

Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 134 (2008)
Heft: 17: Structures plissées, tressées, tissées

Artikel: Architecture, forme et structure
Autor: Weinand, Yves
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-99700>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Architecture, forme et structure

Le Laboratoire de construction en bois (IBOIS) de l'EPFL propose depuis plusieurs années des ateliers interdisciplinaires rassemblant les futurs architectes et ingénieurs. Son directeur Yves Weinand, qui possède une double formation d'ingénieur (EPFL) et d'architecte (Institut supérieur d'architecture Saint-Luc de Wallonie), voudrait amener les étudiants des deux sections à réfléchir simultanément à la forme et à sa structure. Il explique pourquoi cela ne va pas forcément de soi.

TRACÉS: Vous regrettez le nombre relativement faible d'étudiants en génie civil qui ont pris part à votre atelier interdisciplinaire de l'année passée. Comment expliquer cette absence ?

Yves Weinand: Il est vrai que pour la plupart des ingénieurs, notre manière de faire ne va pas de soi. Peu habitués à se joindre aux architectes pour réfléchir en commun à des problèmes constructifs, les ingénieurs ont tendance à préférer des ateliers qui sont essentiellement dédiés à des applications de calculs concrets. Il faut donc les convaincre que l'intégration de l'ingénieur civil dans le processus de conception de la forme et de la géométrie d'un bâtiment n'est pas un objectif négligeable. Et il faut que l'architecte accepte cette intégration. Ce sera peut-être plus facile dans le futur, vu que nous pouvons désormais nous appuyer sur un bâtiment construit qui est le résultat tangible d'une de nos recherches. Il s'agit de la chapelle provisoire des diaconesses de St-Loup, qui est inspirée par l'origami, l'art japonais du papier plié (voir article p. 19).

T: Et l'ingénieur, en l'occurrence, a son mot à dire concernant la conception de la structure plissée ?

Y. W.: Tout à fait. Le modèleur, un logiciel de modélisation développé à l'IBOIS par Gilles Gouaty et Ivo Stotz, permet à l'ingénieur d'intervenir sur la forme globale¹. Malheureusement, très peu d'ingénieurs s'expriment aujourd'hui à ce sujet: ils

travaillent souvent sur un aspect particulier, sur un matériau, sur l'efficacité d'un détail. Notre modèleur offre une base pour optimiser le comportement d'une structure en resserrant les plis à certains endroits. Ce qui évite d'ajouter de nouveaux éléments constructifs afin de conserver le même langage, dans une logique organique: on introduit des variations dans la distribution des plis, on n'a pas besoin d'autres principes structurels. Voilà ce qui me fascine. Cet exemple montre qu'il est possible que les ingénieurs s'émancipent dans leur métier, qu'ils peuvent occuper la place de véritables concepteurs d'un point de vue structurel, et éviter de se limiter au rôle de ceux qui concrétisent tant bien que mal les détails proposés par les architectes. Aujourd'hui, on peut partir à la recherche de solutions qui marient des considérations spatiales avec des considérations de structure. Et apporter des réponses originales aux contraintes parfois contraires qui émanent de l'ingénieur et de l'architecte.

T: Qu'est-ce que cela signifie au niveau de l'enseignement au sein de l'EPFL ?

Y. W.: On aimerait bien amener les ingénieurs civils à participer à la définition des questions auxquelles ils doivent répondre, au lieu de se limiter à résoudre un problème donné. Voilà ce qu'on essaie de faire avec notre atelier. De manière générale, on essaie de pousser les étudiants vers la

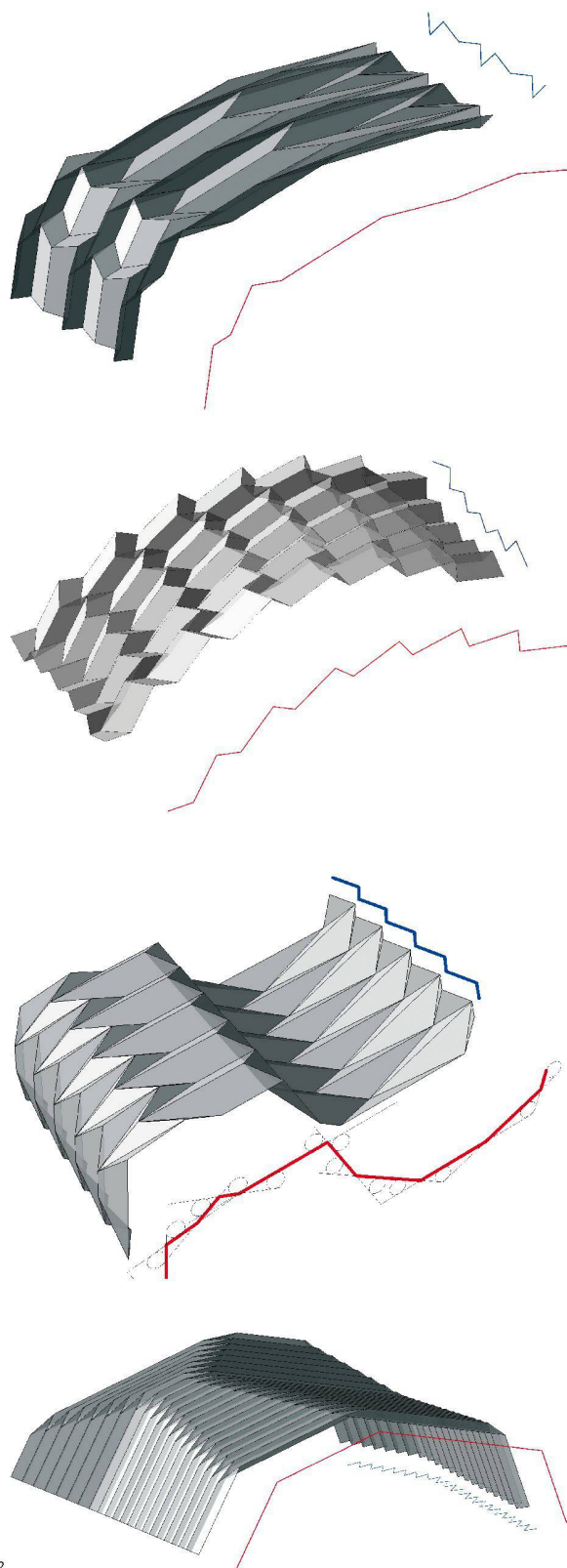


¹ Il permet de plier des origamis à l'ordinateur (voir p. 13).

Fig. 1 : Maquette d'une structure composée de quatre panneaux tressés

Fig. 2 : Exemples de modélisation de structures plissées inspirées de l'origami

(Documents IBOIS)



compréhension de structures qui travaillent dans l'espace. L'origami en est un exemple, mais nous explorons également, avec Johannes Natterer, d'autres champs de recherche, par exemple celui des coques nervurées, pour dessiner des formes courbes. On peut prendre de longs panneaux et les courber comme on courbe des planches. Mais on peut également les tresser. Une structure tressée peut d'abord être approchée par le biais d'éléments linéaires. Par la suite, selon la forme des éléments utilisés pour le tressage, on constate forcément une évolution vers un comportement surfacique. Prenez quatre panneaux qui, tressés, se chevauchent : en plus des axes, c'est toute la surface qui contribue à la stabilité (fig. 1). Cela ouvre un champ de réflexion très intéressant, notamment au sujet de l'effet système : dans une charpente classique avec un entrain, si celui-ci cède, la structure s'effondre. Dans le cas des panneaux tressés, s'il y en a un qui fissure, ce n'est pas pour cela que la toiture va tomber. Ainsi, on pourrait évoluer vers des surfaces qui, en plus d'offrir certaines qualités architecturales, seraient autoportantes. Dans l'idéal, on imagine des formes où les ouvertures de lumière naissent d'une réflexion globale sur l'architecture et sur l'espace, des formes qui peuvent se passer de tout élément structurel supplémentaire.

T : Vous faites fabriquer à vos étudiants des maquettes à petite échelle, puis d'autres de plus en plus grandes.

Y. W. : Oui, parce qu'on se trouve ainsi confronté aux difficultés induites par les sauts d'échelle. Dans la vannerie par exemple, on peut rencontrer beaucoup de structures tressées stables. Par analogie, on peut effectivement viser des structures similaires, mais qui seraient efficaces à une échelle beaucoup plus importante. C'est quelque chose qui est actuellement peu ou pas approfondi, dans le domaine du bois. Nous essayons justement d'intégrer à nos recherches non seulement des ingénieurs civils, mais aussi des mathématiciens, par exemple. Mais nous sommes encore au tout début.

T : Quelles sont vos expériences positives dans l'atelier ?

Y. W. : On a eu quelques étudiants ingénieurs très motivés, et qui ont bien su présenter leur note de calcul. C'est un excellent souvenir, parce qu'ils ont exposé pendant un quart d'heure leurs hypothèses de charge, leurs résultats, et les étudiants en architecture devaient les suivre, devaient comprendre les unités, regarder les chiffres. Au niveau de la formation, je souhaiterais que chaque groupe prenne au moins le soin d'écouter l'autre, même si l'on ne comprend pas forcément la totalité du contenu. Dans notre atelier, tout

le monde devait suivre les présentations de tout le monde, c'est à mon avis primordial, mais cela se fait trop peu. Il m'arrive d'entendre des collègues qui me disent : « Vous avez vu les travaux des architectes ? Parmi leurs projets de diplôme, il y en a qui ne tiennent pas. » Bon, c'est une constatation sérieuse, il est vrai que les architectes tiennent parfois un discours un peu léger, et s'occupent peu ou en tout cas trop tard de savoir si la structure portante de leur projet va effectivement pouvoir résister aux efforts : souvent, ils viennent demander de l'aide juste trois semaines avant le rendu, pour éviter des pépins majeurs au niveau de la structure. C'est trop facile et c'est réduire l'ingénieur à un simple consultant. Je suis d'avis que pour certains projets, on devrait faire travailler en parallèle un étudiant en architecture et un autre en génie civil, faute de quoi on aura toujours des masters en architecture un peu esthétisants, qui manquent de concret au niveau de l'efficacité d'une structure. Et, du côté du génie civil, des masters qui se limitent à des notes de calcul certes bien faites, mais qui ne se rendent pas compte de leur véritable portée et importance. J'invite donc certains étudiants en architecture à prendre leur bâton de pèlerin, et à partir à la recherche d'un étudiant tandem en génie civil. Mais ce genre de collaboration ne se met pas en place aussi facilement que cela.

T : Dans la pratique, la transdisciplinarité est souvent un passage obligé. Pourquoi tant de difficultés au niveau de la formation ?

Y. W. : Je ne peux pas vous répondre. Pour le cours de construction en bois par exemple on a été obligé d'adapter notre conception de l'enseignement : au début, nous pensions que l'on pouvait directement aborder une réflexion plus spécifique par rapport au matériau bois, qu'il ne fallait plus traiter le dimensionnement d'une poutre, le flambage d'une colonne, bref, tout ce que les étudiants ont déjà fait au niveau du bachelor pour d'autres matériaux. Bien sûr, il faut savoir dimensionner une charpente classique, mais un étudiant de niveau master qui a bien assimilé ses bases peut le faire tout en intégrant les prescriptions spécifiques du bois reprises dans la norme SIA 265. Je trouverais plus important de former des ingénieurs qui s'ouvrent d'avantage à des problématiques constructives plus larges.

T : Au début de votre atelier, vous laissez faire. Vous procédez beaucoup de manière empirique.

Y. W. : Les étudiants passent par ce que j'appellerais un moment artisanal, par une suite d'essais. On leur propose des techniques bien sûr, un fond commun, mais on reste

très attaché au fonctionnement par induction, à la découverte progressive des problèmes. Il faut dire qu'à un certain moment, nous avons voulu exploiter l'outil informatique en priorité et cela a conduit dans certains cas à des formes aléatoires et finalement inintéressantes. De là est né presque un dégoût de la production de formes « sans fond », et nous avons décidé d'investir dans une technologie spécifique comme le tressage, par exemple. L'atelier est basé là-dessus : l'aspect manuel, le fait de fabriquer réellement quelque chose de physique, en plus de la maîtrise de l'outil informatique, est très important pour nous. On aimerait amener les étudiants à une compréhension qui va au-delà d'une simple connaissance formelle ou digitale. Lorsqu'on réalise deux, trois ou quatre maquettes, on découvre chemin faisant une façon d'avancer dans un projet, en surmontant les obstacles qui se présentent en cours de route. Nous sommes autant intéressés par l'acte de faire que par celui d'expliquer.

T : La chapelle mise à part, avez-vous d'autres projets qui sont réalisés ?

Y. W. : Nous venons de terminer l'extension du Musée de la photographie à Charleroi en Belgique. Il s'agit d'une construction innovante mais orthogonale où la structure est composée de panneaux en bois massifs contrecollés formant un porte-à-faux impressionnant. Ici, en Suisse, je travaille avec le bureau Brauen & Wälchli sur une salle de sport à Yverdon. On a défini une structure légèrement plus simple que celle de la chapelle, mais également plissée. 102 triangles forment la toiture et deux façades du bâtiment. Le pli confère une rigidité à l'ensemble de la structure. Chaque triangle est constitué d'une ferme en BLC GL28, renforcée par un panneau porteur Kerto Q. Le problème, c'est que nous avons reçu des offres avec des prix qui reflètent un manque de volonté professionnelle concernant la réalisation de solutions structurelles véritablement innovantes. Pour finir, on a dû renoncer à cette variante pour des questions de coût, et nous nous sommes tournés vers une structure en bois lamellé-collé plus classique avec des portiques. Mais cet exemple montre qu'il y a vraiment des problèmes, dans le secteur du bois. Il y a trop peu de concurrence, des délais de livraison beaucoup trop longs, et trop peu de diversité. Ceci dit, nous aurons sans doute d'autres occasions de travailler avec ces nouvelles structures, j'en suis sûr. Les demandes ne manquent pas.

Yves Weinand, Prof. EPFL, architecte ISA, dr ing. civil EPF
EPFL-ENAC-IS-IBOIS
GC H2 711 (Bâtiment GC), Station 18, CH – 1015 Lausanne

Propos recueillis par Anna Hohler