

**Les laboratoires INTERFACES : les impacts de la
construction en bois au Québec**

ARC-6888

Remis à Jean-Paul Boudreau

Le 19 mai 2018

Par

Daphné Cyr et Manuel Buteau

École d'architecture

Université de Montréal

Interfaces entre la construction en bois et la mécanique du bâtiment

PROBLÉMATIQUE:

Réflexion de la place de la mécanique dans un bâtiment. Doit-on favoriser une intégration harmonieuse et responsable de la mécanique du bâtiment?

Description du projet visité

La visite du projet Arbora fût très importante dans notre compréhension des problèmes que la construction en bois peut poser dans un immeuble résidentiel de plusieurs étages.

Tout d'abord, il est important de préciser que ce projet permet une avancé considérable dans l'industrie de la construction au Québec. Toutefois, il est dommage qu'une trop grande restriction du code du bâtiment ainsi qu'un manque de connaissance sur la construction en bois aient mené vers une mauvaise mise en valeur du bois. En effet, près de 80% de la structure du bois n'est pas apparente dans le bâtiment. Lors de notre visite du chantier d'Arbora, nous avons aussi constaté que les mur de refend complètement construit en bois n'allais pas demeurer apparent. De plus, nous avons aussi constaté un manque d'intégration des systèmes mécaniques à travers les différents interfaces de construction tel que la structure, l'environnement et l'enveloppe. Ce manque d'intégration nous a permis de se questionner sur le rôle de l'architecte dans la mise en valeur du bois et de l'intégration des systèmes mécanique et les différents interfaces de construction.

Description du projet exploré

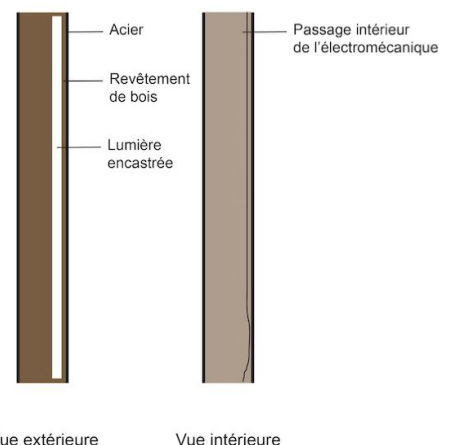
Chalet de parc du Mont-Orford (Le cerisier et Bonnallie)

Suite à notre visite au Mont Orford, nous avons été impressionné par les projets du Bonnallie et du Ceriser. Il s'agit de deux projet exemplaire mettant en valeur le bois dans la construction. Toutefois, nous ne nous sommes pas arrêté là car nous avons fait un relevés des bons coups mais aussi des mauvais coups du projets au sujet des l'interfaces entre la mécanique et les autres système du bâtiment.

Interfaces entre la mécanique et la structure

Bons coups: Intégration des lumières au sein des poutres et présence de boîtes électriques.

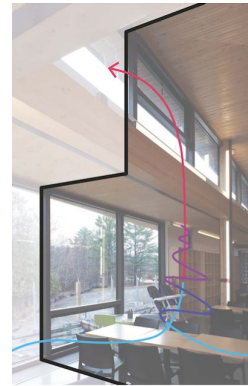
Points à améliorer: Manque d'intégration des autres éléments électro-mécaniques et absence de mise en valeur du bois en utilisant de l'acier



Interfaces entre la mécanique et l'environnement

Bons coups : Utilisation du principe de ventilation passive.

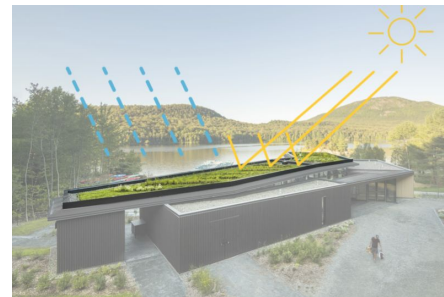
Points à améliorer : Omettre les quatre saisons et la volumétrie est inefficace pour une bonne ventilation naturelle.



Interface entre la mécanique et l'enveloppe

Bons coups: La toiture végétale permet une bonne rétention des eaux et permet une diminution des coûts de chauffage.

Points à améliorer: Les pertes thermiques sont considérables dû à la forte concentration de fenestration au nord



Objectifs visés:

1. Réduire la mécanique en utilisant des systèmes passifs
2. Intégration de la mécanique à la structure en bois

Applications possibles - objectif 1 : recherches sur les systèmes passifs

Le travail de l'architecte doit d'abord commencer par comprendre l'environnement dans lequel le bâtiment se situera. Pour se faire, nous avons évalué les différentes applications possibles d'un système passif afin de comprendre lequel est le plus efficace et adapter à la construction en bois.

Espace tampon



Pour contrôler la température et l'humidité ambiante, un espace tampon est créé sur le bâtiment JCCU (Seo inc. et Jun Hasimoto) grâce à mur de végétation et de pluie. Sans limiter la connexion à l'environnement au sens de la vision par une fenêtre, les concepteurs ont voulu rendre l'expérience aussi auditive et sensitive par les chaînes qui permettent de faire grimper des plantes tout en faisant ruisseler la pluie. Selon nos études, nous avons réalisé que l'espace tampon

extérieur et végétalisé réduit la température de l'air adjacent au bâtiment. Il serait donc préférable de le situer à l'entrée d'air du bâtiment lors de la saison d'été pour un système de ventilation passive efficace.

Mur trombe

Stockage d'énergie des matériaux par volume (KJ / m ³ °C)	
Argile sèche	1 535
Béton	1 840
Bois dur	720
Brique d'argile	1 535
Céramique	1 610
Eau	4 190
Plaques de plâtre	865
Pierres haute densité Marbre, granite, ardoise	2 025
Pierres moyenne densité Grès, calcaire	1650
Sable sec	1 200
Sol humide	2 000
Sol sec	1 250
Stuc de ciment	1 550
Verre	2 100

Il arrive des situations où un bâtiment doit tourner dos au soleil. Tel que rencontré dans la situation des pavillons Mont-Orford, les ouvertures des bâtiments sont orientées vers la vue du lac, c'est-à-dire au nord, et les faces opaques sont orientées sud.

L'utilisation d'une masse thermique vertical permettrait de changer les contraintes en avantage. Le béton est l'un des matériaux ayant la plus grande inertie thermique. Son utilisation, malheureusement, a une grande empreinte écologique. Le bois, quant à lui, est un matériau beaucoup plus durable, mais son inertie thermique est équivalente à la moitié du béton. Il est observable (Voir Figure 01) que l'eau augmente l'inertie thermique des matériaux perméables.

Suite aux recherches, nous avons compris que le mur trombe utilisé dans une région nordique tel que le Québec a des faiblesses au cours de l'hiver. En effet, lors des nuits et des journées à température extrême, la chaleur emmagasinée dans la masse s'échappe vers l'extérieur. Pour éviter cela, nous pourrions imaginer un manteau isolé qui s'applique temporairement sur le bâtiment.

FIGURE 01 (<http://guideperrier.ca/masse-thermique-maisons-solaires/>)

Double peau

Le système de double peau peut être utilisé en un espace de circulation où les gens y sont de passage et acceptent un inconfort temporaire. Par contre, ce système a le désavantage d'être coûteux et incertain. Par exemple, l'ouverture des portes par l'entrée et la sortie des gens réduit l'étanchéité. La Figure 02 démontre l'utilité d'une double paroi l'hiver et l'été.

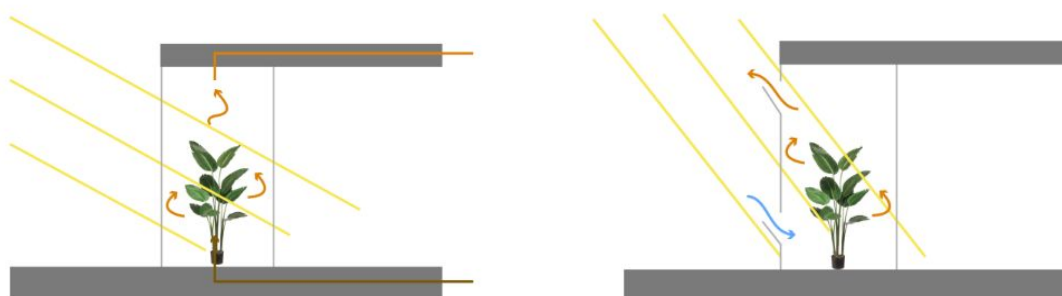


FIGURE 02

Cheminée solaire / Mur solaire

Le mur solaire fonctionne grâce aux propriétés des couleurs foncées qui absorbent les ondes de la lumière et les transforment en chaleur. Par un effet de convection, l'air est attiré en hauteur pour ainsi engager une ventilation passive. En utilisant la chaleur du soleil, il est possible d'adapter aisément le système pour la saison d'été autant que d'hiver. En hiver, l'effet de convection permet de chauffer l'air pour l'entrée dans le bâtiment et, en été, l'effet de convection est utilisé comme sortie d'air. Pour approfondir le sujet, il est possible d'étudier l'emplacement idéal de ce système dans un bâtiment, les matériaux optimaux et comment mieux l'intégrer à l'architecture.

Applications possibles - objectif 2: recherches sur l'intégration la mécanique

Dispositif d'ouverture météorosensitif

S'adaptant aux conditions d'humidité de la nature, les dispositifs d'ouverture météorosensitif permettent de répondre au climat. En combinant ce système à ceux de ventilation passive, il serait possible d'envisager que les ouvertures nécessaire (par exemple dans une double peau) s'ouvrent naturellement sans mécanisation. Toutefois, ils sont incontrôlables comme il est impossible de contrôler adéquatement l'humidité dans l'air.



Double colonne pour le passage vertical de l'électricité

Le projet du Squamish lil'wat cultural centre (Whistler, Canada) est un bon exemple de valorisation du bois en structure en y insérant de l'électromécanique. À l'inverse du chalet Le Cerisier au parc du Mont Orford, les colonnes sont en bois et l'âme est en acier. Pour approfondir le sujet, il serait possible d'étudier l'empreinte écologique d'un système structural hybride comparativement à celui complètement en bois.



Chevauchement du CLT pour le passage horizontal de l'électromécanique

Wood Innovation and Design Center (Prince George, BC) a réussi à intégrer l'électromécanique dans le bâtiment de façon unidirectionnelle en chevauchant des dalles de CLT. En l'analysant davantage, nous avons réalisé que certain élément devenait apparent lorsqu'il changeait de direction. Le défi ici serait de continuer la réflexion en travaillant sur un système bidirectionnel.



Description du projet conceptualisé:

La réduction de la mécanique s'est concrétisée par la création d'un mur solaire en bois brûlé. Le parement foncé contient la chaleur du soleil et réchauffe l'air qui circule dans l'espace d'air de l'enveloppe du bâtiment. Lors d'une journée d'hiver, l'air préchauffé entre dans le bâtiment et la nuit, l'air, non préchauffé dû à l'absence de soleil, est bloqué par un clapet isolé. Lors d'une journée d'été, l'air chauffé dans l'espace d'air crée un effet de

cheminée qui tire l'air chaud de l'intérieur vers l'extérieur. Une bonne circulation d'air permet d'éloigner la chaleur du bâtiment.

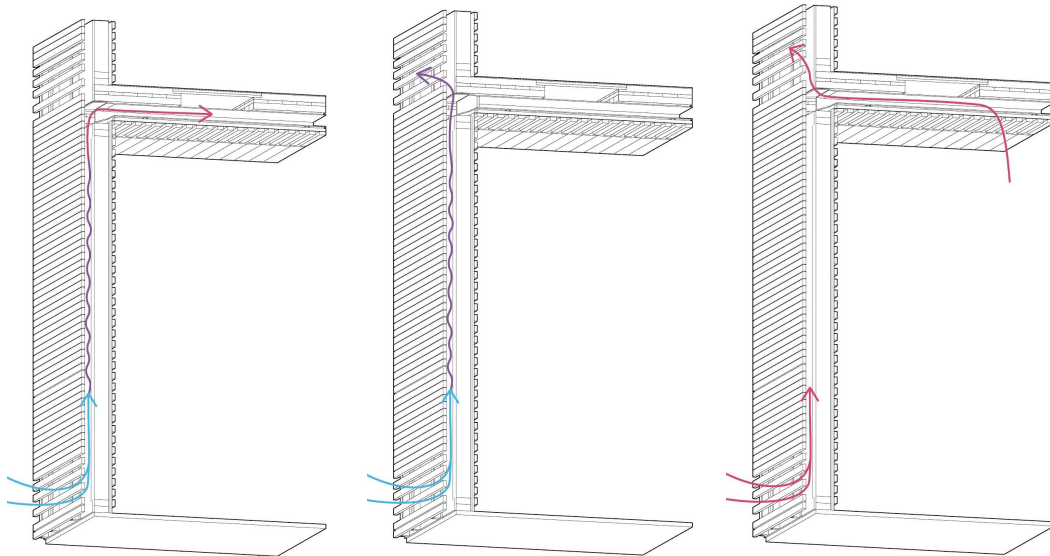


FIGURE 03 Le déplacement de l'air à l'intérieur du mur solaire

Pour compléter l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment, nous avons pensé à y intégrer les concepts de perspiration, c'est-à-dire qui s'adapte aux conditions d'humidités et qui permet une certaine migration de la vapeur d'eau au sein de l'enveloppe. Le choix de matériaux a été bien spécifique pour augmenter sa performance (voir Figure 04). Par exemple, l'isolant en bloc de chanvre s'adapte au climat d'autant plus d'agir comme masse thermique tout en laissant circuler la vapeur d'eau. Le frein vapeur, pour sa part, réagit au changement hygroscopiques de l'air et permet de ne pas emprisonner la vapeur d'eau au sein de la composition de mur. Il est important de comprendre que le bois est un matériaux vivant qui réagit aux changements du climat. L'idée de la parois perspirante était donc d'utiliser cette caractéristiques qui est propre au bois afin de l'appliquer à toute l'enveloppe.

En s'inspirant du projet Wood Innovation and Design Center, la mécanique a été intégrée à la structure en bois grâce à l'utilisation d'une dalle en CLT positionnée en résille. Des dalles de 5 plis sont positionnées dans le sens transversal et des dalles de 3 plis y sont chevauchées dans le sens longitudinal. L'espace entre ceux-ci permet d'y faire passer la mécanique librement. Un système de lattes de bois permet alors d'isoler les éléments mécaniques et de ne pas les laisser apparents. De plus, ce système de lattes de bois est aussi utilisés sur les parois verticales afin d'accommoder les éléments d'électros-mécaniques traversant les étages.

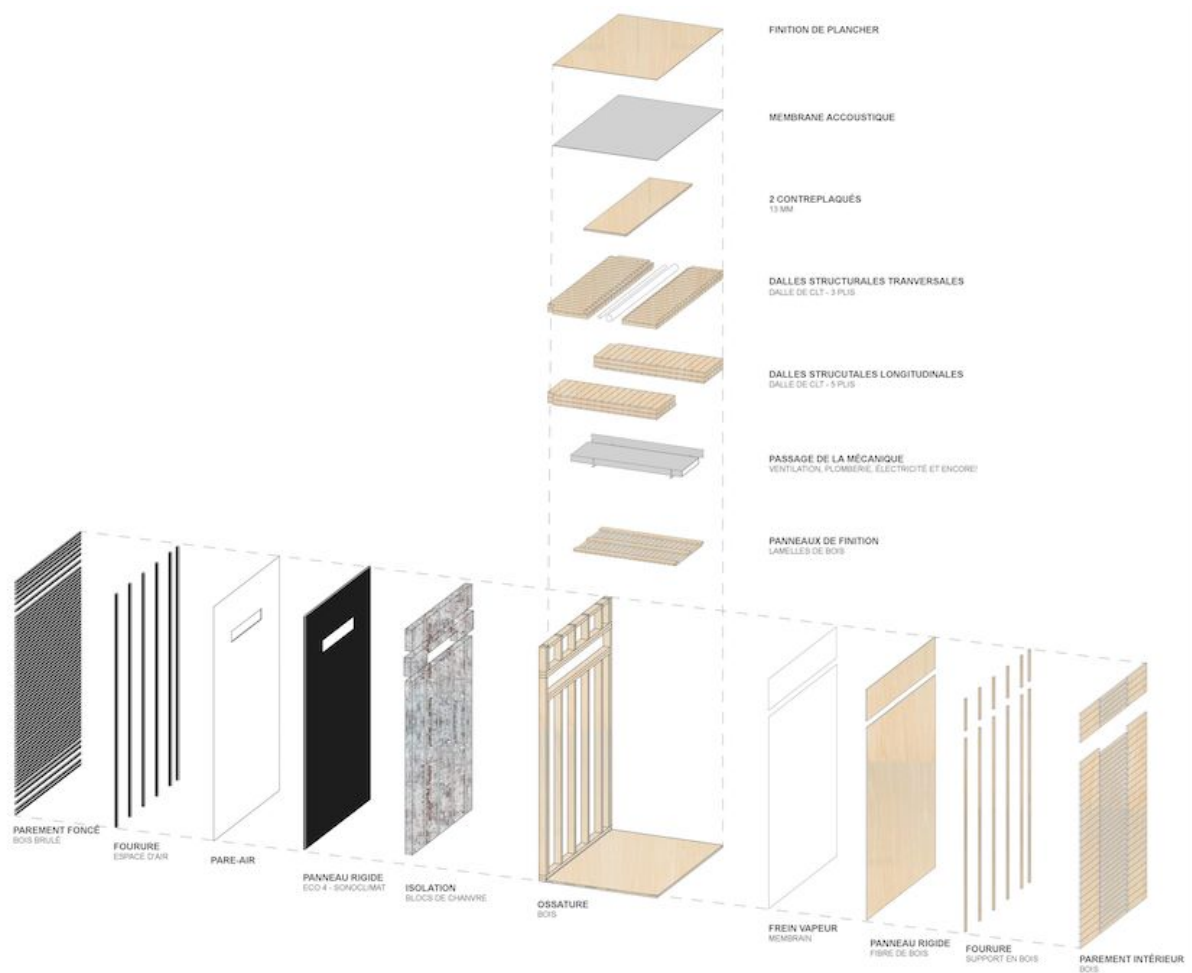


FIGURE 04

Problématiques rencontrées lors de la construction - Apprentissage en temps réel

Le changement d'échelle du dessin fictif à la construction réel

Obtenir les matériaux (CLT, chanvre, Membrain, sono-climat)

Nous avons réalisé l'importance de simplifier les dessins techniques. Plus un détail est complexe, plus un grand temps de recherche est nécessaire pour obtenir le matériaux adéquats.

Dimension du bois réel et perte de bois

À la visite de la cour à bois de Langevin Forêt, nous avons pu comprendre les procédés de de séchage et de coupe du bois. Selon l'espèce d'arbre utilisé pour faire les planches de bois, la coupe variait. Celui désiré en premier lieu avait des coins ronds, très différent d'une dalle de CLT bien lisse. Le bois n'était pas aux dimensions dessinés et calculés.

Pour couper les planches de bois dans le sens de la fibre et sur une longueur de 8', il faut un bois bien sèche, et ce, beaucoup plus cher. En utilisant du bois séché au four appeler "brut", une tâche de planage s'ajoute à la liste pour obtenir une belle finition.

De plus, lorsque nous nous sommes mis à couper aux dimensions désirées, il y avait plus de pertes de bois que ce que nous avons imaginé.

Installation et manque d'expertise

N'ayant aucun matériau préfabriqué, chaque tâche se doit d'être bien exécuter pour arriver dans les temps fixés. L'installation joue un grand rôle dans un travail efficace. La recherche du bon outil ou encore le transport du matériel d'un lieu à un autre ajoute des délais supplémentaires. Le cours nous a permis d'apprendre que nous connaissons rien au sujet de la construction en bois.



Améliorations envisagées

En se concentrant davantage sur un seul aspect du projet, nous pourrions élaborer les éléments en profondeur. Pour perfectionner le mur solaire, nous avons appris lors de la critique par l'architecte Danny Pearl qu'un espace d'air performant pour un mur solaire aurait été de plus de 65 mm. De plus, les parois d'un mur solaire conventionnel sont perforées par de macro trous laissant passer l'air. Il aurait été possible d'étudier la performance des espaces entre les planches. Pour réduire l'entrée d'air dans le haut du mur, il aurait été possible de chevaucher les planches pour rendre le système plus étanche et augmenter l'effet de convection.

Afin d'améliorer l'intégration de la mécanique à la dalle de CLT, il aurait été possible de voir le projet à plus grande dimension et ainsi prendre en considération plus de problématiques. Par exemple, les conduits de ventilation prennent beaucoup plus d'espace lorsqu'il y a un changement de direction.

L'apprentissage à travers cet exercice nous a surtout permis de comprendre les éléments de constructions et de mieux les appliqués lors des phases de conceptions. Les systèmes mécaniques ne sont pas non plus à exclure puisqu'il est essentiel pour un architecte de bien les comprendre afin de pouvoir les intégrer le plus tôt possible dans un projet.