

The background of the entire poster is a close-up, slightly blurred photograph of several bamboo stalks. The stalks are light green and yellowish, with visible nodes and some darker, weathered areas. They are arranged horizontally, creating a sense of texture and natural material.

ATELIER
MATIÈRES À
CONSTRUIRE

amòco

ATELIER CRÉATIF EXPÉRIMENTAL

Les fibres naturelles dans la construction

UN ÉVÈNEMENT PARRAINÉ PAR DOMINIQUE GAUZIN-MÜLLER ET HENRI VAN DAMME

du 26 au 30 mai 2014

Les Grands Ateliers, Villefontaine, France



ATELIER CRÉATIF EXPÉRIMENTAL

Les fibres naturelles dans la construction

UN ÉVÈNEMENT PARRAINÉ PAR DOMINIQUE GAUZIN-MÜLLER ET HENRI VAN DAMME

*du 26 au 30 mai 2014
Les Grands Ateliers, Villefontaine, France*



SOMMAIRE

1

INTRODUCTION 3

SÉMINAIRE JOUR 1 9

PRÉSENTATIONS ET ÉCHANGES 23

SCIENCE DE LA MATIÈRE EN FIBRES JOUR 2 29

TRANSFORMATION DE LA MATIÈRE EN MATÉRIAUX JOUR 3 45

STRUCTURE DE FIBRES ET ESPACE HABITÉ JOURS 4 ET 5 55

CONCLUSION 81

REMERCIEMENTS 83





INTRODUCTION

Du 26 au 30 mai 2014, amàco a rassemblé aux Grands Ateliers de Villefontaine (38) une centaine d'architectes, artisans, ingénieurs, techniciens, chercheurs, artistes, designers, enseignants et étudiants, qui se sont côtoyés pour (re)découvrir ensemble l'emploi des fibres végétales et animales dans la construction. Cette semaine de formation avait pour objectifs de **susciter la créativité** dans l'utilisation de ressources locales et d'**inspirer de nouvelles pratiques** pour une architecture contemporaine en adéquation avec l'homme et son territoire.

La semaine a débuté à la CCI du Nord Isère par une journée de séminaire et une table ronde. Les intervenants, d'horizons très divers, ont abordé les enjeux et donné **une vision large** des potentiels de l'emploi de fibres dans la construction. Les quatre autres jours se sont déroulés selon le fil conducteur du **passage de la matière à l'architecture**. Ils ont été dédiés à un apprentissage par l'expérimentation, dans les domaines cognitifs (séminaire, conférences, etc.), affectifs (travail en groupe, ateliers sensoriels, etc.) et psychomoteurs (mise en pratique, travail à échelle réelle, etc.).

Cet atelier créatif expérimental s'adressait tout particulièrement aux enseignants et formateurs en quête de nouvelles approches pédagogiques. Différents modules ont été testés au cours de cette semaine et ont bénéficié d'une évaluation par les participants (et parmi eux des enseignants et formateurs de métier) et par les formateurs. En tant que centre de ressources pédagogiques sur les matières à construire, **amàco** met ici à disposition des enseignants le récit de cette expérience.

magie

terre

émotion

4

bois

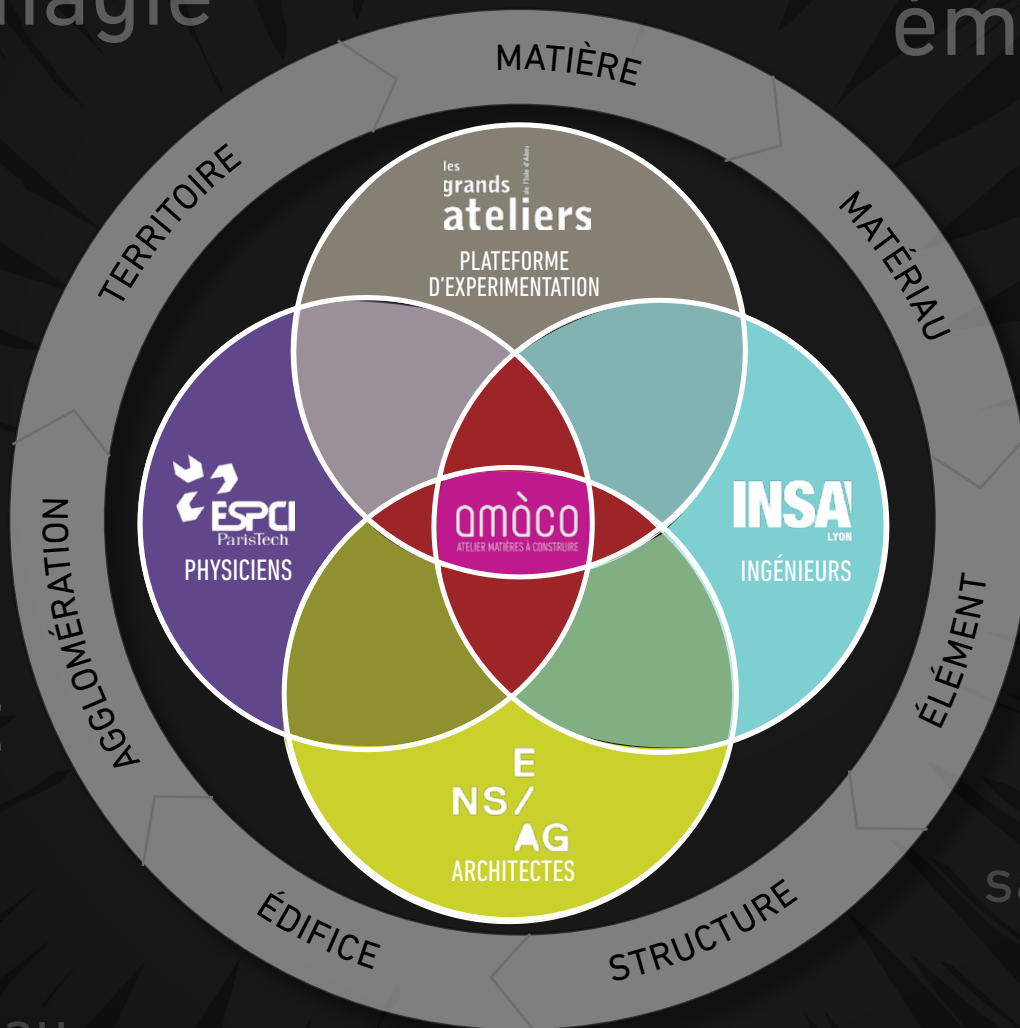
fibre

sable

art

eau

créativité



*L'Atelier Matières à Construire, **amàco**, est un centre de recherche pédagogique qui vise à valoriser, de manière sensible et poétique, les matières brutes ou peu transformées les plus communes et élémentaires telles que le sable, la terre, l'eau, le bois, l'air ou les fibres végétales.*

*À la croisée de multiples regards, scientifiques, artistiques, techniques, architecturaux ou philosophiques, portés sur la matière, l'équipe **amàco** développe une pédagogie inspirant une nouvelle conception des idées de progrès et d'innovation, reposant avant tout sur une redécouverte du génie du naturel et de la simplicité.*

***amàco** participe à un changement de rapport au monde en redonnant au corps et à l'émotion une importance au moins égale à celle que possède aujourd'hui l'intellect dans l'appréhension de la matière.*

DOMINIQUE GAUZIN-MÜLLER

MARRAINE DE L'ÉVÈNEMENT

6

« L'usage inventif des matières naturelles pour une architecture contemporaine entre low-tech et high-tech. »



Professeure honoraire de la chaire UNESCO-CRAterre « Architectures de terre, cultures constructives et développement durable » pilotée par le laboratoire CRAterre-ENSAG et enseignante à l'ENSA de Strasbourg et à l'Université de Stuttgart, Dominique Gauzin - Müller est spécialiste d'une approche éco-responsable en architecture et en urbanisme et rédactrice en chef du magazine EcologiK.

«Si l'équipe d'**amàco** analyse et expérimente le comportement des matières brutes en grains (terres, argiles, sables, graviers) et en fibres (bois, graminées, plumes et poils d'animaux), c'est pour favoriser l'émergence de pratiques constructives plus respectueuses de l'environnement.

Afin de partager largement les connaissances acquises, elle développe des outils pédagogiques ainsi que des méthodes didactiques et ludiques, fondées sur l'apprentissage par le faire. Elle incite ainsi à l'usage inventif des matières naturelles pour une architecture contemporaine entre low-tech et high-tech. Pisé, adobe, torchis, chaume, appareillages de pierres... ne sont pas des savoir-faire démodés.

Revisiter ces techniques en profitant des apports d'**amàco** favorise l'émergence de solutions créatives pour des constructions économes en énergie et en matières premières. En Occident comme dans les pays émergents, bâtir éco-responsable, c'est valoriser les ressources régionales, profiter des compétences locales et travailler en circuits courts pour renforcer l'identité des territoires et y créer des emplois. Le résultat est un vernaculaire contemporain en empathie avec le contexte géographique, économique, social et culturel.»

HENRI VAN DAMME PARRAIN DE L'ÉVÈNEMENT

7

« Une transformation de chacun de nous en chercheur-artisan. »

Après avoir été directeur scientifique de l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux, IFSTTAR, Henri Van Damme est professeur à l'École supérieure de physique et chimie industrielles, ESPCI-ParisTech et chercheur invité au Massachusetts Institute of Technology (MIT).

« **amàco** a pour ambition d'approcher et de faire comprendre le comportement des matières à construire avec l'esprit de l'artisan, qui sait bien que la trilogie gaz-liquide-solide n'est le plus souvent qu'une caricature difficile à plaquer sur les matières du quotidien. [...] »

Faire « sentir » de la manière la plus intime ce qu'il y a de paradoxal dans cette matière si familière et apparemment si banale, pour pouvoir mieux l'utiliser, est l'objectif que nous nous sommes fixés.

[...] au lieu de le réserver à une élite, nous voulons le faire connaître au plus grand nombre. C'est ni plus ni moins d'une transformation de chacun de nous en chercheur-artisan qu'il s'agit. Objectif ambitieux, mais empreint d'une grande humilité devant la matière.»





SÉMINAIRE

L'objectif de cette première journée de l'atelier était d'inspirer aux participants de nouvelles pratiques liées à l'utilisation de ressources végétales locales pour l'architecture contemporaine.

Projet de développement de filière locale au Sénégal (Typha)

Romain Anger, directeur scientifique et pédagogique d'amàco

Ernest Dione, coordinateur du projet TYPHA

10

Le projet de production de matériaux d'isolation thermique à base de Typha au Sénégal (TYPHA) vise le développement d'une filière de production de nouveaux matériaux de construction. Il s'agit d'un projet de transfert de technologie financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et le Gouvernement du Sénégal.

Son but est de faciliter le transfert de technologies nécessaires au développement d'une production locale de matériaux de construction, à l'aide du roseau *Typha australis* et l'intégration de ces nouveaux matériaux dans la construction en vue d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.

De plus, ce projet va contribuer à la transformation d'une nuisance (Typha en tant que plante invasive) en une ressource pour le développement local et à l'élaboration d'un système de gestion appropriée du Typha pour une exploitation durable.



Crédit(s) : Grapeman4



Cycle de la construction de matière en fibres végétales

Arnaud Misse, architecte, agence Nama et chercheur CRAterre - ENSAG

Romain Anger, directeur scientifique et pédagogique d'amàco

11



Des bâtisseurs du monde entier utilisent depuis des millénaires les matières végétales pour la construction. Issues de territoires localisés à proximité des lieux de construction, ces matières biosourcées sont assemblées pour devenir des matériaux de construction qui sont le reflet de la géographie et de la biodiversité locale. Une variété de matériaux de construction donne ainsi naissance à une diversité de techniques de mises en œuvre et d'éléments structurels. Ces derniers s'assemblent pour former un espace architectural qui s'intègre dans le territoire tout en le préservant, par son caractère recyclable ou compostable. La construction avec des fibres végétales peut donc être considérée comme faisant partie d'un cycle qui relie le territoire au matériau puis à l'architecture et de nouveau au territoire.



Crédit(s) : Coco Busan



Crédit(s) : Elmo Swart

Architectures en fibres

Dominique Gauzin-Müller, architecte et rédactrice en chef du magazine EK - EcologiK

12

Bois, paille, chanvre, chaume... une poignée de matériaux démodés ou une solution créative pour construire des bâtiments écoresponsables innovants, économiser de l'énergie, revaloriser les multiples ressources de nos territoires et créer des emplois locaux ?

Conscients du poids du secteur du bâtiment sur la crise économique, sociale et environnementale, de plus en plus de professionnels portent un regard critique sur les composants industriels et se tournent vers des produits bio-sourcés issus de l'agriculture et de la forêt. Attentive au site, à sa population, à son histoire et à ses matières premières, leur architecture « contextuelle » s'inspire du vernaculaire sans renoncer à la modernité, entre low-tech et high-tech. Depuis peu, gouvernement et collectivités locales soutiennent ces filières en circuits courts. Les organisations professionnelles s'y intéressent aussi : à travers l'exposition « Matières en lumière », le Pavillon de la France au 25^e Congrès de l'UIA valorise l'usage inventif des éco-matériaux en fibres (et en grains).



Crédit(s): CO-BE Architectes.



Crédit(s): Agence HAH

Production mécanisée de matériaux à base de fibres

Bernard Boyeux, directeur général de Construction & Bioressources

13



Crédit(s): H-A. Segalen

Les fibres naturelles sont perçues ici en tant que fibres issues du végétal et utilisées pour la production de matériaux de construction. Malgré ces réserves, les transformations successives, de la récolte à la mise en œuvre, peuvent être très différentes en fonction des ressources et des utilisations.

Dès la récolte la mécanisation peut être plus au moins importante en fonction des origines de la ressource – agriculture, sylviculture, cueillette, recyclage, etc. L'intensité et la variété des moyens de transformation ultérieurs seront encore plus importantes selon les matériaux que l'on veut produire : on parlera de matériaux peu transformés, de première et de seconde transformation, voire de bio-raffinerie.

Au-delà de ces termes et de ce qu'ils recouvrent, jusqu'à quel stade peut-on parler de fibres naturelles ? Et surtout, ces transformations peuvent-elles remettre en cause l'intérêt des fibres naturelles ?



Crédit(s): C&B



Crédit(s): C&B

Comportement physico-chimique de la matière en fibres

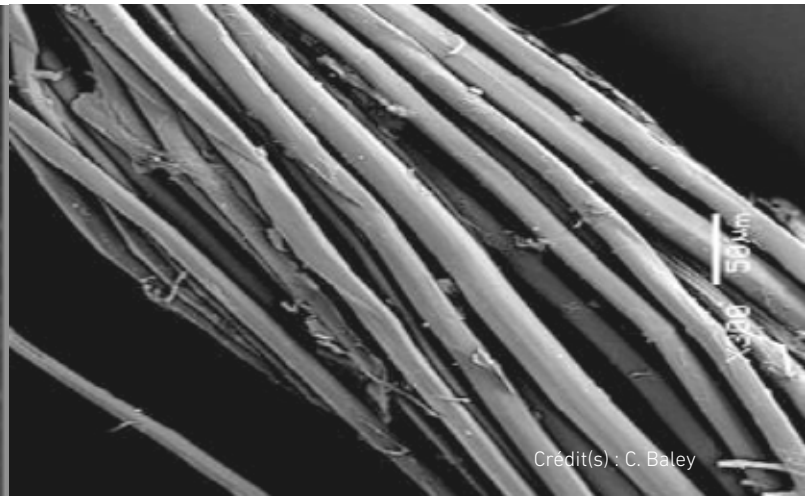
Olivier Arnould, enseignant-chercheur, Université Montpellier 2

14

Les fibres végétales regroupent des éléments appartenant à différentes espèces botaniques, organes, tissus ou ensemble de cellules. Ce large panel de type de fibres répond à des propriétés adaptées à différents rôles essentiels à la vie de la plante. Un aperçu de la biologie du développement, principalement la biosynthèse des parois des fibres dans la plante, permet d'appréhender les caractéristiques morphologiques, compositionnelles et physico-chimiques des fibres qui présentent de grande variabilité, hétérogénéité et anisotropie. Ces propriétés sont de plus très sensibles à l'environnement thermique et hydrique qui influence aussi bien l'état natif, que l'extraction, la transformation ou l'utilisation des fibres. Cet effet des conditions environnementales est un des points clés de la compréhension de l'impact des procédés de transformation, en vue de la préservation du potentiel naturel des fibres pour la construction.



Crédit(s) : Goutianos



Crédit(s) : C. Baley

Fibres naturelles et confort dans l'habitat

Laurent Arnaud, directeur du Centre de Cluny - Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers

15



Crédit(s) : L. Arnaud

L'utilisation de la matière végétale comme constituant significatif de matériaux de construction se justifie aujourd'hui au moins pour deux raisons majeures. La première est la préservation des ressources naturelles telles que les granulats minéraux dont les conditions de prélèvement et d'exploitation deviennent de plus en plus difficiles. La deuxième raison est la nécessité de concevoir des matériaux de construction avec de plus faibles impacts environnementaux, notamment du point de vue de l'empreinte carbone.

Depuis le début des années 90, de nouveaux matériaux de construction, à base de fibres végétales, ont été mis au point et ils s'imposent dans ce domaine, pas uniquement pour des raisons environnementales. Quelle que soit la forme sous laquelle se trouvent les fibres qui constituent ces matériaux (laines d'isolation ou de panneaux à rigidité adaptée, particules pour mortiers, bétons et enduits à performances multiphysiques, etc.), il s'agit d'un avantage décisif dans le domaine du bâtiment.



Crédit(s) : L. Arnaud



Crédit(s) : L. Arnaud

Fibres végétales pour le design

Amandine Chhor & Aïssa Logerot, Agence Design Studio

16

Partout dans le monde, de nombreux artisans travaillent directement à partir de matériaux naturels pour concevoir des objets et des outils dont la nature dépend de leur environnement local. Ils développent ainsi des techniques de fabrication uniques pour un artisanat caractéristique d'un territoire. Passionnés par les matériaux, l'artisanat et les procédés de fabrication, les designers Amandine Chhor et Aïssa Logerot collaborent sur plusieurs projets d'aide au développement de l'artisanat dans les pays en voie de développement. Ils affectionnent en particulier les matériaux respectueux de l'environnement qui peuvent donner naissance à des objets pour lesquels utilité et simplicité sont les maîtres mots. Soucieux de raviver et de maintenir les savoir-faire locaux, ils participent à la mise en place de coopératives d'artisans en inscrivant certaines techniques de fabrication existantes dans de nouvelles perspectives de production.



La filière chaume

Michèle Le Goff, SARL Le Goff, couvreur-chaumier

17



Crédit(s) : Le Goff

Alors que l'on travaille sans cesse à la création de nouveaux matériaux tous plus performants les uns que les autres, il existe un matériau qui rassemble toutes les qualités recherchées dans le cadre des principes du développement durable.

Il est très peu utilisé dans la construction en France, peu connu et peu enseigné. Il est pourtant utilisé depuis des millénaires, il présente un bilan écologique exceptionnel sur toute sa chaîne, de sa production à sa fin de vie. Il s'agit du chaume, terme générique désignant les différentes tiges végétales utilisées pour la couverture ou le bardage. Installée depuis plus de trente ans dans le Marais de Grande Brière Mottière en Loire-Atlantique, l'entreprise familiale de couvreurs-chaumiers Le Goff contribue à maintenir vivant ce savoir-faire.



Crédit(s) : Stéphane Chalmeau



Crédit(s) : Le Goff

Architecture contemporaine

Arjen Reas, architecte de l'agence Arjen Reas - Bureau voor architectuur, Pays-Bas

Jan Voogt, gérant de l'entreprise de chaumiers Voogt Rietdekkers, Pays-Bas

18

Les travaux de l'architecte néerlandais Arjen Reas témoignent d'une conception architecturale située, en accord avec son environnement. Pour lui, repenser l'usage de matériaux existants peut mener à une conception architecturale nouvelle et intéressante.

En collaboration avec l'entreprise de chaumiers Voogt Rietdekkers, il revisite la technique traditionnelle du chaume, proposant une approche sensorielle de la peau du bâtiment afin de «créer une relation visuelle mais aussi tactile avec le projet».



Crédit(s) : Voogt Rietdekkers



Crédit(s) : Arjen Reas



Crédit(s) : Arjen Reas

SYNTHÈSE DES INTERVENTIONS

19

La diversité des intervenants a permis d'offrir aux participants un large aperçu des enjeux et du potentiel de l'utilisation des fibres végétales à différentes échelles : propriétés physico-chimiques de la matière fibreuse, filières et outils de production d'éco-matériaux, confort hygrothermique de l'habitat et conception architecturale.

La présentation de Dominique Gauzin-Müller, enseignante, rédactrice en chef du magazine EK et marraine du séminaire, a montré que de nombreux architectes français intègrent aujourd'hui dans leurs projets davantage de matériaux issus de la biomasse locale. Le deuxième invité du séminaire, Olivier Arnould, enseignant-chercheur au LMGC-Université Montpellier 2, a justifié cet engouement par un véritable atout des fibres végétales : une forte résistance mécanique par rapport à leur poids.

Les fibres végétales peuvent cependant être sensibles à des dégradations chimiques lorsqu'elles sont transformées pour devenir des matériaux de construction. C'est ce que Bernard Boyeux, directeur général de Construction & Bioressources, a expliqué lors de sa présentation sur la formulation de matériaux de construction tels que les briques de chanvre ou de paille. Laurent Arnaud, directeur de l'ENSAM de Cluny, a insisté par ailleurs sur l'importance de l'optimisation des qualités intrinsèques du matériau en fonction des besoins du bâtiment. Il a ainsi questionné la limite à partir de laquelle les matériaux transformés ne sont plus considérés comme naturels.

Cependant, une filière comme celle des couvreurs-chaumiers représentée pendant le séminaire par Michèle Le Goff, a démontré l'utilisation d'un savoir-faire ne requérant quasiment aucune transformation du matériau avant sa mise en œuvre. Le chaume semble gagner du terrain aussi dans l'architecture contemporaine illustrée par la présentation de l'architecte Arjen Reas et du couvreur-chaumier Jan Voogt pour leur projet Living on the edge, qui fait le lien entre architecture traditionnelle et architecture contemporaine.

L'emploi d'un matériau peu transformé est aussi un aspect que l'on a retrouvé dans les projets d'aide au développement des designers Aïssa Logerot et Amandine Chhor, avec l'exemple de l'artisanat cambodgien utilisant comme matière première une espèce végétale invasive. Ce projet a fait écho à celui du PNUD présenté par Romain Anger et Ernest Dione sur le roseau Typha au Sénégal ainsi qu'à d'autres projets de valorisation de matériaux (déchets de carrières, renouée du Japon, sarments de vigne, paille de lavande, etc.) qui semblent être une piste à creuser pour le développement de l'utilisation de la matière en fibres pour la construction.

L'approche pluridisciplinaire de ce séminaire permet d'ouvrir le champ des possibles pour inspirer de nouvelles pratiques aux participants.



TABLE RONDE ANIMÉE PAR DOMINIQUE GAUZIN-MÜLLER

La journée de séminaire s'est clôturée par une table ronde qui a amené les intervenants présents à s'exprimer sur le rôle de la formation dans l'émergence de cultures constructives contemporaines des fibres végétales.

Cette problématique était déclinée en trois questions :

- Comment élargir les connaissances et les savoir-faire liés aux fibres végétales ?
- Comment former des bâtisseurs créatifs capables d'utiliser toutes sortes de fibres de manière adaptée dans la construction ?
- En quoi la formation peut-elle soutenir le développement des filières de fibres végétales pour la construction ?

Dominique Gauzin-Müller, a tout d'abord introduit la table ronde en s'exprimant sur la filière bois et les formations associées.

Dominique Gauzin-Müller a ensuite animé la table ronde en passant premièrement la parole à Yves Perret, architecte et ancien enseignant ENSA Clermont-Ferrand, Montpellier, St Etienne, qui a présenté son analyse de l'évolution des cultures constructives des fibres végétales au cours de ces dernières années. Par la suite, Bernard Boyeux, directeur général de Construction et Bioressources et Michèle Le Goff de la SARL Le Goff Couvreur-chaumier ont proposé un état des lieux des formations pour artisans et entrepreneurs des filières fibres végétales.

Les intervenant suivants, Marie-Christine Trouy, Maître de conférence ENSTIB, pôle recherche fibres, master bois d'Epinal, Bettina Horsch, architecte et maître-assistante à l'ENSA Nantes et Christian Olagnon, professeur au département science et génie des matériaux à l'INSA de Lyon, ont fait l'état des lieux des formations sur les fibres végétales pour architectes et ingénieurs. Romain Anger, directeur scientifique et pédagogique d'amàco, a conclu cette table ronde par une intervention sur les potentiels d'évolution des formations, expliquant en quoi l'innovation pédagogique peut soutenir le développement de nouvelles filières.

Chacune des interventions était suivie d'échanges entre les intervenants et le public. La table ronde, a permis de faire émerger des idées, notamment sur l'importance de la participation de professionnels de la construction aux débats sur les orientations de la filière.



Crédit(s) : Jardins de France



Crédit(s) : Le Goff



Crédit(s) : Stéphane Herbert



Crédit(s) : ICSIA



Crédit(s) : H-A Segalen



De gauche à droite et de haut en bas : M.-C. Trouy (ENSTIB), Michèle Le Goff (SARL Le Goff), Yves Perret (Architecte), Bettina Horsch (ENSA Nantes), Christian Olagnon (INSA Lyon), Bernard Boyeux (C&B), Romain Anger (amàco).



PRÉSENTATIONS ET ÉCHANGES

Tout au long de la semaine, certains des participants parmi les inscrits à la formation ont été invités à s'exprimer sur leur expérience professionnelle en lien avec les fibres végétales.



Crédit(s) : Le corps du m.



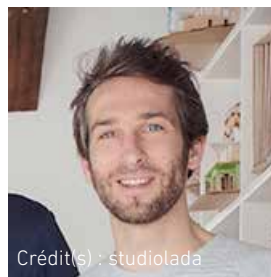
Crédit(s) : Oikos



Crédit(s) : lehm.design.raum



Crédit(s) : Topager



Crédit(s) : studiolada

De gauche à droite et de haut en bas : Julien Hosta (CARPe), Noé Solsona (MVHabitat), Investigació Canyera, Daniel Duchert (lehm.design.raum), Nicolas Bel (Topager), Dominique Gauzin-Müller (EK), Christophe Aubertin (studiolada)

Matière vivante dans la construction

Nicolas Bel, Topager

Nicolas Bel est un jardinier des toits et un expert reconnu de l'agriculture urbaine. Inspiré par le biomimétisme des écosystèmes, il se passionne pour les toits maraîchers et a lancé le projet de toit productif à AgroParisTech puis la société Topager.

Ingénieur INSA de Lyon, agrégé de mécanique et spécialiste dans l'enseignement de l'éco-conception et du biomimétisme, il se consacre aujourd'hui à la recherche appliquée de solutions durables pour rendre la ville comestible. Les questions de l'architecture vivante et du végétal vivant comme matériau de construction font actuellement partie de ses champs d'investigation.



Crédit(s): Joachim Mitchell, MIT

Structure d'arc en cannes

Marc Fando Morell, Marta Arnal Estape et Irene Arce Villanueva, Investigació Canyera

Depuis 2011, les architectes du collectif catalan Investigació Canyera centrent leurs travaux sur les fibres végétales et en particulier sur la canne de Provence (*Arundo Donax*). Leur démarche, inspirée de l'architecture traditionnelle et vernaculaire est tournée vers l'expérimentation et l'innovation.

En collaboration avec Oriol Palou, consultant en ingénierie des structures, ils explorent notamment l'utilisation de la canne comme renfort structurel de dalles en plâtre.

Avec l'appui de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona de la Universitat Politècnica de Catalunya, ils étudient le comportement mécanique de structures en cannes construites selon la méthode développée par Canyaviva (arcs et segments d'arcs). Certains de leurs résultats de recherche ont été publiés dans le magazine *Ecohabitar* et la revue scientifique *Quaderns d'estructuristes*.



Crédit(s): Investigació Canyera

Des enduits et des fibres

Daniel Duchert, lehm.design.raum.

Après plusieurs années à parcourir le monde et à se former, l'architecte d'intérieur et artisan Daniel Duchert revient dans son pays natal, l'Allemagne. Il y fonde en 2008 l'entreprise lehm.design.raum dans laquelle il propose ses services d'aménagement intérieur et notamment la réalisation d'enduits en terre. Pour lui « le potentiel créatif que recèle la terre en termes de décoration d'intérieur va bien au-delà des produits finis à base d'argile. C'est une pure question d'imagination ». Travaillant autant la matière à la main qu'à l'aide d'outils, il expérimente dans ses travaux de nombreuses techniques qui lui permettent d'obtenir sa propre palette d'effets et de textures. L'ajout de fibres aux mortiers de terre est l'une des pistes qu'il se plaît à explorer dans ses compositions.



Crédit(s): lehm.design.raum

Flexion ! extension...

par Christophe Aubertin, studiolada

26

Christophe Aubertin est membre fondateur de studiolada, un groupement de six architectes implantés à Nancy. Concernés par les questions de préservation de l'environnement et de durabilité, ceux-ci développent des projets en lien fort avec leur territoire. Les solutions constructives mises en œuvre, souvent à base de matériaux simples et bruts, sont pensées à partir des savoir-faire locaux.

C'est le cas de l'aménagement du camping du Mettey à Vagney (88), un bâtiment isolé en bottes de paille qui allie économie et performance énergétique. C'est aussi le cas de l'abri en forêt à Bertrichamps (54), un bâtiment entièrement réalisé à partir de planches de sapin de 27 mm d'épaisseur et de largeur variable, dont la réalisation témoigne d'une ingénieuse conception.



Crédit(s): studiolada

Architecture locale et participative

Julien Hosta, CARPe, Collectif d'Architecture Participative + Ecologique

Julien Hosta est l'un des quatre architectes qui composent le collectif d'architecture participative et écologique (CARPE) basé à Lausanne. Ils s'intéressent à l'emploi de matériaux locaux nécessitant peu d'énergie grise et refusent la construction conventionnelle, tout en plaçant au cœur de leur action l'échange de savoirs par l'organisation de chantiers participatifs et de formations. En mettant la main à la pâte sur les chantiers, le collectif remet en question le processus de mise en place du bâti et les rapports entre les différents intervenants concernés. Ils font actuellement partie des rares architectes à maîtriser professionnellement la technique de la construction en paille et terre en Suisse romande.



Crédit(s): Le corps du métier

Construction en paille, enduits et mécanisation

Noé Solsona, MVHabitat

Noé Solsona est artisan spécialisé dans le domaine de la construction en paille. Associé de la SARL ariégeoise MVHabitat, il participe et mène des chantiers de construction de maisons individuelles et de bâtiments tertiaires, parfois en impliquant les futurs usagers sur le mode du chantier participatif.

Depuis plusieurs années, il expérimente différentes techniques d'utilisation de la paille, du remplissage jusqu'à la botte porteuse. L'attrait pour le développement technique le pousse à travailler à l'élaboration et l'amélioration de solutions mécaniques pour la projection d'enduits terre et chaux sur ce type de constructions.



Crédit(s): MVHabitat

Ces temps d'échanges permettent de faciliter le partage de savoirs dans le groupe et de rendre les participants acteurs de leur propre formation.

Utilisation des fibres végétales dans les travaux d'Anna Heringer

Dominique Gauzin-Müller, rédactrice en chef du magazine EcologiK (EK)

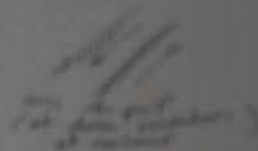
Jeune architecte d'origine autrichienne, Anna Heringer est en 2011 lauréate du Global Award pour son projet de la METI School au Bangladesh. Dans ce bâtiment, les murs sont en bauge d'argile additionnée de paille de riz et la charpente, ainsi que les parois brise-soleil, sont en bambou.

Véritable architecte nomade, elle ne cesse depuis d'explorer l'utilisation de fibres végétales dans ses projets aux quatre coins du monde. Du bambou au chaume en passant par le textile, elle réinterprète d'anciens savoir-faire locaux, défendant ainsi une architecture soutenable, synonyme de beauté.



Crédit(s): Naquib Hossain

FIBRES & ANISOTROPIE



Direction de l'axe cristallin
dans la fibre
pour une fibre cristalline
dans une fibre amorphe

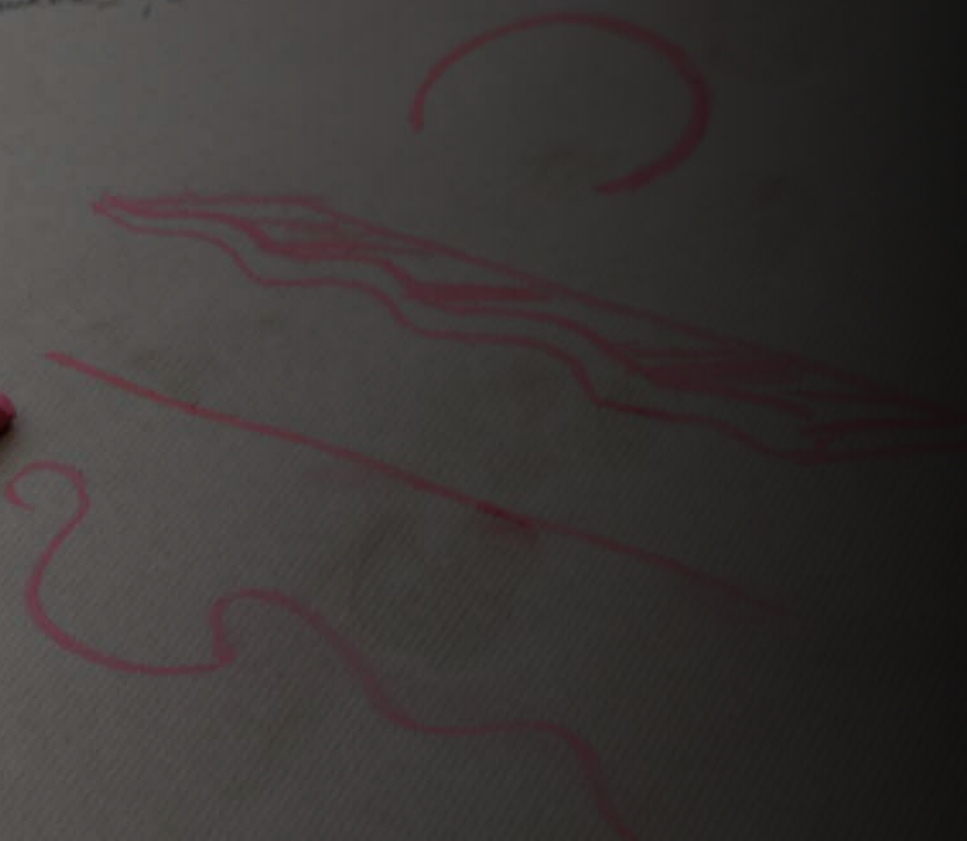
une des fibres
est brisée



une fibre
est brisée
une fibre



superposition
de plis dans
une fibre



SCIENCE DE LA MATIÈRE EN FIBRES

La deuxième journée de l'atelier avait pour but d'amener les participants à appréhender la matière en fibres dans sa diversité et à explorer les phénomènes physico-chimiques qui lui sont propres. Une quarantaine de personnes d'horizons différents a participé à cette journée conçue autour de la découverte d'une manière intuitive d'aborder le comportement de la matière en fibres.

DÉCOUVERTE SENSORIELLE ATELIER ENCADRÉ

Suite à une introduction d'Henri Van Damme, parrain de l'évènement, les participants ont été invités à expérimenter un atelier sensoriel d'amàco. Il s'agissait ici de découvrir une collection de fibres végétales ou animales grâce à l'ensemble de nos cinq sens.

Rassemblés en groupe de dix, les participants se sont assis sur le sol et se sont bandés les yeux. Devant chacun d'entre eux, une caisse contenant un échantillon d'un certain type de fibre a été déposée. En silence, les participants étaient conviés à écouter cette matière inconnue, à l'explorer de manière tactile, olfactive et même gustative. Les caisses ont été échangées entre participants, de manière à ce que chacun puisse découvrir au minimum cinq types de fibres (paille de blé, étoupe de lin, chènevotte de chanvre, canne, coton naturel, etc.).

Les échantillons de fibres ont ensuite été rassemblés au centre du groupe et recouverts d'un drap, autorisant les participants à rouvrir les yeux. Puis, ceux-ci ont été invités à retranscrire l'expérience sensorielle vécue en écrivant sur une fiche les principales caractéristiques identifiées (texture, résistance, etc.).

Pour finir, le drap a été ôté, offrant les fibres à la vue des participants. Après un court temps d'observation et de discussion, les fiches ont été regroupées sur un panneau, rendant ainsi compte de la diversité des propriétés sensorielles observées.

Pendant les ateliers sensoriels amàco, les participants aux yeux bandés découvrent la matière à partir des sens - toucher, odorat, ouïe, goût - habituellement inhibés par l'omniprésence de la vue¹. Au delà de l'intellect, l'apprentissage peut alors se produire au niveau affectif et/ou psychomoteur². Mobiliser les sens évoqués par la matière pourra être source de curiosité et de créativité.

1. Pallasmaa, J. (2010). *Le regard des sens*. Editions du linteau, Paris, 99 pages.

2. Berthiaume, D. & Daele, A. (2013). Comment clarifier les apprentissages visés par un enseignement ? Dans D. Berthiaume D. et N. Rege Colet (dir.). *La pédagogie de l'enseignement supérieur : repères théoriques et applications pratiques*. Tome 1 : *Enseigner au supérieur*. (p., 55 à 71). Berne : Peter Lang.



CONFÉRENCE EXPÉRIMENTALE PARTICIPATIVE

ATELIER ENCADRÉ

32

Pour cette conférence expérimentale et participative d'une durée d'une heure, les participants se sont installés en groupes autour de grandes tables de travail sur lesquelles étaient disposés matériel et matières.

Le discours pédagogique présenté par une formatrice amàco, accompagné de vidéos et de photos, s'articulait autour d'expériences scientifiques que les participants étaient invités à reproduire en direct sur leur table.

Ceux-ci pouvaient ainsi appréhender personnellement les diverses natures des fibres présentées, en fonction de leur origine végétale (tige, fruit, écorce, graine, feuille) ou animale (plume, poil, sécrétion).

Cette classification était illustrée par des exemples d'utilisation de fibres dans les domaines du design et de l'architecture. Des notions clés sur les propriétés physico-chimiques propres aux fibres étaient également abordées, telles que l'anisotropie, l'enchevêtrement, le gonflement au contact de l'eau, etc..

Par la manipulation, les participants pouvaient faire des liens entre la microstructure des fibres et les comportements surprenants qu'elles peuvent présenter : pourquoi certaines feuilles de papier s'enroulent quand on les pose à la surface de l'eau ? Pourquoi le papier mouillé ondule-t-il ? Peut-on tresser une corde avec n'importe quelle fibre ? Etc.

Lors des conférences expérimentales et participatives amàco, la manipulation encadrée de la matière, concomitante au discours du conférencier, permet à chaque apprenant d'être actif, mais aussi de développer sa propre compréhension des phénomènes physico-chimiques à observer. Cette compréhension est nommée par amàco « compréhension intuitive »¹. Elle est utilisée dans le but de resserrer les liens entre matière et individu, afin de rendre ce dernier confiant dans l'utilisation de ces matières peu conventionnelles dans la construction.

¹. M. Bisiaux, L. Fontaine, R. Anger, H. Houben (2015). Enseigner la matière pour construire durable - Le projet pédagogique Atelier Matières à Construire. Actes du colloque Questions Pour l'Enseignement Supérieur - Brest 2015



Manips de la conférence expérimentale participative

34



• Enchevêtrement des fibres

En feutrant de la laine, en décortiquant une corde de chanvre et en intercalant les pages d'un cahier, les participants ont pu visualiser les forces de frottement agissant au cœur de la matière en fibres et permettant de « coller sans colle ».

• Résistance mécanique et anisotropie

Afin de mettre en évidence le caractère anisotrope des fibres, c'est-à-dire le fait que leurs propriétés varient selon la direction considérée, des expériences aussi simples que de déchirer du papier journal, fendre une bûche ou casser un bambou avec un marteau, ont permis aux participants d'observer cette caractéristique propre aux fibres.

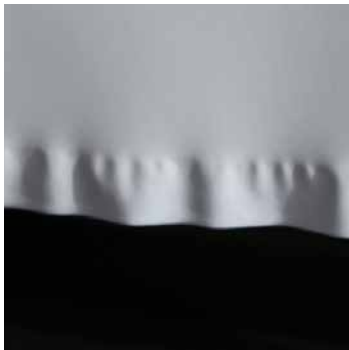
• Sensibilité à l'eau des fibres

Celle-ci se manifestant le plus souvent par une réaction de gonflement, les participants ont pu expérimenter l'effet bilame produit lorsque l'on mouille partiellement de fines bandes de papier ou de bois.

• Capillarité et tension de surface

Les participants ont été invités à se laisser émerveiller par les pliages de papier de soie argenté, de l'artiste Etienne Cliquet, qui se déploient au contact de l'eau grâce à des phénomènes de capillarité et de tension de surface.

L'ensemble de ces phénomènes physico-chimiques était étroitement relié avec le potentiel qu'offre l'utilisation des fibres dans le domaine de la construction ainsi que les problématiques qui en découlent.



amàphy : IMAGINER DE NOUVELLES MANIPS ATELIER CRÉATIF

36

Forts des premières expérimentations guidées lors de l'atelier sensoriel, la conférence expérimentale participative et de leurs découvertes singulières, il a été proposé aux participants d'imaginer d'autres manips permettant de mettre en évidence les propriétés physiques de la matière en fibres.

Pour cet atelier intitulé « amàphy » (atelier matières et propriétés physiques), une carte mentale a été affichée dans la salle. Elle représentait un panorama non exhaustif des phénomènes physiques propres aux fibres selon huit thématiques : eau, air, anisotropie, enchevêtrement, procédés de mise en œuvre, matière liante, matière molle.

Après que les participants se soient répartis sur chacune des thématiques, les groupes avaient pour consigne de faire émerger dans le temps imparti (une heure) un maximum d'idées de manips permettant de mettre en évidence les phénomènes listés.

Une réflexion collective d'une dizaine de minutes sous forme de brainstorming permettait ensuite de compléter la carte mentale existante avec de nouveaux phénomènes.

Finalement, les participants ont disposé d'une heure supplémentaire pour imaginer concrètement de nouvelles manips à tester. Ils étaient libres de travailler individuellement ou en groupe.

Il a été demandé que chacune des idées soit consignée dans une fiche contenant toutes les informations nécessaires à sa réalisation : schémas, commentaires, matériel, durée, etc. (voir p. 38-39). Chaque fiche était ensuite soumise à la validation d'un des formateurs puis affichée sur un panneau afin de la restituer à l'ensemble des participants.

En un temps extrêmement court et grâce à leur coopération et l'intelligence collective, les participants ont ainsi fait émerger une cinquantaine d'idées de nouvelles manips : attaque chimique des fibres par la chaux, mise en évidence du frottement dans des fagots, scratch naturel, terre plastique armée de fibres, ascension capillaire dans une lame de bois, etc.

ANISOTROPIE



LIANT





EAU



AIR

PROCÉDÉS

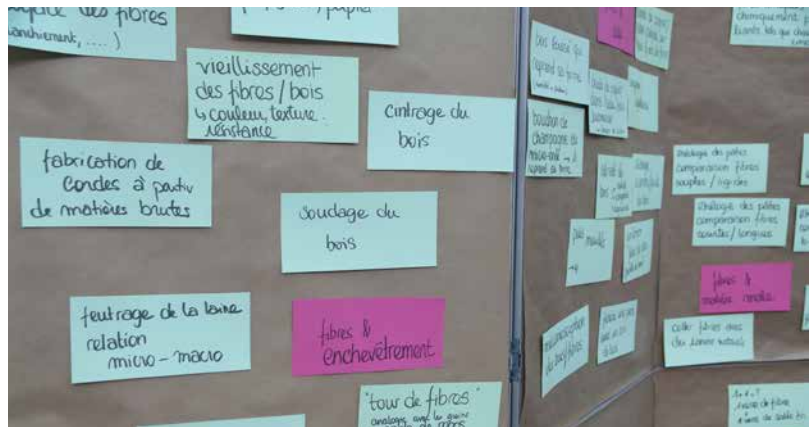


ENCHEVÊTREMENT

37

En élaborant de nouveaux contenus pédagogiques (les manips), les apprenants doivent mettre des mots sur leurs intuitions. Ils passent ainsi de la conceptualisation abstraite à l'observation réflexive, qui est un premier pas vers l'apprentissage transformatif – ou l'apprentissage en profondeur¹.

1. Kolb, A.Y. & Kolb, D.A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 193–212.W



Le travail en groupe, rassemblant des personnes aux profils divers (architectes, artisans, artistes, chercheurs, enseignants, étudiants et ingénieurs), permet d'aller au-delà des conceptions personnelles d'un phénomène. Les analogies entre les disciplines ou les pratiques permettent bien souvent l'émergence rapide d'idées nouvelles et ainsi une prise de conscience des capacités créatives de chacun.

Illustrations

27.05.04
amàco

MOTS-CLES
FIBRES ET ENCHEVÊTUREMENT

EXPLICATION
OFFRAGE D'ENCHEVÊTUREMENT
DE : ① FIBRES COURTES
② " LONGUES
③ " MIXTES COURTES ET LONGUES
CRISTAL ET TENUE

SOURCES

MATERIEL
TUBE DE OFFRAGE

MATERIAUX

FICHE MANIPULATION

39

ENCHEVÊTUREMENT

Illustrations

1

MOTS-CLES
Fagot / pression serrage / imbrication

EXPLICATION
Création de fagots et imbrication LONGITUDINALE
- incidences : Taille Diamètre FIBRES/BRINS
SERRAGE DU FAGOT
RÉGULIÈRE FIBRES/BRINS
RÉSISTANCE PAR FROTTEMENT

SOURCES

MATERIEL
BRINS / TIGES
Ficelles / Cordes

MATERIAUX
Variables : tailles des brins (mixte)

FICHE MANIPULATION

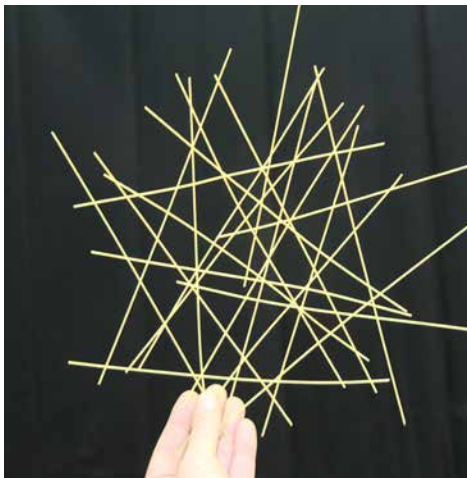
amàfab : FABRIQUER DES NOUVELLES MANIPS ATELIER CRÉATIF

40

Tout un après-midi a été consacré à l'atelier intitulé « amàfab » (atelier de la matière à fabriquer). Celui-ci consistait en la fabrication et la réalisation de certaines des manip imaginées pendant « amàphy ».

Les tables de travail ont ainsi été converties en paillasse de chimie ou établis de bricolage, grâce au matériel mis à disposition par l'équipe amàco : éprouvettes, seringues, visseuses, etc. Les participants avaient à portée de main une large sélection de matières premières avec parmi elles, non seulement des fibres végétales ou animales, mais aussi des matières liantes (chaux, argiles), des grains (sable, terre) et des matières molles (farine de maïs, mousses).

Les formateurs amàco étaient présents pour guider les participants vers la concrétisation de leurs expérimentations et la formalisation de leur objectif de recherche.



Ci-contre : sélection parmi les manip créées par les participants pendant l'atelier « amàfab ».





Durant cette phase, les apprenants sont invités à réaliser eux-mêmes les apprentissages nécessaires à la résolution du problème, ce qui leur fait éprouver les limites de leurs connaissances préalables¹. C'est une étape de re-contextualisation des apprentissages, nécessaire à l'assimilation des acquis en profondeur².

1. Raucant, B. ; Ritter, C. ; Plumet, P. et Corten-Gualtieri, P. (2015) Transformer les conceptions naïves à l'aide de clips vidéo. Analyser puis scénariser une vidéo aide les futurs ingénieurs à intégrer le système de pensée newtonien. Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur.

2. Tardif J. (1992). Pour un enseignement stratégique. Montréal : Editions Logiques.

PRÉSENTATION DES MANIPS

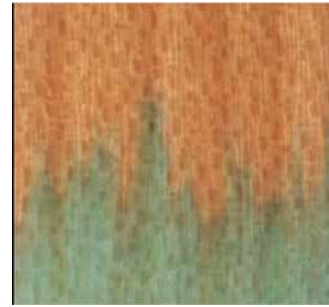
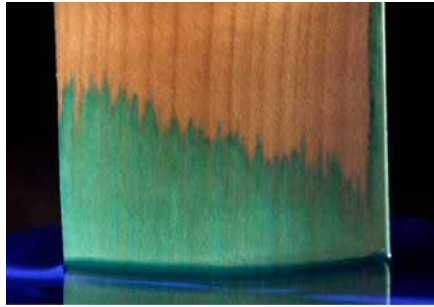
42

La journée s'est clôturée par une phase de restitution collective des différentes expériences réalisées pendant l'atelier «amàfab». Parmi les manip créées, les plus abouties ont été présentées par les «manipulateurs» à l'ensemble des participants, avec retransmission sur grand écran afin de pouvoir observer les phénomènes de près, au cœur de la matière. Les objectifs ont été exprimés, ainsi que le protocole suivi et une estimation du degré de réussite obtenu.

À l'issue de la journée, formateurs et participants se sont réunis pour un temps d'analyse. Les retours critiques de chacun ont été recueillis, permettant de débattre des points faibles et forts des méthodes d'apprentissage utilisées, ainsi que de la possibilité de les transposer dans d'autres contextes

Lors de travaux en groupes restreints, la phase finale de restitution a un rôle fondamental. D'une part, elle permet une phase de formalisation des apprentissages et de prise de recul. D'autre part, cela rend possible le partage des apprentissages acquis individuellement. Finalement, la restitution est également le moment de célébrer le processus de co-création en montrant la richesse des résultats obtenus.





Zoom sur...

Certaines des manips imaginées durant cet atelier créatif ont été retenues pour faire partie de la première série de vidéos amàco intitulée «Matières à construire 2015» réalisée par Les Films du Lierre. C'est le cas de l'expérience de l'ascension capillaire d'eau dans une fine lame de bois. Cette manip, mise au point par Constance Dugelay, permet de visualiser l'absorption de l'eau dans le réseau poreux du bois, mettant ainsi en évidence le caractère fortement hydrophile et anisotrope de ce matériau. L'expérience, filmée de très près et en mode accéléré, peut être visionnée sur la chaîne vimeo d'amàco.

<https://vimeo.com/album/3636315/video/144339324>





TRANSFORMATION DE LA MATIÈRE EN MATÉRIAUX

La troisième journée d'atelier était conçue pour amener les participants à explorer par la manipulation les potentialités mécaniques, thermiques et esthétiques de la matière en fibres et ainsi envisager plusieurs pistes de solutions pour concevoir et réaliser des matériaux de construction.

MATRICE DE FIBRES

ATELIER ENCADRÉ

46

Les possibilités de transformation d'une matière en matériaux sont multiples et se déclinent selon la technique de mise œuvre employée. La matrice de fibres, inspirée du test Carazas conçu pour le matériau terre, a permis aux participants d'explorer de manière systématique ces possibilités.

À partir d'une sélection de fibres aux caractéristiques très variées (paille courte et longue, laine, copeaux de bois, sciure, sisal, filasse de chanvre, chènevotte, tiges de roseau, etc.) une soixantaine de matériaux ont été produits sous forme d'échantillons cubiques. Le type de mise en œuvre pouvait varier selon deux paramètres : le geste (remplissage manuel ou compaction par couche à l'aide d'un psoir) et la teneur en eau ou en liant (barbotine argileuse). Les matériaux ont progressivement été disposés au sol pour remplir une matrice, comme indiqué sur le schéma ci-dessous.



Grille élémentaire de la matrice de fibres réalisée ici avec de la sciure de bois. Horizontalement : teneur en eau ou en liant. Verticalement : geste de mise en œuvre.





Pendant toute la durée de l'atelier, une liste de questions était affichée au mur afin de guider les participants dans leurs observations et de les inciter à s'interroger sur l'influence des paramètres de mise en œuvre sur les résultats obtenus. Une fois la matrice terminée, ceux-ci se sont rassemblés auprès de chacun des cinq formateurs pour un temps d'échange et de restitution en sous-groupe. Chaque participant a ainsi eu l'occasion de donner ses impressions sur la facilité de mise en œuvre en fonction du type de matière première, sur la qualité des matériaux obtenus (homogénéité, tenue), sur les utilisations possibles de certains d'entre eux, etc. Au cours de cette discussion, les formateurs ont apporté des notions complémentaires pour enrichir l'analyse des participants.

La matrice des échantillons fabriqués reste en place pour le reste de la semaine. Elle sert de source d'inspiration et de support de discussion entre les participants.



FABRICATION DE MATÉRIAUX ATELIER CRÉATIF



L'atelier réalisé durant la matinée a permis de donner aux participants un premier aperçu des manières de transformer une matière première brute en un matériau utilisable dans la construction, le design et l'architecture. Forts des apprentissages, les participants ont pu explorer davantage de modes de transformation au cours d'un atelier créatif.

L'idée était de concevoir et de fabriquer des échantillons de matériaux ayant un format imposé de 50 cm x 50 cm (épaisseur libre), en conduisant une réflexion autour de quatre thématiques :

- **Geste** : question de l'impact de la technique de mise en œuvre sur le résultat obtenu ainsi que sur la question de l'ajout d'eau en fonction de la nature hydrophile / hydrophobe des fibres ;
- **Fonction** : dans le cas de composites, manière dont la compatibilité entre liant et fibres, la rigidité du liant et la densité s'adaptent selon l'usage que l'on souhaite donner au matériau ;
- **Propriété** : recherche sur l'optimisation de la consistance du matériau au moment de la mise en œuvre, sa teneur en eau, sa résistance et sa ductilité ;
- **Concept** : exploration des potentialités esthétiques et sensorielles des matériaux, de l'influence des matières utilisées, de la mise en œuvre et de la finition.

Les soixante participants, répartis en groupes pour travailler sur ces quatre thématiques, disposaient d'une grande collection de fibres et de matières liantes, ainsi que de nombreux outils. Cependant, le processus de création était volontairement soumis à plusieurs contraintes, comme le nombre maximum de matières premières différentes ou l'utilisation ou non de liant.

Chaque groupe était accompagné d'un encadrant qui a commencé par les aider à imaginer des idées de matériaux répondant aux objectifs fixés en effectuant un brainstorming.



Pour être effectif, c'est-à-dire pour permettre de faire émerger un maximum d'idées en un temps court (environ dix minutes), le brainstorming suit certaines règles. La question centrale ainsi que les idées proposées sont affichées sur un tableau pour être visibles de tous. La présence du modérateur assure que chacun puisse émettre ses idées sans que celles-ci ne soient soumises à un quelconque jugement de valeur (positif ou négatif) de la part du reste du groupe.

À partir de ce brainstorming, les participants ont ensuite pu travailler seuls ou en groupe à la réalisation d'un matériau, accompagné d'une fiche contenant les informations nécessaires à sa réalisation : matières utilisées, mise en œuvre, schéma explicatif, etc. (voir pages suivantes).

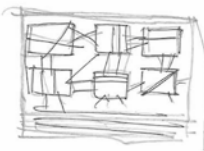
Pour clore l'atelier, les matériaux ont été regroupés au centre de la salle pour une exposition sous forme de matériauthèque autour de laquelle chacun a pu circuler et découvrir l'ensemble des matériaux créés au cours de l'atelier (une quarantaine au total).

FICHE MATERIAU		ATELIER FIBRES		amàco	
n°		28/05/2014			
MATIÈRES		COMMENTAIRES sur la mise en œuvre (sensations, difficultés, mécanisation, améliorations, etc...)			
FIBRE 1: SISAL		- Point de départ : FIBRES volumineuses pas résistantes + FIBRES fines très résistantes - Digression geste : TORSADER → "RESSER" → NATTER			
FIBRE 2: Liant					
ATELIER					
GESTE					
Outils					
MISE EN ŒUVRE					
MAINS + DOIGTS Point fixe extrémité NOUAGE → prolongation (perspective) NAPPAGE RIDEAUX Suspension		ILLUSTRATIONS 			
UTILISATION					
OBElix					

GESTE

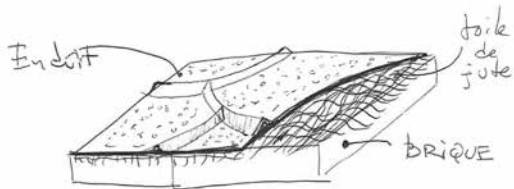
FICHE MATERIAU		ATELIER FIBRES		amàco	
n°		28/05/2014			
MATIÈRES		COMMENTAIRES sur la mise en œuvre (sensations, difficultés, mécanisation, améliorations, etc...)			
FIBRE 1: TRAME DE LIN		- SHOWIC et écoulement des vagues - À respecter difficile - Unir liquide - Conserver les ouvertures difficile			
FIBRE 2: SISAL					
ATELIER					
GESTE					
Outils					
MISE EN ŒUVRE					
MAINS Gobelet en position Ciseaux		ILLUSTRATIONS 			
UTILISATION					
CONVERGER, CLOISON AMOIEUSE, APOURER ou TOUCHER ABIEZ.		FILTRE HORIZONTAL FILTRE VERTICAL			

FONCTION

FICHE MATÉRIAU		EN SAG DREA DESIGN		ATELIER FIBRES		ATELIER MATÉRIEL & CONSTRUCTION	
n°		MARIE COLPON / Françoise		28/05/2014		amàco	
MATIÈRES				COMMENTAIRES sur la mise en œuvre (sensations, difficultés, mécontentement, améliorations, etc.)			
FIBRE 1: roseau		LIANT: TRANE		Avec Tot de: TRANE / REPETITION Nous avons fait 6 cubes presque identique qui reproduisent une trame et qui se lie avec les fibres du roseau.			
FIBRE 2: laine de roche		AUTRE:					
ATELIER							
GESTE				FONCTION			
☒ CONCEPT				☐ OPTIMISATION			
OUTILS							
Pilon + Trowel							
MISE EN ŒUVRE							
Création des cubes (charbon + laine) puis jonction avec les roseaux. Puis finit avec une succession de roseaux.							
UTILISATION				ILLUSTRATIONS			
PARENEMENTURAL							

CONCEPT

PROPRIÉTÉS

FICHE MATÉRIAU				ATELIER FIBRES		ATELIER MATÉRIEL & CONSTRUCTION	
n°				28/05/2014		amàco	
MATIÈRES				COMMENTAIRES sur la mise en œuvre (sensations, difficultés, mécontentement, améliorations, etc.)			
FIBRE 1: Papier		LIANT: MHAUX		faul application, optimisation + qualité esthétique.			
FIBRE 2: toile de jute		AUTRE:					
ATELIER							
GESTE				FONCTION			
☐ CONCEPT				☒ OPTIMISATION			
OUTILS							
truelle, gamelle, brosse métallique souple, éponge.							
MISE EN ŒUVRE							
1 chaux: 3 sable gros: 1 argile							
papier							
briques moullées							
toile de jute + charbon.							
dosser avec toile							
enduit épaisse pour souder les grains.							
enduit à l'eau.							
ILLUSTRATIONS							





Ci-contre : les participants regroupés autour de la matériauthèque.
Ci-dessus : détails de certains matériaux créés pendant l'atelier.





STRUCTURES DE FIBRES ET ESPACE HABITÉ

Au cours de ces deux derniers jours de formation, les participants ont construit ensemble un espace habité à partir de fibres végétales et ont ainsi pu appréhender les potentialités architecturales des fibres végétales.



Crédit(s): Forest and Kim Starr



Crédit(s): Investigació Canyera



LE PAVILLON FIBRES CONCEPTION

La construction d'une microarchitecture en fibres a été proposée comme aboutissement du parcours « de la matière à l'architecture » que les participants ont expérimenté au cours de cette semaine de formation.

Cette microarchitecture ou pavillon fibres, a été inspirée par les techniques de construction en cannes de Provence (Arundo Donax) développées par l'association espagnole CanyaViva. Marc Fando Morell, Marta Arnal Estape et Irene Arce Villanueva (photo ci-contre), membres d'Investigació Canyera¹, un autre collectif d'architectes lié à Canyaviva, étaient invités à venir partager leur savoir-faire et co-encadrer avec l'équipe amàco ces deux jours de chantier collectif.

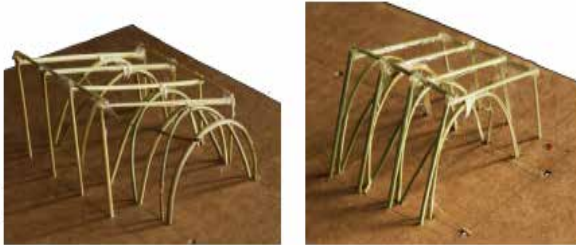
La construction du pavillon a, par ailleurs, été mise à profit pour tester les matériaux développés dans le cadre de TYPHA, projet de transfert de technologie mené par le PNUD², dans lequel amàco est impliqué via le laboratoire CRATERre-AE&CC-ENSAG.

La conception du pavillon, réalisée par les architectes de l'équipe amàco en amont de l'atelier, a dû tenir compte de différentes contraintes.

D'une part, concernant le choix des matières premières, l'espace devait être construit à partir de cannes, de Typha et éventuellement d'osier, une autre fibre à disposition pour ce projet. Il devait en outre permettre d'intégrer un élément construit en adobe (briques de terre crue) pour faire le lien avec le workshop Jeux d'Adobes également organisé par amàco et se déroulant simultanément à l'Atelier Créatif Expérimental Fibres.



a. Profil en coupe du portique-type envisagé



b. Portique-type répété à l'identique



c. Mise en mouvement de la toiture



d. Mise en mouvement de la façade de la coursive

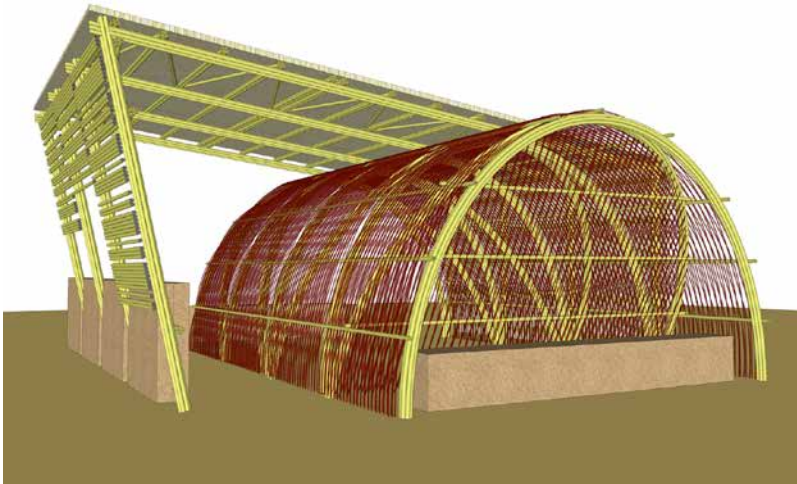
D'autre part, pour s'intégrer au programme de la formation, le pavillon devait être constructible en 24 heures par environ 40 personnes. Il devait être décomposable en éléments préfabriqués pour optimiser et sécuriser l'organisation du chantier.

Pour finir, tant pour permettre la préfabrication, que pour différencier le bâtiment des structures organiques habituellement construits en cannes et donner un aspect contemporain au bâtiment, la forme globale du pavillon devait être constituée de surfaces planes.

Suite à un travail d'auto-formation pour s'approprier les techniques de construction en cannes et à une recherche architecturale basée sur des maquettes physiques et numériques, les architectes d'amàco ont mis au point le pavillon fibres qui allait être construit par les participants.

1. Collectif d'architectes, créé en 2011 par des étudiants avec l'appui de professeurs de l'Ecole Technique Supérieure de Barcelonne (ETSAB-UPC), dont la recherche est centrée sur l'étude du comportement mécanique des structures en cannes conçues selon la méthode constructive de CanyaViva, association espagnole qui travaille sur ce matériau depuis 2007.

2. Projet du PNUD transfert de technologies : production de matériaux d'isolation thermique à base de Typha au Sénégal.



Le pavillon se compose d'un demi-cylindre tressé d'osier qui traverse un volume constitué de portiques droits, couvert par une toiture en Typha qui se retourne en façade arrière. Les murets en adobes viennent se glisser entre chaque poteau en façade principale. Ils sont traversés par une canne qui permet d'y fixer les poteaux et aide à la stabilité de l'ensemble.

La coursive, située dans la double peau, est l'occasion d'un espace généreux, qui s'ouvre vers le ciel. La double peau joue le rôle de deux séquences de filtres des vues et des lumières. Le premier filtre, sur la façade principale, est horizontal, constitué de cannes juxtaposées, laissant aléatoirement l'espace d'une, deux ou trois cannes. Le second filtre est vertical, fait d'osier tressé sur la voûte formée par les arcs.

L'arc de contreventement situé à l'extrémité extérieure de la voûte est également tressé, venant abriter une assise d'adobe et créant un intérieur-extérieur, un refuge à l'abri de la vue.

À l'intérieur de la voûte se révèlent des arcs de cannes et, de là, on peut apprécier la double transparence constituée des deux plans de filtres horizontaux et verticaux.

Poutraison secondaire et contreventement, réalisés par assemblages de trois cannes.

Portiques, structure principale, réalisés en cannes de Provence.



Panneaux filtrants de la façade principale, constitués de cannes à l'horizontale.

Arcs porteurs et arcs de contreventements en cannes de Provence.

Murs et assises en adobes (briques de terre crue)



Panneaux de toiture se retournant en façade arrière, réalisés en Typha.

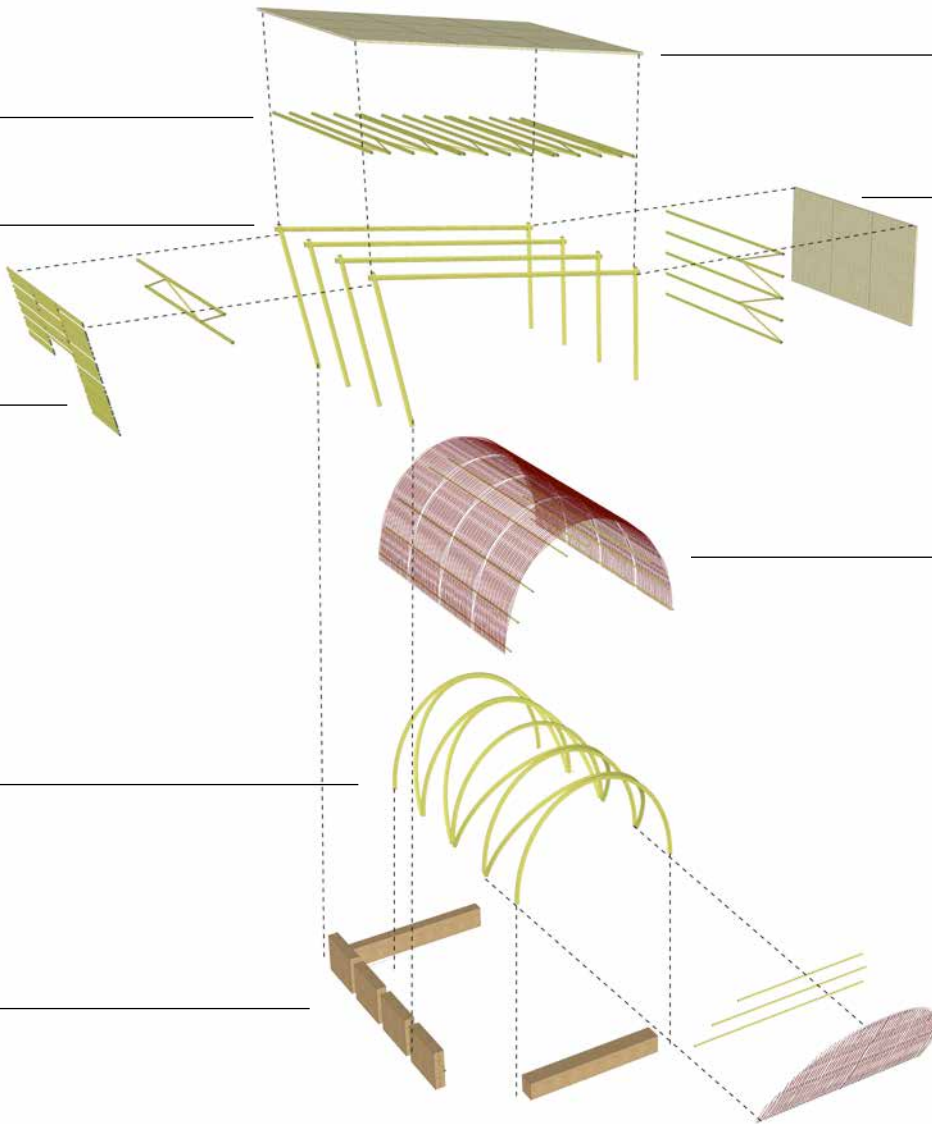


59

Tressage de la voûte en osier trempé tressé à la verticale.



Tressage de l'arc de contreventement réalisé en osier trempé.



EXERCICE KINESTHÉSIQUE

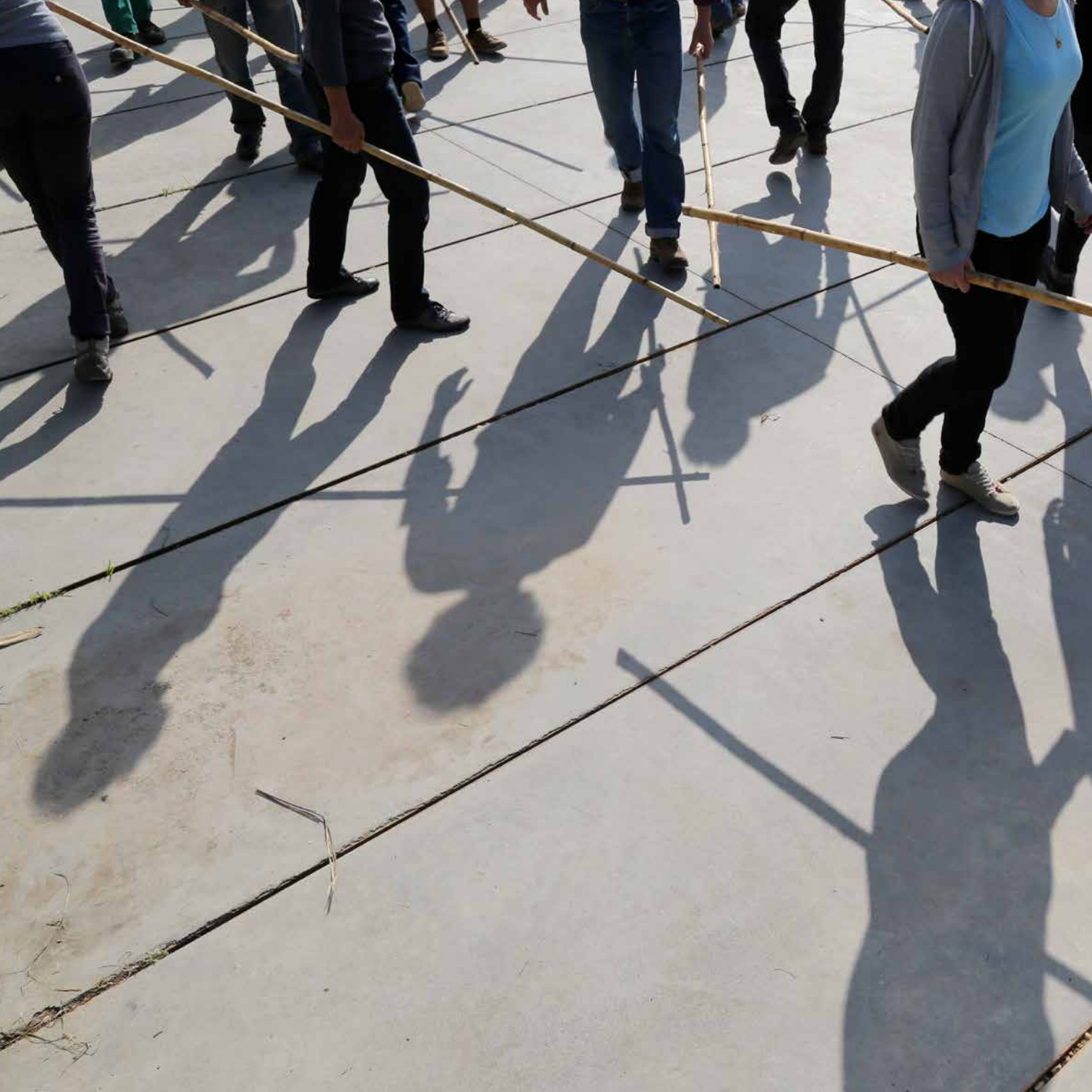
60

Avant de commencer le chantier, un exercice kinesthésique est proposé, permettant aux participants d'affiner leur perception consciente de la position et des mouvements des différentes parties du corps.

Munis de cannes de Provence d'environ deux mètres de longueur, les participants ont exécuté une séquence de mouvements proposée par les formateurs, parfois seuls, parfois en binôme. Cet exercice leur a permis d'impliquer le corps dans l'apprentissage, étape fondamentale avant de commencer à travailler sur un chantier. Outre l'échauffement, cet exercice leur a appris à manipuler la canne de manière fluide, sans heurter quiconque dans le groupe.

Ils ont mobilisé leurs corps pour évaluer les caractéristiques de cette matière qui allait être utilisée sur le chantier, permettant d'en éprouver la résistance, le poids et la flexibilité.





PRÉPARATION DE LA MATIÈRE PREMIÈRE

62

Regroupés autour des plans de la future construction, les participants se sont répartis dans les différents ateliers de production encadrés afin de réaliser les éléments du pavillon. Dans un premier temps, ils ont découvert comment préparer les cannes de Provence destinées à la construction de la structure porteuse ainsi que la structure secondaire du pavillon fibres.

Un simple test de pliage en angle droit, a permis d'écarter les cannes n'ayant pas assez de flexibilité et de résistance. Puis, les cannes ont été pelées à l'aide d'une machette pour ôter les branches et les feuilles collées à la tige. Elles ont ensuite été sciées à la base pour s'assurer que leur pied soit bien droit. Le sommet de section plus fine et donc plus flexible a été conservé pour permettre par la suite de plier les cannes et de les assembler sous forme d'arcs.





Les cannes ont, dans un deuxième temps, été classées suivant leur diamètre et leur longueur, les plus longues et résistantes servant à la construction des arcs, les plus petites étant utilisées pour les poutres secondaires ou les panneaux. Le diamètre était mesuré à l'aide d'un classificateur (voir photo en haut à gauche), sorte de gabarit permettant d'assigner un numéro à chaque classe de diamètre.

Parallèlement au tri des cannes, les bobines de cordes servant à nouer les assemblages avec aisance ont été préparées. Les matières employées étaient des cordes de chanvre et de sisal. Ce dernier a l'avantage de permettre le glissement de la corde sur les cannes pendant la mise en œuvre. Divers types de cordes ont été utilisées, depuis la ficelle d'1 mm de diamètre pour les assemblages provisoires à de la corde de 6 mm de diamètre pour les assemblages d'éléments structurels. Celles-ci ont été préalablement trempées dans l'eau car au séchage leur rétraction renforcerait les assemblages.

ARCS ET PORTIQUES EN CANNES

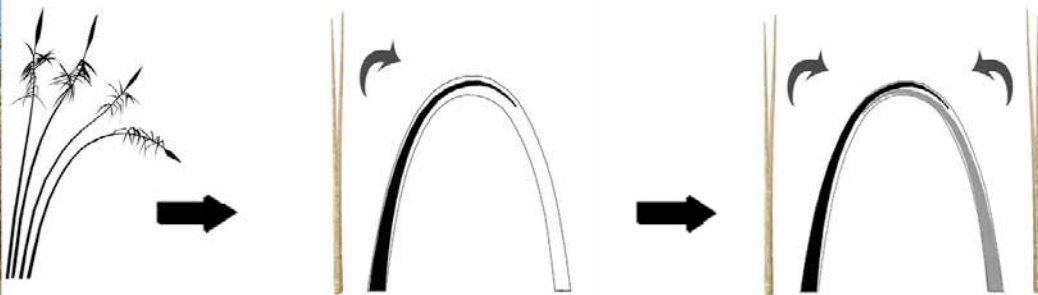
64

L'après-midi a été consacré à la préfabrication des structures en cannes. Les participants ont appris à assembler les fibres selon le savoir-faire du collectif catalan Investigació Canyera pour former la structure primaire du pavillon fibres.

Le travail consistait tout d'abord à fabriquer des arcs et portiques en cannes, en assemblant les tiges par des cordes. Pour les arcs, deux fagots de sept cannes de 5 m de longueur étaient reliés par leur sommet, de manière à ce que leurs parties fines se recouvrent et que tout l'arc ait une section constante. Les arcs prennent leur forme au sol, en forçant la position à l'aide de piquets. Pour les portiques, trois fagots de section constante formant deux poteaux et une poutre étaient encastrés à leurs extrémités. Pour finir, arcs et portiques étaient assemblés au sol à l'aide de piquets, en les nouant ensemble au sommet de l'arc et à la base.

Le travail était organisé en plusieurs ateliers regroupant chacune des tâches (assemblage des fagots, pliage des arcs, etc.). Une rotation entre les groupes était mise en place de manière à ce que chacun puisse voir l'ensemble de la fabrication.

Les participants apprennent une technique de construction avec des étapes et des gestes précis qui requièrent une concentration importante. Il est nécessaire de s'investir corporellement et mentalement pour aboutir à un travail de qualité. Cette technique, qui ne peut s'effectuer que collectivement, les a incités à collaborer davantage.



Crédit(s): Investigació Canyera









PANNEAUX EN TYPHA ...

En parallèle de l'atelier de réalisation de structures en cannes, les participants ont préfabriqué des panneaux de Typha destinés à former la toiture et la façade arrière du pavillon fibres.

Cette matière première était utilisée dans le cadre du projet TYPHA, un projet mené par le PNUD visant à transformer cette plante invasive en matériau de construction. Ce projet en était encore à ses débuts au moment de la formation, les méthodes de mise en œuvre étaient expérimentales. Les participants ont été très actifs et force de proposition dans l'atelier de préfabrication.

Comme pour les cannes, les participants ont tout d'abord préparé la matière brute en retirant les massettes (fleurs) du roseau avec un sécateur et en coupant les tiges à la longueur souhaitée.

Un premier essai de panneau a été réalisé en créant d'abord des petits fagots, ensuite assemblés avec des noeuds type «flûte de pan». L'idée était que ces panneaux, suffisamment souples, puissent être enroulés pour le transport et déroulés lors de la pose.



Finalement assez lourds, les panneaux ont donc uniquement été utilisés en façade et non en toiture où ils risquaient de faire fléchir la structure. Une deuxième proposition a donc été testée, avec des fagots bien plus fins pris entre deux cannes et noués directement à elles. Ces panneaux plus légers ont été utilisés pour la toiture.

Les panneaux filtrants, de la façade avant, devaient être constitués de cannes disposées horizontalement. Mais suite à une initiative des participants accompagnés par les membres d'Investigació Canyera, ils ont été remplacés par des panneaux en cannes tressées.



... ET EN CANNES

Les tiges, préalablement fendues à l'aide d'une machette calée entre deux tasseaux guides, ont été tressées sur une trame de cannes entières nouées sur un cadre.

Trois types de panneaux ont été réalisés : deux avec un tressage horizontal plus ou moins ajouré, un troisième avec un tressage diagonal. Seuls les deux premiers ont été posés pour éviter l'effet patchwork déjà trop présent selon les concepteurs du pavillon.

La semaine suivant l'atelier, les panneaux de cannes ajoutant trop de complexité à la lecture du pavillon, ils ont finalement été remplacés par des panneaux filtrants en Typha. Pour cela des feuilles de Typha ont été cousues sur des cannes fendues, faisant apparaître par un jeu dégradé les couleurs de la plante, allant du rouge-brun au vert en passant par le jaune ocre. Plus légers que les éléments de Typha précédemment réalisés, ces panneaux filtrants ont pu aisément être fixés en façade.

Cette modification a permis de clarifier la relation entre matière et fonction sur l'ensemble du pavillon qui possédait ainsi une structure en cannes, une voûte en osier et une peau extérieure en Typha.

Les participants adoptent une démarche de recherche et d'expérimentation autour des matériaux, en développant des ajustements techniques au fur et à mesure de l'avancement du chantier, selon une logique socio-constructiviste¹.

¹. Vygotsky L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA : Harvard University Press.





ASSEMBLAGE DU PAVILLON

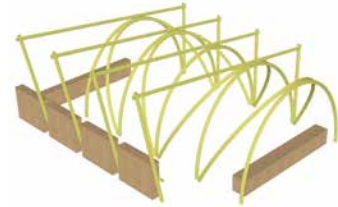
Les fondations ayant été préalablement creusées par les formateurs et le muret de briques de terre crue ayant été levé par les participants au workshop Jeux d'Adobes, l'assemblage du pavillon fibres a pu débuter.

Une vingtaine de participants était en permanence mobilisés sur le chantier, tandis que le reste du groupe continuait à travailler à la préfabrication d'éléments.

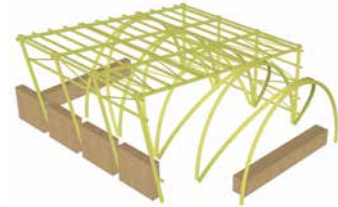
Dès la fin de la première journée, les ensembles portiques-arcs en cannes préfabriqués au sol ont pu être mis en place. Levés à la verticale, ils ont été insérés dans les points d'ancrage prévus à cet effet (fondation de 25 cm de profondeur dont le fond est recouvert par 5 cm de graviers). Chaque portique posé était temporairement contreventé à l'aide d'une corde et d'un piquet ancré au sol, jusqu'à ce qu'un arc de contreventement vienne le soutenir. Les poteaux des portiques étaient également assemblés à une canne traversant le muret d'adobe.

L'assemblage de la structure primaire s'est poursuivi lors de la deuxième journée de chantier. Les participants ont ensuite mis en place la structure secondaire, composée de poutrelles, contreventements et liteaux préfabriqués dans les ateliers se déroulant en parallèle. Les poutrelles longues de 180 cm et constituées de l'assemblage de trois cannes, ont été fixées sur les portiques, tous les 50 cm environ. Puis, des cannes seules d'environ 2 m, dont les extrémités avaient été coupées en biseau, ont été placées en diagonale pour venir contreventer la structure. Enfin, des éléments longitudinaux appelés liteaux et constitués de cannes emboîtées les unes dans les autres, ont été attachés sur toute la longueur de la voûte.

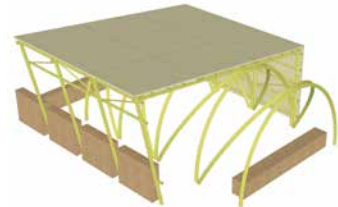
La structure ainsi rigidifiée était prête pour l'accroche des différentes peaux. Les panneaux préfabriqués en Typha et en cannes ont recouvert la toiture et la façade et le tressage de la voûte en osier a pu commencer.



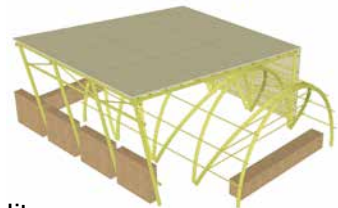
a. arcs-portiques



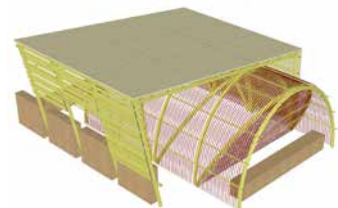
b. poutrelles et contreventements



c. panneaux en Typha



d. liteaux



e. panneaux en cannes et voûte en osier





TRESSAGE DE LA VOÛTE EN OSIER

74

L'osier, qui n'est autre que le rejet annuel d'un type de saule, est connu pour son utilisation en vannerie. Cependant, les expérimentations sur son emploi en architecture sont de plus en plus répandues. Sa flexibilité lui permet en effet d'envelopper des structures, s'adaptant à leur forme et remplissant ainsi la fonction de peau.

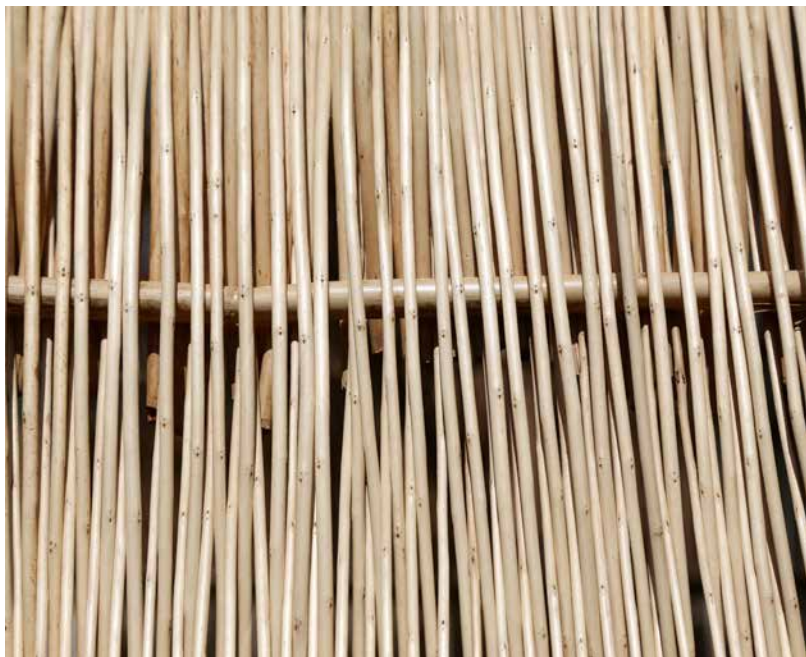
Réalisé à même la structure et postérieurement à la pose des autres éléments, le tressage de la voûte du pavillon a constitué la dernière étape du chantier. Les participants avaient à leur disposition plusieurs types d'osier dont les tiges avaient trempé dans l'eau la semaine précédant le chantier, afin de les assouplir. Après le tressage, l'osier a séché et retrouvé sa rigidité, renforçant ainsi la voûte du pavillon.

De même que pour le Typha, la technique de mise en œuvre de l'osier était en partie expérimentale et s'est affinée au fil des heures. Participants et encadrants ont appris ensemble à utiliser cette fibre qui, comme la canne, a un diamètre qui varie d'une extrémité à l'autre. L'orientation doit donc être prise en compte pour obtenir à un maillage suffisamment dense. Sur le moment, des solutions ont été imaginées pour arrêter le tressage et gérer la jonction avec les autres matériaux.

Le tressage de la voûte, travail particulièrement long, a été finalisé a posteriori par l'équipe amàco.

L'assouplissement de l'osier après trempage, propriété spécifique de certaines fibres végétales, vue lors de la conférence expérimentale, peut être apprécié à l'échelle du chantier. Cet exemple illustre parfaitement la démarche globale de cette formation, de la matière à l'architecture.









TÉMOIGNAGES...

78

POURQUOI PENSEZ-VOUS QUE CETTE FORMATION VOUS SERA UTILE ?

*Pour penser à faire plus
d'essais avec des matériaux non
conventionnels.* **Participant artisan**

*J'espère pouvoir garder cette approche
expérimentale dans mes prochains projets !*
Participant architecte

*Pour m'ouvrir l'esprit sur le fait que les fibres
végétales sont des matériaux d'avenir.*
Participant ingénieur

*Je vais poursuivre les expérimentations
et sensibilisation en milieu scolaire.*
**Participant architecte,
conseiller CAUE**

QUE RETENEZ- VOUS DE LA FORMATION ?

*Vous avez déclenché la première
étincelle d'un feu qui va me faire
bouillir quelques temps.*

Participant animateur scientifique

*L'idée que toutes les ma
ont sûrement un potent
ou non) pour la constru*

Participant étudiant

*Cela va me permettre d'avoir certaines
notions sur les fibres et de chercher à
approfondir lorsque j'en aurai besoin.*

Participantante étudiante

*L'utilité de déb
des expérimen*

Participant a

*Une réflexion pour la mise en œuvre de fibres
plus rarement utilisées dans la construction.*

Participant architecte

*Quelques extraits des commentaires
libres consignés dans les questionnaires
de satisfaction distribués à la fin de
chaque journée de l'Atelier Fibres.*

QU'AVEZ-VOUS LE PLUS AIMÉ ?

*Construire, partager,
apprendre des autres.*

Participant architecte

*Optimiser un processus
dès lors que l'on a saisi son objectif.*

Participant ingénieur et artiste

*La diversité des matériaux
à disposition et le libre choix
de leur utilisation.*

Participant artisan

*J'ai aimé travailler la fibre
et jouer avec sa force.*

Participant animateur scientifique

*La mise en commun, le partage
d'idées, l'émulation générale,
la créativité de tous.*

Participant étudiante

La découverte sensorielle des matières.

Participant architecte

*L'assemblage des portiques et le
montage était un moment fort,
avec beaucoup d'échanges.*

Participant physicien

*J'ai aimé ces questionnements infinis
entre nos corps et la recherche.*

Participant artiste

*Travailler avec des personnes
de professions différentes*

Participant enseignante

*La transmission des savoirs appris
d'un participant à l'autre sur une tâche.*

Participant artiste et formateur



CONCLUSION

81

Cet atelier créatif expérimental a été l'occasion de rendre tangible le cycle de la construction, de la matière à l'architecture, un concept clé autour duquel se développe la philosophie d'**amàco**.

Pendant cinq jours, une centaine d'architectes, artisans, ingénieurs, techniciens, chercheurs, artistes, designers, enseignants et étudiants ont travaillé et appris ensemble, prouvant une fois de plus la richesse du travail pluridisciplinaire, autre pilier fondateur de l'Atelier Matière à Construire.

De la compréhension phénoménologique de la science de la matière jusqu'à la construction collective d'une micro-architecture incluant la fabrication et le prototypage de matériaux, les participants ont découvert les potentiels de la matière en fibres à toutes les échelles.

Guidés par l'équipe de formateurs selon des méthodes d'apprentissage impliquant l'esprit et le corps, mettant en avant leurs émotions et leur créativité, les participants ont évolué individuellement et collectivement dans un cadre sécurisant permettant l'expérimentation et l'apprentissage par l'erreur.

Une attention particulière a été portée aux temps d'échanges de savoirs, de restitution des apprentissages et de retours critiques sur les méthodes employées.

Grâce au développement de cette intelligence collective, participants comme formateurs - les rôles étant perméables - se sont enrichis mutuellement et ont bénéficié pleinement de cette expérience constructive.





REMERCIEMENTS

Dominique Gauzin-Müller et Henri Van Damme,
marraine et parrain de l'événement

83

Intervenants extérieurs

Aïssa Logerot & Amandine Chhor Agence Design Studio
Anne Lemarquis
Arjen Reas Bureau Voor Architectuur et Jan Voogt Voogt Tchaters
Arnaud Misse Agence Nama et CRAterre ENSAG
Bernard Boyeux Construction & Bioressources
Bettina Horsch ENSA Nantes
Christian Olagnon INSA Lyon
Christophe Aubertin studiola
Daniel Duchert lehm.design.raum
Ernest Dione projet TYPHA
Julien Hosta CarPE
JuL Mc Oisans
Laurent Arnaud ENSAM
Lionel Ronsoux
Marc Fando Morell, Marta Arnal Estape et
Irene Arce Villanueva Investigacio Canyera
Michèle Le Goff SARL Le Goff
Marie-Christine Trouy ENSTIB
Nicolas Bel Topager
Noé Solsona MVHabitation
Olivier Arnould Université Montpellier 2, LMGC
Yves Perret

Équipe support des Grands Ateliers

Bruno Vincent, Françoise Aubry, Joël
Gourgand, Maurice Nicolas, Michel-André
Durand, Orlane Bechet, Roland Mathieu.

CCI du Nord Isère

Organisation, coordination et encadrement par l'équipe amàco

Anne-Marie Meunier, Aurélie Vissac, Gian Franco
Noriega, Hugo Houben, Julien Deseigne, Laetitia
Fontaine, Lucile Couvreur, Mariette Moevus-Dorvaux,
Marion Bisiaux, Martin Pointet, Miguel Garcia, Nuria
Alvarez-Coll, Roland Gaudin, Romain Anger, Zoé Tric.

Crédits photos : amàco (sauf mention contraire)





les
grands
ateliers

NS / AG
E
ÉCOLE
NATIONALE SUPÉRIEURE
D'ARCHITECTURE
DE GENÈVE

INSA
INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON

