

Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 137 (2011)
Heft: 05-06: Reconstruire II

Artikel: Redécouvrir les techniques parasismiques vernaculaires : interview avec Milo Hofmann
Autor: Hofmann, Milo / Hohler, Anne / Poel, Cedric van der
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-144647>

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: 27.04.2025

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

Redécouvrir les techniques parasismiques vernaculaires

Du bois, de la pierre et de la terre crue ou cuite : du bassin méditerranéen à la chaîne himalayenne, deux techniques de construction avec des matériaux traditionnels se sont révélées particulièrement résistantes aux tremblements de terre.

TRACÉS : Votre recherche porte sur l'architecture traditionnelle parasismique dans le bassin méditerranéen. Quelle en est l'idée directrice ?

Milo Hoffman : L'idée principale est de redécouvrir, revisiter et analyser l'architecture vernaculaire parasismique afin de mieux comprendre les caractéristiques propres aux systèmes de construction mis en place depuis des siècles. Par extension, l'objectif est d'étudier le comportement des différents matériaux utilisés dans cette architecture.

Dans l'architecture traditionnelle des régions autour de la mer Méditerranée, on peut identifier, probablement parmi beaucoup d'autres, deux techniques qui se sont révélées être particulièrement résistantes aux tremblements de terre : la première est basée sur une ossature en bois avec remplissage. A la différence du colombage, l'ossature en bois, remplie avec de la maçonnerie en pierre, en terre crue ou en terre cuite, est plutôt mince. La seconde technique repose sur une maçonnerie en pierre, en briques de terre crue ou de terre cuite, renforcée par des poutres horizontales encastrées dans le mur¹.

Ces deux techniques se retrouvent, avec des adaptations régionales notamment au niveau du matériel utilisé et des dimensions des éléments, du bassin méditerranéen à la chaîne de l'Himalaya.

T : Comment est né votre intérêt pour la construction parasismique ?

M.H. : Je viens de terminer une formation sur l'emploi de la terre crue dans la construction, délivrée par le laboratoire CRAterre-ENSAG de l'université de Grenoble. Elle m'a permis de me confronter à la corrélation entre les techniques de construction employant des matériaux traditionnels et les aléas naturels.

De plus, j'ai aussi envie d'approfondir les connaissances sur des technologies et matériaux de construction qui ne font malheureusement pas l'objet d'un enseignement particulier dans les cursus classiques d'architecture, comme celui de l'EPFL.

T : Quel est l'intérêt de cette réactualisation des techniques de construction parasismique vernaculaires ?

M.H. : Il est triple. Tout d'abord, la préservation de l'héritage culturel. Dans le passé et aujourd'hui encore, on trouve

¹ ALEXANDER FELIX, « Stabile Traditionen finden », in *TEC21* n° 3-4, 14 janvier 2011, p. 26-29

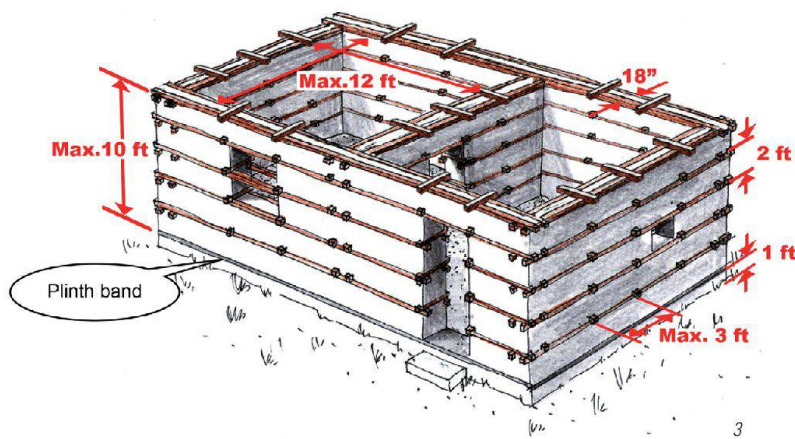
Bhatar construction. Timber reinforced masonry, Guidebook prepared by SDC and FRC, Mansehra, mai 2007 <<http://www.unhabitat.org.pk/newweb/Project Documents/Rural Housing/Publications/Booklets/Battar-handout-English-08-SEP-2007 Print version.pdf>>

QUAISAR ALI, TOM SCHACHER, *Dhajji Construction. For one and two storey earthquake resistant house*, SUPSI, 2009 <www.traditional-is-modern.net/LIBRARY/SCHACHER-lessons/DhajjiManualFinal2010.pdf>





beaucoup de travaux de restauration qui n'ont pas pris en considération le principe structurel traditionnel, avec comme résultat un affaiblissement global de la structure. De fait, il existe des cas où des bâtiments restaurés n'ont pas résisté aux tremblements de terre, alors que d'autres, non restaurés, ont tenu le choc. C'est aussi ça l'intérêt d'apprendre ou, au minimum, de prendre en considération ces principes de construction. Comme exemple, je peux citer le cas développé par l'architecte américain Randolph Langenbach sur le tremblement de terre de Marmara en Turquie. (cf. encadré ci-contre)



T: Quelle est l'origine de ce genre d'erreurs ?

M.H. : Est-ce pécher par ignorance ou plutôt par arrogance ? Je ne sais pas vraiment. Peut-être a-t-on l'idée aujourd'hui de savoir plus et mieux que les générations précédentes. Le fait de ne pas prendre en considération l'architecture vernaculaire parasismique peut être observé dans d'autres situations contemporaines, par exemple lors de la reconstruction en cas de catastrophe. C'est le deuxième intérêt d'une réactualisation de cette architecture. On n'arrive pas toujours – surtout lorsqu'on vient de l'extérieur comme c'est le cas avec l'aide internationale – à saisir, à visualiser et à comprendre l'utilité de certaines stratégies constructives développées par les populations locales. Le manuel de la DDC² a été pensé et réalisé dans ce but. Il veut sensibiliser aussi bien l'aide internationale que les élites et les autorités locales afin qu'elles n'ignorent pas ces techniques locales.

T: Et le troisième champ d'application ?

M.H. : Le troisième champ consiste à considérer l'architecture traditionnelle parasismique comme une source d'inspiration technologique pour la création architecturale contemporaine. Il y a plusieurs techniques qui peuvent être réinterprétées et adaptées ; mais avant tout, il est indispensable de comprendre comment de telles compositions architecturales prennent en compte, dans leurs spécificités constructives, des phénomènes naturels si puissants. En le faisant, on pourrait être amené à connaître davantage le comportement des divers matériaux naturels sous l'effet des aléas, en saisissant ainsi leurs capacités et leurs potentialités. La pratique architecturale contemporaine pourrait en bénéficier.

T: Est-il possible d'importer ces techniques ancestrales dans l'environnement chiffré et normé qu'est le notre ?

M.H. : Il peut s'avérer assez difficile de modéliser ces systèmes constructifs traditionnels, surtout à cause des matériaux



² ALEXANDER FELIX, op. cit., QUASAR ALI, TOM SCHACHER, op. cit.

Fig. 1 : Système de construction traditionnelle Dhajji

Fig. 2 : Fort de Besham, Pakistan, construit aux environs de 1750 selon le système de construction traditionnelle Bhatar

Fig. 3 : Guide de construction selon le système traditionnel Bhatar (Documents DDC, Croix-Rouge française et UN-Habitat)

Fig. 4 : Système de construction traditionnelle Dhajji en bois, avec remplissage de pierres (3/4) et de terre ou mortier de chaux (1/4) (Document UN-Habitat)

non homogènes comme la terre dont les caractéristiques varient en outre d'une région à une autre. De plus, ces systèmes de construction sont encore relativement peu connus, on est simplement en train de comprendre comment ils fonctionnent. Si on prend l'exemple des poutres horizontales dans la maçonnerie en pierre, on connaît les principes structurels qui lui confèrent un caractère parasismique. Toutefois, j'ignore si aujourd'hui on peut reproduire son comportement dynamique à l'aide d'un logiciel informatique.

Pour ce qui concerne la question des normes, il y a des pays où ces systèmes de construction sont reconnus et intégrés comme étant parasismiques, notamment en Inde et en Turquie.

Il y a bien dans l'histoire, notamment au 18^e siècle, des exemples d'institutionnalisation de ce type de construction parasismique (cf. encadré p. 20).

T: Techniquement, est-il possible d'expliquer pourquoi ce mode de construction est si résistant ?

M.H.: Oui, il y a des recherches qui ont été faites en la matière. Dans ces systèmes en ossature en bois combiné avec de la maçonnerie, on a toujours utilisé du mortier de terre, ou de chaux, qui a une résistance au cisaillement plus faible que le mortier en ciment. Lors de mouvements sismiques, les éléments de la maçonnerie peuvent plus facilement bouger ce qui permet une bien meilleure dissipation par frottement de l'énergie sismique. L'énergie sismique ne se dissipe pas spécifiquement dans des endroits particuliers – qui correspondent en général aux points de connexion les plus rigides – mais se répartit mieux au sein de toute la construction, notamment dans l'ensemble des murs. D'autre part, ces murs sont divisés en une multitude de petits panneaux, ce qui empêche que des fissures qui apparaîtraient dans l'un d'entre eux se propagent à l'ensemble de la façade. Tout cela évite que l'ensemble de la structure soit mis en péril par une rupture locale. C'est donc un système qui s'appuie notamment sur le principe de la dissipation par frottement entre les différents éléments, et qui permet à la construction de bouger dans son ensemble, ce qui constitue un avantage énorme en cas de tremblement de terre.

On a en outre observé un phénomène assez intéressant. En Turquie, lors d'un tremblement de terre très puissant, les constructions du type en ossature et remplissage ont très bien résisté, alors que des constructions en béton armé ont été détruites. Quelques mois après, il y a eu un autre tremblement de terre, de plus faible intensité. On a alors constaté que les dommages sur les constructions traditionnelles ont été similaires à ceux observés lors du fort tremblement

de terre, mais que les structures en béton armé avaient en revanche très bien résisté au faible tremblement de terre. Randolph Langenbach en déduit un principe qui veut que ces constructions traditionnelles commencent à bouger avec une faible sollicitation extérieure mais qu'au final, elles offrent une très bonne résistance même à des intensités très fortes. A l'opposé, le béton armé résiste très bien à de petites secousses, mais s'effondre totalement lorsqu'un certain seuil de résistance est atteint.

T: Ces types de construction se retrouvent de l'Italie à la chaîne himalayenne. Sait-on comment ils se sont diffusés ?

M.H.: C'est une grande question. Randolph Langenbach, grand connaisseur de l'architecture vernaculaire parasismique qui a travaillé notamment sur le Cachemire indien, avance certaines hypothèses. Il pense que ça pourrait venir de l'Empire ottoman. Il a en effet remarqué que ces systèmes sont connus dans certaines régions du Cachemire indien où la population est majoritairement musulmane, alors qu'ils sont inexistant dans les régions à population majoritairement hindoue. Le fait qu'on retrouve cette technique en Turquie, en Grèce, dans les Balkans et jusque dans la chaîne himalayenne peut confirmer cette hypothèse. Mais rien n'est certain. En effet, on dit aussi que ce sont des systèmes structurels si logiques que la créativité humaine aurait pu y aboutir dans des endroits et à des époques différents. Une autre hypothèse voudrait que ces systèmes se seraient répandus parce qu'ils sont très avantageux d'un point de vue économique et en relation aux ressources disponibles sur place. A mon avis,

Le tremblement de terre de Marmara

Le tremblement de terre de Marmara en 1999 – dont l'épicentre se trouvait à 200 km à l'est d'Istanbul – a tué environ 30 000 personnes. Dans certains districts des villes de Gölcük et d'Adapazarı, il détruisit plus d'un tiers des maisons, pour la plupart construites en béton armé. Ces districts étaient aussi peuplés de maisons traditionnelles "himis", dont le principe de construction se rapproche de celui des Bhatar. Datant du début du 20^e siècle, elles ont été construites avant les habitations en béton armé. Une étude menée après le séisme par deux professeurs turques montra que non seulement la plupart des maisons traditionnelles "himis" résista beaucoup mieux que les habitations modernes, mais surtout que celles des maisons "himis" qui avaient souffert du tremblement de terre étaient soit inoccupées depuis longtemps, soit restaurées et modernisées, ce qui avait corrompu l'intégrité des cadres et des murs d'origine. Même observation pour les dégâts que fit ce tremblement de terre à Istanbul sur les murs théodosiens de la ville médiévale : les murs restaurés furent fortement endommagés alors que les parties non touchées résistèrent beaucoup mieux. Les restaurateurs ne comprirent pas que la bande de brique rouge faisait partie intégrante de la structure du mur et, lors de la restauration, la traitèrent de manière superficielle avec comme résultat l'affaiblissement de la structure.

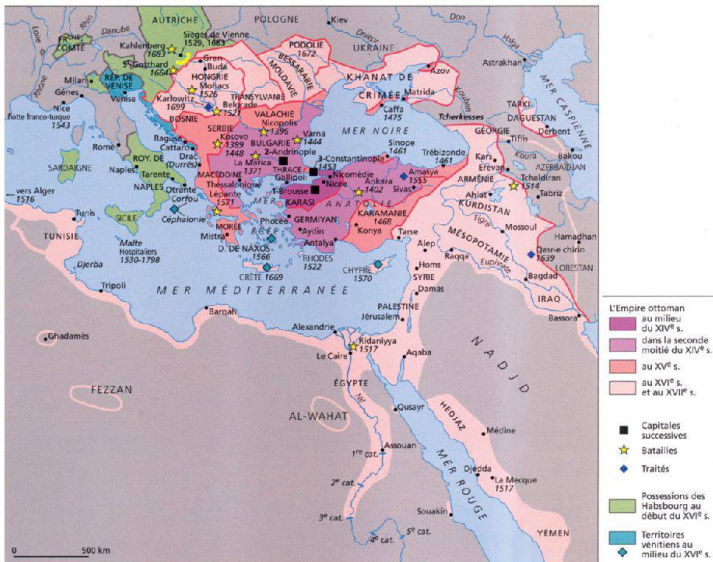
Cedric van der Poel

Réf. : RANDOLPH LANGENBACH, *Survivors amongst the rubble*, Proceeding of the International Congress on Construction History, Madrid, 2003

Fig. 5 : Carte de la formation de l'Empire ottoman jusqu'à son apogée, au milieu du 17^e siècle
(Document Atlas historique mondial Larousse, publié sous la direction de Georges Duby)

Fig. 6 : Haïti, une « Gingerbread House » après le tremblement de terre du 12 janvier 2010
(Document Conor Bohan, haiti-patrimoine.org)

Fig. 7 : Construction à ossature en bois dans la Baixa à Lisbonne, mise au jour lors d'une restauration en 2003. (Document DR)



ces hypothèses ne sont pas incompatibles ni exclusives et il est fort probable que la diffusion soit le résultat de plusieurs facteurs et intérêts.

T: Est-ce un savoir-faire qui se perd?

M.H. : Difficile à dire. D'un côté il y a différents facteurs socioculturels et environnementaux (changement des modes de vie, diminution de l'accessibilité aux ressources naturelles, etc.) qui peuvent conduire à un abandon partiel, voire total, de certaines pratiques constructives. De l'autre côté, même si il s'agit d'un savoir-faire qui peut avoir de la difficulté à être reconnu auprès de la communauté scientifique et des gouvernements, il continue d'influencer la forme et la matière des architectures contemporaines.

Milo Hofmann, arch. EPFL DSA-Terre
Chandieu 5, CH – 1006 Lausanne

Propos recueillis par Anna Hohler et Cedric van der Poel



Ossatures en « cage à oiseaux »

Dans un article consacré à l'architecture parasismique traditionnelle¹, l'architecte et expert en renforcement structurel de bâtiments historiques Randolph Langenbach pointe la reconstruction de la ville basse ou Baixa de Lisbonne comme un exemple de reconstruction parasismique particulièrement signifiant. On y développa, après le tremblement de terre dévastateur de 1755 et sous la gouvernance du Marquis de Pombal, la *Gaiola* (« cage ») ou *Pombalino Construction*. Il s'agit de bâtiments avec une ossature en bois « à la façon d'une cage à oiseaux », la plupart de cinq à six étages, qui existent aujourd'hui encore (fig. 7). Inspirée par des maisons lisboètes à colombage qui avaient survécu au séisme, testée à l'aide d'un prototype, la construction « pombaline » allait rapidement devenir obligatoire pour toute nouvelle construction du quartier. Elle a récemment été soumise à des tests de résistance sismique dans le Laboratoire national de génie civil à Lisbonne, avec des résultats excellents. Randolph Langenbach ajoute qu'un système similaire a été développé peu après en Calabre et en Sicile, breveté et appliqué jusqu'au début du 20^e siècle.

Anna Hohler

¹ RANDOLPH LANGENBACH, « From 'Opus Craticium' to the 'Chicago Frame' : Earthquake-Resistant Traditional Construction », in *International Journal of Architectural Heritage*, vol. 1, issue 1, janvier-mars 2007, Taylor & Francis, Londres, 2007

