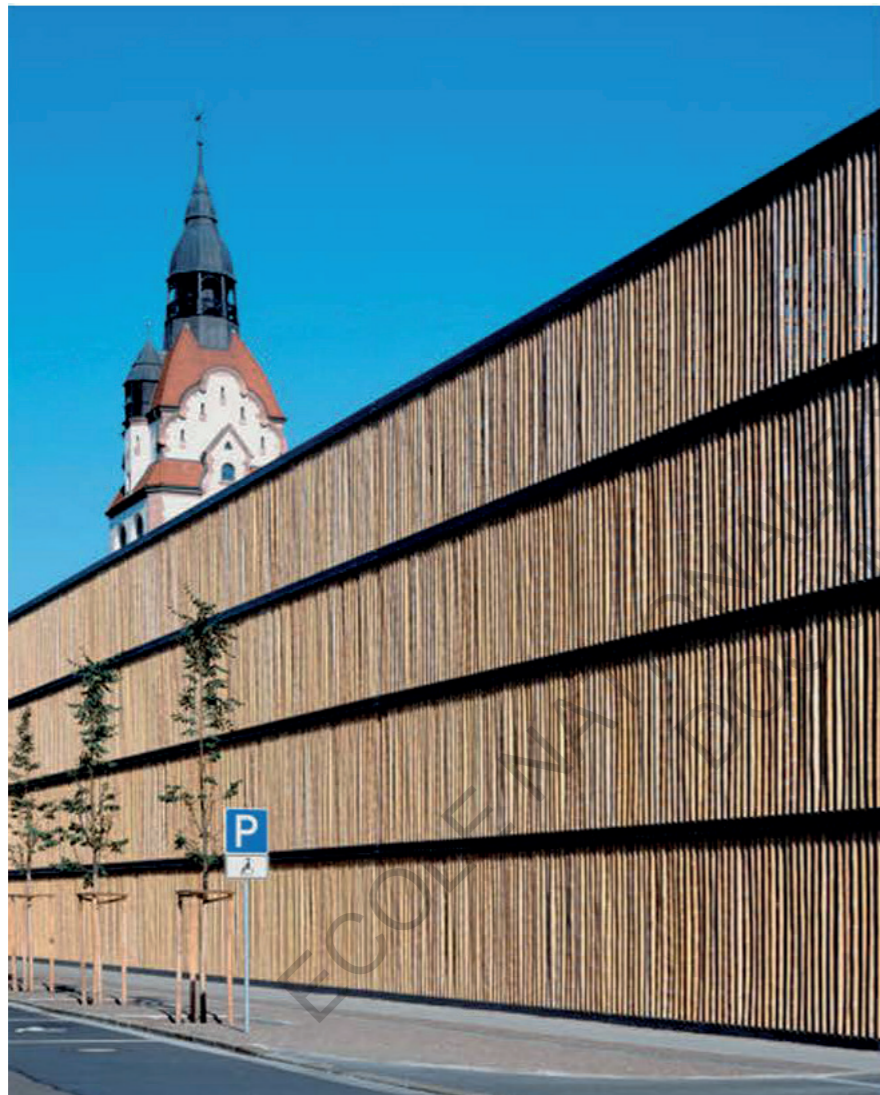


Détail de Façade de la maison belge, 2004 ©Steven Massart

Ce caractère unique et irrégulier, vivant du chaume bambou, ne pouvait-il pas être retrouvé avec d'autres matériaux? Quels mécanismes cérébraux autres que la seule possibilité de créer un rapport privilégié au végétal furent à l'œuvre? Au cours de ces entretiens, il s'est dégagé ce fait : le bambou véhiculait un fort imaginaire et créait un momentum.

En effet dans tous ces projets, l'usage du bambou permettait d'habiller une typologie de manière particulière. Pour la maison passive de Bessancourt, le bambou participait à créer une façade abstraite tout en évitant un côté morne. Milena évoque ce matériau avec romantisme. Concernant le parking, cela créait un bâtiment unique, marqueur spatial dans le champ urbain, visible de loin, « *spécial et intéressant* ». M. Reichel mis également en avant le fait que le bambou a une image très positive et le qualifia de « *matériau très intelligent* ».

JF.Mauras utilise quant à lui, le terme de « *bienveillant* » et se rappelle que cela fut « *simple à vendre* », il permettait de rassurer les parents et la maîtrise d'ouvrage. Cette façade rassurait et faisait oublier ce bâtiment « *simplement construit* ». Pour conclure sans mauvais jeu de mot, selon les termes de l'architecte de l'agence Topos : « *C'est un matériau qui a un attrait naturel* ».



Façade sur rue du premier parking de 2002 © Photographe de l'agence HPP Architekten GmbH

III.1.c. Absence de revendications «écologiques»

L'introduction de ce mémoire ancrerait cette réflexion sur le bambou dans un cadre d'urgence écologique. Des considérations écologiques avaient-elles pesé dans la balance en faveur de ce matériau? D'autant plus, que 2 de ces projets semblaient avoir cette problématique à cœur comme indiquent notamment leurs noms : « Bamboo Passiv House » et « Low Energy House ». Par ce début de première sous-partie, l'accent fut mis sur les qualités d'ambiance du bambou qui séduisirent les architectes - et celles-ci prévalurent de fait sur les qualités écologiques. Force était de constater qu'aucun de ces architectes n'avait choisi le bambou dans une démarche écologique et chacun l'énonça clairement. Néanmoins, cela ne signifie pas pour autant qu'ils étaient inconscients des implications environnementales.

En effet, tous se montrèrent conscients de l'ambiguïté écologique que représentait le bambou.

M. Reichel reconnut qu'il était préférable d'utiliser des matériaux locaux et que celui-ci venait de loin mais mit en avant le fait que cela demande très peu d'énergie à produire. En fait, ils étaient tous très lucides sur la question de la matière grise.

L'agence Topos, elle, essaya de se fournir auprès de la bamboueraie d'Anduze en France, mais pour des raisons dont il ne se souvient plus, cela ne donna pas suite.

Pour la maison passive de Bessancourt, il fut reproché le fait que le matériau vienne de loin, mais comme il est cité en I.3, les architectes étaient conscients de la faible énergie grise de ce matériau. Cela dit, l'agence ne prétendit pas que l'usage du bambou s'inscrivait dans la démarche de créer une maison passive mise à part le fait qu'il soit non traité et qu'il constitue une excellente protection solaire.

En effet, dans le cas de ce projet, cette façade de bambou permet de faire obstruction à la lumière tout en la laissant passer en créant des jeux d'ombres. Cet aspect là fut également abordé par l'architecte de l'agence Topos: de fait, la crèche n'a jamais connu de problème de surchauffe ce qui causait du soucis initialement. En effet, « *ces boîtes en acier* » posaient un risque d'échauffement, problématique pour un lieu pour la petite enfance. Cette palissade de bambou fut très efficace.

Enfin dans le cas du parking, elle permet de réduire la facture d'électricité. La façade de bambou permet d'avoir de l'air frais et de la lumière, donc réduit le besoin de lumière artificielle durant la journée.

Certes des mentions «écologiques» vinrent par la suite accompagner la description de ces projets, mais celles-ci n'étaient nullement revendiquées par les architectes et il n'y eût aucune intention de leur part de profiter des tendances du moment pour servir la renommée de leur projet. Cette thématique sera re-abordée dans la dernière sous-partie, quand le devenir du bambou en Europe sera examinée.

Cette première partie fait percevoir de manière percutante combien l'usage du bambou découle d'un contexte singulier qui demandait de penser autrement. Peu importe la typologie, le pays, l'année de réalisation qui étaient les critères de sélection, le bambou fut apprécié pour ses qualités d'ambiance grâce à son caractère vivant et à ses chaumes irréguliers. Les architectes, bien conscients de la finesse qu'il fallait engager dans la mise en œuvre, menèrent des réflexions diverses. Aucune réponse n'était attendue, mais déjà par ces premiers propos le sous-titre de ce mémoire parlant de « lubie temporaire » se transformait en « fait contextuel » ou « ouverture d'esprit ».

En effet, ces architectes n'avaient pas abordé ces projets avec des idées préconçues ou des réponses toute faites. Le fait qu'ils ne connaissaient pas ce matériau ne créa pas de réticences, combien même de nombreux challenges les attendaient.



Principe d'ouverture/ fermeture de la façade de volets en bambou (archdaily)

III. 2. La typologie et la pratique architecturale : facteur de différenciation dans les jeux d'acteurs et les défis rencontrés

Cette première sous-partie a le mérite de déjà faire percevoir combien cette image positive du bambou fut clé pour convaincre les autres acteurs du projet. Analyser un peu plus en profondeur quels jeux d'acteurs furent à l'œuvre semblait pertinent pour comprendre la dynamique de ces projets. Comme dit J.F.Mauras, « en tout cas dès qu'on a parlé du bambou, cela s'est détendu, cela a permis à tout le monde de dire « ah oui c'est une bonne idée » et on s'est donc retrouvé embarqué avec cette idée, qu'il a fallu faire... ». Pour tous ces projets, le bambou avait été clé pour établir un consensus ou satisfaire tous les acteurs, ainsi pris dans cet engouement, « il fallait donc faire ». Quels furent les challenges et les difficultés rencontrés? Il faut rappeler leur inexpérience avec ce matériau et surtout l'absence de références. Ces challenges se déclinèrent suivant 3 aspects : la question de l'approvisionnement et du savoir-faire, l'aspect réglementaire et le matériau lui-même. Selon leur typologies et leur pratique architecturale, ces 4 agences expérimentèrent ces défis de manière différente. Cette sous-partie traite des réalités de l'expérience constructive qu'ils vécurent avec ce matériau.

III.2.a. Un jeu d'acteurs assez détendu grâce à une maîtrise d'ouvrage conquise malgré le manque d'expérience et de références

L'architecte n'est pas seul dans sa tour d'ivoire dans l'élaboration constructive, il était donc intéressant de percevoir comment ce choix du bambou fut perçu par le reste la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage. Pour des typologies différentes, le poids des acteurs dans les décisions varie et influence différemment sur le cours de ces projets.

Pour le cas de Bessancourt, il n'y eut pas de jeux d'acteurs particuliers car il s'agissait d'une maison individuelle dont ils étaient les propres architectes - cas le plus simple. Ils pouvaient décider de tout, notamment de leurs interlocuteurs. Ils choisirent un charpentier pour poser le bambou et il n'y eût pas de problèmes de ce côté là. Le seul acteur potentiellement contraignant fut l'architecte des bâtiments de France. Il fut réticent au fait que cela soit un bardage bois comme indiqué dans le permis de construire, car le site était à proximité d'une église du XIII^{ème} siècle (cf photographie p94) ; mais après discussions il accepta le bardage. Le fait que cela soit en fin de compte en bambou, dont la permission ne fut jamais demandée, ne posa pas, étrangement, de problèmes, lorsqu'il le découvrit le jour de l'inauguration de la maison. L'approvisionnement fut, quant à lui, géré par un entrepreneur français. Il fabriquait des meubles en bambou et bénéficiait d'un partenariat avec une plantation près d'Hong Kong. En tant que propres usagers de leur réalisation, le couple d'architectes s'en montrèrent satisfaits, même si elle fut vendue depuis.

En tant que projet de maison individuelle, ils n'étaient pas tenus par un schéma d'interlocuteurs rigide, contrairement au projet de la crèche à Nantes. Commanditée par la ville, l'agence Topos devait en effet travailler avec des acteurs issus d'une consultation publique. Trouver des interlocuteurs acceptant de se lancer dans une mise en œuvre inconnue fut une première difficulté. Finalement Jaulin, une entreprise de paysage, inexpérimentée en matière de bambou s'intéressa quand même au projet lors de la consultation. L'entreprise tout d'abord partante, et en charge de la partie paysage, devint plus désintéressée du projet quand elle s'aperçut du faible coût de la partie

en bambou, ce qui causa quelques frustrations au sein de l'agence. Mais bien que les relations avec l'entreprise furent laborieuses, le choix du bambou permit de mettre les différents acteurs d'accord. En effet, le bambou véhiculait une image de mise en œuvre simple, le projet serait donc construit dans les temps, ce que demandait absolument la maîtrise d'ouvrage. Dans une optique d'innovation, elle put adhérer à l'idée d'utiliser ce matériau « nouveau ». Les parents des futurs usagers furent rassurés quant à la qualité d'espace pour leurs enfants. L'architecte affirme que le bambou permit de détendre l'atmosphère et de mettre tout le monde d'accord du fait de l'image que cette plante véhiculait. « *Mais pour notre projet, c'était vraiment le fait que la maîtrise d'œuvre avait vraiment un projet pas facile à vendre et en l'associant à ce matériau là, ça s'est déroulé tout seul* ». Il s'est demandé d'ailleurs rétrospectivement si les personnes n'avaient pas eu plutôt en tête de vraies haies de bambous plutôt que l'usage des chaumes et il regrette de ne pas avoir plus exploré cette piste. Une fois la décision prise, les architectes durent naviguer seuls avec l'entreprise pour mettre cette idée en place. L'agence belge AST77 eut elle aussi des soucis avec la maîtrise d'œuvre. Pour ce projet, l'usage du bambou résulte d'une interaction entre les architectes qui eurent en premier l'idée de palissade en noix de coco, et les clients qui les incitèrent à trouver d'autres techniques similaires et une entreprise générale qui ne savait pas comment utiliser ce matériau. Cette entreprise refusa d'ailleurs tout d'abord de proposer un prix. Les clients durent l'appeler pour la convaincre, lui affirmant que c'était vraiment ce qu'ils voulaient faire. Ces 3 acteurs furent étroitement impliqués dans les prises de décisions et l'élaboration de cette façade. L'entreprise générale tenait à être sûre de la faisabilité et du rendu avant de se lancer dans l'aventure. Plutôt que de lui en vouloir, Peter van Impe valorisa les précautions de cette entreprise, au goût du travail bien fait. Et ce fut un pari tenu, et au dire de l'architecte cette entreprise travaillerait maintenant sur la construction de la première maison complètement en bambou en Belgique. Dans le cadre d'un approfondissement de ce mémoire, il serait pertinent de les contacter.

Dans le cas du parking, la maîtrise d'ouvrage, id est la ville, comme pour la crèche de Nantes, fut séduite par l'idée du bambou. L'agence allemande gagna le concours grâce à ce choix. Ce sont les architectes qui durent faire les recherches sur ce matériau et qui se renseignèrent sur toute la chaîne d'actions : la récolte, le séchage, le transport... contrairement aux autres agences françaises et belge qui en ignorèrent la provenance exacte. Ils trouvèrent une entreprise européenne qui coordonna tout cela, l'entreprise Comben, et s'aidèrent également de l'expertise d'un professeur allemand ayant réalisé des ponts en bambou. Le véritable coup de maître fut de faire travailler l'entreprise d'entretien du zoo qui avait de l'expérience avec le bambou à cause des clôtures et qui put suivre le projet dès le début. Il n'y eut donc pas de rapports conflictuels au sein des différents acteurs impliqués. Certes, ils avaient peut-être plus de travail et de réflexions à mener, mais cela leur permit d'avoir les coudées libres et de piloter leur projets sans encombre.

Le bambou était une nouvelle expérience pour chacun de ces acteurs. Seules les entreprises des projets belge et nantais eurent des réticences à se lancer, mais sinon l'idée fut accueillie positivement par tout le monde. De fait la maîtrise d'ouvrage, pour ces 4 projets, fut convaincue et motrice pour poursuivre dans cette direction. Le caractère innovant entraîna également des interactions avec des interlocuteurs inhabituels, 2 sur ces 4 entreprises de mise en œuvre appartiennent au monde paysager, plutôt qu'à celui du bâtiment. Dans leurs récits, peu semblaient percevoir les défis qu'ils allaient rencontrer dus à une absence de connaissance.



Détail constructif de la crèche. 2017 © Louise Hamot

III.2.b. le défi de l'approvisionnement, du savoir-faire et de la réglementation : influence de la typologie

Le fait que cela soit un matériau inhabituel et peu présent en Europe posa en effet des questions d'approvisionnement et de mise en œuvre.

Trouver la matière première prit plusieurs mois pour la maison passive française. Les architectes, à bout, faillirent revenir à leur idée première de bardage bois. Ils contactèrent tout d'abord la bamboueraie d'Anduze, qui ne se montra pas intéressée par l'aventure, puis d'autres compagnies, en particulier allemandes, qui ne donnèrent pas suite ou dont ils ne reçurent jamais les échantillons. Ils avaient déjà demandé à leur charpentier de commander le bois pour le bardage quand ils eurent enfin une réponse positive d'un fournisseur. In extremis, ils purent demander à celui-ci de ne pas lancer la commande. La similitude avec le bois permit sans doute à ce charpentier une bonne base de compréhension du bambou.

L'approvisionnement ne posa pas de problème pour la maison belge; le bambou arriva en bateau sans encombre; cela dit, comme il fut mentionné plus haut, il fut difficile de convaincre l'entreprise générale inquiète du manque de références. L'agence Topos, quant à elle, regrette de ne pas avoir eu plus d'échanges sur les sujets constructifs et d'avoir travaillé avec cette entreprise si peu intéressée par la mise en œuvre et qu'il fallut « traîner ». C'est Jaulin qui se chargea de l'approvisionnement et l'agence Topos n'en eût pas à s'en occuper.

De plus, l'approvisionnement venant de loin, l'acheminement, pour certains, perturba le planning et demanda une logistique supplémentaire. En effet, du à un manque de containers, le bambou mit plus de temps que prévu à arriver et la maison ne put être terminée que 2 jours avant l'inauguration, raconta M. Karanesheva. Elle se souvient d'un parcours sinueux pour obtenir ce matériau, même si la suite constructive fut simple.

Dans le cas du parking, il fallut introduire dans le planning une série d'étapes dont les architectes de l'agence n'avaient pas l'habitude : 1 semaine pour récolter, 3 semaines pour sécher et préparer, puis trajet en bateau, puis contrôle en Hollande où le bambou dût être retraité. Ils étaient dans l'incertitude de la



date exacte d'arrivée du matériau sur le site. Une infrastructure pour le stocker en attendant qu'il soit posé fut donc nécessaire. Toute cette logistique constitua un inconvénient que des matériaux plus traditionnels n'ont pas. Le processus prit en tout plusieurs mois, alors qu'il suffit de quelques heures par exemple pour commander et faire venir du béton sur un site. Or comme le fit remarquer M. Reichel « *aujourd'hui le temps c'est très important* ». Tous purent finir leur projet à temps, mais il s'en fallut de peu. Le bambou les mit dans une situation stressante question temps, ce que les agences essaient généralement d'éviter.

Le bambou était peut-être nouveau pour ces architectes, mais il l'était également pour les autorités de contrôles et administratives. Le bambou ne possède pas en France de DTU, de DIN (Deutsche Industrie Normen) en Allemagne, ni en Belgique, ce qui pose de sérieuses questions de réglementations. Ces architectes expérimentèrent les conséquences de différentes manières, principalement selon la typologie de leur projet.

En effet, pour les maisons individuelles belge et française, il n'y a pas de bureau de contrôle et de contraintes de réglementations au niveau incendie. Dit sur le ton de la rigolade comme étant le principal conseil à donner à un architecte voulant se lancer dans l'aventure, mais néanmoins révélateur, trouver une assurance fut ardue du fait de trop d'inconnues et de ce manque cruel de références sur le bambou. Les mécanismes réglementaires belges en matière de construction ne furent pas analysés, mais Peter van Impe raconta qu'ils durent négocier avec la ville pour avoir l'autorisation de mener à bien cette « expérience » avec le bambou. Finalement, ils se seraient montrés compréhensifs.

Le tour de force est décerné au projet de la crèche de Nantes. Bâtiment classé ERP, le bambou ne dut cependant pas subir la pression des bureaux de contrôles, car l'ouvrage en bambou fut vendu comme une palissade. En effet situé à 35 cm de la façade, cela permit de contourner le problème du manque de DTU. Toutefois JF.Mauras se souvient de la réticences des bureaux de contrôle au niveau incendie et sismique. L'agence allemande, elle n'y échappa pas. Bâtiment recevant du public d'une telle envergure, les architectes durent naviguer parmi une cascade de contraintes réglementaires, dont personne à l'agence serait impatient de recommencer. Ils durent réaliser un prototype à l'échelle 1:1 pour les tests incendies et documenter soigneusement les expérimentations pour avoir l'aval des autorités. La conclusion de ces tests fut que le bambou brûle très vite mais sans développer beaucoup de chaleur. Il fut classé B2 - modérément inflammable - selon la classification allemande DIN 4102 (Minke, 2005, p28). C'était un point positif. Le bambou étant fixé à une structure métallique dans

ce projet, il n'y avait pas de risque de surchauffe de l'acier. Son usage n'étant pas structurel, il fallait seulement que le feu ne puisse se propager d'un étage à un autre. Ils durent également réaliser des tests de résistance des matériaux pour prouver qu'une voiture ne pourrait pas passer à travers la façade. Pour donner un ordre d'idée des contraintes et de la pression des autorités: quand l'agence construisit le deuxième bâtiment, utilisant le même bambou, suivant les mêmes principes constructifs, ils durent prouver à nouveau que le matériau était possible et refirent les mêmes tests. M. Reichel s'en souvient comme une période très stressante et ne recommande pas cette expérience: « *personne n'aimerait refaire tout cela* ». Il est à noter que les bureaux de contrôle n'existent pas en Allemagne. Par la suite, d'autres parkings furent réalisés avec du bambou en façade aux Pays Bas, il serait intéressant de savoir à quelles réglementations ils durent faire face afin d'analyser l'impact du pays d'implantation sur ces questions. Là encore ce manque de réglementations et de connaissance sur ce matériau fut vécu différemment selon la typologie.



Façade du parking de La Haye, Hollande par MOKE ARCHITECTURE



Façade d'entrée du premier parking de 2002 de HPP Architekten GmbH



Mise en œuvre du *Guadua Angustifolia* en façade pour le projet du parking © HPP Architekten GmbH

III.2.c. Challenges de la mise en œuvre constructive : influence de la pratique architecturale

Enfin les challenges rencontrés portèrent sur le matériau lui-même. A cela s'ajoute le fait qu'ils manquaient d'expériences, comme l'exprime JF. Mauras : « *la problématique était qu'on y connaît rien à la mise en œuvre* ». Un « on » général, englobant tous les européens? Une résultante de l'absence de culture constructive sur ce continent? En raison de ses caractéristiques propres, le bambou demandait des considérations et mises en œuvre spécifiques, et l'accès aux informations à ce sujet faisait cruellement défaut. Pour ces questions, la pratique architecturale semble avoir été le principal vecteur de différenciation.

Mise à part l'agence allemande qui trouva un professeur expert en bambou, les autres n'avaient pas de référents ou d'aide pour prendre en main ce matériau. L'agence Karawitz chercha mais sans grand succès; M. Karanesheva mentionna le CAE des Antilles et de leur travaux sur le bambou qu'ils avaient contacté. Impossible au cours de ces recherches pour le mémoire de retrouver ce département qui, peut-être n'existe plus.

Sans doute, l'agence nantaise Topos plus que les autres agences fut frustrée par ce manque d'interactions et se senti limitée par un savoir trop restreint, comme l'exprime ses propos « *j'ai été frustré par le fait que je ne puisse rencontrer personne qui y connaisse quelque chose ... on était vraiment tout seul pour les questions constructives; parce que, la ville ils étaient contents d'avoir une image, mais les questions constructives ils s'en foutent. Je me rappelle qu'on était très seul* ». JF. Mauras juge aujourd'hui qu'ils furent trop timides avec ce matériau, mais leur manque de connaissance fut un frein dans l'exploration des possibilités en matière de conception.

Toujours est-il qu'ils s'en sortirent et mirent en œuvre différents systèmes pour fixer le bambou. Ces entretiens montrent d'ailleurs que le bois, comme matériau organique fut pris comme référence: comment ventiler, comment le fixer sans trop le contraindre; ils se doutaient qu'il y aurait des questions d'humidité à régler.

Le fait que ce matériau « vivant » se fende et bouge fut une réelle problématique. Le regard de ces architectes sur cet aspect est très différent d'une personne à l'autre.

Par exemple, pour le couple de l'agence Karawitz, cela sublimait le côté matériau qui vit tandis que pour les architectes de l'agence Gmbh cela renforçait la question de la mise en œuvre alors que pour l'agence Topos cela remettait en cause l'aspect qualitatif au niveau du vieillissement et la durabilité. Chacun de ces projets utilisa des mises en œuvre constructives différentes et de fait, le bambou n'y vieillit pas pareil.

Dans le cas de la crèche, c'est l'entreprise Jaulin qui se chargea de percer les bambous et l'architecte se souvient que cela causa quelques remous. En effet les chaumes n'arrêtaient pas de se fendre et l'entreprise jeta presque l'éponge. L'architecte dut faire acte de diplomatie pour réussir à garder Jaulin dans l'équipe. Concernant la fixation, prenant le bois comme cas d'étude, JF. Mauras se doutait que le bambou allait se dilater et qu'il ne fallait pas trop le contraindre mécaniquement. Le bambou est fixé par derrière en haut et en bas sur 2 lisses horizontales du côté extérieur, puis au niveau des menuiseries. Peut-être avait-il été fragilisé lorsqu'il fut percé, mais aujourd'hui les bambous sont assez fendus. Nous verrons dans la dernière sous-partie quel regard l'architecte porte rétrospectivement sur ce projet, mais l'agence était dubitative quant au vieillissement et la durabilité du matériau dès la conception.

Soucieux de ces questions, l'agence allemande réalisa une série de tests pour choisir comment fixer le bambou. D'une manière similaire à l'agence Topos, elle attachait les chaumes par derrière en 2 points au cadre d'acier afin de contraindre le moins possible mécaniquement le bambou. De tous les projets, c'est peut-être là où le bambou vieillit le mieux et M. Reichel pense qu'il tiendra encore plusieurs décennies. L'agence semble très organisée et les choses furent pensées à l'avance, il n'y eut pas de surprises ou de challenges non anticipés. Dans le cas de la maison passive française, le bambou, non traité, fendit beaucoup. Ce matériau avait été choisi pour son côté brut et le traitement de la façade alla dans ce sens. La mise en œuvre choisie fut, elle, très élégante et simple. Pour ces architectes, cette caractéristique du bambou, qui fend, ne fut pas perçue comme un aspect négatif du matériau, mais comme partie intégrante d'une façade vivante.

P. van Impe s'exprima peu sur ces problématiques, mais pour lui et apparemment ses clients, le bambou sur cette façade vieillit plutôt bien. Il s'avère qu'il était de ces 4 architectes le plus connaisseur de ce matériau.

Le vieillissement posait aussi la question de sa vulnérabilité à l'eau. Seule l'agence Topos fit le choix de protéger les chaumes, en plaçant des bouchons sur les parties supérieures et une sorte de rigole/gouttière en bas. Aujourd'hui, bon nombre de ces bouchons sont partis. Dans le cas du parking et de la maison belge, les chaumes, fixés à l'intérieur des lisses métalliques, sont moins exposés. L'incidence n'est également pas directe pour les bambous de la maison passive de Bessancourt car ils sont disposés horizontalement. Toujours est-il que ces 3 architectes s'accordent à dire que l'eau n'est pas un problème tant que la mise en œuvre permet à l'eau d'être évacuée afin qu'elle ne stagne pas.

Il se posait également la question du rapport au sol et de la hauteur des chaumes de bambous disponibles. En effet, en tant que matériau organique, il fallait éviter un contact direct avec le sol et veiller lors de l'entretien à ce que les herbes n'y montent pas, car cela favoriserait le développement d'insectes et potentiellement de champignons.

De plus, la taille des chaumes disponibles conditionna quelque peu la hauteur des façades ou des volets (cas de la maison française).

Pour ce cas-ci, M. Karanesheva se rappelle qu'il n'y avait pas beaucoup de choix au niveau des tailles.

Pour la crèche de Nantes, les architectes calculèrent qu'au-delà de 3m de hauteur, les sections ne seraient pas suffisamment conséquentes. Ils désiraient avoir une longueur de chaume sur toute la hauteur, ce qui conditionna celle-ci. Les architectes belges durent également travailler un dessin de façade du fait



Palissade de bambou à 35 cm de la façade



Détails constructifs en rebord de fenêtre.



Détails constructifs de la fixation inférieure des chaumes.

Détails de la crèche de Nantes en 2017 (Louise Hamot)

de la limite des tailles disponibles. Visuellement, de l'extérieur, apparaissent 3 niveaux qui s'alignent notamment sur les arrêtes des ouvertures, mais en vérité à l'intérieur il n'existe réellement que 2 niveaux (avec l'existence certes d'un demi-niveau), cela est dû à la longueur des bambous dont ils disposaient. Ces aspects ne peuvent être perçus comme des challenges, car ces architectes par leurs formations ont les outils pour traiter ces questions - mais il n'empêche que ce sont des questions moins courantes. Cela est sûrement dû au manque d'industrialisation de ce matériau. Simon Vélez, lui, ne fut pas contraint en hauteur pour son pavillon de Hanovre. Au premier plan d'une mouvance constructive en Colombien, il avait accès contrairement à ces 4 architectes, aux bon acteurs.

Les difficultés engendrées par l'usage de ce matériau furent principalement dues au manque de connaissances. L'agence allemande la plus au fait des problématiques et avec le plus de ressource fut la moins embêtée. D'un point de vue architectural; ce matériau qui bouge et qui est difficilement façonnable fut perçue comme un obstacle à une pérennité architecturale pour l'agence nantaise Topos alors que le couple de l'agence parisienne Karawitz le vécut comme une manière romantique de révéler une façade qui vit.

* * *

Autant les raisons du choix du bambou comme élément de façade sont très similaires, autant les challenges liés à l'usage du matériau furent vécus, perçus différemment. Ces architectes recherchaient tous cet aspect végétal, unique, qui permettrait de s'adapter à un contexte de projet singulier et d'habiller de manière nouvelle une typologie. Cette dernière étant différente pour chacun, les problématiques ne furent pas les mêmes. En effet, le contraste entre les contraintes de logistique, de traitement, de réglementations et de test incendies que durent gérer l'agence allemande contraste fortement avec l'absence de ces questions pour la maison individuelle à Bessancourt du couple d'architecte. Il est également à retenir que les pratiques architecturales furent également un vecteur de différence. La bonne organisation et l'esprit pratique des architectes du parking allemand permirent une absence de problèmes quant au matériau lui même, alors que les agences françaises en souffrirent; la manière dont le matériau vieillit le montre. Unanimement, les architectes manquèrent de références et d'interlocuteurs, ce qui demanda des énergies nouvelles et des associations d'acteurs inhabituelles dans le processus architectural par rapport à des matériaux traditionnels, dont le processus est presque standardisé.



Façade du parking de 2012 au soleil couchant © Photographe de l'agence

III.3 Une culture du bambou en devenir en Europe?

Pour tenter une conclusion sur le devenir du bambou en architecture européenne, il était intéressant de dresser un bilan des expériences de ces architectes avec ce matériau et de les questionner sur leur pronostics pour l'avenir. D'ailleurs ont-ils réutilisé du bambou après cette première expérience? Si oui, sous quelles formes? Le recommande-t-il en fin de compte? Après avoir abordé les intentions d'ambiances et architecturales, puis la réalité de la mise en œuvre, voyons quels sont leurs propos rétrospectivement sur ces projets, l'enseignement qu'ils en retirèrent.

III.3.a. Le Bambou : élément clé dans la réussite de ces projets

D'une manière générale, pour ces 4 projets, le bambou fut choisi pour des raisons bien particulières et permit de répondre au cahier des charges: ce fut un pari tenu. En effet les qualités d'ambiances recherchées et les contraintes de temps et de coût furent satisfaites par l'usage de ce matériau. D'ailleurs, il donna son nom à 3 de ces projets.

L'ambiance recherchée après la découverte fortuite de cette clôture en bambou, prit forme selon le couple d'architecte dans leur maison à Bessancourt. Ils apprécièrent la manière dont le bambou vieillit. Malgré le fait qu'il n'eût pas été traité, il n'y eut jamais de problèmes de champignons car les chaumes étaient bien exposés au soleil et au vent, sans problème d'humidité.

Dans le cas de la crèche, l'architecte reconnaît que le bambou permit de rendre ludique cette façade et d'habiller ce projet pas facile à mettre en œuvre tout en rassurant les parents.

Pour la maison individuelle en Belgique, le bambou cohabite en harmonie avec l'environnement boisé et vit au grès des saisons et des années.

Outre les qualités d'ambiance recherchées et mises en place, (cf partie III.1.b) le bambou permit pour le parking de Leipzig, une vraie expérience architecturale, guère de mise pour ce genre de typologie. Comme le souligne M. Reichel, ce sont des bâtiments très techniques et simples, il s'agit simplement d'y garer sa voiture et d'en ressortir, « la seule manière d'influencer l'expérience est peut-être la façon d'y accéder et le chemin vers la sortie ». Le bambou ici porteur d'une ambiance végétale, antichambre du zoo, et créateur de jeux de perception crée

un bâtiment remarquable, au premier sens du terme, dans le paysage urbain. Plutôt que de maquiller une typologie, il s'agissait de la révéler et du même coup la transformer, l'incorporer comme une première expérience de la flore du monde zoologique. Ce projet fait figure de référence en terme d'usage du bambou et dans sa typologie.

De plus, 3 de ces projets, la crèche et les 2 maison individuelles, présentaient de fortes contraintes temporelles (dans le cas de la maison de Bessancourt, ceci fut dû à l'approvisionnement qui prit énormément de temps). Une mise en œuvre constructive simple, permis une pause rapide.

En effet, pour la crèche, qui devait être conceptualisée et réalisée en 6 mois, le fait que le bambou soit traité comme une sorte de double peau, permit de travailler séparément les travaux extérieurs et intérieurs; cela permit de gagner du temps.

Pour la maison de Bessancourt, une fois le bambou trouvé et les tests réalisés, la façade put être posée « à la dernière minute ». Le système constructif simple consistant à dérouler sur la façade les bambous au préalable attachés entre eux permit une mise en œuvre extrêmement rapide.

Rappelons que la maison belge avait également des contraintes temporelles car elle devait être finie avant l'abrogation d'une taxe; elle put être finie à temps. Peter van Impe se souvient que tout fut réalisé très rapidement et qualifia la pose de « plus facile que du LEGO ». Un cadre d'acier était posé sur la structure en bois de la maison, et comme pour la maison de Bessancourt, la façade de bambou arriva enroulée, les chaumes attachés entre eux à l'aide de tige filetée et ils la déployèrent comme une peau sur le bâti.

Enfin, ces projets avaient pour la plupart des contraintes économiques et ces façades se révélèrent de fait très peu chères. L'architecte M. Karanesheva souligna le faible coût, inférieur, selon elle, à un bardage bois. Une mise en œuvre simple fut clé pour réduire les coûts, qui consistaient en l'approvisionnement. Cela permit aux clients de la maison belge de rester dans leur budget très serré. Et ce fut problématique pour l'agence nantaise Topos, quand l'entreprise Jaulin de mise en œuvre réalisa le faible coût. Les questions de budgets ne furent pas abordées pour le parking, mais il peut être supposé que le coût fut plus élevé en raison de toute la logistique et de la nécessité de stocker le bambou durant le chantier.

Ainsi le bambou et sa mise en œuvre permit à ces 4 projets de répondre à un cahier des charges singulier, imposant des questions temporelles, budgétaires et appelant à des qualités d'ambiances nouvelles pour habiller une typologie.

Et quant aux usagers? Quels furent les retours?

La directrice de la crèche de Nantes et le couple habitant la maison belge furent contactés mais aucune réponse ne fut obtenue. Le parking de Leipzig ne put être visité dans le temps imparti. Cela serait un aspect à explorer pour pouvoir les comparer aux conclusions des architectes, mais pour ce mémoire, les propos se limiteront au point de vue de ces derniers.

Dans le cas de la crèche, l'agence eût « zéro retour », ni de la part de la ville, ni de la part des usagers. JF.Mauras se montre plutôt sarcastique et répondit à ces questions de manière assez crue. Pour lui, il faut relativiser l'impact de l'architecture sur les gens, « les gens s'en fichent en fait, les gens y viennent faire garder leurs enfants et c'est ça qui est important »; même si, quand même le bambou permit de détendre les différents acteurs et de rassurer par d'une image assez vendeuse. Il se demande d'ailleurs si les gens n'ont pas été déçus en définitive, s'il n'y a pas décalage entre l'imaginaire que le bambou peut susciter et le résultat de ces chaumes juxtaposés les uns aux autres. Les parents avaient-ils imaginé des haies de bambou en feuille? Il se le demande.

Les architectes belge et allemand, eux ne montrèrent pas cette inquiétude: le couple propriétaires et des citoyens, ne formulèrent que des appréciations positives. Le maire de Rostvelar, lui même, invité à l'inauguration de la maison belge se félicita d'avoir fait preuve de souplesse pour pouvoir les laisser

expérimenter. Et de fait, une série de publications sur la nouvelle architecture de la région commença, mettant ce projet en avant. Ces 2 projets réussirent à susciter l'engouement général sur le long terme.

Le cas de la maison de Bessancourt avait l'avantage dans le cadre de ce mémoire, d'offrir le témoignage des usagers, certes conditionné par le fait qu'ils soient architectes. M. Karanesheva raconte combien ils apprécèrent la qualité d'ambiance lumineuse intérieure. Ils s'amuserent particulièrement de devenir un « hôtel » pour insectes et abeilles. Mais elle était consciente que cela pouvait provoquer des réactions différentes. Ce côté vivant et brut, en effet selon elle, en « choquait » certain, mais cela restait assumé. Tout comme pour le parking de Leipzig, l'engouement venait peut-être plutôt des enfants qui pouvaient venir observer cette faune volante.

Ce fut un parti pris architectural plutôt apprécié de tous, mais peut-être encore plus par les journalistes et autres architectes, comme veut le souligner l'architecte de l'agence Karawitz : « *mais y a pas non plus un effet « wahouu », c'est plus de la part des archi et des journalistes qui ont une certaine estime du nouveau* ».

Ces 4 agences furent énormément contactées par d'autres architectes ou des journalistes, désireux d'en savoir plus ou de tenter l'aventure. M. Reichel organisa plusieurs visites de ce parking. Même 15 ans après, le téléphone sonne encore pour avoir des renseignements sur le bâti chez l'agence Topos. Ce fait ne joua pas en la faveur du planning de ce mémoire, car hormis M. Reichel, ce fut difficile de les contacter; ils croulaient sous les demandes et sollicitations. Cet entretien n'était pas leurs priorités.

Aux questions : qu'auraient-ils fait différemment rétrospectivement? et comment leur regard sur ce matériau a évolué? les réponses diffèrent.

Les 2 architectes français mettent en avant qu'ils auraient aimé travailler d'avantage la question de la mise en œuvre. M. Karanesheva pense qu'ils auraient peut-être repensé la fixation des chaumes. Si ceux-ci avaient été enroulés par des tiges de fer, plutôt que traversées, ils auraient sans doute moins fendu, même si cela constituait un parti pris revendiqué du matériau qui vit et bouge.

JF. Mauras, pense, quant à lui, qu'ils furent timides tant au point de vue constructif qu'architectural, comme le montre ces propos: « *la façade elle est toute droite, c'est un peu bête, je pense qu'elle pourrait être bien plus texturée, des vrais bambous à l'intérieur, qu'il y ait plus de lien intérieur extérieur. On aurait pu faire plus de choses... carapasser l'ensemble en ajoutant une sorte de sur-toiture, du parquet, mais je ne regrette pas le fait de l'avoir utilisé, cela a quand même donné le nom du bâtiment et c'était une idée hyper simple donc pourquoi la combattre, mais on aurait pu proposer plus de choses* ». Cet architecte pense en définitive que l'usage qu'il firent du bambou n'est pas révélateur du potentiel architectural que cette plante détient. En effet, tous s'accordent à dire à la fin de cette expérience, qu'il s'agit d'un matériau très « intelligent ».

Ce matériau permit de tenir un certain pari architectural en habillant une typologie de manière unique, et expérimental en répondant à de fortes contraintes temporelles et budgétaires. Ces architectes se montrent aujourd'hui tous les 4 satisfaits de cette expérience, et il en est de même pour les usagers. Le bambou permit de travailler une architecture texturée, plus intéressante à leur yeux que l'architecture lisse si répandue aujourd'hui. Il était donc naturel de se demander s'ils ré-itérèrent l'expérience avec ce matériau pour d'autres projets par la suite. Ces projets constituaient-ils les prémices d'une culture constructive en Europe?



Maison de la petite enfance à Brest par TOPOS Architecture



Projet de maison par AST77 Architecten © Steven Massart



Maison résidentielle de l'agence KARAWITZ



Les Ti'Canailoux, crèche par TOPOS Architecture

III.3.b. Pourquoi n'ont-ils pas ré-utilisé ce matériau par la suite?

Après leur première expérience, quand bien même celle-ci fut réussie, aucune de ces agences ne reconstruisit en bambou.

Ces architectes furent les premiers dans leurs pays à travailler le bambou en façade, et bénéficièrent de fait d'une certaine portée médiatique. Malgré cette renommée, ils refusèrent tous de porter l'étiquette d'architecte du bambou. Un automatisme de conception visant à utiliser un même matériau serait contraire à leurs pratiques architecturales, dont l'ouverture d'esprit avait justement permis d'aborder un matériau dont ils ne connaissait rien.

A la question de pourquoi ne pas avoir retravaillé avec ce matériau par la suite, tous évoquèrent la question du contexte. Selon eux, ils ne rencontrèrent pas de contexte qui appelait à l'utiliser. Cette idée est particulièrement clairement énoncée par l'architecte M. Reichel, lorsqu'il dit « *s'il y a un autre challenge, nous le tenterons. Mais nous ne disons pas « oh le bambou est vraiment merveilleux, utilisons le partout* ». *il y a besoin d'un contexte spécifique* ». Ce contexte spécifique, l'architecte belge le définit comme étant « *la bonne réponse pour un client et un environnement* ». Ces réponses renforcent d'autant plus cet argumentaire de la mise en œuvre comme étant le fruit d'une situation contextuelle précise et de concours de circonstances plus qu'autres choses.

Pourtant, l'équilibre de cette réponse est subtil. En observant les autres projets réalisés par ces architectes, apparaissent des façades en bois ajouré dont la mise en œuvre rappelle étrangement celle du bambou: par exemple, l'accueil à la petite enfance de Brest réalisée par l'agence Topos, ou une maison individuelle par l'agence Karawitz (cf images). Pourquoi décidèrent-ils d'utiliser du bois plutôt que du bambou pour ces projets, est-ce vraiment dû à des raisons de contextes? Dans le cas de cette maison individuelle, la propriétaire demanda que la façade soit en bambou plutôt qu'en bois, mais les architectes craignaient que la manière dont vieillirait cette herbe ne lui déplaise: « *vu que c'est un matériau qui est vivant, des lames qui se fendent, il grise, des insectes s'y installent, c'est pas parfait. Je m'étais dit pour un client, je sais pas comment ils sont, cela demande un peu de, comment dire, de romantisme, et du coup on a pas voulu faire, car on avait peur qu'ils trouveraient ça pas marrant du tout par exemple que des insectes s'installent.* »

Ces architectes se montraient bien conscients que ces qualités d'ambiances, qui

leur avaient plus dans le bambou, n'étaient pas forcément adaptés au goût de tous par sa manière de vieillir.

L'agence Topos y était très sensible également et d'ailleurs vient finalement remettre en cause la pérennité de ce matériau. Le bois a l'avantage premièrement de posséder un DTU, ce qui facilite beaucoup la mise en œuvre. Pour le projet de la crèche, ils avaient réussi à passer outre car ils présentèrent cet élément comme une palissade. Mais il s'agit d'un subterfuge difficilement réutilisable, Et le deuxième point qui différencie le bois du bambou est l'aspect purement qualitatif au niveau de la pérennité. En définitive, la crèche a assez mal vieilli, certains bambous ont disparu et beaucoup des fixations inférieures se sont défaites, les herbes montent et ont colonisé les chaumes. La pérennité de ce matériau est remise en cause par cet architecte. « *Dans les projets que j'ai vus - nous on essaie de faire une architecture assez pérenne - on voit bien que 10-15 ans après, c'est pas facile, c'est là où c'est pas forcément facile à vendre... je ne crois pas vraiment que cela soit très pérenne* ». Certes, il le reconnaît, cette pérennité dépend aussi de l'entretien, qui pourrait se faire comme celui d'un bardage bois. Et selon lui, personne ne s'en serait occupé pour la crèche.

Au dire des autres architectes, l'entretien est d'ailleurs assez simple.

Le parking de Leipzig nettoie une fois par an, pour enlever les éventuelles feuilles coincées ou autre matériaux organiques et coupe les hautes herbes pour qu'elles ne touchent pas les tiges; M. Karanesheva tout comme Peter van Impe préconisent de s'en occuper tous les 10 - 15 ans comme pour n'importe quelle façade. Un entretien régulier pourrait donc être un facteur clé dans le vieillissement de ces chaumes. Pour l'architecte belge et allemand, le bambou vieillit bien et ne constituerait pas un inconvénient de ce matériau. Mais pour les 2 architectes français, cela apparut comme un frein à re-crée ce genre de façade.

Enfin, nous pouvons nous demander si l'impact architectural limité sur le reste du projet n'explique pas également qu'ils n'aient pas tenus à récréer de telles façades. Certes, cela crée des qualités d'ambiance intérieures singulières dans le cas du parking et de la maison individuelle de Bessancourt car les chaumes sont visibles depuis cet espace, et évite des questions de surchauffe mais dans le cas de la maison belge et de la crèche nantaise, cela reste une palissade accolée au bâti pour venir l'habiller. Il ne fut pas question de problèmes d'étanchéité pour ces projets, car le bambou se tient indépendamment de tout le reste. Ainsi les 2 maisons individuelles avaient été conceptualisées quelque soit le matériau et il n'y eût pas d'incidences particulières sur le projet.

Pour la crèche, l'architecte reconnaît que le subterfuge de présenter ces chaumes verticales comme une palissade constitue un acte architecturalement limité, comme l'exprime ces propos : « *au final il faut pas enlever le fait que c'est quand même un bâtiment industrialisé auquel on a mis une palissade, ce qui en terme architectural est assez faible. Cela répondait à une question, c'était intéressant, mais après... il faut bien être conscient que cela a un intérêt relatif* ». Le seul aspect qui conditionna un peu la géométrie du projet, fut, énoncé dans la partie II.3, la taille des chaumes qui influença sur la hauteur de la façade. Peut-être que cet usage du bambou comme seul élément de façade et non comme élément moteur dans la création d'espaces est un aspect qui peut expliquer pourquoi, malgré le succès rencontré de ces projets, le bambou, après cette expérience, ne fut pas érigé comme matériau de premier choix pour ces agences. Mais il est à noter que seul l'architecte JF.Mauras l'exprima comme élément de frustration. Cet argument seul, ne saurait justifier l'absence de répétition d'usage de ce matériau.

Trois points pourraient donc expliquer ce phénomène : le besoin d'un contexte singulier, la question du vieillissement et de la pérennité et enfin une influence sur l'architecture du projet tout de même assez limitée.



Les chaumes de bambou ne sont plus fixés en partie inférieure et tendent à se détacher de la façade



Les chaumes de bambou se font envahir par les herbes folles



Présence de lichens ou autres champignons sur les chaumes

Détails de la crèche de Nantes en 2017 (Louise Hamot)

III.3.c. Les pronostics pour l'avenir

Devant ce bilan tout de même nuancé, quels pronostics portent ces architectes quant au devenir du bambou en Europe? Ils furent des pionniers dans son usage mais ont-ils participé à l'essor d'une nouvelle culture constructive? Parmi ces 8 projets, il est à noter qu'aucun de ces architectes ne se connaissaient entre eux, et ne s'utilisèrent comme référence de mise en œuvre. Les réflexions s'articulent sous l'angle de ces questions : quelle place occupera le bambou dans le monde européen de la construction? L'usage de ce matériau est-il adapté en fin de compte à notre culture constructive européenne? Enfin, quels sont leurs préconisations quant au développement de l'usage de ce matériau en Europe?

Suite à cette première expérience, quelle place détient ce matériau dans les champs de la conception architecturale chez ces architectes? Presque unanimement, ils placent ce matériau au sein de leur palette de choix tout comme un autre. Comme le fait remarquer l'architecte allemand M. Reichel, cette expérience put enrichir le choix des matériaux mais ne créa pas de préférences : « *en tant qu'architecte, nous avons tellement de possibilité, il s'agit juste d'une parmi d'autres* ». Le fait que ce matériau ne soit pas mis sur un piédestal particulier, renforce la pondération associée à la notion de contexte dans la pratique de ces architectes. L'architecte M. Karanesheva l'exprime aussi très clairement en ces termes: « *Je ne pense pas que le bambou aura une place extrêmement importante, c'est une espèce parmi d'autre. Le châtaignier se développe beaucoup aussi, le bambou aura juste une part dans ce développement général* ».

D'ailleurs de quels usages parlent-ils? Ces architectes sont tous d'accord sur le fait que le parquet par exemple est promis à un grand développement. L'architecte JF. Mauras met en avant le côté qualitatif et pérenne de ce produit et qui exploite bien le potentiel indéniable de cette plante. L'architecte M. Karanesheva met néanmoins en avant l'absence aujourd'hui de lobby en faveur du parquet en bambou. Cela sous-entend que ce marché pourrait se développer plus ou moins vite et souligne le caractère politique que peut avoir le développement d'un matériau.

Et quant à l'aspect structurel? Cet aspect permet également un usage du chaume. Il est à rappeler que les recherches lors de ce mémoire recensèrent en Europe 6 projets utilisant le bambou de manière structurelle, sur une période de 1989 à 2009, pour la plupart sous forme de pavillon ou en éphémère. Pour cette question, les réponses diffèrent.

L'architecte M. Karanesheva reconnaît que le développement du bambou se fera peut-être plus via des typologies éphémères, ou « structure hall de marché » et souligne « un gros potentiel pour l'événementiel ».

L'architecte de l'agence Topos pense quant à lui que c'est LA manière d'explorer le bambou, comme il le recommande en ces termes : « *aller sur du structurel, parce que c'est sûrement 100 fois plus compliqué mais du coup sûrement 100 fois plus intéressant. en tout cas aujourd'hui, c'est cela qui m'intéresserait* » .

En effet, il est d'avis que l'usage structurel serait bien plus passionnant qu'un usage en façade, car cela demande une vraie mise en œuvre et donc un résultat beaucoup plus qualitatif et générateur d'architecture. Seulement à cause du manque de ressources et de savoir-faire, il s'avoue bien incapable aujourd'hui de mener une telle aventure.

L'architecte allemand, lui est plutôt dubitatif. Il fut surpris d'apprendre qu'il existe une bâtiment à Darmstadt dans la région de Hesse, la « Feng Shui House », qui utilise les chaumes structurellement. Ce scepticisme provient des tests incendies que l'agence réalisa: le bambou brûlait immédiatement. Pour lui, le bambou n'a aucune résistance naturelle au feu. Il faudrait savoir si pour ce projet de Darmstadt, les chaumes furent traités avec des retardateurs de flamme. Le couple de l'agence Karawitz serait également tenté par un usage structurel,

mais met en avant le besoin d'un bon contexte, d'un projet de préférence de petite taille. Il s'agit d'une expérience architecturale nouvelle ce qui comporte des risques « techniques et relationnels » et ceux-là sont réduits par rapport à des projets de grosses ampleurs.

Il est également à noter que, l'usage structurel n'est pas simplement tenu au domaine de la charpente et pourrait avoir un avenir comme matrice structurelle dans du béton comme le fait remarquer Peter van Impe et M. Karanesheva. Celle-ci cite un projet de Voralberg par un architecte Autrichien.

Enfin, même s'il avait été clairement énoncé que le bambou n'avait pas été choisi pour des considérations environnementales, il était tout de même intéressant de questionner l'avenir écologique de ce matériau. Celui-ci est perçue de manière mitigée par ces différents architectes.

Pour JF. Mauras de l'agence Topos, le fait que du *Phyllostachys* pousse à Anduze, dans les Cévennes, montre une potentielle pertinence écologique en tant que matériau local si d'autres plantations s'y mettent. Mais aujourd'hui la culture de bambou constructif en Europe est très marginale.

Cependant, comme le rappelle l'architecte de l'agence Karawitz, l'énergie grise du bambou est assez faible. bien qu'il provienne de loin, ce ne saurait être un obstacle à une démarche écologique.

L'architecte allemand M. Reichel, est lui plus mitigé et précautionneux dans ses propos, il releva les avantages et les inconvénients, sans conclure.

L'architecte belge, met en avant, qu'en fait peu de matériaux sont si écologiques que ça : « *nos produits locaux ne sont pas aussi locaux que nous le pensons* ». Il prend l'exemple du bois notamment. *Ce bois provient des pays scandinaves et arrivent en Belgique par voie routière or ce type de transport est beaucoup plus polluant que le bateau* ».

La conclusion quant à l'argumentaire d'une pertinence écologique pourrait donc être : l'usage du bambou ne représenterait pas une menace à un avenir durable, avec à l'horizon une potentielle pertinence s'il se met à être cultivé en Europe, ce qui est possible; mais il ne saurait aujourd'hui être brandi comme représentant suprême d'une démarche environnementale. La lucidité de ces architectes sur ces questions fut une bonne surprise.

Ainsi le bambou, selon ces architectes, peut prétendre à faire parti comme d'autres matériaux de la palette de choix possible et devenir un aspect de la culture constructive en Europe.

En effet, ces entretiens révèlent bien le « *potentiel* » de ce matériau pour le futur, qui est perçu comme tels par ces architectes. Mais comme la définition de potentiel le signifie, il s'agit d'atouts et de pertinence de l'ordre du futur. Selon eux, quelles sont les conditions pour développer l'usage du bambou et passer de l'état de potentiel à celui de réalité constructive courante? Plusieurs réponses apparurent selon l'expérience de ces architectes.

Tous le reconnaissent, il n'y a pas, de culture constructive en bambou en Europe. Même si des projets sont apparus depuis les années 2000, et que ces 4 architectes font parti des précurseurs, nous sommes bien loin de l'émergence d'un mouvement et ils ont nulle intention de porter le drapeau pour guider la marche. Seul le temps (selon ces architectes) dédié à la recherche pour mieux connaître ce matériau, lui créer un DTU, développer une filière, permettra réellement de mettre les choses en route. Combien de temps, cela prendra-t-il? Les pronostics varient.

L'architecte M. Karanesheva n'ose se prononcer : « *je peux m'imaginer que cela pourrait être plus ou moins rapide, mais il faudra aussi un peu de recherche, parce qu'en Europe il n'y a pas du tout de culture constructive* ».

L'architecte de l'agence Nantaise, lui, pense que cela prendra énormément de temps. En effet, si l'usage du bambou arrive à être aussi qualitatif en Asie, c'est dû à des siècles de pratiques, comme l'illustre ces propos : « *il va falloir qu'il y ait des gens qui s'y intéressent bien plus qu'on s'y intéresse maintenant pour*

qu'il ait un avenir ... il ne faut pas s'imaginer qu'on va rattraper le savoir-faire des Chinois issu d'un millénaire de pratique avec seulement un peu d'envie, ce n'est pas possible ».

L'architecte allemand met également en avant le fait que l'apprentissage d'un matériau est extrêmement lent. Si nous arrivons à être aussi qualitatifs dans les constructions en bois en Europe, c'est bien parce qu'il pousse sur ce continent et qu'il est utilisé depuis des siècles et que le savoir-faire est transmis de génération en génération.

Mais pour cet architecte, cet aspect temporel et de recherche dépend également d'un facteur économique. En effet, appréhender un nouveau matériau et de nouvelles techniques constructives pour l'intégrer à une pratique architecturale usuelle demande de l'argent. D'une part, cela demande du temps aux agences d'architecture, qui pourraient l'investir sur d'autres projets, et d'autre part, obtenir les autorisations d'expérimenter, réaliser les tests, prouver que le bambou est apte à être utilisé a un coût conséquent. M. Reichel sent l'influence de la crise de 2008 sur ces questions et peut percevoir la différence entre la période d'avant et après cette crise. *« Mais appréhender un nouveau matériau, demande du temps, de l'argent, des nerfs et de moins en moins de gens font cet effort de découvrir de nouveaux matériaux. J'espère que plus de personnes consentiront à le faire ».* D'après lui, s'ils purent réaliser ce parking avec ce matériau qui leur était inconnu, c'est qu'ils disposaient d'un contexte économiquement favorable. *« C'était d'une certaine manière un projet assez expérimental. Il y a 13 ans, c'était un peu différent, les architectes étaient encore enclins à dépenser du temps et de l'argent pour essayer de nouvelles de choses, aujourd'hui on sait que ce n'est pas pareil ».* Le domaine de l'architecture n'est pas un monde à part et est dépendant d'un contexte économique général. Dans l'imaginaire de certaines agences, choisir des matériaux qui possèdent déjà un DTU, ou un équivalent à l'étranger permet de tenir un budget même s'il a été montré que le bambou avait peu coûté en définitive sur ces projets; cela explique pourquoi certains matériaux sans support techniques ne décollent pas.

Un autre acteur clé est également, la population européenne en général. Que cela soit en Asie ou en Amérique du sud ou dans certaines régions d'Afrique, le bambou fait partie intégrante de l'imaginaire constructif des populations locales, et conditionne une manière de construire. Ce manque d'histoire et de référence, pourraient-ils expliquer pourquoi ce matériau n'est pas érigé plus haut que d'autres par ces architectes? Peut-être est-ce étonnant de poser cette question en dernier, mais elle permet peut-être d'expliquer les paradoxes. La question est: ce matériau est-il en fin de compte adapté à la culture constructive européenne? Les réponses de ces architectes sont mitigées. Selon Peter van Impe, l'architecte belge, les européens ont une culture constructive pérenne, celle-ci résulte de plusieurs siècle d'histoire. Ainsi comme l'exprime ces propos, il voit mal le bambou remplacer d'autres matériaux plus anciens: *« je pense qu'en Europe, nous construisons des bâtiments « économiques », on veut y habiter quelques années puis le vendre et ce n'est pas forcément le cas dans d'autres coin du monde et en plus nous n'avons pas besoin de bâtiments temporaires. Donc je dirai non, mais plus d'expérimentations peuvent être faites, c'est sûr, mais je ne pense pas que notre culture passera de la brique, acier et bois au textile, bambou, plastique si facilement ».*

Pour l'architecte JF.Mauras, le bambou peut se montrer adapté mais il lui faut un bon projet et une bonne mise en œuvre. Or, comme il a été dit, il s'en montrerait aujourd'hui bien incapable. Faut-il introduire ces notions, ces matériaux dès la formation? Ou bien tisser des liens avec des experts d'Asie ou d'Amérique du Sud, comme pour le pavillon Zeri où des charpentiers colombiens vinrent travailler avec des ingénieurs structure du laboratoire de Stuttgart?

Enfin comme ces propos le font percevoir, les architectes ne sont pas les seuls acteurs en jeu dans le développement du bambou en Europe. La fréquence de demande de confrères ou journalistes auprès de ces architectes sur ces 4 projets montrent qu'il y a un intérêt constructif. Ils sont néanmoins encouragés par ces 4 architectes à expérimenter d'avantage.

Pour l'architecte de l'agence Topos, la crise de 2008 ne fut pas un frein à l'expérimentation et il affirme qu'ils trouvèrent toujours un moyen de travailler avec de nouvelles techniques, de nouveaux matériaux si le contexte du projet le demandait. Les autorités, les ingénieurs et les responsables de la mise en œuvre sont aussi appelés à s'y intéresser.

Les questions liées au développement d'une filiale, elles, ne furent pas abordées et mériteraient sûrement de s'y pencher. Une prochaine étape pour approfondir cette réflexion sera également d'écouter l'avis de constructeurs et de fournisseurs, qui ne purent dans le cadre temporel de ce mémoire être interrogés.



Façade sur rue de la crèche nantaise de Topos Architecture (Louise Hamot 2017)

CONCLUSION PARTIE III :

Ces projets ne sauraient être placés dans la catégorie des actions de façade, sans mauvais jeux de mots, pour se dire écologique et faire bonne figure. Du fait de contextes singuliers, le bambou fit sens d'être. Le bambou véhicule une sensibilité unique dû à son dessin et à son caractère organique. Il fut porteur de projet architectural. Le caractère écologique de ce matériau ne fut pas revendiqué. Ces projets récusent ce sous-titre de « lubie temporaire d'architecte ou système pertinent en devenir », pour affirmer une pertinence contextuelle et d'ambiance. Certes, ils furent face à plusieurs obstacles, mais cela ne les empêcha pas de se lancer dans l'aventure. Ces entretiens présentent en fait un aspect assez positif des pratiques architecturales existantes aujourd'hui. Ces agences ne perçoivent pas la question du matériau avec des automatismes conceptuels. Oui le bambou fut un système pertinent pour ces projets, mais est-il en devenir? C'est une autre question.



Façade de l'école Meti au Bangladesh par Anna Heringer

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'ACCES



Balancoire en bambou près de Katmandou, Népal (Vitra, 2000)

CONCLUSION GENERALE

Le bambou en tant que matériau de construction a des qualités indéniables. Léger, extrêmement résistant en tension, disponible sous de grandes longueurs, peu rare et disponible à grande échelle. Mais il est bien embêtant pour notre système de pensée industrielle. Chaque chaume est unique et demande un travail de précision au cas par cas. Une standardisation de son usage est difficile. Dépendant d'un savoir-faire manuel, une mécanisation de son travail semble peu adéquate.

Une utilisation à plus grande échelle que celle par des autochtones autodidactes, ne semble pouvoir être possible que dans un contexte de troisième révolution industrielle, suivant la pensée de l'économiste Jérémy Rifkin [1]. A savoir, combiner des techniques universelles contemporaines à d'autres presque contradictoires qui font référence à une architecture vernaculaire et une pertinence locale. Ces principes d'économie constructive, certains architectes tels Simon Vélez, Marcello Villegas, Shigeru Ban ou Hamura Shoei Yoh les mettent en place et le bambou participe à la magnificence de leur architecture.

Or dans le cas européen, la pertinence locale, au sens de ressource et de culture locale, est problématique. Evacuons le premier aspect, car il a été montré que du *Phyllostachys* pouvait pousser en France et que l'énergie grise d'un matériau provenant d'Amérique du Sud ou d'Asie jusqu'en Europe était en fait inférieure à d'autres matériaux communément utilisés. La question de la pérennité peut également être évacuée. Ces 4 projets, hormis celui de la crèche, vieillissent bien et comme le font remarquer les architectes il s'agit d'entretenir les façades comme n'importe quelles autres.

La question de la culture, elle, est clé. Plusieurs points d'ordre culturels se devraient d'être développés pour envisager un usage plus fréquent du bambou. Les propos de Milena Karanesheva pourraient servir d'introduction à cette idée: *« Il y a un intérêt, nous avons été contactés je ne sais combien de fois par des architectes ou des maîtres d'ouvrages, mais après je ne sais pas ce qui s'est passé. C'est un peu comme pour le béton brut, les gens disent qu'ils veulent du béton brut, mais en fait ils veulent de la résine qui imite le béton brut. Le bambou pour moi, c'est un peu dans ce style, on l'adore mais chez les autres. L'appliquer en façade comme ça, ce n'est pas évident. Les freins réglementaires sont assez élevés. Mais je connais beaucoup d'architectes qui adoreraient faire des choses en bambou. »*

Tout d'abord, le bambou se prête mal aux validations de supports techniques usuels. Même si certains de ces 4 projets y échappèrent, il apparaît quand

[1] : Jérémy Rifkin, *La Troisième Révolution Industrielle. Comment le pouvoir latéral va transformer l'énergie, l'économie et le monde*. Les liens qui libèrent, Paris 2012

même que le manque d'aspect réglementaire sur ce matériau peut être un frein à son développement. Normer un état performantiel d'un bâtiment plutôt que de certifier un matériau pourrait être une solution.

De plus la question du savoir-faire se pose. Un apprentissage de ce matériau est nécessaire. Il n'est cependant pas impossible. Ces 4 agences appréhendent de manière très honorable ce matériau et tous les points clés: les questions d'humidité, d'exposition et de rapport au sol, grâce à la comparaison avec du bois. Certes, la façade évacue le challenge constructif des assemblages. Dans ce cas-ci, il serait imaginable de développer les techniques modernes via des robots, capables de créer des pièces adaptées à chaque chaume.

En fait, c'est plutôt la relation architecte-artisan autour de cette question d'apprentissage qui se pose. L'usage du bambou demande une démarche de conception intégrée, entre architectes, ingénieurs et entreprises de mise en œuvre. Un cloisonnement des savoir-faire et disciplines entravent la révélation de ce matériau en architecture. Concernant le projet de parking à Leipzig, le bambou se distingue des autres projets, par une certaine finesse et un vrai aspect qualitatif. Cela est sûrement dû à une conception plus éco-systémique de la part de cette agence allemande.

Enfin pour se développer, le bambou se doit d'être apprécié, au sens esthétique du terme. Or, ces projets le montrent, le bambou a été choisi pour ses qualités d'ambiance, et ces agences sont fréquemment contactées par des architectes et journalistes, attirés par ce matériau. Du côté de la population en général, il suffirait de vivre plus d'architectures en bambou pour s'y accoutumer. Mais l'analyse de ces projets montre déjà une bienveillance de la part des maîtrises d'ouvrage et habitants à ce matériau.

Telles sembleraient être les conditions à un développement de ce matériau en Europe.

La question de la pertinence pourrait être, elle, résumée en ces termes:

- **Pertinence architecturale** : certainement - si le contexte s'y prête. Le bambou offre des caractéristiques uniques en son genre.
- **Pertinence écologique** : réelle
- **Pertinence économique** : oui
- **Pertinence sociale** : Valorisation du travail manuel au niveau de la récolte, du traitement et de la mise en œuvre, car influencent grandement le travail architectural.
- **Pertinence en terme de système** : inadapté à celui européen actuel.

Il est à noter que ces propos ne valent que pour l'usage du bambou à l'état naturel, id est chaumes.

La question des parquets ou autres produits transformés est toute autre.



Vue d'intérieur d'une usine de bijouterie, réalisé par par FT Althoff à Ubud en Indonésie (Minke, 2000)



Détail de jointure au rattan d'une école dans la vallée du Punjab au Pakistan

BIBLIOGRAPHIE

PUBLICATIONS

AUSTIN Robert, UEDA Koichiro. Bamboo.
Weather Hill Ny&Tokyo. 1970

BRINK Francis & RUSH Paul, Bamboo reinforced concrete construction
US Naval Civil Engineering Laboratory, Californie. 1966

BROTO Eduard. Le Bambou: architecture et design.
Linksbook. Edition 2014

BYSTRIAKOVA Nadia, KAPOS Valerie, LYSENKO Igor. Bamboo Diversity.
UNEP-WCMC/INBAR 2004

FARRELLY David. The book of bamboo.
Sierra Club books. 1984

FREY Pierre, VON SCHAEWEN Deidi. Simon Véléz : La maîtrise du bambou
Actes Sud, 2013

GATOO Ana, SHARMA Bhavna, BOCK Maximilian, MULLIGAN Helen, RAMAGE Michael. Sustainable structures: bamboo standards and building codes.
Research Gate.net. publication 284345386. 2014

GIELIS Johan, Future possibilities for bamboo in European agriculture
Europe Project coordonné avec Mr. Joris De Vos of Cobelgal, Portugal.

GONDA Louise. Intensification de la consommation de bambou : solution écologique ou exploitation inquiétante?
Mémoire de master en sciences et en gestion de l'environnement ENVI5G-M. 2012

HARGOT B., MAHY A. Etude, réalisation et analyse de poutres lamellé-collé en bambou.

Thèse ECAM, Bruxelles. 2009

HILDAGO LOPEZ Oscar. Bamboo : the gift of the gods.

HOBSON-JACOBSON; a glossary of colloquial Anglo-Indian words and phrases, and of kindred terms, etymological, historical, geographical and discursive

by Yule, Henry, Sir, 1820-1889; Burnell, A. C. (Arthur Coke), 1840-1882, joint author; Crooke, William, 1848-1923

IL Institut für leichte Flächentragwerke, Leitung Frei Otto. IL 31: Bambus
Universität Stuttgart, SFB 64 & SFB 64. 1985

INBAR. Bamboo, People and the Environment. Engineering and Utilization
V International Bamboo Workshop, IV International Bamboo Congress. 1995
General Editors : I.V. Ramanuja Rao and Cherla B. Sastry
Volume Editors : P.M. Ganapathy, Jules A. Janssen and Cherla B. Sastry

JANSSEN Jules J.A. Designing and Building with Bamboo

Technical University of Eindhoven, The Netherlands. Editor Arun Kumar.
TECHNICAL REPORT NO. 20 pour International Network for Bamboo and Rattan 2000. ISBN 81-86247-46-7

LIESE Walter, KÔHL Michael. Bamboo and its use.

Department of Wood Science. University of Hamburg. Springer Edition. 2015

MINKE Gernot, Building with Bamboo

Birkhauser. 2012

NURDIAH Esti Asih. The Potential of Bamboo as Building Material in Organic Shaped Buildings.

Department of Architecture, Petra Christian University, Indonesia. 2015

OPOKU Desmond, AYARKWA Joshua, AGYEKUM Kofi. Factors Inhibiting the Use of Bamboo in Building Construction in Ghana: Perceptions of Construction Professionals

University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. 2016

TROYA Fidel Antonio Mera, XU Chenyang. Plantation management and bamboo resource economics in China.

Beijing Forestry University. 2014

VAN DER LUGT P., The bamboo sector in Colombia and Ecuador : a state of the art analysis of opportunities and constraints.

Faculty of Industrial Design Engineering, Design for Sustainability Program, Delft, The Netherlands. 2005

VAN DER LUGT P. , VAN DN DOBBELSTEEN A.A.J.F., JANSSEN Jules J.A. - An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures.

Delft University of Technology, Faculty of Architecture, & Eindhoven University of Technology. Elsevier. Accepted 18 February 2005

VILLEGAS Marcello. New Bamboo, architecture and design

Villegas Asociados S.A. 2003

VITRA DESIGN MUSEUM und Autoren. Grow your own House/ Simon Vélez und bambusarchitektur. 2000

WALKER Connor. Bamboo: A Viable Alternative to Steel Reinforcement?

ARCHDAILY . 2014

WBO, World Bamboo Organisation, 10th World Bamboo Congress Proceedings

Korea. 2015

YEASMIN Lucina, ALLI Md. Nasim, GANTAIT Saikat, and CHAKRABORTY Somsubhra. Bamboo: an overview on its genetic diversity and characterization.

3 Biotech. 2014

YU Xiaobing. Bamboo: Structure and Culture.

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie im Fachbereich Kunst und Design der Universität Duisburg-Essen. 2007

SITE INTERNET

CNRTL Centre National de ressources textuelles et lexicales

<http://www.cnrtl.fr/etymologie/bambou>

GUADUA BAMBOO, The Reality about Building with Bamboo, Construction

Examples

<https://www.guadubamboo.com/construction/?category=Bamboo+Construction>

AEB France - Association européenne du bambou Section France

<https://aebfrance.org/category/usages-du-bambou/architecture/>

BAMBOU ARTISANAT, Maison des Bamboutiers

<http://www.lamaisondesbamboutiers.fr/maison-bambou>

ECOLIGNE BAMBOU, le blog

<http://blog.ecoligne-bambou.com>

WORLD BAMBOO ORGANISATION

<http://www.worldbamboo.net>

CONBAM, Advanced Bamboo Application

<http://conbam.de/conbam-bambusspezialist-bambusrohre-bambuskonstruktion-bambuszaeune-bambusfassade-bambushaeuser-bambushandel/?L=1>

ZERI, Zero Emission Research and Initiative

<http://www.zeri.org/bamboo.html>

EUROPEAN BAMBOO SOCIETY

<https://www.bamboo-society.org.uk>

INBAR, International Network for Bamboo and Rattan,

<http://www.inbar.int>



Jointure de la «Maison Chinoise Allemande» à l'exposition universelle de Shanghai en 2010

ANNEXES

Projets recensés en Europe

Grille d'entretien Initiale

Retranscription des Entretiens

Agence TOPOS ARCHITECTURE

Agence AST77 ARCHITECTEN

Agence HPP ARCHITEKTEN

Agence KARAWITZ

PROJETS RECENSES EN EUROPE

NOM PROJET - ARCHITECTE - LIEU - DATE - TYPOLOGIE - TYPE BAMBOU

Structures pérennes et structurelles

Bamboo Gateway - Bamboo DNA - Stradbally, Ireland - 2009 - Pavillion Peren - Gradua A.

Washrooms - Gabriel Barbeta & Esteve Navette - La Selva, Catalogne - 2008 - espace douche d'un camping -

Feng Shui House - Suzanne Kröner & Tilman Schäberle - Darmstadt, Allemagne - 2005 - Bureau d'un garage automobile

Pavilion Vergiate - Valeria Chiaretto et Neri Baulin, dirigeant l'organisation « emissioni zero » - Vergiate, Italie - 2003 - Pavillion Peren

Zeri Pavilion - Simon Vélez - Hanovre, Allemagne - 2000 - Pavillion Peren - reconstruit en Colombie

Pont Pieton Bietigheim-Bissingen - - Allemagne - 1989 - Petit Pont piéton

Structures temporaires et structurelles

Boo Tech Eco Dome - Studio Cardenas Conscious Design - Milan, Italie - 2009 - Pavillion exposition temporaire - Gradua Angustifolia

The Drop - Bamboo DNA - Idanha a Velha, Portugal - 2010 - Pavillion pour Boom Festival - Gradua Angustifolia et Dendrocalamus asper

Favelous 963 - Ifigeneia Dilaveraki, Conbam, Elena Goray - Amsterdam, Pays Bas - 2013 - Structure d'intérieur pour accueillir un restaurant dans un bâtiment vide - bambou fendu foncé

Restaurant Roof - Auwi Stübbe - Coburg, Allemagne - 2006 - Structure habitant un restaurant pour une foire de design

Exposition Roof - Auwi Stübbe - Cologne, Allemagne - 2006 - Structure intérieure pour une exposition de mobiles « IMM Cologne »

En façade

Zoo Parking Lot - Hentrich-Petschnigg & Partner - Leipzig, Allemagne - 2004 + 2012 - Parking - Guadua de Colombie

Low Energy Bambou House - AST77 Architects & Engineering - Rotselaar, Belgique - 2011 - Maison individuelle - Guadua de Colombie

Gradua Bamboo Car Park - Guadua Bamboo - Amsterdam - 2015 - Parking Guadua

Carabanchel Housing - Foreign Office Architects - Madrid, Espagne - 2007 Résidentiel

Aéroport Barajas T4 - Rogers Stirk Harbour + Partners Architects - Madrid, Espagne - 2006 - Plafond en lamellés bambou

Passive House - Karawitz Architecture - Bessancourt, France - 2009 - Maison individuelle

Bamboo Parking - Moke Architecture - La Hague, Pays Bas - 2014 - Parking Guadua

Crèche Bambou - TOPOS - Nantes - 2002 - Crèche

GRILLES D'ENTRETIEN

RAISONS QUI ONT AMENE A CHOISIR LE BAMBOU

<p>Question principale:</p> <p>Comment est venue votre envie d'utiliser le bambou?</p> <p>et si besoin:</p> <p>Pouvez vous m'expliquer les raisons de ce choix</p> <p>comprendre les raisons du choix essayer de voir si le projet a émergé grâce à un contexte précis ou bien une volonté personnelle ou bien en v</p>	<p>Autres questions à poser:</p> <p>Quel est votre passif avec ce matériau dans le domaine de la construction? Est ce votre première expérience avec du bambou? A-t-il séduit toute l'équipe, client? Avez déjà une idée précise de l'usage dès le début du projet? Pourquoi l'usage en façade plutôt que structurel? Le choix de ce matériau a-t-il été pris pour des raisons de typologies?</p>
	<p>Relances possibles :</p> <p>Qui a été à l'initiative de ce choix? Vous même, l'équipe de la maîtrise d'oeuvre ou bien le client ou..? et pourquoi? Elément déclencheur (rencontre, un voyage, une lecture?) ou processus lent? des hésitations avec d'autres matériaux? Influence d'un acteur en particulier? Avez vous choisi le bambou pour une raison précise? écologique? ambiance? économique? Pourquoi? D'où venez ces envies, idées reçues? Pourquoi choisir le bambou comme élément de façade?</p>

COMMENT SE PREPARER A CONSTRUIRE EN BAMBOU

<p>Question principale:</p> <p>Pourriez vous me raconter comment vous avez préparé le projet?</p> <p>comprendre si la décision de faire usage du matériau a engendré un truc différent</p>	<p>Autres questions à poser:</p> <p>Avez vous du combattre des idées reçues ou des a priori au niveau du reste de l'équipe, des ingénieurs, du client par rapport à l'usage du bambou?</p> <p>Si c'était votre première expérience avec le bambou, comment avez vous appris plus, comment êtes vous vous préparé pour travailler ce matériau?</p> <p>Comment avez vous choisi quel type de bambou vous alliez utilisé?</p> <p>Cela a-t-il engendré des échanges particuliers avec des personnes connaisseuses de ces techniques constructives, par exemple des experts d'Asie, d'Amérique du Sud?</p> <p>Avez vous trouvé que vous aviez les outils nécessaires pour vous lancer dans l'aventure?</p>
	<p>Relances possibles :</p> <p>Avant que le projet ne commence, la décision d'utiliser le bambou a-t-il déjà eu des incidences sur la manière de faire et de concevoir le projet?</p> <p>Quel documentation, acteurs êtes vous allé voir pour vous préparer?</p> <p>Quelles ressources avez vous utilisé?</p>

INCIDENCE DU CHOIX DU BAMBOU SUR LE DEROULEMENT DU PROJET

<p>Question principale:</p> <p>Pourriez vous me raconter comment le projet s'est déroulé ?</p> <p>comprendre si l'expérience de la construction en bambou est différente de celle couramment pratiqué et si oui en quoi</p> <p>Quelles incidences l'usage du bambou a-t-il eu sur le projet?</p>	<p>Autres questions à poser:</p> <p>Quelles incidences sur votre pratique architecturale ce matériau a-t-il eu?</p> <p>Etait-ce une expérience habituelle ou non? et si non en quoi?</p> <p>Avez vous noté des différences dans le processus de réalisation par rapport à d'autres matériaux?</p> <p>Par rapport à la raison de votre envie d'utiliser ce matériau et ce que vous vous imaginiez, comment cela s'est-il passé?</p> <p>Comment êtes vous vous débrouillés avec les entreprises? Avez vous trouvé un savoir faire? Etes vous allé le chercher?</p>
	<p>Relances possibles :</p> <p>Quels challenges avez vous rencontré?</p> <p>Avez vous rencontrés des obstacles particuliers? de l'ordre réglementaires? économiques? constructifs? ou des idées reçues?</p> <p>Question appriisionement de la main d'oeuvre des techniques constructives</p>

RETOUR SUR EXPERIENCE

<p>Question principale :</p> <p>Une fois construit, comme le matériau se comporte-t-il ?</p> <p>Par rapport à vos envies premières, quel est votre regard sur l'usage de ce matériau à posteriori ?</p> <p>Quelles recommandations feriez vous pour des architectes qui voudrait l'utiliser ?</p>	<p>Autres questions à poser :</p> <p>Comment le matériau vieillit-il?</p> <p>Demande-t-il un certain entretien? à comparer avec le bois par exemple.</p> <p>Quelle est l'interaction et le ressenti des usagers par rapport à celui-ci?</p> <p>Retentriez vous l'expérience? Si oui, pour quelles raisons et pour quel type de projet?</p> <p>Avez vous découverts d'autres avantages dans cet usage, dont vous ne vous attendiez pas?</p> <p>Si cela était à refaire, feriez vous les choses différemment?</p> <p>Seriez vous tenté de faire un projet utilisant le bambou de manière structurelle?</p>
	<p>Relances possibles :</p>

PROJECTION DANS L'AVENIR

<p>Question principale:</p> <p>Comment imaginez vous l'avenir quant à l'usage du bambou comme matériau de construction en Europe ?</p>	<p>Autres questions à poser:</p> <p>Pensez vous que le bambou est adapté à la culture constructive européenne?</p> <p>Selon quel usage le bambou à votre avis sera plus utilisé ? Et pourquoi?</p> <p>En quoi peut il s'inscrire ou non dans une démarche «durable»?</p>
	<p>Relances possibles :</p> <p>Pensez vous que le bambou devrait être plus utilisé ?</p>

RETRANSCRIPTIONS DES ENTRETIENS

ENTRETIEN AGENCE TOPOS ARCHITECTURE

Interviewé : Jean François MAURAS

Date : Mardi 9 Mai. Pause déjeuner

Lieu : Agence Nantaise

- LH : Comment est venue votre envie d'utiliser le bambou?

- JFM : l'histoire vient du fait que la ville de Nantes via Nantes aménagement a lancé un concours pour réaliser une crèche, ils avaient besoin de crèche, en 6 mois : PC compris, les études plus la construction; ce qui aujourd'hui serait impossible, rien que le permis ça dure 6 mois maintenant. Ils ont lancé l'étude avant l'été et il fallait que cela soit construit au début de l'hiver. Et nous, on avait déjà construit en modulaire donc on savait comment aller assez vite et on a eu le concours, mais bon c'était assez restreint. Et après, on s'est dit bon ok il faut y aller, il faut déposer le permis, donc on a déposé le permis. Mais nous on a quand même voulu parler un peu de d'architecture dans tout ça. Car le modulaire c'est quand même une boîte en acier et quand on construit on construit pour un certain nombre d'années et un des trucs qui «matchait» pas entre la petite enfance et construire vite en acier, c'est la question de la surchauffe. C'est à dire qu'il y avait une solution en algéco, modulaire classique qu'on connaît, cabane de chantier en gros. Et nous cabane de chantier et enfants qui dorment, on trouvait que c'était un peu léger quoi, et donc ce qu'on a proposé c'est d'essayer de revêtir le bâtiment d'une peau, qui est devenue en bambou. Mais alors vous dire comment l'idée est venue, impossible. Mais l'idée que cette peau soit assez ludique et renvoie une image assez simple et assez bienveillante, en contradiction avec le bâtiment en tant que tel, simplement construit. Ce n'est pas la construction modulaire qui a été retenue mais plutôt industrialisée, comme on construit des hangars industriels. Voilà comment est arrivé tout ça. On travaillait encore pas beaucoup avec le bois en ce moment là. On cherchait un matériau assez simple à mettre en œuvre et je pense que le bambou, quand on a commencé à en parler, même si on savait pas du tout où on allait, cela a parlé à pas mal de gens, et donc on s'est retrouvé un peu dans une histoire qui a avancé un peu toute seule et amené un peu tout le monde. Le bambou, il faut avouer que cela a eu une image BIENVEILLANTE, en tout cas à ce moment là et cela a été assez simple à mettre en œuvre. Après il a fallu trouver des gens qui acceptent de le mettre en œuvre dans le cas d'une consultation publique, essayer de voir comment c'était possible et c'est ça qui fut un peu plus compliqué. On avait analysé qu'il fallait que cela soit du bambou qui soit pas étuvé, mais qui soit quand même sec, qu'on puisse avoir des longueurs pour que cela soit pas recoupé, ce qui a déterminé la longueur de la façade, au-delà de 3m on y arrivait plus, une section qui soit suffisamment importante et on savait pas très bien comment cela allait tenir au niveau des UV, ni à la pluie. C'est ce dont je me rappelle, c'est un projet qu'on a fait il y a 15 ans donc bon... Mais en tout cas ce dont je me rappelle c'est qu'on a réussi à livrer à Noël, les enfants sont rentrés juste après Noël, donc c'était un pari à peu près réussi globalement. Et en plus l'avantage, c'est que, en tout cas cette double peau, elle a permis de finaliser les travaux extérieurs sans remettre en cause le planning intérieur. Du fait qu'on était en extérieur, que ça dépendait pas de l'étanchéité, que c'était une peau armée, finalement on a pu travailler assez longuement sur la peau sans bloquer les gens qui travaillaient à l'intérieur, donc

c'était assez simple. Cela nous a laissé un peu plus de temps. Nous on voulait pas prendre un matériau qui avait pas de DTU, qu'on ne connaissait pas, qui avait beaucoup d'inconnues et en même temps qui participe à l'étanchéité et .., donc c'était un matériau en dehors qui était là pour 2 choses : cette image bienveillante et cette question de surchauffe quand même, parce qu'on a une façade qui est plein sud, c'était la façade d'entrée et d'où la question d'image et la façade plein sud pour la question de la surchauffe. Et on a jamais eu de question de surchauffe pour cet établissement, pour ça, ça a plutôt bien marché. De mémoire on a trouvé une entreprise qui s'appelle Jaulin, qui connaissait pas du tout le bambou mais qui s'était quand même rapprochée lors de la consultation pour savoir comment cela pouvait être fait et mis en place, et s'est un peu intéressée à la question, mais finalement cela coûtait pas si cher que cela donc ils ont eu du mal à faire, enfin on a du les traîner un peu, c'était pas facile de les emmener vers un truc comme ça, qui coûte finalement pas très cher; ils voulaient aller assez vite parce qu'ils l'avaient chiffré un peu vite, mais bon ils ont quand même réussi à le faire. C'est une entreprise de paysage et ils avaient l'aménagement des espaces verts autour et cette question de la façade, mais sans l'ossature, cela fut fait par la construction.

-LH: et la question de l'approvisionnement?

- JFM : nous, on s'était renseignés vers Anduze, c'est des fournisseurs importants et assez qualitatifs dans le fond, mais on a jamais réussi, mais tout ce que je sais c'est qu'ils ne viennent pas d'Anduze, parce que c'était pas forcément ce qu'ils faisaient à cette époque là, on a jamais très bien su.

- LH: et c'était du guadua ou du moso?

- JFM : alors là, je serai incapable de vous dire. C'est Jaulin qui s'en est occupé, ils ont géré la pose et l'approvisionnement.

- LH: et vous avez eu le temps de faire des tests?

- JFM : nous, ce qu'on voulait, c'est que cela soit droit et la problématique c'est le bambou est conique, plus gros à la base, donc ils sont tête bêches, pour justement conserver quelque chose de vertical et en même temps qui ait pas d'intervalles. On voulait vraiment qu'ils soient collés les uns aux autres. Le bambou il a déjà un peu son irrégularité et si en plus il est mis de manière chaotique, cela fait vraiment beaucoup de chaos, donc on s'était dit qu'on essayait de les aligner pour que cela soit simple et effectivement il y a toute les ombre qui apparaissent parce qu'ils sont pas droits, et on trouvait que c'était suffisant, en plus on avait mis les fenêtres de manière assez aléatoire pour que cela soit un peu ludique. Et effectivement dans cet intervalle, cela faisait un trait qui était assez simple.

- LH: et pour les manières de le fixer?

- JFM : Là c'était Jaulin, On a eu énormément de problématiques parce qu'il fallait les percer sans les fendre.

- LH: ils étaient traités?

- JFM : je ne sais plus. Le problème c'était de pas les fendre, ça pas été simple, il fallait les tenir assez fort, mais sans les fendre. Je me rappelle qu'à un moment Jaulin était prêt à dire que cela serait sans lui, il y eut un moment ça a été un peu compliqué.

- LH: et vous aviez des références?

- JFM : non rien du tout, personne, mais c'était simple à vendre, vraiment. C'était vraiment pas du tout utilisé je pense et cela l'est encore très peu utilisé, mais par contre il y a du parquet ; il y a quand même plus de choses. Au départ, tout le monde imaginait quand on allait faire ça, que cela serait une haie de bambous, du vrai bambou en fait et on leur a dit « nan nanan » et d'ailleurs on s'est dit à

un moment qu'il y aurait pu avoir une haie de bambou en plus pour varier en plus, mais bon on était vraiment en limite de terrain et c'était compliqué. On trouvait vraiment pas encore de parquet donc le bambou c'était naturel. On avait juste en tête les échafaudages en Asie qui ont l'air comme ça, sans trop s'y connaître, faciles à mettre en œuvre, hyper résistants, mais la problématique étant qu'on y connaît rien à la mise en œuvre. C'est ça qui a matché on va dire et le fait qu'à ce moment là, la ville de Nantes leur projet c'était construire une crèche en 6 mois, ils s'en foutaient en fait. Mais quelque part, ils étaient eux aussi dans cette question d'innovation, ils innovaient en voulant construire une crèche en 6 mois. Du coup la question de l'innovation du bambou allait avec l'innovation de leur projet à eux qui leur tenait à cœur. Ça a permis de raconter une espèce d'histoire au projet, essayer de vendre le projet du bambou à des gens qui confient leur enfants et l'idée c'était de leur dire « ba regardez c'est pas une caisse à savon, vous êtes accueillis avec de la végétation », c'était aussi ça le projet.

- LH: et dans vos autres projets, j'ai vu que pour l'accueil à la petite enfance de Brest, vous aviez utilisé du bois mais dans un usage similaire, est ce que la question du bambou s'est posée?

- JFM : on a refait des choses en bois après. L'avantage du bois c'est qu'il est certifié et il participe au bardage de la façade. Et la question de la réglementation. Si le produit appartient à l'architecture, il doit rentrer dans les spécificités du bureau de contrôle et si c'est un bardage c'est du bureau de contrôle, mais là on l'a vendu comme une palissade. Cela ne rentre pas dans les réactions au feu, ça a permis d'évacuer ce manque de DTU. C'est à 40cm de la façade. Peut-être que cela a évolué, je ne sais pas, je ne me suis pas intéressé à la question depuis. Mais par contre il y avait des choses intéressantes, même si au final il faut pas enlever le fait que c'est quand même un bâtiment industrialisé auquel on a mis une palissade, ce qui en terme architectural est assez faible. Ça répondait à une question, c'était intéressant, mais après il faut relativiser l'ampleur. Faut bien être conscient que cela a un intérêt relatif.

- LH: et la question que cela soit en bois ne s'est pas posée?

- JFM : nonelle s'est pas posée. En fait dans le projet, on s'est dit assez vite que la question de l'espace naturel était très important, donc on voulait que cela soit un élément de la façade. et la question du bambou est vraiment venue assez vite. Vous êtes d'ailleurs pas la seule à nous appeler sur ces questions là, des gens qui nous contactent pour avoir des détails.

- LH: et vous aviez des considérations écologiques en choisissant le bambou?

- JFM : alors là, pas du tout, pas du tout. C'est marrant parce que c'est la première fois que j'en parle comme cela, mais il y avait vraiment une considération bienveillante. La ville qui lançait le projet, et se disait « on va répondre à la question de la petite enfance et on va y répondre vite » et les parents eux se sont retrouvés dans un truc où ils se sont dit « ca y est, on va nous mettre dans des cages à lapin », donc cela a été vraiment une idée qui a emmené tout le monde pour vendre le projet.

- LH: mais vous auriez mis des roseaux, est ce qu'il y aurait eu une image bienveillante aussi?

- FM : j'en sais rien, mais en tout cas dès qu'on a parlé de bambou, cela s'est détendu, cela a permis à tout le monde de dire « ah oui c'est une bonne idée » et donc on s'est retrouvé embarqués avec cette idée, qu'il a fallu faire.

- LH: et le fait que cela pousse très vite, est ce que vous pensez que cela a joué sur l'imaginaire?

- JFM: sisi surement, tout le monde a du se dire « oh ca pousse très vite, cela va être simple d'en avoir ». Cela avait l'air simple et ça répondait à l'ensemble des questions. C'est vrai qu'il y a une image du bambou qui est ... qualitative. Ce

qu'on pourrait peut-être reprocher à posteriori c'est que, quand on se retrouve devant le produit, les gens sont peut-être un peu déçus, je sais pas comment dire, il y a un espèce d'imaginaire autour du bambou mais finalement quand c'est mis en œuvre cela peut faire un peu «cheap», un peu mal foutu. Dans les projets que j'ai vus, nous on essaie de faire une architecture assez pérenne, on voit bien que 10 15 ans après, c'est pas facile, c'est là où c'est pas forcément facile à vendre ... je sais pas vraiment si cela est très pérenne.

- LH: mais ca dépend vraiment de la manière dont c'est fixé, récolté.. Est ce que vous aviez ces problématiques là au moment de la conception?

- JFM: Ce sont des choses qu'on a essayés de prendre en compte, mais déjà ceux qui faisaient c'était pas des gens du bâtiment, c'était des paysagistes, donc c'était pas forcément facile de les intéresser à la question constructive. On a essayé de s'intéresser à ces problèmes effectivement : est ce qu'il fallait les protéger la tête de l'eau? Parce qu'ils sont pas forcément coupés à un noeud, du coup, on avait trouvé des bouchons pour les protéger en tête ; en bas ils sont dans une espèce de petite gorge, on voulait pas qu'ils restent dans l'eau - la gorge était là pour pas qu'ils soient physiquement proches de la terre, par pour qu'il y est d'humidité qui remonte, et du coup on avait repercé des choses à l'intérieur pour pas qu'il y ait d'eau qui stagne. On a essayé de les ventiler le plus simplement possible et de les dilater de manière assez simple aussi,

- LH: et comment avez vous eu ces considérations?

- JFM: parce qu'en fait pour le bois c'est pareil. On se doutait bien, c'est un matériau naturel, quand on met en œuvre du bois, forcément il y a de la dilatation, on sait bien qu'il faut pas le contraindre. Mais y avait aucun écrits, on a pas eu de ressources. Ce qui est marrant, qui a encore des gens, plusieurs appels par an, en nous demandant cela. Parce que c'est un matériau qui est bien perçu par les concepteurs, par les clients je sais pas, mais par les concepteurs oui. C'est un matériau qui a un attrait naturel.

- LH: mais pourtant on en voit très peu

- JFM: on voit très peu oui. Mais moi, si jamais on avait un autre projet à faire, j'arriverai peut-être à l'utiliser le bambou si c'était structurel, parce qu'on voit bien structurellement on est obligé de faire quelque chose de qualitatif, sinon cela s'écroule. Ce qu'on essaie de se donner comme enjeu dans ce qu'on fait, c'est que cela soit quand même bien construit, et je pense que ça peut-être intéressant de s'y intéresser mais de manière structurelle. Mais on voit bien les réticences un peu des bureaux contrôles, pour les contraintes avec le feu, en sismiques.. Sur des structures extérieurs, cela pourrait être très intéressant. L'expérience qu'on a fait qu'on construit pas tout seul, pour construire, il faut le faire avec des gens qui soient intéressés par le faire. Jaulin il était moyennement intéressé, c'est ça dont je me rappelle, c'était pas très constructif. Au final, il a chiffré et quand il s'est rendu compte qu'il fallait que cela soit bien fait et vite, il s'est pas trop intéressé à la question.

- LH: Et ils sont fixés les uns avec les autres?

- JFM: Non, ils ne le sont pas.

- LH: Ils sont fixés par derrière?

- JFM: oui c'est ça, il y a 2 lisses horizontales, ils sont fixés en haut et tout en bas, puis au niveau des menuiseries.. à 35cm de la façade.

- LH: et par rapport à la couleur qui a changé, etait ce des considérations que vous aviez en tête?

- JFM: non pas du tout, mais cela nous gênait absolument pas, la question du matériau qui vit. Par contre il fallait que ça grise assez uniformément, quand on a des zones qui sont grisées et d'autres non, ça fait un peu sale, un peu crado. Mais ils sont posés dans le sens de l'eau et à peu près tous dans le même sens,

qu'il y a pas de resseau, que le soleil vient taper de manière à peu près uniforme, la lune c'est pareil, l'eau c'est pareil, ils grisent un peu uniformément, et cela fait quand même quelque chose d'assez qualitatif. On avait pensé à ça, au fait qu'il y ait pas de ressauts, pas de casquettes.

- LH: et de fait le résultat aujourd'hui?

- JFM: Je n'y suis pas retourné depuis. Je ne pense pas qu'ils s'en soient occupés en fait et je pense qu'il faut s'en occuper, un peu comme du bardage. J'ai un collègue qui m'a dit qu'il en manquait certains. Je pense pas que cela soit très bien maintenant.

- LH: et vous avez eu des retours d'usagers? comme vous vouliez une façade un peu ludique.

- JFM: Nonzéro, pendant la première année où on y allait quelques fois, on a jamais eu de questions, en fait on a toujours l'impression que soit on réinvente les choses soit - les gens s'en foutent en fait - les gens y viennent faire garder leurs enfants et c'est ça qui est important.

- LH: oui mais les enfants?

- JFM: nonmais les enfants ils ont 3 ans, ils en ont rien à faire.

- LH: nonmais peut-être ils vont toucher la façade..

- JFM: en fait les enfants n'ont pas accès là où il y a le bambou, c'était une des problématiques, ils ne voulaient pas que les enfants puissent toucher le bambou, car comment il a été traité. C'est la même chose pour les végétaux, il y a 90% des végétaux qu'on a pas le droit de mettre dans les crèches, car s'ils mangent une feuille, ils peuvent tomber malades...

- LH: et pari tenu quand même en conclusion?

- JFM: oui oui oui, à la fin, tout le monde était plutôt content, on a fini à temps. Par contre, je sais pas si au final pour la ville de Nantes ce fut une réussite, on a jamais eu de retours la dessus. On a eu des problèmes constructifs, mais pas du tout liés au bambou, mais plutôt aux constructeurs, mais au final tout ça ça s'est mêlé, mais je sais pas en vrai.. même si l'image du bambou reste assez vendeuse.

- LH: mais on l'appelle quand même la crèche bambou, ça participe à l'imaginaire non?

- JFM: ouioui, mais il faut relativiser quand même. Il faut relativiser l'impact de l'architecture sur les gens. Quand on essaie d'expliquer la différence entre une maison constructeur et une maison construite par un architecte, ils font pas la différence.

- LH: et pensez vous avoir découverts d'autres avantages du bambou en cours de route?

- JFM: moi j'ai été frustré par le fait que je ne puisse rencontrer personne qui y connaisse quelque chose, et ça c'est assez frustrant, on était vraiment tout seul pour les questions constructives et parce que à la ville ils étaient contents d'avoir une image, mais les questions constructives ils s'en foutent. Je me rappelle qu'on était très seuls. On a réussi à le livrer, mais ce qui nous intéresse de construire, et c'était assez limité.

- LH: et quelles recommandations feriez vous à des architectes qui seraient intéressés par un usage architectural du bambou?

- JFM: aller sur du structurel, parce que c'est sûrement 100 fois plus compliqué mais du coup sûrement 100 fois plus intéressant. en tout cas aujourd'hui, c'est cela qui m'intéresserait.

- LH: et par rapport au parquet?

- JFM: ce qui est bien dans le parquet, c'est un produit bien foutu, c'est hyper qualitatif, assez pérenne, ce que je reprocherai au bambou c'est cette question de mise en œuvre, pas facile à mettre en œuvre, ça pianote, ça peut ne pas être

qualitatif ou pérenne. J'ai rarement vu le bambou bien traité. Les chinois sont très forts, mais ça doit demander un travail considérable et qu'en France, on est bien incapable aujourd'hui de faire cela.

- LH: comment imaginez vous l'avenir quant à l'usage du bambou dans le champs constructif en Europe?

- JFM: c'est ce que je me dis, c'est qu'il va falloir qu'il y ait des gens qui s'y intéressent bien plus qu'on s'y intéresse maintenant pour qu'il ait un avenir. Aujourd'hui soit il reste un peu dans un registre, un peu comme nous, «cheap» - faut pas s'imaginer qu'on va rattraper un savoir-faire des Chinois issu d'un millénaire de pratique avec juste un peu d'envie, ce n'est pas possible -

- LH: mais est ce que vous pensez qu'il est adapté à la culture constructive européenne?

- JFM: Je pense qu'il peut être adapté, si on trouve et le projet et la manière de le faire, c'est assez compliqué. Je me sentirais un peu incapable de recommencer une aventure en bambou qui serait structurelle.

- LH: de tous les projets que j'ai pu recensés, ils sont tous avant 2008, la crise. Est ce que vous sentez que dans vos projets, vous avez le temps d'expérimenter?

- JFM: oui, carrément. Ça pose aucuns problèmes. Mais la filière du bambou n'existe pas, si ce n'est en parquet. C'est donc forcément difficile à vendre.

- LH: est ce que vous pensez que rétrospectivement l'usage du bambou peut s'inscrire dans une démarche écologique?

- JFM: oui sûrement. et puis surtout ça pousse en France. Mais si on veut un projet aujourd'hui, on peut se demander « pourquoi du bambou et pas du bois? » pas facile à expliquer, à poser un choix comme cela, pour mener un maître d'ouvrage sur une solution qui est assez mal connue. Mais pour notre projet, c'était vraiment le fait que la maîtrise d'œuvre avait vraiment un projet pas facile à vendre et en l'associant à ce matériau la, ça s'est déroulé tout seul.

- LH: et la question de l'assurance?

- JFM: ba pas besoin, puisque c'est une palissade.. Mais pour moi quand même, il y a beaucoup plus de sensibilité dans un bout de bois plutôt qu'un bout de bambou, il y a les noeuds, mais peut-être parce que c'est mieux mis en œuvre - ca reste assez qualitatif, alors que le bambou reste un peu rugueux .

- LH: mais parce qu'il y pas de transformations?

- JFM: oui c'est très brute.

- LH: et si vous aviez à refaire? vous referiez en bambou?

- JFM: là, la façade elle est toute droite, c'est un peu bête, je pense qu'elle pourrait être bien plus texturée, des vrais bambous à l'intérieur, qu'il y ait plus de lien intérieur extérieur. On aurait pu faire plus de choses, on a peut-être été un peu timide. On aurait pu carapasser l'ensemble en ajoutant une sorte de surtoiture, du parquet, mais je regrette pas le fait d'avoir utilisé, cela a quand même donné le nom du bâtiment et c'était une idée hyper simple donc pourquoi la combattre, mais on aurait pu proposer plus de choses.

RETRANSCRIPTION ENTRETIEN AGENCE AST77

Interviewé : Peter Van Impe

Date : Mercredi 10 Mai. 10h

Lieu : Entretien Skype à l'école

- LH: How did you decide to use bamboo for this project?

- PVI: The project is in a really difficult site of an urbanisation context, some kind of wood. There are several houses in that wood but there is difficulty to present the materials there, so there is also a cost. My client did not have the budget to make an enormous villa or house that had no limit budget so there was a big concern on the budget from the start of the project. It is also the reason why the measures of the building is so and that we have done it in wood. There was also a concern about a tax in Belgium, at that time construction was lower for rebuild because there was an economic crisis and they wanted to help the contractors and they reduced the taxes on constructions for rebuilding. So we did not have a lot of time, because we had to do it in one year, from permission to construction, because the regulation for this tax was just for one year. So we decided to make the construction in wood, because it was easy for the contractor to bring it and to use on the plot and we were searching to finish the facade with something that was capable to be in a surrounding with a lot of trees and also with a low cost. And we, as architect came up with the idea of some kind of a coconut protection that we use here in Belgium for garden protection. Some kind of plastic tube and coconut around, so it creates some kind of green space between the yards. We started with that to find a solution to have the right answer for our client, because we did not want as architects to have a clear white building in that kind of surroundings. We did not manage to have the coconut protection but at that time the clients told us to find other products that would be cheaper than other products that was used in gardening solution. And we found at that time a contractor in Antwerp, who did / place bamboo fence. At that idea started with that idea of having a bamboo fence to create a cladding with bamboo. So it was an interaction between we, as architect and the client searching for the right answer to a low budget solution and a contractor who started with a material he did not know what he could do with this product. So it was not some kind of gimmick or theoretical reason but it was more how can we manage the cost of the building. Afterwards we were searching how it can be organised and the technical aspects for the facade to make sure there was no problem with durability and sustainability afterwards, that there would not be a problem with the bamboo after few years would disappear, to make sure it could stay as a cladding material.

- LH: Can you precise how did you come upon bamboo fences?

- PVI: We came upon a we discovered a website showing bamboo fences. It was not the material we chose but it's more the rethinking which kind of material we would use for the facade and not a typical standard material like wood, steel or bricks but the search for a way to turn the usage of a material differently which is not typically used as a facade.

- LH: And once you found this option, you liked it and stuck with it or did you continue to search in parallel?

- PVI: No we did not have the time. We had one month and half to make the design, discuss it with the clients, then the government and then the contractor before submitting the permit. The difficult one was the government, because we had to convince them to let use a material that had not been used before. And that time, there was no discussion about using bamboo in the way it is being

used now. And we did not have any references, we just had a fence in a garden. It was also a big challenge to convince the contractor because it was a big risk for him.

- LH: can you put words to describe the atmosphere you were trying to create by working with gardening fences?

- PVI: The interesting point is that sometimes you have something in mind and you work layer by layer and at one moment it starts to match, but we had only one month to decide for the facade. I had a very good friend of mine, who was also studying with me, and who was at that time the only one in Belgium to make construction in bamboo, because he stayed for some time in Brazil, then we learned like bamboo was not to be used in a urban situation but was better in a wooden context. Because this grass absorbs a lot of its surroundings, so that means that in the forest, in the winter, it moistens it's becomes greener and you have to protect it from water and it's the summer it's coming from the green to the yellow part, very clear yellow parts. So it changes every season from color. Also the orientation influences a lot, because we are in the woods, some parts have more light and other less.

- LH: is it still changing now? it did not turn grey?

- PVI: It's every year, it's due to the water in the air, the hours of sun, the leaves in the trees protecting or not. It did turn grey but it's getting back to its colors, it's very nice how it looks, it still have a patina, not a fixed one like on wood, it's changing, it's nice and we knew from the beginning that it had this possibility, now we see how it functions because we did not have any references.

- LH: and did the clients when you presented the idea of bamboo, they liked it right away or had to be convinced?

- PVI: They were convinced. But like as I said, the contractor was not confident so he would not make price for us because he thought it was some kind of stupid and utopic idea. So we had to inform the client at one point that we could not know how much it would cost and we told them we had to change the facade. So the clients went themselves to talk to the contractor and explained him it was not some kind of architect's folie and that it was something THEY wanted and they discussed it through every detail from A to Z by telephone to convince the contractor to do it. And he is now totally convinced because he is building now the total bamboo house : beams, columns, the roof..

- LH: in Belgium?

- PVI: yes. He is a very interesting person because he is really trying to experiment but not experiment in risk measure but in a constructive way.

- LH: How did the government finally approved? You said they were hard to convince?

- PVI: They were questioning it. They had given us some project by the past and they gave us the possibility to use it, they gave us one chance to prove it. And at the opening of the house in 2011, we did an open house weekend, and the Mayor came to visit the house - some kind of new idea of architecture in the region. And after that there was publication about architecture in this region so afterwards, it became some kind of references

- LH: and how did you prepare yourself, you had your friend who knew about bamboo but otherwise? How did you decide how it would be fixed for instance?

- PVI: the construction is quite simple - it's a wood construction. The only thing was the outlining steel frame to fix the bamboo and we had to make it before the construction was finished because the tax would come to the end. At that time, we just used the fixing method that was used for the fence, we just had to make some kind of new fixation that we designed with the contractor. And once

it was finished, when the frame was there, it was then easier than lego, it came out in rolls and attached with a wire.

- **LH: the wire is getting through?**

- PVI: yes through the bamboo. And they come from Asia, from Taiwan

- **LH: so moso?**

- PVI: yes.

- **LH: and did you had to do the wholes yourself? it is not always an easy task**

- PVI: it was already done.

- **LH: and did the material influenced the design? like the length of the facade.. or?**

- PVI: no, because there are 3 levels of bamboo whereas in reality there are 2, so we were limited by the height of the bamboo and have to make lines continue with the openings and the windows. We had to make more levels because of the length available, at that time we could not go longer than 20m or something.

- **LH: and did you do mock ups? how did you choose the type?**

- PVI: no the only mock up we had were in the garden of a construction and they were standing there for several years so we knew it could resist our climate for several years and we saw also the different colors that came. Also we were trying to see it we would take more brown or caramelized bamboo or just plain, but we knew it would become grey after few years, so we could not preserve the color from the beginning.

- **LH: and was it your first experience with your bamboo? what ressources did you find?**

- PVI: There were some books, otherwise at that moment there was an international bamboo conference but I think the project was already finished by then actually. There was no regulation by then.

- **LH: so you had one year for the construction?**

- PVI: yes

- **LH: and the choose of bamboo had any impact on how the construction happened? did you have to store it? did you wait for it?**

- PVI: it just came by ship in October. There was no problem and rather quick.

- **LH: was the bamboo treated?**

- PVI: I think it was only treated for some kind of protection for the transport. But otherwise it was not treated.

- **LH: and it did not have to be treated when it came to Europe?**

- PVI: no no.

- **LH: what kind of maintenance do they have to do?**

- PVI: They have to once year clean it with water, high pressure water, like a normal wooden facade.

- **LH: and how long do you think it will last?**

- PVI: apparently long, it doesn't change a lot. I think there will be to problem to keep for 10, 20 years longer.. the bamboo cracks but it's not in the process of rotting

- **LH: and is it protected from rain?**

- PVI: there are cracked vertically so if there is water, it can go out so there is no big problem about it

- **LH: did you discover other advantages you had not expect about bamboo?**

- PVI: we had already some experience in bamboo like my own office : kitchen, floor, outdoor terrasse, but poor quality. It changed for the contractor mostly.

- **LH: did you do other projects using bamboo?**

- PVI: no.

- **LH: why? because of a lack of context?**

- PVI: yes. we try to use the right material for the right location. it's about getting the right answer according to the clients and the surroundings.

- **LH: and what you recommend to do to architects who would want to use it?**

- PVI: if you have the right location, the right context.

- **LH: can you define what the right location is?**

- PVI: may be it's no the right location, more the context. Maybe we will use it again? Maybe. for what kind of projects? We don't know yet but that's not our point of interest. But the material has to be fair, don't use some kind of gimmic.

- **LH: does it create an another relationship to the facade in your opinion?**

- PVI: we never use in our firm flat facade, we are always looking for the shadow, that's something we are interested in, so I think yes.

- **LH: how do you picture the use of bamboo in Europe in the future?**

- PVI: it can have a place in the construction way, but we must consider we have to import it, so it raises ecological questions. Nevertheless all the wood that we use in Belgium is imported as well (scandinavian wood) and it requires transport, our local products are not so local as we think and transport by roads impact a lot more than ships. We know we are using bad materials so we can promote bamboo , but it's more about the products of bamboo and I think some aspects will interest more : It's easier to demolish it, and can it be used in concrete

- **LH: do you think it suits european building culture?**

- PVI: The think is that in Europe, we build economical buildings, you want to leave for several years and then you want to sell it and that's not the case in other parts of the world and we don't have the need of temporary buildings. So I would say no, but more experiments can be done for sure but I don't think our culture will switch from bricks, steel and wood to textile, rubber or bamboo so easily

- **LH: and do they still live in the same house, the clients?**

- PVI: yes and they still like it.

RETRANSCRIPTION ENTRETIEN AGENCE HPP Architekten GmbH

Interviewé : Martin REICHEL

Date : Mardi 7 Avril. 10h

Lieu : Entretien Skype

- LH: How did you decide to use bamboo?

- MR: It started in 2004, when in the city of Leipzig, there was a competition for parking station closed to the zoo of Leipzig. It was the idea of getting close to the Zoo subject. The architects went through the zoo and tried to find a connection, material-wise to the zoo project. The idea of the client, the city and the Zoo was really to create a relationship between this more or less technical building with the Zoo. It's why the office came out with this bamboo idea. I think it was influenced by the 4 years ago happening expo in Hanovre in 2000, by Simon Velez. I think it comes from there as well, to try this material, it influenced. But the problem is, it's not a regulated material in Germany yet, so you can't use it right away. You won't have the permission to use it as a structure element right away, and also as a façade it was not easy to use, you have to prove specific technical qualities properties like resistance, fire rating, etc.. come to that later. They looked for materials that worked with the subject zoo and they tried to use bamboo.

- LH: did they hesitate with other materials?

- MR: As far as I know, that's the only material suggestion they did for the competition that they won and then they just went for it. there was no question or any other options.

- LH: how did you use it as a facade element?

- MR: it has specific qualities for this parking. The way we use it it enables us to get fresh air, which is a request for parking buildings and light during the day, so you won't need additional light during the day in the upper floors and while people arrive there towards the zoo, they already get an idea of what they will go to, the idea of the zoo, the idea of animals or something..

- LH: was it seen as part of an ecological process or not at the beginning?

- MR: later on it surely came with that but at the beginning, it was not the first reason that made them choose to use this material. Later one we get this label of something ecological but not thought at the beginning. But you know it looks interesting, it's really remarkable, nothing else like this, at least in the city. If you say the bamboo parking, everyone knows it and where it is exactly.

- LH: so it was part of the idea as well to create a momentum?

- MR: exactly yes. something special. the ecological point wasn't the strongest. the idea came from us, from the architects.

- LH: How did you prepare for it?

- MR: then they tried to learn about the material. There are many things that are different than wood. Bamboo is not a tree, it's a grass. It has other qualities, it shrinks and grows up very fast if you submit it to wet air, to rain or water. They had to learn how to use it structurally, how to fix it to the facade. First of all, they tried to create a metal ring that holds the bamboo, they learned quite fast that it would not work because the bamboo shrinks quite fast, it did not work to fix it that way. so they tried an another way which is to fix it from one side only, on 2 points and it allows the bamboo to move in the direction outwards

the facade the way it wants, it doesn't matter because it's fixed at the back. The main structure of this parking building is steel and concrete and every level of every level is built as a steel frame and it holds the bamboo fixing and the bamboo is kept as free as possible. We would not try to paint it or otherwise to prevent water to go into the bamboo, because it would not work. If you cover it with oil or paint, due to this movement of the bamboo, there will always be small opening letting water in, but the covering would not allow the water to come out and the bamboo would not be able to dry and then it will get destroyed. The way to have bamboo last for ages is to get wet and to get dry again as much it needs. It's a bit similar to wood, you have buildings made out of wood that lasted centuries, as long as you allow fresh air to dry the wood, if it gets wet it doesn't matter it will stand for ages and it is similar with the bamboo. We have it for 13 years, and nothing happened to our bamboo. The color changed to grey, it lost its golden color but that's it, it's very long lasting.

- LH: How long do you think it will last?

- MR: I don't know. for 20 - 30 years. I don't know. If nothing happens to it, as long as it kept dried and allow it to dry it again and as long you make sure that no water is continuously there, then it will hold ages.

- LH: How did you choose what type of material you would be using? where it would come from and where?

- MR: They tried to compare the different sorts of bamboo. As you know it's growing in Asia, in Africa and in Colombia. And depending of the climate, the bamboo is growing in different ways. We found out that in Asia, bamboo is growing quite fast, up to 1m a day, really fast. We found that the fastest growing bamboo isn't the best quality, the thickness of this bamboo is not very strong. The thinner it is is, the less dense it is and so the worst it is. Good bamboo quality quality has a thick wall and very dense bamboo structure. The best quality we found was columbian bamboo, that's why we went for it. You can refer to the presentation I sent you to see how the bamboo was regenerated in Columbia. The next thing, you have to dry the bamboo first. It is quite green. Drying the bamboo is not that easy as you have to screw the intersections, to allow air to get in. they used a 3m long screwer and then they put fresh air in the bamboo and then they let it dry. And then you have to proof when you bring bamboo to Europe that they aren't any insects inside, so they had to put boric acid to guarantee that there aren't any animals that could harm local animals here. So they brought it to Holland, there they had to rest the bamboo for couple weeks to make sure bamboo was alright. In the past, it happened when animals came and spread out because they had no natural enemies there.

- LH: it's lot of things to know, process, decide... did you partner with an organisation, someone, an expert, to help in the decision process?

- MR: they looked for a company, to be able to send and to organize the bamboo at all..

- LH: an european one?

- MR: a german one. COMBEN I think they organized the bamboo. They have that kind of knowledge and network. And we had this professor here, he was mainly for bridges. He was building bamboo bridges in the jungle and was showing us how it was used. It was really interesting but we could not use it as structural. Even if the bamboo is quite strong, we were not allowed to use it as a structural element, we had to prove different things. For instance, we had to make test and to show that no cars can by accident run through the facade. At the end no authority will believe in your material, even if it has a strong quality. For the facade element, we had to do fire rating. So they built a mock up scale 1 to 1 and made fire and looked what happened. What happened is that the bamboo is quickly set up in fire and falls down to ashes. and this is very good as there is not much heat and not a long fire set to the structure. It would be worst if the material would burn very long and then the steel structure would

heat up and collapse maybe. Here, it took like 5 minutes and there was nothing left anymore. It's like paper. We had to have a special approval for this element. And when we won the competition in 2004, then built the building, and it was so successful that the zoo asked for more and we had to build an extent and we added a second one, with a different façade shape, it has this wavy facade shape and we had to prove it again. Even if it was the same building, the same detail, the same structure, we had to prove it again that it works. It was a long nerve-taking process. No one is really looking for to do this again.

- LH: Did you get frustrated in the way by the lack of resources and help?

- MR: It was experimental in a way. I mean, 13 years ago it was a bit different, architects were still willing to take time and money to try new things, now we know it's a bit different. Back in these days, it was more experimental. After that, we had several request from other architects, like from Denmark or somewhere else.. they got obviously inspired as well to use it as a facade element, don't know what happened after..

- LH: how did the bamboo influenced the design process for the look of the facade? what was the reason for the wavy facade for instance for the second building?

- MR: the wavy building comes from the fact that we wanted to park as much cars possible, and due to that we parked the cars at 45°, and the elevation tries to follow this angle and that gives this wavy shape. The good thing of this wavy shape is that it's quite a long length for a facade, and the waves make it more lively, less boring than just the long straight facade.

- LH: Before construction started, what consequence of such choice of using bamboo had on the project, on the way you way working? Was it different ?

- MR: One thing was that we had to guarantee that the bamboo would arrive on site on time. When you order the bamboo in Columbia, it takes week for them to get it out of the woods, it takes weeks to dry it there, time to prepare it for shipment, then it takes time to bring it over the ocean and then it takes time to keep it in Holland and then it takes time to bring it on site. So you don't know exactly when it appears and if it appears you need space to store it on site as well. It was really not that easy. You order as early as possible because it's better to have it in the near even if you not ready for it, it's better than waiting for it and having all the site stand still just because the bamboo isn't there.

- LH: how long did it last total?

- MR: i don't know, months! from ordering to onsite : months! That's a big difference with other materials you use. If you say you need concrete, it takes me 2 hours to order concrete and have it on site. Or if you order traditional cladding element, it takes days maybe. But this specific stuff, it's difficult to have it in time and nowadays time is really important.

- LH: and how did you find the firm who put it in place? how did you find the skills?

- MR: It's a local company. They work for the zoo already, they prepare landscape, equipment, zoo-wise, so they had a specific experience with bamboo already. They grew up with the project but they had some experience with it already, so that was good.

- LH: it's really the context of the zoo that spurred up the whole idea of bamboo..

- MR: yes, I think it was in the minds that kind of material exist and is available and possible and then came this competition up and then they went to the zoo to see what was usable and to see what could bring a relation and then the bamboo came up.. and in the new parking house, the second one, we had the bamboo and as an addition, we had the idea to bring footsteps of animals,

we placed colored footsteps to have a direction towards the exits and towards the zoo. Parking houses are very technical and simple buildings, all you need to do is to park your car and have it back safe and then drive home. The only you can influence such experience is maybe the way you go there, or from your car towards the exits, and the way bamboo influence this is by creating an extraordinary building, special material which is remarkable, that you don't see anywhere else in the city, that you see from far away and you know it is the parking house. And from your car to the zoo, you can touch the bamboo, can see the light in a special way, it allows you to look through the bamboo. From a rectangular idea, you can look through but from right and left, you don't see anything, it's closed. So it's quite interesting. The bamboo is quite deep, it's not a thin material, due to its depth, it generates visible focus. For example, if you drive by the parking house, you cannot see into it, you don't see a single car, it is completely closed by the elevation but if you walk by and then look exactly 90° to your walking direction, you look over your right or left shoulder, then you can see inside the building, as soon as you don't look 90° you cannot see anything anymore, you just see bamboo.

- LH: and did you have any thoughts on the noise level? was bamboo thought to provide acoustic insulation or not?

- MR: nono, nothing we can prove. The acoustic prevention is calculate with mass, you need heavy mass, for instance concrete wall work perfectly and this bamboo is so light and so thin, it won't have remarkable quality regarding noise. But for the entrance and exit of cars, we had to bring up additional noise preventions. But what it prevents is light, if a car drives in during the night, there were arguments that maybe the lights of the car could disturb the people living around with the light coming into the flats but the light can't get out that easy, there is only one position where the light can get out. And for the 2nd building, with the 45° it is basically impossible for the light to get out of the building, because the cars are never 90° from the bamboo facade. In the parking house 1, there are these spiral ramps, so first of all there is noise prevention and no problem of light. That's where these round shapes come from, one ramp to go up and one ramp to go down.

- LH: does it require maintenance?

- MR: it doesn't require maintenance as long as you keep it dry, as long as you make sure that rain is not continuously in the material. From time to time, they have to clean the construction, because if old leaves and dirt is growing beneath the bamboo sticks, if it grows so high that it reaches the bamboo sticks then you have a connection between wet dirt and dry bamboo and then you have a problem with foil.

- LH: and could you compare to wood?

- MR: you could compare to wood regarding this water thing. Old buildings for storage for coal, seeds, food, they are still existing in all over europe as long as they are open to fresh air, they will stand for hundred years.

- LH: the bamboo has you said turned grey, was it something you had in mind early on in the design process?

- MR: I don't think so, but it's nice, now we love it. It's a really nice grey, it's aging but not losing its quality and after we finished the 2nd building, the old one was grey and the new one completely yellow and after one year, they are similar now, they come closer to each other.

- LH: What are the interactions and opinions of the people using this building?

- MR: just positive. no negative reactions to that.

- LH: do you think people go touch the facade?

- MR: I think so, yes, children do! It's really good for children, it's round, no sharp edges, you can look through. I think it's a very interesting, it's a natural thing, it's not so straight, every bamboo stick has a different size, from 7.5 to 15cm, it's nature; something that got lost in our buildings, the nature point. Nowadays is absolutely perfect to the centimeters, millimeters.

- LH: would you rebuild in bamboo even if it was such a big effort? are you thinking about it?

- MR: if there is a challenge again, we will go for it again. It's not that we say, « oh this bamboo is great, we use it everywhere », it needs a specific context. it depends. for the zoo project, there was the trigger to create a relation to the zoo and maybe other projects have other trigger points.

- LH: but for instance if the program had to be a community hall of a conference hall for the zoo and not the parking, would have it worked you think?

- MR: yes probably. it always depends on what kind of relation, goals, you want to achieve by using it. You could also use it for garden buildings or... I don't know

- LH: or more related to children..

- MR: yes! It's enriching the possible materials that we have. As architects, we have so many possibilities, it's just one another one more.

- LH: but did your opinion about more commonly used materials like concrete.. changed after this experience?

- MR: it's just about learning about a material. In Europe, we have very long tradition of wood building, we have trees growing, and skills and that's where we come from and if you get more materials, it's always good to learn from it. In Asia, they use bamboo for everything, working levels, sticks... But all this, learning about a material takes time, money and nerves and less and less people are investigating different materials. I hope that more people are willing to learn more. Even other materials like artificial plastics.. if they are new on the market, you have to prove you can use it for a public building. The permission costs money, getting the permission from the authorities cost money and to prepare this prove and to do all these tests, it costs a lot of money. So if you take materials that have already been approved, you don't have to spend money and time, and that's why architects and people use it.

- LH: can I circle back to the ecological aspect, you said it was not a trigger for the project, you had not that in mind, but in retrospective, do you think it fits a sustainable design approach?

- MR: it's very difficult to say. Yes it is fast growing and for the structural quality of itself, it uses less material than for instance concrete, but as you said, to bring it here it requires a lot of energy, it takes ships, trucks, fuel, so it's difficult to say that it is very ecological thing to use it but that wasn't the first aim for our project.

- LH: they are places in Europe that grow bamboo, had you done research?

- MR: I don't know. But generally speaking, it's better to use materials that are produced locally.

- LH: How do you picture the use of bamboo as a building material in Europe in the future?

- MR: we can imagine that bamboo is used for elevation further on, for anything else, we are looking for other people to experience with it. It's a very very intelligent material. There is a guy building bike frame from bamboo, that's very interesting, so light but also durable and strong. As soon as people will learn about these qualities, I am sure they will use it more for certain jobs.

- LH: I did find structural uses.

- MR: did they filled it up with concrete? how did they go through the fire rate?

as soon as you say it is used as a structure, I can't really believe it because the fire resistance is zero, it's nothing. it takes couples minutes and nothing is there anymore. You have to prove how do you protect bamboo.. maybe they painted with fire-retardant stuff..

- LH: I really want to come to see the building now!

- MR: yes you should! And there are some funny details. Within the spiral rents, in the 1st building, within it, in the void, by cladding the void, it's impossible to get in the void anymore. If a bird falls there and dies, it's there forever. But they found a way to get there anyway, but it's a secret, a couple of these bamboo sticks were sawed and combined with a chain, so you can move them away, they are flexible, and go it in the void. It's like magic!

- LH: Thank you so much.

- MR: When you are finished, please send us your work.

RETRANSCRIPTION ENTRETIEN AGENCE KARAWITZ

Interviewé : Milena KARANESHEVA

Date : Mardi 11 Avril. 10h

Lieu : Entretien Téléphone à l'Ensa Nantes

- LH : Comment est venue votre envie d'utiliser du bambou?

- MK : c'était pas vraiment programmé en fait. Bon vous connaissez la maison, elle est vraiment très très abstraite, en même temps c'est une forme hyper traditionnelle et c'était plus ou moins la seule forme possible, on était très très contraints, c'était un peu disons la seule forme possible qui résultait de l'application du PLU et nous vraiment ce que l'on cherchait, c'était de rendre contemporain, faire une abstraction de cette forme, et donc l'idée c'était de faire un espèce de voile pour la rendre plus sculpturale et au début c'était pas forcément en bambou, plus en bardage ajouré, plus à l'image de l'architecture du Voralberg et en fait au fur et à mesure que le projet avançait, et d'ailleurs sur le permis de construire on avait pas précisé l'essence de bois que nous allions utiliser, et même là cela a été difficilement approuvé par l'architecte des bâtiments de France

- LH : pourquoi?

- MK : par ce qu'on était très proche d'une église du 12e - 13e siècle, à 100m et j'imagine qu'il avait un peu du mal à s'imaginer le bardage, mais bon il a fini par accepter, et nous au cours du projet, on faisait un autre chantier à St Ouen et un jour on attendait à la gare St Ouen, on a vu une clôture en bambou qui avait vraiment bien vieilli, un gris très clair et on se dit à ce moment là que ça serait plus adapté, on était intrigué par ce matériau et après on a commencé à chercher. L'idée c'était quand même de faire très très simple, la maison était très simple, architecture très brute et on avait envie de faire quelque chose de simple aussi sur la façade. On avait acheté du canisse chez Leroy Merlin qu'on a mis sur la façade pour voir comment ça vieillit et puis le charpentier a fait aussi différents types de bardages sur la façade. On trouvait pas vraiment du bambou. On ne trouvait personne qui était prête à nous faire une façade en bambou. On avait un contact avec une bamboueraie dans le sud, mais c'était pas évident en fait, les gens voulaient pas trop s'aventurer là-dedans. Du coup, on a cherché, on a cherché, on avait contacté des gens en Allemagne, il y a de très bons produits en Allemagne, mais déjà c'était très cher, on a demandé des échantillons mais ils sont jamais arrivés et puis finalement on a fini par se mettre en contact avec une entreprise qui fabrique des meubles en bambou, et lui il était d'accord pour faire la façade, une sorte de canisse qu'on déroulerait sur la façade, par contre sa plantation à lui était en Chine, au sud et la boîte était française avec une filiale à Hong Kong. On s'est rencontré, et juste avant qu'on donne le feu vert au charpentier pour qu'il fasse le bardage bois, il nous a enfin envoyé les échantillons qu'on a mis sur la façade. La difficulté avec la façade, c'est si ce sont des éléments trop grands et trop espacés, cela devient très vite très lourd et si c'est trop petit, trop fin, à une distance de 15-20m, on voit plus la texture, cela ressemble à un enduit. Il y avait vraiment une finesse à trouver entre la largeur des lames et les espaces entre les lames.

- LH : une problématique que vous auriez moins eu avec le bois?

- MK : pour le bois, comme on peut façonner ce que l'on veut, cela peut être aurait été une problématique moins subtile, mais cela aurait été quand même pas évident non plus, plus les lattes sont petites plus cela aurait été cher, mais c'était pas vraiment ce que l'on cherchait. Quand on avait vu ce bambou qui avait bien vieilli, à notre avis, c'était vraiment ce que l'on avait à cœur. Le bambou c'est plus irrégulier, le bois c'est très régulier, donc ça devient très vite

assez raide. Les cannivelles, on en voulait pas trop parce qu'un peu grossier, pas assez fin et le bambou c'était vraiment l'idéal parce que c'était à la fois fin et à la fois un peu irrégulier. Donc ça vit. Et quand on les a accrochés sur la façade, c'était vraiment très très beau. Il nous avait fait plusieurs échantillons, traités et non traités, avec des espaces différents. A la fin, on a choisit un système extrêmement simple, avec des bambous qui sont percés à la fin, ils sont enfilés sur un fil en fer, y a des petits tubes en alu, de 1 cm enfilés sur ces fils entre les tiges de bambou, c'est un système super simple. Ils ont préparé les rouleaux de cette manière et les charpentiers ont fixé un bout du rouleau sur le faitage puis après ils ont déroulé sur toute la toiture et la façade et c'était assez marrant à voir. Ils sont allés assez vite et c'était finalement moins cher que le bardage bois. Au début la couleur était un peu jaune, puis assez rapidement il a viré gris un peu foncé puis à terme cela sera plus gris clair. Et c'est assez joli, ces petits tubes en alu qui font les « espaceurs » entre les bambous, comme c'est de l'alu, cela reflète un peu le soleil, c'est très joli avec ces changements de lumière. Et apparemment il y a eu un projet d'Herzog et de Meuron en Thaïlande qui a utilisé le même système, sauf que les tiges sont plus grandes et que les espaceurs entre les tiges sont des perles en verre de différentes couleurs et apparemment c'est très très joli mais c'est un projet qui est très peu ou pas publié, je ne sais pas pourquoi.

- LH : j'en ai jamais entendu parler.

- MK : ce sont des amis qui l'ont vu par hasard sur place. C'est très joli ils m'ont dit.

- LH : et par rapport à l'architecte de France qui voulait pas au début pour le bardage bois, quel a été sa réaction quand il a su que c'était du bambou?

- MK : oh on lui a rien dit, on l'a juste fait, mais après on l'a invité à l'inauguration de la maison et il a bien apprécié. Parfois les gens ont juste besoin de voir. Et puis on a joué la dessus, on avait pas mis d'essence de bois dans le permis, même si techniquement le bambou n'est pas du bois non plus.

- LH : est ce que ça engendré des jeux d'acteurs particuliers l'usage du bambou?

- MK : non pas vraiment, parce que c'est une maison individuelle, il n'y a pas des choses qui interdisent son usage dans ce cadre d'opération, c'était pas un erp ou bien logement collectif... La seule chose est qu'il faut que cela soit assurable et là on peut toujours trouver une solution. Mais en fait y a pas de risques par rapport au bois, le risque c'est qu'il se dégrade d'une manière qu'on ne souhaite pas. Mais effectivement du fait qu'on ait percé le bambou, certaines tiges ont fendu en fait.

- LH : et puis ça bouge beaucoup le bambou

- MK : oui ça bouge beaucoup. Du coup, certains ont fendu, mais nous avec le système qu'on avait fait, on aurait pu en remplacer facilement. Mais c'était pas non plus dramatique, parce que notre façade n'avait pas une fonction de protection; le parepluie derrière avait la fonction de protection du mur, donc finalement il y avait pas d'enjeux. Malgré tout, cela choque énormément, enfin cela choque.

- LH : comment avez vous choisi le type de bambou et quel type avez vous choisi?

- MK : c'est un petit peu l'entrepreneur qui nous a proposé. Nous, on avait déterminé la taille des tiges. Assez tôt on avait fixé la taille des tiges. Il y avait pas beaucoup de choix.

- LH : donc les questions d'approvisionnement étaient gérées par cette entrepreneur?

- MK : eux, ils faisaient des meubles en bambou et ils travaillaient avec cette plantation de bambou.

- LH : et j'avais lu que votre bambou n'était pas traité, pourquoi? comment avez vous décidé?

- MK : déjà, dans la maison rien n'était traité, c'était un programme. Pour des raisons d'écologie, etc. et puis on trouvait beau cette palissade, cette clôture qui n'était pas du tout traitée qu'on avait vue sur le quai de la gare, c'était pas précieux, on aimait bien. L'entreprise avait proposé des bambous traités et c'était pas du tout la même chose. Après il y a certainement différents traitements, mais aussi comme on était très avancés niveau chantier, on pouvait pas non plus se permettre une telle logistique, de chercher...

- LH : et comme c'est arrivé à la fin, il n'y a pas eu d'incidences sur le projet en fait?

- MK : non il n'y a pas eu d'incidences sur le projet parce que le projet avait été défini quelque soit le matériau. Une fois qu'on a trouvé le bambou, on a quand même fait quelques calpinages des différents canisses, rouleaux. Après on nous a reproché que ça venait de loin ce matériau, de la Chine, en fait c'est un peu bidon parce que le bambou est coupé à la main, en terme de mètre cube c'était même pas un container, c'est léger et quand vous faites un bardage bois, il y a plusieurs cycles de façonnages : il est coupé, raboté, débité une fois puis deux fois puis trois fois, puis raboté, puis.... il y a beaucoup d'étapes de transformation et au final toute l'énergie qu'on y dépense est largement supérieure à ce que je pense notre façade a coûté en énergie. Et puis après on nous dit c'est pas une herbe locale, c'est pas non plus vrai quand on regarde les parquets, les meubles. Il y a énormément du bambou mais pas forcément pour des usages très nobles donc on y fait pas trop attention, mais finalement nous c'était ce qu'on s'était dit « finalement le bambou c'est assez typique pour la banlieue ». C'est un peu surprenant mais c'est ça.

- LH : Par rapport à la raison de votre envie d'utiliser ce matériau et ce que vous vous imaginiez, comment cela s'est-il passé?

- MK : Le plus difficile c'était vraiment de trouver une entreprise, cela a pris énormément de temps, plusieurs mois, on était en contact avec des différentes et puis cela n'a pas pris, pour une raison ou une autre ils répondaient pas ou nous recontactaient pas. C'était très difficile à tel point qu'on avait décidé de revenir sur l'idée du bardage bois. C'est vraiment à la veille de la réception des échantillons, un jour on a donné le feu vert au charpentier pour acheter le bardage avec une certaine taille et pour le bambou on avait plus de nouvelles de personnes, et au bout d'un moment il faut avancer. C'est le lendemain que l'entreprise de bambou nous a appelé pour nous dire qu'il allait nous envoyer les échantillons. Donc, nous on a tout stoppé, enfin en une semaine le charpentier n'avait rien eu le temps de faire donc lui à dit « attendez, ne faites pas la commande ». Quand les échantillons sont arrivés, on a regardé et c'est le charpentier qui les a posés. A partir de là, tout c'est plutôt bien passé, même si c'était compliqué pour l'acheminement, mais la façade a vraiment été faite en dernière minute, la façade était finie 2 jours avant l'inauguration. C'est très compliqué, je sais plus, c'était en retard, puis problème de transport, il y avait pas assez de containers. Aujourd'hui c'est simple parce que tout s'est bien terminé mais le chemin jusque là, fiouu...

- LH : et par rapport votre envie d'ambiance, avez vous découvert d'autres avantages auxquels vous ne vous attendiez pas?

- MK : En fait l'effet visuel, de lumière, en fait cela fait une claustra, vraiment très agréable. Et ça on l'a pas avec d'autres matériaux, c'est vraiment à la fois la finesse des lames et l'irrégularité. Et il y a aussi cet effet, mais qui est plutôt issu de notre conception que du matériau même, mais bon, le matériau faut aussi le fixer d'une manière ou d'une autre, c'est le matériau qui nous a amenés à faire ce type de fixation, assez jolis avec ces tubes en aluminium. Et puis 2 autres trucs marrants. Les tiges de bambous, comme elles sont creuses, il y a plein d'insectes

qui s'installent, cela fait un peu hôtel, sans qu'on y fasse rien. notamment beaucoup des abeilles. Et aussi parfois, non pas qu'on l'eût prédit mais on se demandait si cela n'allait pas trop siffler vu que c'est creux et en fait ça siffle un petit peu quand il y a un vent qui vient de biais, mais c'est pas désagréable non plus. C'est assez discret, c'est pas comme une flûte de pan, on craignait un peu ça nous.

- LH : et par rapport à votre démarche de maison passive, est ce que vous trouvez qu'a posteriori l'usage du bambou s'inscrit dans cette démarche?

- MK : pas dans cet usage en fait. Que ce soit du bambou, du bois, de l'enduit. Par rapport à l'énergie grise, je pense que malgré le fait que cela vienne de Chine, et après ça vient en bateau donc c'est pas non plus... , elle reste vraiment très faible. Ce qui était bien aussi, c'est que les volets de bambou font une excellente protection solaire, tout en laissant de la lumière rentrer dans la maison, ce qui est très joli et c'est aussi très économique parce que la protection solaire c'est indispensable pour les maisons passives et en même temps il faut pas construire un trou noir donc ça c'est bien, mais théoriquement ça, on pourrait le faire avec du bois. Mais globalement sur le bambou, je pense qu'il y a, comme c'est une plante qui pousse très très vite, vraiment des usages à trouver ou à appliquer, c'est vraiment un matériau avec beaucoup de potentiel, en terme d'énergie grise, mais nous c'était pas notre première réflexion.

- LH : et vous avez fait d'autres projets en bambous? Avez vous été tenté d'utiliser ce matériau pour d'autres projets? Je n'en n'ai pas vu sur votre site

- MK : Non. On avait un autre projet qui lui a été fait en bardage ajouré et la propriétaire nous avait demandé si on pouvait pas faire en bambou mais en fait moi je craignais qu'après, vu que c'est un matériau qui est vivant, des lames qui se fendent, il grise, des insectes s'y installent, c'est pas parfait. Je m'étais dit pour un client, je sais pas comment ils sont, cela demande un peu de, comment dire, de romantisme, et du coup on a pas voulu faire, car on avait peur qu'ils trouveraient ça pas marrant du tout par exemple que des insectes s'installent.

- LH : vous pensez que cela va tenir longtemps cette façade? De ce que j'ai pu lire, la durée de vie non traitée était beaucoup moins longue.

- MK : qu'est ce que vous avez lu?

- LH : 5 ans si non traité. Cela a été fini en 2009?

- MK : oui c'est ça. Je pense que la façade elle est vraiment bien exposée, il n'y a pas vraiment de développement de champignons. En Allemagne on avait vu des produits où ils perçaient pas mais ils entourent le bambou et je pense que c'est mieux, mais par contre c'était beaucoup plus chers. Après, un renouvellement de façade il faut aussi le faire tous les 10 ans, après les gens le font tous les 30 ans, mais après ça dépend aussi de ce que l'on accepte.

- LH : Quelles recommandations feriez vous pour des architectes qui voudrait l'utiliser ?

- MK : de prendre une bonne assurance.

- LH : et vous seriez pas tenté de faire un projet qui utiliserait le bambou de manière structurelle?

- MK : si, mais alors pour cela, on s'aventurera dans des sujets beaucoup plus complexes que la façade et du coup il faut vraiment que cela soit justifié et adapté. Nous on aurait envie de faire plein de choses et il faut le projet qui est adapté. C'est plutôt commencer avec un petit projet. Je rigolais avec le conseil de l'assurance, mais comme conseil je donnerai de commencer sur un petit projet, parce qu'on y maîtrise mieux le risque, risque des techniques et relationnels, etc...

- LH : et si c'était à refaire, auriez vous fait des choses différemment?

- MK : peut-être qu'on aurait réfléchi un peu différemment la fixation des tiges sur la façade.

- **LH : Comment imaginez vous l'avenir quant à l'usage du bambou comme matériau de construction en Europe ?**

- MK : je pense qu'on le voit dans le parquet, que cela risque de se développer, mais après pour qu'un matériau se développe il y a besoin d'une certaine forme de lobby et il y a pas forcément cela en France. Mais il y a de l'intérêt, on a été contacté je ne sais combien de fois par des architectes ou des maîtres d'ouvrages, mais après je sais pas ce qui s'est passé. C'est un peu comme pour le béton brut, les gens disent qu'ils veulent du béton brut, mais en fait ils veulent de la résine qui imite le béton brut. Le bambou pour moi c'est un peu dans ce style, on l'adore mais chez les autres. L'appliquer en façade comme ça, c'est pas évident non plus. Les freins réglementaires sont assez élevés. Mais je connais beaucoup d'architectes qui adoreraient faire des choses en bambou. Il y a un architecte du Voralberg qui a fait une du béton mais avec une matrice en bambou, mais très jolie, cela fait une très jolie façade.

- **LH : Pensez vous que le bambou soit adapté à la culture constructive européenne?**

- MK : je sais pas. il y a la question de la provenance. Après on peut faire pousser du bambou aux Antilles, et cela sera bien français. Plaisanterie à part, je pense qu'il y a pas mal de possibilités. Je ne pense pas que le bambou aura une place extrêmement importante, c'est une espèce parmi d'autre. Le châtaignier se développe beaucoup aussi, le bambou aura juste une part dans ce développement général. Peut-être, aussi gros potentiel pour l'événementiel, l'éphémère ou structure hall de marché...je peux m'imaginer que cela pourrait être plus ou moins rapide, mais il faudra aussi un peu de recherche, parce qu'en Europe il n'y a pas du tout de culture constructive. Et comme c'est un matériau naturel, c'est directement les tiges qu'on emploie, il y a aura une imperfection qui est très jolie et quand c'est bien employé, cela peut être très intéressant, mais c'est pas lisse. Quand on regarde l'architecture d'aujourd'hui, elle est extrêmement lisse. Tandis que le bambou a toujours une petite touche naturelle, et si elle est pas maîtrisé, peut très vite devenir un peu rustique.

- **LH : et par rapport à ces questions d'ambiances, quelles sont les réactions des gens qui viennent? Y a-t-il un autre rapport à la façade qui se crée?**

- MK : c'est vrai qu'ils trouvent ça étonnant. Certains la trouvent jolie, d'autres pas du tout. C'est peut-être plus les enfants quand on leur montre les abeilles, les petits nids... mais y a pas non plus un effet « wahou », c'est plus de la part des archi et des journalistes qui ont une certaine estime du nouveau disons.

- **LH : vous avez des photos de ces nids d'abeilles?**

- MK : malheureusement on ne l'a jamais photographiés et on y habite plus. Votre travail sera terminé quand? On voudrait bien que vous nous envoyait votre mémoire.

- **LH : merci**

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR



URE D'ARCHITECTURE DE NANTES
S AU DROIT D'AUTEUR