

Visite guidée du Laboratoire de construction en bois

Autor(en): **Hohler, Anna**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **132 (2006)**

Heft 17: **Assemblages inédits**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-99490>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Visite guidée du Laboratoire de construction en bois

Art japonais du papier plié, géométrie fractale, lignes géodésiques appliquées à des surfaces libres: trois domaines qui n'ont à priori pas de rapport direct avec l'ingénierie. Cependant, le Laboratoire de construction en bois (IBOIS) de l'EPFL mène une série de projets de recherche qui y prennent appui. Ce faisant, les chercheurs font valoir l'extraordinaire potentiel d'une réflexion transversale qui réunit des architectes, des ingénieurs civils et des ingénieurs informaticiens ou mathématiciens.

Depuis deux ans, le Laboratoire de construction en bois (IBOIS) de l'EPFL se profile comme un lieu de recherche et d'enseignement innovant et transdisciplinaire. Sous la direction de Yves Weinand (voir [entretien pp. 8-9](#)), l'IBOIS s'est mis à explorer une utilisation contemporaine d'un matériau qui, trop souvent, connote la tradition seule. Il tente de se libérer des limites traditionnelles de la construction en bois et privilégie des recherches formelles qui ne sont pas directement issues de la discipline de l'ingénieur des structures. Ainsi, il met en œuvre une série de projets de recherche traitant de géométries complexes.

Un exemple: le développement de structures plissées en bois (fig. 1 à 4). La recherche s'inspire de l'origami, art traditionnel japonais du papier plié, et des feuilles de plantes qui se déplient en croissant. Elle dégage des principes comme l'économie et l'homogénéité de la matière, la variété et la répétition de formes géométriques simples, et vise à les transposer à la construction en panneau de bois. La réflexion architecturale constitue le volet central du travail. Ensuite, l'analyse des structures par un ingénieur civil permettra de les optimiser. Enfin, la collaboration avec un informaticien permettra de développer un outil de modélisation géométrique.

Machines de découpage numérique

Il faut préciser qu'il est possible aujourd'hui d'exporter un fichier informatique directement vers une machine de découpage numérique. Ceci permet de réaliser, à une échelle industrielle, des découpes irrégulières et différentes pour chaque pièce, et de construire des ouvrages d'une grande complexité avec des assemblages à géométrie variable. On en trouve un exemple dans l'aménagement des bureaux de l'IBOIS, projet qui a marqué, de manière



1



2

Fig. 1 : Pliage « Muira Ori »

Fig. 2 et 3 : Essai de pliage géométrique inspiré de l'origami
(Photos Fred Hatt)

Fig. 4 : Le prototype : montage et essais

Fig. 5 et 6 : Les nouveaux bureaux de l'IBOIS : une salle de cours occupe le centre de l'espace. Elle est séparée d'un espace de bureaux ouverts par un « mur » en bois qui fait office de bibliothèque.
(Photos Fred Hatt)

symbolique, un nouveau point de départ du laboratoire après le changement de direction en 2004.

Il s'agit d'un assemblage de plus de 600 pièces de format différent, inimaginable et surtout hors de prix sans les logiciels (le fichier a été produit en interne) et les machines actuelles. La construction – une sorte de « mur » en bois qui fait office de bibliothèque (fig. 5 et 6) – délimite une salle de cours située au centre. Au dehors se déroule un espace de bureaux ouverts. Ce projet fut également l'occasion de mettre en œuvre la collaboration entre ingénieurs et architectes et est un « exemple construit », selon les collaborateurs, de ce qui constitue l'un des points forts de l'enseignement à l'IBOIS.

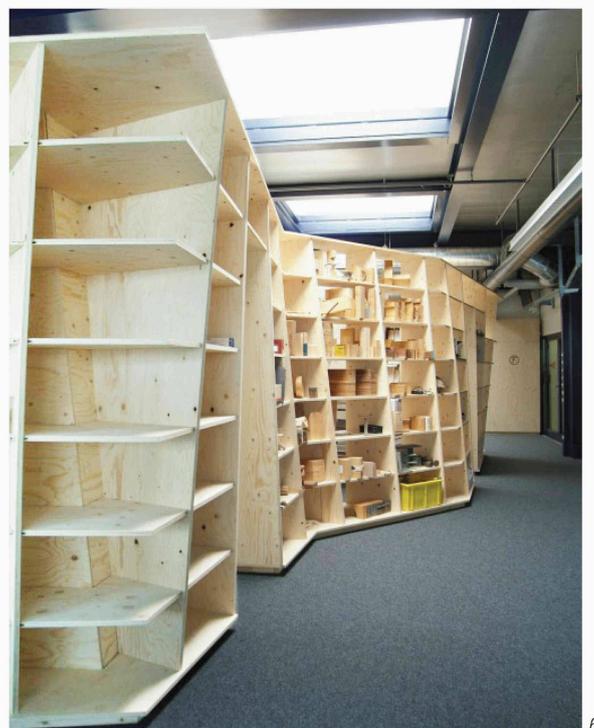
Un atelier pour architectes et ingénieurs

De manière générale, la transdisciplinarité est un maître mot dans l'enseignement et la recherche de l'IBOIS. Durant l'année académique 2002-03, Yves Weinand, qui enseigne alors à l'EPFL comme professeur invité, met en place un atelier commun aux étudiants en architecture et en génie civil. Intitulé « new modeling »¹, celui-ci inverse le

¹ Voir note en p. 3



5



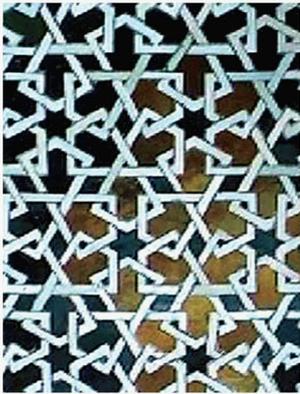
6



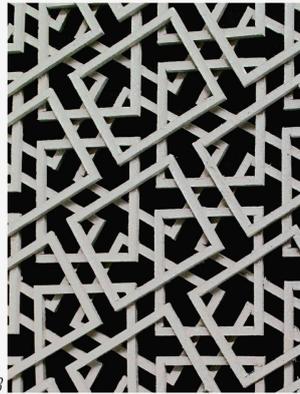
3



4



7



8



9

déroulement habituel du projet d'architecture qui, traditionnellement, s'appuie sur un programme formulé au préalable. Ici, les étudiants sont amenés à démarrer leurs projets à partir d'une image choisie de manière subjective (fig. 7). L'atelier se déroule alors en trois temps: mise au point d'un modèle abstrait (fig. 8); définition d'un programme d'architecture; enfin, élaboration du projet d'architecture proprement dit. L'aspect constructif et le développement d'un prototype (fig. 9) sont gérés dans une commune mesure par l'ingénieur et par l'architecte. Les étudiants des deux branches doivent répondre aux critères de leur discipline tout en travaillant sur la même base. En l'occurrence, le rôle de l'ingénieur civil ne se limite donc

pas au calcul d'une géométrie définie en amont par l'architecte: il est amené au contraire à participer à la réflexion constructive.

Un autre projet de l'IBOIS se situe dans le cadre plus technique d'une recherche sur la géométrie fractale et ses applications dans le domaine de la construction (fig. 10 à 12). Il fait appel à des compétences du domaine des mathématiques et réunit Yves Weinand, Eric Tosan, ingénieur informaticien du Laboratoire d'informatique en images et systèmes d'information (LIRIS) de l'Université de Lyon, le responsable de la chaire de géométrie (GEOM) de l'EPFL Peter Buser ainsi que les trois doctorants Iver Bailly-Salins (GEOM), Gilles Gouaty et Ivo Stotz (IBOIS).

« Le bois est un matériau high-tech, contemporain »

Yves Weinand, ingénieur civil EPFL et architecte diplômé de l'Institut supérieur d'architecture de Saint-Luc de Liège, est responsable depuis deux ans du Laboratoire de construction en bois (IBOIS) de l'EPFL.

TRACÉS: Le terme de construction en bois connote la tradition...

Yves Weinand: Oui, le bois est souvent associé à la menuiserie, à l'artisanat. Mais cette réputation ne correspond pas à ses potentiels technologique et constructif:

contrairement à ce que l'on croit, ce matériau permet une grande liberté dans l'application constructive et architecturale. L'IBOIS souhaite mettre l'accent sur son application en tant qu'élément structural, et développer des structures composées d'éléments surfaciques. Le bois, ce n'est pas seulement des poutres: c'est un matériau high-tech, contemporain, entre autres grâce au développement de la découpe numérique.

T.: Quel est le rôle de l'IBOIS en Suisse et au sein de l'EPFL?

Y. W.: Nous sommes aujourd'hui l'unique chaire de construction en bois de

Suisse, et quasiment la seule en Europe. A l'échelle helvétique, nous sommes évidemment liés à la politique suisse d'augmentation de la consommation du bois, et pouvons de ce fait compter sur le soutien de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEV). Il faut préciser néanmoins que notre mission est effectivement celle d'une institution polytechnique: nous pouvons nous consacrer à la recherche fondamentale, afin de proposer des solutions ou des applications nouvelles.

A l'EPFL, l'IBOIS occupe une place à part au sein de l'Institut des structures, avec la particularité de proposer un atelier qui est ouvert à la fois aux étudiants en archi-

Fig. 7 : Image personnelle qui sert de point de départ

Fig. 8 : Maquette physique 2D

Fig. 9 : Prototype en panneau d'aluminium. Pour arriver au modèle 3D, un cadre rectangulaire de la maquette 2D subit une translation et une rotation dans l'espace. On répète l'opération et relie les angles.

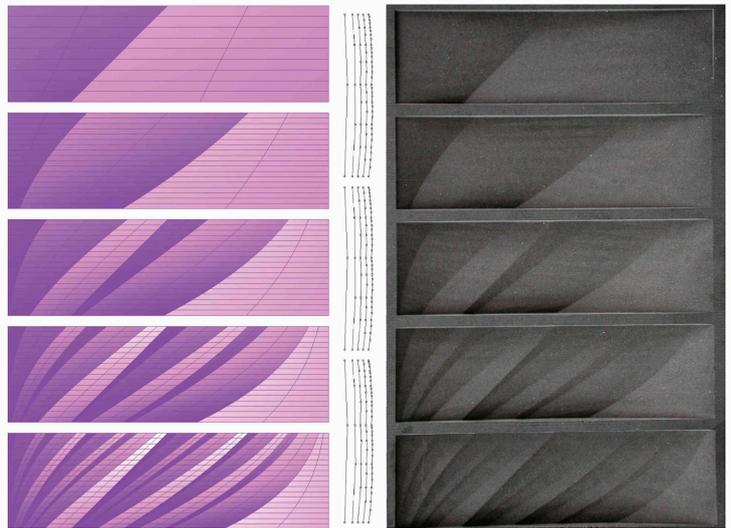
Fig. 10 : A gauche : surface construite à partir d'un système de fonctions itératif (IFS). Par étape d'itération, des fractures agitent la surface et la rendent de plus en plus rugueuse. Selon le choix de l'algorithme d'IFS, différentes propriétés (rugosité, texture) peuvent être générées. A droite : le fichier décrivant la surface est envoyé sur une machine de prototypage rapide qui transpose la géométrie dans un panneau de MDF noir.

Modèles fractals dans la construction

Le projet porte sur l'utilisation de modèles fractals développés au LIRIS dans le domaine de l'informatique graphique. Ces modèles sont transposés pour dégager des algorithmes adaptés aux problèmes de la construction². Ceci conduit à la spéculation suivante : les algorithmes itératifs qui génèrent des objets fractals sous forme d'images numériques peuvent-ils être utilisés pour matérialiser ces objets ? Yves Weinand écrit : « Si c'est le cas, [...] les maillages générés par des algorithmes pourraient être construits sous forme de structures portantes en coques, de polygones irréguliers dans l'espace, etc. En passant par le modèle fractal, nous pensons pouvoir raccourcir la chaîne de traitement des données qui va de la conception des formes jusqu'à la fabrication automatisée par des machines de découpe à commande numérique. Par la suite, [cette] combinaison [...] ouvre de nouveaux champs d'application du bois dans la construction. Les structures en bois ainsi créées rempliront différents rôles : éléments portants, panneaux de fermeture constructifs et visuels, éléments d'équilibrage climatique, etc. »³

² Pour une information détaillée, voir <<http://fractals-ibois.epfl.ch>>

³ YVES WEINAND : « Des géométries complexes entre l'ingénieur et l'architecte », in *matières*, numéro 8, 2006, pp. 12 à 19



texture et en génie civil. Cette volonté interdisciplinaire est sans doute liée à ma double formation d'architecte et d'ingénieur, mais aussi au fait que le bois se prête particulièrement bien à cet exercice, puisqu'il demande aux ingénieurs plus de réflexion constructive qu'un matériau comme le béton, par exemple.

T. : Quel est l'objectif de cette démarche ?

Y. W. : Il est double. D'une part, dans une optique de promotion de la construction en bois, il est évidemment important de susciter l'intérêt des architectes, de les confronter à ce matériau. D'autre part,

il existe au sein de la Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit (ENAC) une devise baptisée « projeter ensemble » et qui a pour but, justement, de favoriser la collaboration entre les étudiants des différentes sections.

T. : Et comment se déroule votre atelier ?

Y. W. : Il y a en général moins d'étudiants en génie civil qu'en architecture. Les premiers ont parfois de la peine à s'aventurer dans une démarche qui n'est pas purement académique. Ceci dit, dans la pratique, le profil de l'ingénieur qui a passé par l'IBOIS, un ingénieur qui sait s'ouvrir à la construction, est très demandé.

Concrètement, je suis responsable dès cet automne d'un des quatre ateliers d'architecture au niveau du master. Tout d'abord, les étudiants en architecture travailleront pendant trois semaines avec des étudiants en design industriel de l'Ecole cantonale d'art de Lausanne (ECAL), dans le but de développer le prototype d'un objet et en prenant comme point de départ différentes images de poissons. En parallèle, les ingénieurs travailleront sur des structures en forme d'arêtes. Ensuite, ingénieurs et architectes devront se lancer ensemble dans le projet d'un marché aux poissons à Tokyo.

Propos recueillis par AHO

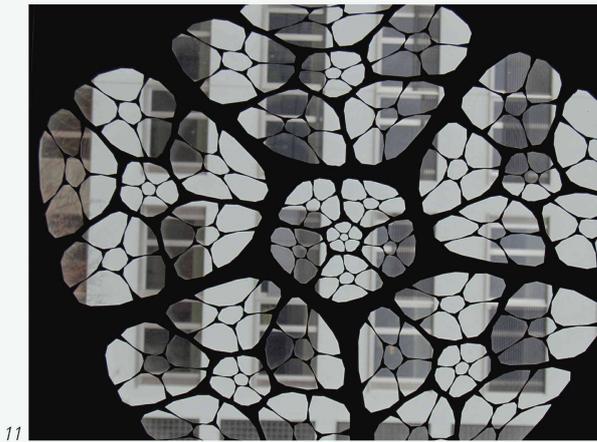
Fig. 11 et 12 : Maquettes en carton sur la base du pentagone de Dürer

Fig. 13 : Définition de la forme libre

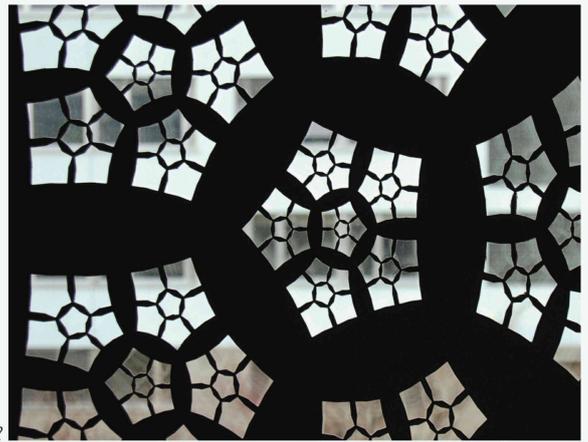
Fig. 14 : Définition du maillage des lignes géodésiques

Fig. 15 : Le prototype aujourd'hui, exposé à la Vallée de la Jeunesse, à Lausanne (Image Alain Herzog)

(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par l'IBOIS)



11



12

Maillages géodésiques sur formes libres

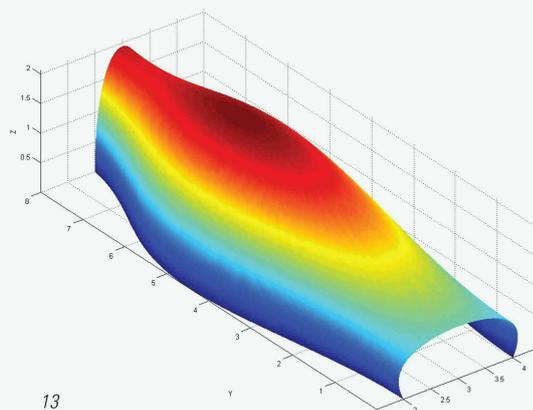
Autre source d'inspiration : les géodésiques, lignes les plus courtes reliant deux points d'une surface. Des collaborateurs de l'IBOIS et de l'Institut de géométrie, algèbre et topologie (IGAT) de l'EPFL ont développé un logiciel qui détermine des maillages géodésiques sur des formes libres et met à disposition les données géométriques nécessaires pour une découpe numérique (fig. 13 à 14). Ce projet de recherche approfondit un aspect d'une thèse au sujet des coques ner-

vurées en bois. La « Géoline », un prototype de coque construit pendant la recherche, est actuellement exposé dans le jardin de la garderie de la Vallée de la Jeunesse, à Lausanne (fig. 15).

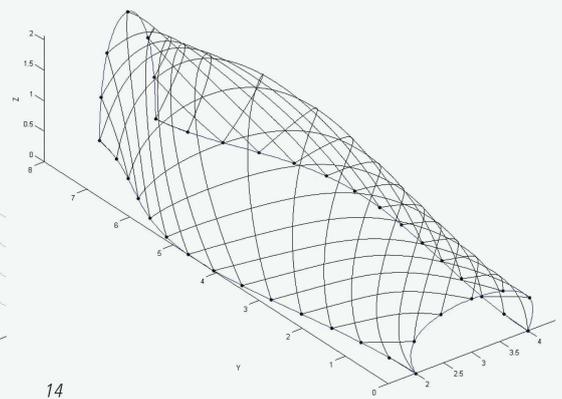
Yves Weinand explique : « Afin de minimiser les contraintes initiales dues à la courbure des planches d'une coque en bois,

⁴ YVES WEINAND : « Des géométries complexes entre l'ingénieur et l'architecte », in *matières*, numéro 8, 2006, pp. 12 à 19

⁵ Idem



13



14

Journée d'information Holcim sur le béton

le 4 octobre 2006
EPFL, Écublens

L'ingénieur tente de disposer les nervures selon un faisceau de lignes géodésiques. Une ligne géodésique appartient à la surface et n'a pas de courbure dans son plan tangentiel. Une planche qui suit une ligne géodésique n'est soumise qu'à la flexion selon son axe faible et à la torsion. Des architectes nous proposent des formes assez aléatoires pour lesquelles la structuration des surfaces reste dans une large mesure inexploitée et indéfinie. Or il est possible de disposer les géodésiques selon une grille plus ou moins dense. Il est significatif de constater que le contrôle des lignes géodésiques d'une forme quelconque n'amène pas automatiquement une seule solution d'implantation des lignes sur une surface. Ici interviennent des critères esthétiques et constructifs. »⁴

Ce bref survol – il faut y ajouter la recherche sur le soudage du bois, auquel nous consacrons deux articles dans ce numéro (voir pp. 22-28) – nous amène à penser que le Laboratoire de construction en bois de l'EPFL, en plongeant les ingénieurs et les architectes dans des projets transversaux, préfigure peut-être un monde de la construction moins cloisonné, un monde de demain. « Y a-t-il un malaise à sortir de la sphère objective de l'ingénierie pour réaliser des constructions ? Est-ce que [un] outil, objectif à la base, peut intégrer la sphère de conception des architectes ? », se demande Yves Weinand.⁵ Oui, a-t-on envie de répondre, par deux fois.

Anna Hohler



15

Les bétons de fibres. Tel sera le thème de la 5^e Journée d'information Holcim, qui aura lieu le mercredi 4 octobre 2006 au sein de l'EPFL et qui sera conduite par les Professeurs Eugen Brühwiler et Aurelio Muttoni de l'EPFL-ENAC-ISS.

Plusieurs sujets touchant aux bétons de fibres seront développés par des conférenciers hautement spécialisés : en premier lieu seront abordés les différents types de bétons de fibres, leurs performances et les bases de leur dimensionnement, ainsi que divers exemples de réalisations récentes avec des bétons à fibres métalliques. Après une courte pause, les développements en cours et les premières applications pilotes de bétons de fibres ultra performants (BFUP) seront présentés, que ce soit pour la réfection d'ouvrages ou la réalisation d'éléments

de structures préfabriquées, comme par exemple la toiture du péage autoroutier du viaduc de Millau en France. Le programme s'achèvera par un exposé sur les perspectives d'avenir des BFUP dans le domaine de la préfabrication.

Après le repas de midi offert aux participants, ceux-ci seront invités par les Professeurs Brühwiler et Muttoni à suivre une visite facultative du laboratoire d'essais de structures de l'EPFL-ENAC-ISS, lors de laquelle seront présentés plus en détail les différents projets de recherche actuellement en cours dans le domaine des BFUP.

L'inscription pour la journée sera possible dès le mois de juillet 06 auprès de Holcim (Suisse) SA. La finance d'inscription est de CHF 150.–.



Holcim (Suisse) SA
Ventes et Distribution Ciments
CH-1312 Eclépens
Tél. +41 (0)58 850 92 55
Fax +41 (0)58 850 92 90
ventecim-ch@holcim.com
www.holcim.ch