




Une nouvelle architecture pour un nouvel art d'habiter

Livre 1 / principes des structures architecturales légères

<p>une nouvelle architecture pour un nouvel art d'habiter</p> <p>Vahé Zartarian</p> <p>© 2008</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">LIVRE 1</p> <p style="text-align: center;">PRINCIPES DES STRUCTURES ARCHITECTURALES LEGERES</p> </div> 	<p>UNE NOUVELLE ARCHITECTURE POUR UN NOUVEL ART D'HABITER</p> <p>Vahé Zartarian</p> <p>2007-2008</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Ce travail sur l'architecture est né d'un désir: habiter autrement dans des maisons plus ouvertes, ouvertes à la lumière, à la nature, aux gens, à la vie, des maisons sensibles, comme un prolongement de notre corps, comme une autre peau, en symbiose avec l'environnement, des maisons légères qu'on dirait faites de lumière, d'air et d'eau...</p> <p>Ne trouvant rien de satisfaisant qui réponde à ce désir, force m'a été d'entreprendre ma propre quête. Principes des structures légères, représentation de l'espace et sens des formes, manières différentes de construire et d'habiter, autant de sujets que j'ai creusés et qui m'ont conduit à un nouveau concept de maisons se rapprochant de mon idéal.</p> <p>Que vous soyez architecte, constructeur, autoconstructeur, ou simplement aspirant à un nouvel habitat, je vous propose de partager cette quête que je rends accessible sous forme de trois livres :</p> <p>Livre 1 principes des structures architecturales légères Livre 2 genèse et sens des formes architecturales Livre 3 construire et habiter des cabanes-cocons entre arbres et nuages</p> <p>Vahé Zartarian 2007</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>
--	---

Nature	Document numérique
Titre	Une nouvelle architecture pour un nouvel art d'habiter Livre 1 / principes des structures architecturales légères
Auteurs	Vahé Zartarian
Date de publication	2007
Nombre de pages	154
Pays	Fr
Editeur	
Lien internet	
Lieu de consultation ou mode d'accès	Blog de l'auteur - https://co-creation.net/index.html

Note argumentaire de la contribution

Selon l'auteur

« Ce travail sur l'architecture est né d'un désir: habiter autrement dans des maisons plus ouvertes, ouvertes à la lumière, à la nature, aux gens, à la vie, des maisons sensibles, comme un prolongement de notre corps, comme une autre peau, en symbiose avec l'environnement, des maisons légères qu'on dirait faites de lumière, d'air et d'eau... »

Ne trouvant rien de satisfaisant qui réponde à ce désir, force a été pour moi d'entreprendre (ma propre quête. Principes des structures légères, représentation de l'espace et sens des formes, manières différentes de construire et d'habiter, autant de sujets qu'j'ai creusés et qui m'ont conduit à un nouveau concept de maisons se rapprochant de mon idéal.

« Que vous soyez architecte, constructeur, autoconstructeur, ou simplement aspirant à un nouvel habitat, je vous propose de partager cette quête que j'ai rendue accessible sous forme de trois livres :

Livre 1 principes des structures architecturales légères (objet de cette présentation).

Livre 2 genèse et sens des formes architecturales.

Livre 3 construire et habiter des cabanes-cocons entre arbres et nuages. »....

Une connaissance de base des lois de la physique et des forces qui régissent la nature s'offre comme l'un des appuis incontournables pour une conception architecturale des projets d'habitat léger, notamment participatifs, réalisés à l'occasion de chantiers visant des micro architectures autoconstruites. Ces lois issues de la nature et du vivant sont de véritables portes d'entrée vers des savoir-faire nécessaires pour bien construire, voire peuvent être à l'origine de l'émergence de véritables petits laboratoires d'expérimentation sur les nombreux sites d'habitat participatif. L'auteur y voit pour sa part « un nouvel art de construire » à même tout autant de donner l'occasion de s'exercer, comme dans les architectures vernaculaires, avec l'emploi de structures et de matériaux bio-sourcés, que de développer des « pratiques architecturales » innovantes, bio-inspirées, aussi hardies qu'élégantes.

Un tel ouvrage prend toute sa place dans une matériauthèque traitant d'habitat coopératif, au sens large du terme, dans la mesure où il rappelle, une fois n'est pas coutume, que la conception architecturale et technique ne peut pas être ignorée même dans des démarches alternatives d'autoconstruction pour un habitat dit « léger » si l'on veut que la co-créativité y soit légitimement convoquée.

Abécédaire

ACTIONS- AIR- ARC- ARCHITECTURES A MEMBRANES - ASSEMBLAGES- ASSEMBLAGES NON HIERARCHISES-
- AUTONOMIE- BILAN- COQUES-COUSSINS GONFLABLES- DANS TOUS SES ETATS - DEMOCRATISATION-
DOMES GEODESIQUES- EMPILAGES- EN DEÇA - FORME-- FORMES FLUIDES- - MEMBRANE- MEMBRANE
TENDUE- MODERNE- OSSATURE- PERSPECTIVES-POUTRE- PRECEDENTS- PRINCIPES- REACTIONS-
SIMPLIFICATION- STRUCTURE- STRUCTURES TENDUES- TENSEGRITE- TENSION-COMPRESSION- TREILLIS DE
BOIS- ULTIME

Sommaire Livre 1

Principes des structures architecturales légères

première partie : tension et compression

l'arc dans tous ses états
forme et structure
actions et réactions
la poutre dans tous ses états
ultime simplification de la poutre
empilages et assemblages

deuxième partie : assemblages non hiérarchisés

principes et précédents
les coques en treillis de bois
les dômes géodésiques
la tenségrité

troisième partie : structures à membrane tendue

des tentes traditionnelles aux structures tendues modernes
la membrane
tension-compression
membrane tendue sur ossature
membrane soutenue par l'air
autonomie des architectures à membranes
démocratisation des structures tendues

quatrième partie : en deçà tension et compression

formes fluides
coussins gonflables
bilan et perspectives

Première partie : tension et compression

introduction

Quiconque a un tant soit peu travaillé sur une maison 'traditionnelle' sait combien cela représente d'efforts. Avant même de commencer le chantier, ce sont des tonnes et des tonnes de matériaux qu'il faut charrier, que ce soit des pierres, du béton, des briques, des tuiles, des plaques de plâtres, des poutres ou des panneaux de bois. En plus cela coûte cher à transporter, à stocker, ainsi qu'à démolir et à s'en débarrasser une fois la maison parvenue à la fin de sa vie. D'où une aspiration légitime à des constructions plus légères, qui est aussi désir de ne plus se sentir enfermé dans ces tonnes de matières afin de renouer un contact plus intime avec les éléments.

Quiconque a passé au moins une nuit dans une tente de camping ou de randonnée sait que c'est possible. Sauf qu'après s'être battu pour la monter, s'être débattu pour la maintenir debout contre des éléments plus ou moins furieux, avoir subi l'inconfort de l'humidité et des flaques de boue, l'on n'est guère enclin à faire confiance à de telles structures légères en guise d'habitations permanentes, même dilatées à des dimensions plus confortables.

Quelques autoconstructeurs particulièrement motivés parviennent tout de même à concilier leur aspiration à la légèreté avec la solidité requise pour une habitation. Ils se tournent généralement vers des solutions éprouvées telles que tipis ou yourtes, voire pour les plus aventureux d'entre eux vers les dômes géodésiques. Tout ceci n'est pas forcément très séduisant, ni toujours très confortable dans notre contexte climatique tempéré, 'tempéré' signifiant qu'on subit un vaste échantillon d'extrêmes: chaud, froid, humidité, pluie, grêle, neige, vent et autres joyeusetés.

Ce genre de déconvenues n'incite pas à persévérer. Erreur! Presque tout le monde l'ignore, et cela vaut aussi pour les architectes et les autoconstructeurs, les structures légères ne se réduisent pas aux tentes ni aux huttes traditionnelles ni à des cabanes branlantes. De nombreuses réalisations remarquables (aérogares, salles de sports, halls d'expositions, etc., nous en verrons quelques unes dans les chapitres suivants) mettant en œuvre des procédés de construction légers s'offrent de plus en plus à notre regard. Ils n'ont plus grand chose à voir avec les tentes ou les huttes: coques en treillis, dômes géodésiques, structures tendues, structures pneumatiques, etc. Ils prouvent sans conteste qu'il est possible de faire léger, solide, confortable, élégant, y compris à de vastes échelles. D'ailleurs certains bâtiments de très grandes dimensions ne pourraient être réalisés autrement.

Hélas il n'y a guère de tentatives de transposer ces procédés à l'échelle de nos habitations. L'ignorance fait que, à choisir, l'on en revient toujours à ce que l'on connaît, à savoir empiler des matériaux solides, c'est-à-dire lourds. Pratiquement n'importe qui est capable de faire un

bâtiment qui tient en empilant des pierres et en assemblant des poutres. A contrario très rares sont ceux qui parviennent à des résultats satisfaisants avec des matériaux légers tels que câbles et membranes. Tendre un simple vélum peut vite se transformer en cauchemar: à la moindre pluie des poches d'eau se forment, au moindre coup de vent la toile se met à battre pour finir par se déchirer. Il est possible d'éviter ces déconvenues mais il faut pour cela rentrer dans une toute autre logique structurale et constructive. Mis à part peut-être les marins, peu d'entre nous avons des intuitions valables concernant le comportement des matériaux souples.

Voilà pourquoi dans ce livre qui prétend faire le tour des structures légères, nous ne pouvons faire l'économie d'une descente au cœur de la matière. Si nous voulons construire des habitations légères qui soient aussi résistantes, confortables, élégantes, bon marchés, il nous faut commencer par comprendre quelles contraintes subit un bâtiment et comment la matière qui le constitue y réagit. Il s'agit de parvenir à sentir les forces qui l'animent pour devenir capables de jouer avec sans être contraints par elles, avec la même dextérité qu'un peintre joue sur sa toile avec les formes. Ou comme la Nature qui, soumise également aux contraintes physiques, parvient à déployer un nombre incalculable de formes. Donc comprendre la matière et les forces pour mieux se libérer de ces contraintes et ainsi être à même de déployer à notre tour toutes sortes de formes à la mesure de nos désirs-aspirations-besoins avec des principes structurels d'un naturel, d'une évidence et d'une simplicité qui sont gages de beauté et d'efficacité.

Rassurez-vous, cette première partie consacrée à la matière et aux forces ne va pas se transformer en un savant traité pour ingénieurs. Ne vous effrayez pas non plus si vous croisez une petite formule mathématique au détour d'une page. Ne fuyez surtout pas si vous y êtes allergiques, contentez-vous de passez outre. Hormis quelques rares passages, j'ai conçu ce livre pour être accessible au plus grand nombre sans connaissances préalables en architecture ou en physique.

l'arc dans tous ses états

Commençons par un exemple concret, une structure simple et bien connue de tous que nul n'aura de difficulté à appréhender, l'arc. Je veux parler bien sûr de cette structure généralement en maçonnerie qui sert à faire des voûtes, des porches, des ponts, bref à relier deux points de la terre en passant par le ciel. Mais avant de parler architecture, je vous propose un petit exercice pour mieux ressentir les forces en présence.



<http://www.freiotto.com>

La première est maintenant bien connue, il s'agit du musée Guggenheim de Bilbao conçu par Frank Gehry. C'est une forme que l'on peut qualifier de sculpturale. On a l'impression que ça ne va pas tenir, que certaines parties vont carrément se décrocher et tomber dans l'eau. Mais ça tient! Comment? quel rapport entre la sculpture et la structure? En fait les deux sont ici largement dissociés. Le bâtiment tient grâce à un complexe enchevêtrement de poutres d'acier qui constituent une solide ossature intérieure. La forme est en quelque sorte suspendue à cette ossature qui est en partie dissimulée dans les aménagements intérieurs.

Bien que plus ancien (1975) et tout aussi spectaculaire (plus de 7000 m² couverts) le second exemple est très peu connu. Il s'agit d'un énorme hall d'expositions situé à Mannheim et conçu par Frei Otto. Il est construit selon le procédé de la coque en treillis de bois dont le principe est détaillé dans la deuxième partie de ce livre. Retenons seulement pour l'instant cette caractéristique qui le différencie nettement de l'exemple précédent: il n'y a aucune ossature à l'intérieur. Le bâtiment est conçu de telle manière que forme et structure se confondent. Autrement dit, il est résistant par sa forme même. Cet accord entre la forme et la structure signifie que les forces sont parfaitement maîtrisées.

Pour autant on ne saurait réduire cette forme aux contraintes. Elle est en effet si complexe et si unique qu'elle est d'abord une création humaine avant d'être une réponse à des contraintes physiques. En fait la forme finale est le résultat d'un processus itératif: l'on part d'une première esquisse de la forme désirée; on voit comment elle se déforme sous l'action de contraintes; on apporte des correctifs pour se rapprocher à nouveau de la forme désirée; et ainsi de suite jusqu'à ce qu'un compromis satisfaisant soit trouvé. À ce point, forme et structure coïncident.

Ce genre de bâtiment qui tient sa résistance de sa forme peut être considéré comme un idéal. Il y a une économie de matière et de moyens qui est en cohérence avec la quête de légèreté que nous avons entreprise. Il y a aussi de l'honnêteté dans la mesure où rien n'est caché, tout est apparent, pas d'illusionnisme donc, pas de confusion des sensations.

Une poutre complète pèse 40 kg. Une poutre en acier de même capacité portante pèserait 370 kg. Quant à une poutre gonflable équivalente, elle nécessiterait une pression d'environ 15 kg/cm² (pression régnant à 150 m sous la mer! pour mémoire les pneus d'une voiture de tourisme sont gonflés aux environs de 2 kg/cm² seulement).

Outre l'avantage du poids, le pont peut être monté et démonté très rapidement.



Tout récemment, en 2005-2006, le procédé a permis la réalisation d'un ouvrage remarquable à Lanslevillard, dans le cadre de la station de ski de Val Cenis: 52 mètres d'une seule portée et 8 mètres de largeur.



Ce pont permet aux skieurs d'accéder directement depuis le village au domaine skiable. Des charges importantes ont dû être prises en compte: 1,5 tonnes de neige par mètre carré, plus le poids des skieurs, plus celui des engins de déneigement, soit au total des charges réparties supérieures à celles que supporte un pont autoroutier calibré pour le franchissement de 40 tonnes!



Horst Berger, Tennessee Pavilion, 1979
galerie photos des structures tendues du NJIT
<http://www-ec.njit.edu/civil/fabric>



laboratoire de recherches M & G de Venafro, Italie
réalisation Samyn and Partners, photo Matteo Piazza



Horst Berger, King Fahd Stadium de Riyad, Arabie Saoudite, 1985
galerie photos des structures tendues du NJIT
<http://www-ec.njit.edu/civil/fabric>



réalisation Birdair
<http://www.birdair.com>

Montréal 1967

Bien que les premiers dômes géodésiques remontent aux années 1940, le monde les a véritablement découverts en 1967 à l'occasion de l'exposition universelle de Montréal.



Une énorme boule de plus de 80 mètres de diamètre donnant paradoxalement une impression de transparence et de légèreté. Une sorte d'OVNI venu se poser là en douceur. Une architecture de circonstance en cette ère triomphale où les hommes s'apprêtaient à poser le pied sur la Lune. Des américains pour être exact. Car ce dôme était le leur. À l'intérieur s'élevait un immeuble de six étages exposant ce que l'Amérique elle-même jugeait comme le summum de son inventivité: gadgets technologiques, œuvres d'art, jusqu'au programme spatial Apollo. Mais le meilleur témoignage de la réussite américaine était peut-être le dôme lui-même:

- + une boule correspondant aux 3/4 d'une sphère de plus de 80 mètres de diamètre, haute comme un immeuble de 20 étages;
- + 600 tonnes seulement;
- + une structure en deux couches espacées d'environ un mètre faite de tubes d'acier soudés de 9 cm de diamètre (il avait été prévu de les boulonner mais pour des raisons d'économie les tubes ont été soudés, rendant la structure indémontable);
- + une couverture de 1900 panneaux d'acrylique.

Succès assuré: 5,3 millions de visiteurs en 6 mois.

En 1976, à l'occasion de travaux de maintenance, un incendie s'est déclaré qui a détruit toute la couverture sans affecter la structure. Rebaptisée Biosphère, elle abrite aujourd'hui un centre d'information écologique.

Ce succès ne se dément pas puisqu'on trouve aujourd'hui rien qu'aux États-Unis une quarantaine de constructeurs officiellement répertoriés plus quelques uns au Canada, sans compter tous les auto-constructeurs. Un exemple de réalisation en bois:



<http://www3.sympatico.ca/geodome/index-fr.htm>

Soyons justes, le dôme géodésique n'a pas que des avantages, en particulier:

- si la structure est relativement facile à réaliser, la couverture pose plus de problèmes car il faut fermer des espaces triangulaires qui de surcroît forment entre eux des angles pas ordinaires: les fuites ne sont pas rares;
- difficile également de faire rentrer dans ces espaces triangulaires des portes et des fenêtres de formes rectangulaires conçues pour des maisons parallélépipédiques;
- impossible d'apporter des modifications, de faire des extensions, sauf à construire autre chose à côté;
- à de légères variations près, c'est toujours la même forme.

Cette forme de dôme est certes intéressante, son volume et sa rondeur étant plus attractifs que les boîtes parallélépipédiques. Mais si c'est pour remplacer toutes ces boîtes par de telles structures géodésiques, faire des villages, des villes entières de dômes, je ne vois pas l'intérêt. Le dôme n'a de sens que comme une forme possible parmi d'innombrables autres.

conclusions

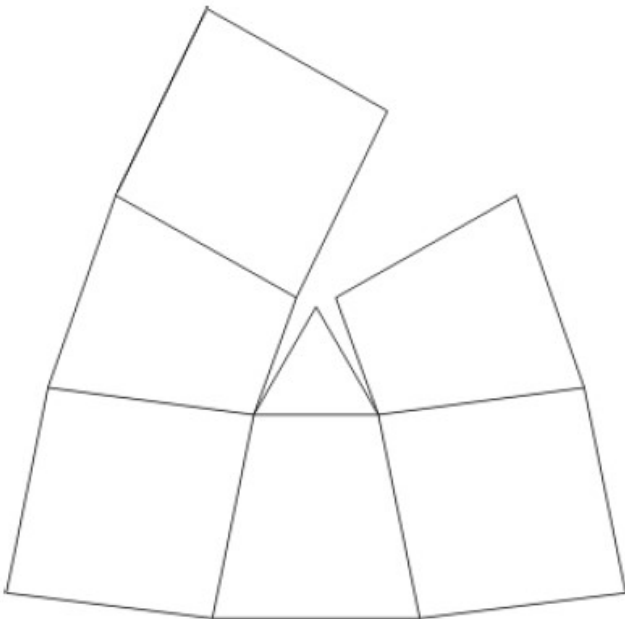
D'une part, les grandes réalisations comme le dôme de Montréal (toujours debout malgré un incendie) ou plus récemment l'Eden Project en Angleterre (qui sera détaillé dans la quatrième partie) prouvent la validité du concept d'assemblages non hiérarchisés. On dispose



Ses dômes comportent de nombreuses innovations simples mais intéressantes:

forme

Voici le patron permettant de définir la surface de la membrane (pour les dômes les plus courants de 14, 18 et 20 pieds de diamètre, les modèles plus grands et plus petits étant basés sur d'autres configurations):



Quatre panneaux de ce genre pliés et assemblés permettent de réaliser un dôme inscrit dans un hémisphère:



**"Coopér'actif - habiter ensemble, autrement demain"
Projet Erasmus+ 2018-1-FR01-KA201-048236**

*"Ce projet a été financé avec le soutien de la Commission européenne.
Cette publication (communication) n'engage que son auteur et la Commission n'est pas responsable
de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y sont contenues."*