



ÉCOLE
PROFESSIONNELLE
CIRCERB

CAHIER DU PARTICIPANT

15 juin 2017

Atrium du Pavillon Charles-De Koninck, Université Laval







CAHIER DU PARTICIPANT

15 juin 2017

Atrium du Pavillon Charles-De Koninck, Université Laval

Table des matières

PROJETS EN COURS

Conception intégrée	7
• MP2 MP3 - Assurabilité des structures en bois lamellé-croisé • Étudiants MSc: Mohammed Amine ENNAJEH et Anas KOUBAA	8
• PhD RDC 1 - Exploration de la complexité formelle, structurale et matérielle: Conception de structures bois en résille • Doctorant: Philippe CHAREST	9
• PhD RDC 3 - L'architecture adaptative en climat nordique: le panneau isolant mobile pour optimiser le confort environnemental • Doctorant: Jon LEFAIVRE	10
Analyse du cycle de vie & écoconception	11
• MSc Task 3.1 - Analyse comparative des impacts climatiques d'un bâtiment en bois selon deux méthodes de modélisation du carbone biogénique en analyse du cycle de vie • Étudiant MSc: Charles BRETON	12
• PhD RDC 4 - Critical Assessment of certification systems (LEED v4, Living Building Challenge and WELL) using commercial and institutional building LCA's. • PhD Student: Mariia BITOSOVA	13
• PhD RDC 5 - ACV Conséquentielle (ACV-C) de l'augmentation de la pénétration du bois dans le secteur de la construction • Étudiant PhD: Sylvain CORDIER	14
• PhD RDC 6 - La collaboration dans la procédure d'appel d'offres et les contrats publics • Doctorant: Gabriel JOBIDON	15
• PhD SIIRI 3 - Life Cycle Sustainability Assessment of Hybrid (Wood-Concrete) Multi Storey Building • PhD Student: Rizal Taufiq FAUZI	16
Matériaux	17
• MSc 6 - Spécificités physiques et principaux enjeux de la performance énergétique des CLT en milieu nordique • Étudiant MSc: Ulysse MARTIN	18
• MSc PSR 3 - Développement et caractérisation d'un traitement par barrière pénétrante pour la protection du bois • Étudiant MSc: Simon PEPIN	19
• PhD 1 - Analyse multiéchelle de la performance acoustique d'une conception de plancher composite CLT apparent • Doctorante: Cheng QIAN	20
• PhD 3 - Murs Radiants à base de panneaux composites hybrides bois et matériel inorganique • Doctorant: Viet-Anh VU	21
• PhD 5 - Caractérisation des mécanismes de vieillissement naturel du bois • Doctorant: Antoine COGULET	22
• PhD 11 - Développement d'un revêtement acrylique thermochrome à haute efficacité énergétique • Doctorant: Kevin ARNAUD	23
• PhD 12 - Modélisation numérique du comportement hygromécanique d'un composite lamellé • Doctorant: Yao SEWAVI	24
• PhD 14 - Développement de produits biosourcés remplissant les fonctions de l'enveloppe du bâtiment • Doctorante: Cassandra LAFOND	25
Systèmes constructifs	27
• MSc RDC 15 - Caractérisation du risque incendie dans ossature en bois isolée avec un isolant biosourcé combustible • Étudiant MSc: Frédéric BLONDIN	28
• MSc RDC 16 - Développement d'un système composite bois-béton avec dalle en BFUP et emphase sur le comportement de la connexion • Étudiant MSc: Nicolas NAUD	29
• MSc 7 - Développement d'un système de résistance aux forces sismiques en panneaux de bois massif (CLT) pour des bâtiments de 6 à 12 étages • Étudiant MSc: Dominic SANSCARTIER PILON	30
• MSc SIIRI 1.2 - Optimisation mécanique des structures Bois/Béton pour la construction de grande hauteur • Étudiant MSc: Serge LAMOTHE	31
• PhD 15 - Contrôle sismique de structures en bois multiétagés à l'aide d'amortisseurs élastomères et de contreventements en chevron • Doctorant: Jean-Philippe TREMBLAY-AUCLAIR	32
Logistique	33
• MSc RDC 8 - Le juste à temps dans la construction écoresponsable • Étudiante MSc: Flora BAMANA	34
• MSc RDC 9 - Cadre de déploiement de la méthode conception-construction • Étudiant MSc: Titouan PLUSQUELLEC	35
• PhD RDC 12 - Market and engineering analysis for the deployment of an innovative timber structure (Gridshell) • PhD Student: Marzieh GHYASINASAB	36
• PhD 13 - Marchés et modèles d'affaires: construction de grande envergure en bois • Doctorante: Annie GOSSELIN	37
Durabilité	39
• PhD 6 - Protection de nouvelle génération contre les UV • Doctorante: Caroline QUEANT	40
• PhD 7 - Systèmes de finition thermosensibles pour des usages extérieurs dans les bâtiments en bois • Doctorante: Doan-Trang HOANG	41
• PhD 8 - Caractérisation et analyse des risques incendie dans les toitures végétalisées • Doctorante: Nataliia GERZHOVA	42
Efficacité	43
• MSc RDC 10 - Étude des transferts hygrothermiques dans les systèmes constructifs en bois • Étudiant MSc: Jean BÉLANGER	44
• PhD RDC 14 - Développement de nouveaux matériaux de haute inertie thermique à base de bois et PCM • Doctorant: Damien MATHIS	45
• PhD RDC 15 - Optimisation multi objectif de bâtiments en bois: vers le net zéro en énergie et en carbone sur la vie du bâtiment • Doctorant: Richard GAGNON	46
• PhD 16 - Évaluation de la performance énergétique et du confort dans les bâtiments en bois • Doctorant: Jean ROULEAU	47
• PhD RDC 17 - Bottom-up modeling of building stocks for energy and material usage • PhD Student: Moslem SHARIFISHOURABI	48
PROJETS TERMINÉS	
• MSc 1 - Utilisation du parement de bois dans la construction non résidentielle: constats « par » et « pour » le design • Finissant MSc: Samuel GUY-PLOURDE	52
• MSc 5 - Optimisation des paramètres de polymérisation in situ d'un système glycérol/acide citrique et bois • Finissant MSc: Marc-André BÉRUBÉ	54
• MSc 17 - Bois et confort environnemental: l'importance de la matérialité dans l'évaluation post-occupationnelle • Finissante MSc: Mélanie WATCHMAN	56
• MSc RDC 1 - De la conception à la préfabrication 3D d'une structure à géométrie complexe en CLT • Finissant MSc: Zoé TOLSZCZUK-LECLERC	58
• MSc RDC 03 - Modélisation de l'influence de la sélection des matériaux sur le profil environnemental du cycle de vie d'un bâtiment à bureaux: Évaluation critique de LEED v4 • Finissant MSc: Yannick LESSARD	60
• MSc RDC 7 - Développement d'un nouveau connecteur pour garantir la ductilité des structures composites en bois-béton • Finissant MSc: Samuel Cuerrier Auclair	62

Mot d'ouverture

MOT D'OUVERTURE

Bienvenue à cette troisième édition de l'école professionnelle de la Chaire industrielle de recherche du CRSNG sur la construction écoresponsable en bois (CIRCERB). Comme l'an dernier, la formule est adaptée à la progression des travaux de la chaire. L'activité se divise en trois sections, premièrement, en avant midi, nous aurons une activité de transfert technologique entre étudiants et partenaires. C'est pour vous l'occasion de faire un tour complet des projets en cours au CIRCERB et, je l'espère, faire comme moi, le constat de la richesse de la programmation. Ensuite, pour la pause du midi, Pierre De Coninck nous présentera le processus de design pour nous mettre dans un bon état d'esprit pour l'activité de l'après-midi, la première sélection de projets pour la programmation CIRCERB 2.0. Noter que

nous aurons tout l'été pour établir une programmation finale qui sera validée au bureau de direction de l'automne. Vous, les partenaires de CIRCERB, serez en mesure de nous proposer des thèmes et sujets spécifiques à vos opérations. De plus, nous accueillerons quelques partenaires qui se joindront à nous pour le renouvellement de CIRCERB. Je compte sur vous pour leur faire un accueil chaleureux!

CIRCERB est une initiative différente en ce sens qu'elle aborde un sujet complexe et omniprésent dans nos vies, le bâtiment. Notre angle d'observation est celui de l'impact environnemental de ce dernier. C'est unique puisque généralement les chaires abordent un sujet de recherche bien défini alors que le bâtiment nous porte vers différentes



disciplines des sciences et génies et des sciences sociales, et c'est là toute la richesse de CIRCERB.

Enfin, au nom de tous les intervenants impliqués dans l'organisation de l'école professionnelle de CIRCERB, nous espérons vivement que cette journée soit productive à l'image de la construction en bois !

Pierre BLANCHET
Professeur agrégé
Titulaire de CIRCERB

Conférencier invité

PIERRE DE CONINCK

Professeur titulaire, Faculté de l'aménagement,
Université de Montréal

Les intérêts de recherche de Pierre De Coninck comprennent le design et le développement durable, et en particulier le design d'équipements de transport. Il est également spécialisé en méthodologie du design, notamment l'approche systémique

et la modélisation complexe. Enfin, il s'intéresse aux liens entre création et communauté, au développement social et à l'approche participative d'aide à la décision.





PROJETS EN COURS



**CONCEPTION
INTÉGRÉE**



MP2 MP3

ASSURABILITÉ DES STRUCTURES EN BOIS LAMELLÉ-CROISÉ

Étudiants MSc : Mohammed Amine ENNAJEH et Anas KOUBAA

Objectifs du projet

Analyse des facteurs expliquant la surestimation de la prime d'assurance de construction en bois lamellé-croisé pour moyenne et grande hauteur.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- Identifier les différents périls liés à la construction (chantier, bâtiments à usage commercial, etc.);
- Spécifier les variables tarifaires adoptées par les compagnies d'assurance, et permettant d'expliquer le montant de la prime d'assurance;
- Tarifier les risques associés aux périls pré-identifiés;
- Déterminer les facteurs responsables de la surévaluation de la prime proposée par les assureurs.

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

L'industrie de l'assurance présente un levier de croissance pour l'économie, du fait que les assureurs accompagnent les différents secteurs dans leur expansion. En effet, l'assurance offre une couverture des différentes pertes financières occasionnées par l'incidence d'aléas.

Le bois lamellé-croisé, comme tout autre matériau de construction, présente ses propres performances vis-à-vis des différents périls liés à la construction (incendie, réponse sismique, etc.). Ceci étant, plusieurs tests conduits sur ces performances ont validé que les risques liés au type de matériau de construction sont moins accrus pour le bois lamellé-croisé que pour les structures en bois usuelles. De par ses performances, le bois lamellé-croisé représente donc une meilleure alternative de construction.

Cependant, l'assureur demeure sceptique quant aux risques liés à l'utilisation du bois lamellé-croisé, et charge conséquemment une prime trop élevée. Cette surévaluation de la prime présente un handicap pour la promotion de la construction en bois lamellé-croisé.

Ce projet vise donc à analyser les facteurs de risque influençant l'opinion de l'assureur sur la construction en bois lamellé-croisé, et à proposer une approche de tarification convenable des contrats d'assurance de ce même secteur. Un objectif secondaire de ce projet, conditionnel à la possession des ressources adéquates, est d'établir une prime pure proportionnelle au risque transféré.

État d'avancement du projet

Début du projet ••••• Mi-parcours ••••• Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017

PHD RDC 1 EXPLORATION DE LA COMPLEXITÉ FORMELLE, STRUCTURALE ET MATÉRIELLE: CONCEPTION DE STRUCTURES BOIS EN RÉSILLE

Doctorant : Philippe CHAREST



Objectifs du projet

Les résilles se présentent comme une solution constructive crédible face aux nouveaux enjeux formels de la conception numérique. En poussant, tirant et déformant une grille de membrures à l'aide de grues, d'échafaudages et de vérins, il est possible d'obtenir un large éventail de géométries qui s'apparentent à celles conçues avec les logiciels de modélisation paramétrique. Toutefois, les résilles présentent des enjeux importants quant à la validation structurale, le choix des matériaux et le rôle de l'enveloppe.

Objectifs généraux du projet de recherche:

- Favoriser l'utilisation du bois dans des systèmes constructifs innovants;
- Développer une méthode pour assister les professionnels du bâtiment dans la conception des résilles.

Objectifs spécifiques du projet de recherche:

- Générer des formes architecturales à l'aide d'un processus de prise la forme;
- Optimiser le comportement structural des treillis en mesurant les efforts dans les membrures;

- Dimensionner les sections des membrures;
- Modéliser le processus d'érection de la grille et soulever les problématiques potentielles sur le chantier;
- Intégrer les propriétés de différentes essences de bois dans la conception;
- Qualifier les ambiances physiques générées.

Partenaires du projet

Art Massif, Provencher Roy

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Le projet de recherche permet l'adoption d'un nouveau système constructif en bois en Amérique du Nord et ouvre des marchés prometteurs pour les partenaires industriels. En explorant la fusion de la forme, de la structure et de la matière pour une plus grande adéquation entre le bâtiment, l'environnement et les occupants, il démontre tout le potentiel des résilles dans la production d'œuvres architecturales génériques et singulières.

Plus spécifiquement, le projet de recherche permettra au partenaire industriel *Art Massif* d'utiliser la méthode de conception développée

sous le logiciel paramétrique *Grasshopper* et de proposer des idées de projets à leurs clients. Cette méthode leur permettra également de suggérer des pistes de solutions formelles, structurales et matérielles aux autres professionnels du bâtiment comme les architectes et les ingénieurs dans le processus de conception d'une résille. Enfin, comme le script est développé pour favoriser la préfabrication des composantes, il sera possible pour eux d'arrimer la conception et la fabrication en fonction des capacités de leur usine.

Pour la firme *Provencher Roy*, les résilles présentent un potentiel intéressant pour la matérialisation de formes complexes. Ce système s'applique à plusieurs programmes architecturaux variés tels des bâtiments à vocation sportive, des locaux industriels, des entrepôts commerciaux et des infrastructures agricoles. Il est même possible de penser à des projets très spécifiques comme la surélévation de bâtiment ou encore le recouvrement d'une cour pour former un atrium. Avec un rapport élevé entre le volume habitable et les matériaux utilisés, il s'agit d'un système économiquement rentable et écologiquement pertinent. Finalement, les explorations conceptuelles issues de la méthode de conception développée sont entièrement transférables sur d'autres logiciels de modélisation pour un travail collaboratif via le BIM.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUN 2017



PHD RDC 3

L'ARCHITECTURE ADAPTATIVE EN CLIMAT NORDIQUE: LE PANNEAU ISOLANT MOBILE POUR OPTIMISER LE CONFORT ENVIRONNEMENTAL.

Doctorant: Jon LEFAIVRE

Objectifs du projet

Objectif principal:

Développer un ou plusieurs dispositifs de **Panneau Isolant Mobile en bois (PIM)** ayant un **impact sur le confort visuel biophilique et sur le confort thermique**, ainsi que sur la **pratique architecturale et énergétique du bâtiment**, dans le contexte climatique nordique du Québec.

Les objectifs spécifiques:

- OBJECTIFS SCIENTIFIQUES:
 - Création d'un précédent de PIM;
 - Mesurer l'influence du PIM en bois sur la propagation, la réflexion et la perception de la lumière naturelle et son impact sur l'ambiance intérieure ressentie;
 - Identifier l'impact du PIM sur la réduction des déperditions thermiques en hiver, et sur la ventilation naturelle en été;
 - Quantifier l'impact de l'utilisation du PIM en climat nordique sur la performance énergétique du Bâtiment;
 - Étoffer la littérature scientifique sur l'architecture adaptative.
- OBJECTIFS PROFESSIONNELS ET INDUSTRIELS:
 - Développement d'un produit durable, issu de ressources renouvelables, facilement appropriable par l'occupant, et économe en coût de production;
 - Développement d'une méthode mettant en œuvre un PIM pouvant s'adapter dans d'autres climats et pour tous types de programmes de bâtiments.

- OBJECTIF SOCIAL:
 - L'éducation et la responsabilisation de l'occupant quant à la gestion de son confort, dans le respect des exigences de la performance environnementale des bâtiments.

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Le développement d'un ou plusieurs dispositifs de Panneaux isolants mobiles en bois permettra de créer un élément d'architecture innovant, qui répondra aux problématiques de performance énergétique et de confort ressenti par l'occupant en fonction des caractéristiques climatiques dans lequel le PIM sera utilisé.

Dans le cadre géographique du projet, il s'agit de répondre aux problématiques d'inconforts visuels (éblouissements, manque de lumière naturelle, perception de l'espace) et d'inconforts thermiques (déperditions thermiques) propres au climat nordique.

Une des valeurs ajoutées du PIM se trouve dans l'approche conceptuelle dont il est issu: l'architecture adaptative. Il s'agit d'une réponse architecturale dynamique, intervenant sur des problématiques techniques comme la thermique, l'utilisation de la lumière naturelle, la perception et la pratique de l'espace intérieur. Sa gestion par l'occupant permet une responsabilisation de ce dernier dans la régulation de son confort personnel et sur la performance environnementale de son bâtiment.

L'autre valeur ajoutée du PIM se trouve dans sa matérialité: le bois. L'utilisation de ce matériau dans la conception du PIM est motivée par ses avantages physiques uniques qui en font un très bon isolant thermique, ainsi qu'un matériau capable de s'adapter aux conditions hygrothermiques de son environnement. Le bois a aussi été sélectionné pour ses qualités environnementales (matériau renouvelable, piège à CO₂ atmosphérique, cycle de vie peu polluant, durabilité). Enfin, pour ses qualités en matière de confort visuel (chaleureux et apaisant), et la facilité de standardisation dans sa production (réduction des coûts).

Le développement d'un ou plusieurs dispositifs architecturaux de types PIM en bois qui seraient durables, issus de ressources renouvelables, appropriables par l'utilisateur, peu coûteux en production, facilement standardisés, et adaptables selon n'importe quel climat, autant en rénovation qu'en construction neuve, apportera des bénéfices à la fois à des sociétés d'architectures comme Coarchitecture et Provencher Roy, mais aussi à des sociétés de l'industrie du bois comme Maibec, les Chantiers Chibougamau, Nordic Bois d'Ingénierie, Art Massif et FP Innovation. Enfin, la vocation d'optimisation de la performance environnementale des bâtiments en climat nordique du PIM présente également un intérêt pour le Bureau de l'Efficacité et de l'Innovation Énergétique (BEIE).

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUN 2017



ANALYSE DU CYCLE DE VIE & ÉCOCONCEPTION



MSC TASK 3.1

ANALYSE COMPARATIVE DES IMPACTS CLIMATIQUES D'UN BÂTIMENT EN BOIS SELON DEUX MÉTHODES DE MODÉLISATION DU CARBONE BIOGÉNIQUE EN ANALYSE DU CYCLE DE VIE

Étudiant MSc: Charles BRETON

Objectifs

L'objectif général du projet est de remettre en question les méthodologies d'analyse du cycle de vie actuellement utilisées pour déterminer le potentiel d'atténuation des changements climatiques du carbone biogénique.

L'objectif principal du projet est de comparer l'influence des méthodologies de calculs sur les résultats d'ACV de bâtiment en bois. Pour y arriver, deux méthodes d'ACV seront appliquées au Bâtiment K, un bâtiment résidentiel de quatre étages en bois. Le Bâtiment K est composé de deux blocs de 20 unités (1512 m²): un en lamellé-croisé, et un en ossature légère. Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Déterminer les impacts climatiques du Bâtiment K en réalisant une ACV traditionnelle à partir des travaux du CIRAIIG mandatés par la SHQ, en utilisant OpenLCA 1.6.2 et EcoInvent 3.3.

- Évaluer les impacts climatiques du Bâtiment K en considérant les aspects temporels liés aux émissions positives et négatives de carbone, en utilisant l'approche dynamique développée par Francesco Cherubini *et al.* (2011);
- Comparer les impacts climatiques du Bâtiment K obtenus par les méthodes traditionnelle et dynamique.

Partenaires du projet

SHQ

Intérêt pour les partenaires et l'industrie

De manière générale, ce projet contribuera à améliorer les méthodologies de comptabilisation du carbone biogénique en ACV du bâtiment. Plus spécifiquement, les résultats permettront de quantifier et comparer les bénéfices pouvant être attribués à deux types de structures

bois. Ils permettront aussi d'explorer les bénéfices systémiques potentiels qui pourraient découler de politiques qui encourageraient une utilisation plus efficace de la ressource forestière et une augmentation des stocks de produits du bois à longue durée de vie dans les bâtiments.

Ce projet permettra de déterminer plus précisément les avantages environnementaux liés à la construction bois, ce qui pourrait fournir un incitatif fort pour inclure le bâtiment en bois dans les stratégies canadiennes de réduction des émissions de GES, et ainsi stimuler les industries de la foresterie et des produits du bois. Les résultats du projet seront particulièrement intéressants pour la SHQ, qui en connaîtra plus sur les impacts environnementaux de son parc immobilier et qui pourra considérer les résultats pour diminuer l'impact environnemental de ses projets futurs.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017

PHD RDC 4

CRITICAL ASSESSMENT OF CERTIFICATION SYSTEMS (LEED V4, LIVING BUILDING CHALLENGE AND WELL) USING COMMERCIAL AND INSTITUTIONAL BUILDING LCA'S.

PhD Student: Mariia BITOSOVA



Objectives of the project

The main research objective of this study is to compare and evaluate the environmental benefits of three existing certification systems following their application in Quebec. The certification systems are LEED v4, Living Building Challenge and WELL.

In order to achieve this goal, first: Life-Cycle Assessment (LCA) will be performed using the SimaPro software. This study will give the possibility to quantify the environmental impacts of commercial and industrial buildings, using different types of materials.

Second: the LCA results and the general parameters of the buildings are obtained, they will be introduced into the certification methodology in order to evaluate the number of points that each building can gain according to each certification system.

This will give us the possibility to assess the life cycle impact related to the choice of each point as a function of different certification and types of buildings. The final outcome will be translated into final recommendations of how these certifications can be improved.

Project Partner

Provencher Roy & CoArchitecture

Industry or partners, which may interest

Thank to the quantification of certification systems, results of this project can be used in order to facilitate decision making process of architecture and construction companies, bulding owners and users. It also can be used by the governmental units involved into construction regulations as a reference for updates of building codes and policy making. Finally, project results could be used to modify existing certification systems or become a starting point for the new certification, which would follow LCA paradigm.

État d'avancement du projet

Début du projet ••••• Mi-parcours ••••• Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017



PHD RDC 5
**ACV CONSÉQUENTIELLE (ACV-C) DE
L'AUGMENTATION DE LA PÉNÉTRATION
DU BOIS DANS LE SECTEUR DE LA
CONSTRUCTION**

Étudiant PhD: Sylvain CORDIER

Objectifs du projet

L'objectif principal de la recherche vise à développer une analyse du cycle de vie conséquente axée sur les flux de matières. Celle-ci consiste à évaluer les conséquences environnementales des changements occasionnés par une augmentation de l'application du bois dans le secteur de la construction (augmentation due par exemple à un support gouvernemental). Il est question de développer un modèle combinant les méthodes existantes (Modèle d'analyse des flux de matière et les modèles d'équilibre partiel).

Partenaires du projet

Société québécoise des infrastructures (SQI)

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Le projet permettra d'améliorer l'évaluation des impacts environnementaux de politiques publiques ou de projets gouvernementaux (e.g.ex. une grande adoption de la charte du bois) grâce au développement de l'analyse du cycle de vie axée sur les conséquences.

Ce projet de recherche permettra également de mieux comprendre de futurs enjeux environnementaux du secteur de la construction à l'échelle du marché ainsi que les avantages et inconvénients de l'utilisation croissante du bois.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUN 2017

PHD RDC 6 LA COLLABORATION DANS LA PROCÉDURE D'APPEL D'OFFRES ET LES CONTRATS PUBLICS

Doctorant: Gabriel JOBIDON



Objectifs du projet

L'objectif général du projet est d'identifier les barrières et leviers à l'utilisation d'une approche relationnelle pour la réalisation des travaux de construction publics québécois

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Effectuer une analyse de droit comparé entre le Québec, le Colorado et le Royaume-Uni en se fondant sur les normes de la théorie du contrat relationnel de Macneil (préparation du K);
- Analyser le langage contractuel des contrats publics de construction et de conception québécois, en fonction des différents modes de réalisation, en se fondant sur les normes relationnelles provenant de la théorie du contrat relationnel de Macneil (formation du K);
- Qualifier les effets de l'utilisation des normes relationnelles provenant de la théorie du contrat relationnel de Macneil sur l'exécution des contrats de construction des organismes publics.

Partenaires du projet

SQI, Provencher Roy, Pomerleau, Coarchitecture, BEIE

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

L'émergence de modes de réalisation alternatifs des projets dans le domaine de la construction publique, tels la conception intégrée et les partenariats public-privé, illustre un changement de paradigme dans les pratiques gouvernementales. Or, des outils légaux comme le contrat relationnel peuvent servir de levier au bon déroulement de ces modes de réalisation, axés sur la coopération, la collaboration, l'innovation et les itérations.

Le contrat relationnel cerne mieux la réalité sociologique complexe, ponctuée de jeux de pouvoirs, de pressions psychologiques et de contextes régissant les échanges contractuels à long terme tels les contrats de service professionnels et de construction. Ces contrats ont démontré plusieurs avantages pour la complétion des travaux de conception et de construction. D'abord, ces contrats permettent le maintien d'une relation saine à long terme avec les parties prenantes, un élément essentiel à la collaboration et à la mise en place de synergies pouvant favoriser l'innovation et la création de valeur. Le maintien des relations à long terme avec la clientèle est également plus axé sur la qualité de service et sur l'innovation, plutôt que sur un critère unique et réducteur comme le prix.

Instaurer une approche relationnelle permet également une meilleure performance dans l'exécution du projet, et ce, au niveau de la réduction des délais, de la réduction des coûts de production et de transaction et l'augmentation de la qualité. Il s'agit là des trois éléments considérés comme étant les indicateurs les plus importants de la bonne conduite d'un projet. Le travail en amont, basé sur la synergie entre les acteurs et la création de valeur, permet une réduction des coûts, ce qui, dans le domaine public, permet au gouvernement de se conformer à son objectif de saine gestion des fonds publics. Une communication efficace entre les parties, jumelée à une planification basée sur l'évolution des rôles, aide à la réduction des délais. La collaboration est au service de l'innovation et permet d'optimiser les différents systèmes liés au bâtiment, offrant ainsi la chance de fournir des infrastructures de qualité.

Ma recherche cherche à déceler les pratiques et mécanismes relationnels, ou à l'opposé, transactionnels, au niveau de la préparation du contrat (procédure d'appel d'offres), de sa formation (le langage contractuel) et de son exécution (le déroulement réel de la relation), qu'il s'agisse de contrats de construction ou de services professionnels, et ce, afin de favoriser l'utilisation d'une approche relationnelle dans le domaine public et ainsi profiter des avantages d'une approche intégrée, mise de l'avant par l'avènement des modes de réalisation alternatifs.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017



PHD SIIRI 3
**LIFE CYCLE SUSTAINABILITY ASSESSMENT
OF HYBRID (WOOD-CONCRETE) MULTI
STOREY BUILDING**

PhD Student: Rizal Taufiq FAUZI

Objectives of the project

The main objective of the project is to develop life cycle sustainability assessment (LCSA) methodology and to apply the obtained tool for the hybrid (wood-concrete) multi-storey building. To do so, the new LCSA methodology will internalize three assessment tools that represent three pillars of sustainability, Life Cycle Assessment (LCA) for assessing environmental impacts, Life-cycle Costing (LCC) for economic and Social Life Cycle Assessment (SLCA) for the social aspect.

The second main goal is to extend the development of the LCSA methodology so that it is useful not only for comparison purposes but also for assessment of indirect impacts (consequences) due to the deployment of hybrid multi-storey building.

Project Partner

Chantiers Chibougamau / Nordic and FPInnovations

Industry or partners, which may interest

In addition to the project's partner, this methodology and tool could be used to better understand the sustainability performances (i.e. both positive and negative impacts) on the environmental, social and economic aspects of the building. This also could help to understand the improvements that could be applied in building to have better sustainability performances. Industry or partners that may interest in this projects are the building owners (SQI and SHQ) and the policy makers (BEIE and MFFP).

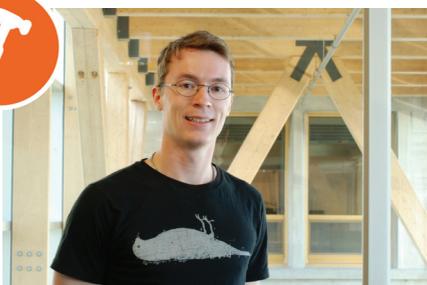
État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017



MATÉRIAUX



MSC 6 SPÉCIFICITÉS PHYSIQUES ET PRINCIPAUX ENJEUX DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES CLT EN MILIEU NORDIQUE

Étudiant MSc: Ulysse MARTIN

Objectifs du projet

Simuler et analyser la performance du CLT au travers d'outils informatiques, de thermographies, d'infiltrométrie ainsi que d'expérimentations en laboratoire, afin de comprendre et améliorer la performance thermique du système constructif en CLT.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Mesurer les caractéristiques thermiques des panneaux de CLT de Chantier Chibougamau;
- Mesurer les caractéristiques thermiques d'une composition d'enveloppe pour des logements en CLT;
- Évaluer les pertes dues aux jonctions entre deux ou plusieurs panneaux de CLT ainsi que l'impact des tolérances d'assemblage;
- Déterminer les conditions critiques (condensation, développement fongique) dans les zones d'assemblages.

Partenaires du projet

Nordic Structure
Chantier Chibougmau

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Les avantages d'utiliser du CLT pour des bâtiments multi-étages sont nombreux, et parmi ceux-ci la compacité du bâtiment, critère important pour des constructions énergétiquement performantes. Le CLT a plus qu'un simple rôle structural dans un mur, il permet de limiter les mouvements d'air, de réguler les flux de vapeur et de mitiger le transfert thermique. Néanmoins, cette performance s'efface dans les zones de connexion avec d'autres panneaux, à cause de la discontinuité du CLT, des percements et des connecteurs métalliques.

Ce projet a pour objectif de documenter le volet performance énergétique du système constructif en CLT, ainsi que proposer des améliorations effectives en se concentrant sur les assemblages entre plusieurs panneaux et avec d'autres éléments, principales sources de défaillances.

Le projet concerne donc les concepteurs de projet de bâtiments résidentiels et commerciaux visant une bonne performance énergétique, les défaillances des assemblages se retrouvant également dans le système constructif en colombage.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017

MSC PSR 3 DÉVELOPPEMENT ET CARACTÉRISATION D'UN TRAITEMENT PAR BARRIÈRE PÉNÉTRANTE POUR LA PROTECTION DU BOIS

Étudiant MSc: Simon PEPIN



Objectifs du projet

Basé sur le procédé Tru-Core de Kop-Coat, ce projet vise à établir les bases d'un traitement aqueux et sans pression pour protéger le bois en profondeur. Il s'agit de faire pénétrer par diffusion des pesticides déjà approuvés et largement utilisés au Canada suite à un simple trempage ou à une vaporisation de la solution de traitement.

Pour garantir son efficacité, les échantillons traités seront évalués selon:

- La quantité de pesticide absorbée;
- Leur résistance aux changements dimensionnels;
- Leur résistance aux champignons;
- Leur résistance au lessivage.

Partenaire du projet

Maibec

Quel est l'intérêt de Maibec

Ce projet vise à offrir à Maibec une solution rapide, simple, écologique et économique pour protéger ses produits de revêtement extérieur contre différents agents de dégradation comme l'eau et les champignons. De plus, le traitement ne modifie pas la texture ou la toxicité du bois, augmente sa masse de façon négligeable et n'affecte pas l'adhérence des vernis et de la peinture. Optionnellement, le procédé peut ajouter une protection de surface au cours de la même étape de traitement. Comme le traitement peut être appliqué par une simple vaporisation, il serait possible de l'appliquer à même la chaîne de production sans utiliser de machines encombrantes et énergivores comme dans le cas des traitements par pression.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUIN 2017



PHD 1

ANALYSE MULTIÉCHELLE DE LA PERFORMANCE ACOUSTIQUE D'UNE CONCEPTION DE PLANCHER COMPOSITE CLT APPARENT

Doctorante: Cheng QIAN

Objectifs du projet

Objectif général du projet: L'objectif du projet est de développer un modèle numérique en utilisant la méthode des éléments finis pour prédire la performance acoustique d'une composition du plancher avec du bois lamellé-collé croisé apparent.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Établir un modèle numérique de prédiction du comportement acoustique du plancher à l'aide de différentes méthodes d'analyse;
- Réaliser des essais pour valider le modèle établi;
- Optimiser une solution de composition du plancher performante et économique.

Partenaires du projet

FPInnovations, Nordic

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Le problème d'isolation acoustique du bâtiment en bois est focalisé en basses fréquences. En revanche, toutes les évaluations d'isolation acoustique du plancher au Canada sont effectuées à partir de 100 Hz. Dans ce cadre de projet, une composition de plancher économique avec une bonne performance acoustique sera proposée. Cette composition peut appliquer dans le projet à envisager. Ensuite une méthode en utilisant la méthode des éléments finis pour modéliser et prédire le comportement acoustique du plancher proposé sera étudiée. Cette méthode donnera une tendance de la performance acoustique qui peut aider les partenaires industriels de choisir et de décider les matériaux utilisés pour le plancher pendant la conception. Cela permet de diminuer les nombres de tests et d'économiser le temps.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
FÉVRIER 2017

PHD 3
**MURS RADIANTS À BASE DE PANNEAUX
COMPOSITES HYBRIDES BOIS ET MATÉRIEL
INORGANIQUE**
Doctorant: Viet-Anh VU



Objectifs du projet

Le projet consiste à exploiter l'inertie thermique d'un matériau sous forme de panneau composite hybride bois-ciment-cendre du bois ou poudre de pierre de stéatite pour obtenir une importante masse inertielle. Le matériau développé sera conçu avec des préoccupations de réduction de l'empreinte carbone au niveau des matériaux utilisés mais également au niveau de la performance énergétique des bâtiments. Il peut permettre de lisser la courbe de température intérieure. Le confort thermique est augmenté et les besoins en climatisation réduits.

Partenaires du projet

FPIinnovations

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Nous prévoyons de développer un revêtement mural à forte inertie thermique permettant l'absorption de chaleur le jour et l'émission de chaleur la nuit. Il doit à la fois être résistant au feu et à la biodégradation, posséder de bonnes propriétés mécaniques, de stabilité dimensionnelle, de même qu'une capacité à emmagasiner l'énergie thermique et à la diffuser par rayonnement. Les panneaux fabriqués sont utilisés pour le recouvrement des murs intérieurs des habitations. Ils remplacent de panneaux traditionnels comme les panneaux en gypse ou en bois.

État d'avancement du projet





PHD 5

CARACTÉRISATION DES MÉCANISMES DE VIEILLISSEMENT NATUREL DU BOIS

Doctorant : Antoine COGULET

Objectifs du projet

Obtenir une meilleure performance des systèmes de finition translucides sur les revêtements muraux en bois.

Cet objectif global passe par la réalisation de deux axes de recherche distincts :

- Le développement d'une meilleure compréhension des mécanismes de dégradation des bois de revêtement;
- Procéder à une innovation dans la protection du bois par l'amélioration d'une technologie déjà existante.

Partenaires du projet

Maibec, FPinnovations, Laurentide

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Toutes les découvertes et avancées de ce projet de doctorat pourront servir à l'industrie du bois et des revêtements pour les aider à comprendre la perte de performance de leurs produits. Les équipes de recherche s'intéressant à des problématiques communes ou conjointes pourront également profiter des résultats afin de consolider le socle de connaissance du sujet. Cela permettra l'élaboration de nouveaux protocoles et le développement de nouvelles technologies.

L'industrie des bois des revêtements et de la seconde transformation du bois utilise principalement des protocoles basés sur l'essai/erreur pour développer ou corriger des nouveaux produits. Même si cette méthode est efficace et permet la réalisation de grandes avancées, elle peut s'avérer longue, fastidieuse et coûteuse.

La compréhension des phénomènes mis en jeu dans la dégradation des bois de revêtement permettra de rapprocher la seconde transformation du bois d'une science prédictive.

C'est dans cet esprit que j'ai jusqu'à présent travaillé. Les découvertes faites sur la photodégradation et les différentes méthodes de vieillissement ont permis de répondre à de nombreuses interrogations de la part des partenaires sur la limite de leur produit. Les recherches s'intéressant à l'aspect multifactoriel ont été réalisées dans les laboratoires de FPinnovations Vancouver et ont permis la validation de protocoles novateurs tout en répondant à certaines de leurs interrogations. De plus, je me suis efforcé de diffuser mes résultats dans différentes conférences de calibre international afin de diffuser au maximum mes résultats.

Mon dernier axe de thèse se concentrera sur le rôle des micro-bulles présentes dans le revêtement dans la perte de performance de la protection. Il proposera une solution innovatrice afin d'améliorer l'actuelle technologie permettant alors un bénéfice direct et rapide.

Pour finir, nonobstant la publication de mes résultats et donc leur privatisation par différents éditeurs, je souhaite rendre ma thèse publique pour que chacun en bénéficie.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUN 2016

PHD 11 DÉVELOPPEMENT D'UN REVÊTEMENT ACRYLIQUE THERMOCHROME À HAUTE EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Doctorant : Kevin ARNAUD



Objectifs du projet

Dans le secteur du bâtiment au Canada, un gain en énergie important peut être obtenu avec l'optimisation des processus de régulation thermique. En effet, cette dépense est double : en hiver, les faibles températures (-20°C / -30°C) sont régulées par chauffage, alors que l'été les températures élevées (30-35°C) sont contrôlées par climatisation. L'idéal serait alors de développer un revêtement intelligent qui permettrait d'influer dans les deux cas, c'est-à-dire qui pourrait emmagasiner la chaleur en périodes froides et la repousser en périodes chaudes. L'autre avantage de ce revêtement serait de limiter les défauts du bois pouvant être engendrés par la chaleur.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- Synthèse et dopage des nanoparticules de VO₂ (NPs) et caractérisation (tailles et Tt);
- Incorporation efficace des NPs dans la matrice polymère acrylique;
- Préparation de formulations acryliques extérieures pour le bois;
- Évaluation du comportement durant l'utilisation (efficacité énergétique et test de vieillissement).

Partenaires du projet

Société Laurentide, MAIBEC

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Les applications potentielles sont la finition pour le bois à haute efficacité énergétique, par exemple pour le lambris ou le bardeau, permettant de limiter les coûts énergétiques en diminuant à la fois les besoins en chauffage et en climatisation. Cela permettrait aussi de développer une finition innovatrice pour les manufacturiers de produits du bois afin d'offrir des produits sur le marché avec un nouvel attribut. Le développement de cette finition intelligente permettrait aux matériaux du bois d'être bien adaptés au climat dans lequel il serait utilisé et en particulier le climat canadien.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
FÉVRIER 2017



PHD 12

MODÉLISATION NUMÉRIQUE DU COMPORTEMENT HYGROMÉCANIQUE D'UN COMPOSITE LAMELLÉ

Doctorant: Yao SEWAVI

Objectifs du projet

Le présent projet vise à élargir les champs de connaissances sur le comportement hygromécanique d'un composite lamellé croisé mis en service en mettant une importance sur la couche de colle puis comprendre le développement des contraintes (contraintes mécaniques conduisant à la délamination) dans un panneau lamellé lorsqu'il est soumis aux changements thermiques et d'humidité à court, moyen et long terme.

Les objectifs spécifiques du projet

- Décrire puis comprendre les phénomènes d'humidité et de la température échangés par le composite en service avec son milieu extérieur;
- Étudier les zones de contraintes les plus sollicitées ainsi que la rupture dans les plans d'encollage du matériau;
- Spécifier l'influence du comportement hygrothermique sur le processus de délamination du composite;
- Estimer la tenue dans le temps en court, moyen et long terme.

Partenaires du projet

Nordic, FPInnovations

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

La mise en place du modèle permettra aux partenaires de:

- Maîtriser et de prédire à long terme le comportement hygroscopique des lamellés collés;
- Avoir un modèle de calcul par éléments finis grâce aux tests expérimentaux et qui servira de références pour la modélisation des autres matériaux composites à base du bois;
- Contribuer aux développements des normes de calculs et de dimensionnements des lamellés collés;
- Répondre aux attentes sur le marché en matière de sécurité comme par exemple les projets qui se doutent de la performance des Glue-lams et CLT à long terme.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017

PHD 14

DÉVELOPPEMENT DE PRODUITS BIOSOURCÉS REMPLISSANT LES FONCTIONS DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

Doctorante : Cassandra LAFOND



Objectifs du projet

L'objectif général est de développer un isolant biosourcé pouvant réduire l'impact environnemental de l'enveloppe du bâtiment.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- Formuler un isolant biosourcé pouvant remplacer le polystyrène dans sa fonction isolante;
- Développer un panneau structural isolant entièrement biosourcé pour une utilisation en toiture;
- Analyser les performances technique et environnementale du panneau structural biosourcé.

Partenaires du projet

Art Massif, FPInnovations

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Les panneaux structuraux isolants correspondent à un système de construction rapide et simple à exécuter. Le design sandwich permet de réduire les ponts thermiques créés dans une toiture en ossature bois traditionnelle. De plus, les longues portées réalisables offrent l'avantage d'augmenter l'espace habitable intérieur.

Le développement d'un isolant biosourcé permettra de réduire l'impact environnemental de l'enveloppe et son application sera possible dans une large gamme de produits d'isolation. L'apport sur le marché d'un produit multifonctionnel et préfabriqué engendrera une facilité de rénovation des bâtiments à forte consommation énergétique existants. Une documentation de la performance technique et environnementale des isolants biosourcés sera réalisée afin d'informer les professionnels sur le choix optimal d'un matériau d'isolation à inclure dans un projet de construction.

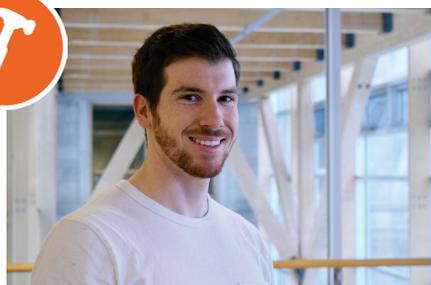
État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017



SYSTÈMES CONSTRUCTIFS



MSC RDC 15 **CARACTÉRISATION DU RISQUE INCENDIE DANS OSSATURE EN BOIS ISOLÉE AVEC UN ISOLANT BIOSOURCÉ COMBUSTIBLE**

Étudiant MSc: Frédéric BLONDIN

Objectifs du projet

L'objectif général du projet consiste à l'évaluation le comportement incendie d'une structure à claire-voie d'un bâtiment d'au moins 6 étages. Un modèle de simulation numérique de la propagation d'un incendie sera réalisé pour une structure à claire-voie isolée avec un isolant combustible et biosourcé.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Évaluer la combustibilité et les propriétés thermiques de la paille comme isolant principal;
- Construire le modèle par éléments finis afin de prédire le comportement incendie du bâtiment;
- Optimiser la résistance incendie du bâtiment;
- Construire et tester un modèle à petite échelle pour valider le modèle numérique.

Partenaires du projet

Coarchitecture et FPIinnovations

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Dans les charpentes légères en bois, les isolants biosourcés constituent une stratégie gagnante pour faire d'une construction neuve un puits de carbone biogénique à coût abordable. Une barrière réglementaire importante subsiste, celle de la résistance au feu entre les compartiments en présence d'une charge combustible supérieure (ballots de paille). La caractérisation de la propagation d'un incendie dans une structure de type claire-voie ayant comme charge combustible un isolant biosourcé, permettra de quantifier le comportement du bâtiment par le biais d'une modélisation numérique et de test en laboratoire. Des validations réelles pourront être considérées sur la performance thermique et mécanique des aspects les plus sensibles du système structural. La modélisation permettra de proposer des alternatives de conception et permettra de documenter la performance en matière d'incendie d'un bâtiment avec ce système structural.

État d'avancement du projet

Début du projet ••••• Mi-parcours ••••• Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017

MSC RDC 16 DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME COMPOSITE BOIS-BÉTON AVEC DALLE EN BFUP ET EMPHASE SUR LE COMPORTEMENT DE LA CONNEXION

Étudiant MSc : Nicolas NAUD



Objectifs du projet

L'objectif général du projet est de développer un système de plancher composite à l'aide d'une dalle en béton fibré ultra haute performance (BFUP) soutenue par des poutres en bois lamellé-collé (BLC) tout en assurant un comportement rigide en service et ductile à l'ultime.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- Déterminer la loi de connexion et la rigidité d'un connecteur ponctuel, développé par l'Université Laval, selon différentes géométries et comparer avec un connecteur continu (HBV);
- Estimer à l'aide de la théorie de Winkler la rigidité initiale du connecteur, ainsi que sa résistance maximale;
- Optimisation multicritère d'un plancher composite bois-béton et comparaison avec les résultats de laboratoire;
- Estimer le comportement du plancher en service et à l'ultime.

Partenaires du projet

Chantier Chibougamau - Nordic bois
d'ingénierie
FPInnovations
Lafarge

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Un connecteur ponctuel pour les structures bois-béton développé par l'Université Laval est en instance de brevet. Ce connecteur pourrait s'avérer une option très intéressante côté coût et performance via-vis plusieurs autres types de connecteurs déjà commercialisé tel le HBV. De plus, ce connecteur permet une rigidité intéressante en service tout en garantissant un comportement ductile. Cette recherche permet également de fournir une équation simple permettant au concepteur d'estimer la rigidité du connecteur selon différentes géométries. Ensuite, une analyse multicritère permet d'optimiser un plancher composite selon plusieurs critères, soit : les états limites de service à court et moyen terme, les états limites ultimes, les coûts de production, l'épaisseur du plancher, le poids du plancher et la ductilité du plancher. De cette façon, il sera possible de comparer plusieurs types de plancher, afin de fournir la meilleure configuration possible pour l'industrie. Ce projet vise les planchers composés d'une dalle en béton fibré ultra haute performance (BFUP) soutenue par des poutres en bois lamellé-collé (BLC). Néanmoins, les résultats pourront servir pur l'optimisation d'une plancher composite Béton Ordinaire/CLT/BLC.



État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017



MSC 7

DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME DE RÉSISTANCE AUX FORCES SISMIQUES EN PANNEAUX DE BOIS MASSIF (CLT) POUR DES BÂTIMENTS DE 6 À 12 ÉTAGES

Étudiant MSc: Dominic SANSCARTIER PILON

Objectifs du projet

L'objectif général du projet est de déterminer le comportement d'un système de résistance aux forces sismiques en panneaux de bois massif (CLT) en utilisant un système de murs précontraints de façon à assurer la dissipation de l'énergie du séisme et le retour à la position verticale du bâtiment.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Comparer le système développé en panneaux de bois massif de LVL par l'Université de Canterbury en Nouvelle-Zélande aux panneaux de CLT;
- Évaluer le comportement d'un système de murs précontraints en détaillant des assemblages rigides aux joints de construction entre les panneaux par modélisation numérique;
- Évaluer le comportement d'un système de murs précontraints en permettant l'ouverture entre les panneaux aux joints de construction par modélisation numérique;
- Effectuer l'analyse d'un bâtiment étude cas pour le Canada en utilisant un système de murs précontraint en panneaux de bois massif de CLT.

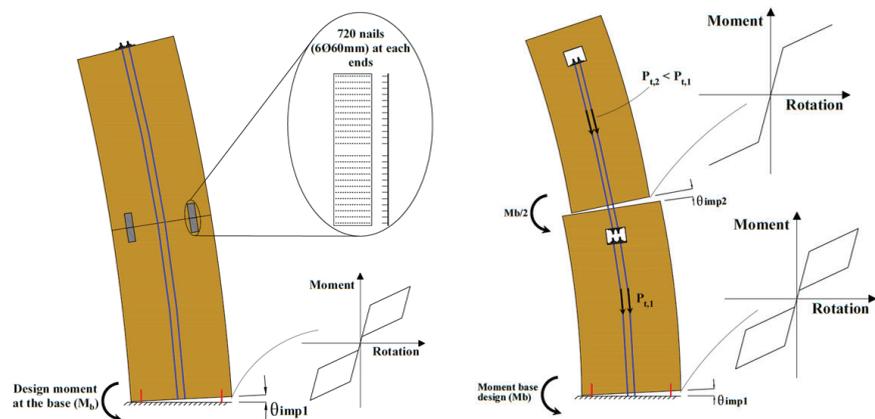
Partenaires du projet

Nordic Structures (pourraient être intéressé)

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Les études et analyses effectuées en collaboration avec l'Université de Canterbury en Nouvelle-Zélande révèlent que l'utilisation d'un système de murs précontraints est très efficace comme système de résistance aux forces sismiques, tout en étant simple et abordable. Pour une compagnie qui effectue des conceptions de structure en bois, comme Nordic Structures, il est intéressant d'approfondir les recherches sur ce type de système pour en optimiser davantage le comportement ainsi que les coûts. En permettant aux panneaux de bois massif en CLT de ne pas seulement basculer au sol, en détaillant des connexions rigides aux joints de constructions des étages supérieurs, mais aussi de basculer à ces joints de constructions, on obtient une

structure beaucoup plus flexible (voir figure 1 et 2 pour comparaison). Une structure moins rigide mènera à des forces sismiques moins élevées, donc il sera possible de réduire les sections des panneaux, l'aire des câbles précontraints, ainsi que la force de précontrainte dans ces câbles. Ces réductions permettront d'effectuer d'importantes économies de matériels. De plus, l'assemblage d'un joint de construction permettant au panneau supérieur de basculer est grandement plus simple qu'un assemblage rigide. L'assemblage rigide nécessite des milliers de clous et beaucoup de main-d'œuvre, tandis qu'un assemblage permettant l'ouverture requiert seulement l'utilisation d'une plaque d'acier et d'écrous, ce qui mène encore une fois à des coûts de constructions moins élevés.



État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017

MSC SIIRI 1.2 OPTIMISATION MÉCANIQUE DES STRUCTURES BOIS/BÉTON POUR LA CONSTRUCTION DE GRANDE HAUTEUR

Étudiant MSc: Serge LAMOTHE



Objectifs du projet

L'objectif général du projet est d'optimiser les structures Bois/Béton en minimisant l'épaisseur du plancher et en maximisant l'action composite entre les deux matériaux pour les critères d'efficacité mécanique (flèche, vibration et moment résistant) tout en considérant le confort des usagers avec l'ajout d'un isolant acoustique.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Tester divers connecteurs en cisaillement avec la présence d'un isolant acoustique entre la dalle de bois et la dalle de béton afin de prédire le comportement des connecteurs dans un plancher en flexion;
- Déterminer dans quelle situation le BFUP (Bétons Fibrés à Ultra-hautes Performances) est nécessaire ou avantageux par rapport au béton conventionnel;
- Développer une approche probabiliste pour les structures Bois/Béton;
- Proposer une méthode de conception simplifiée.

Partenaires du projet

Nordic
FPInnovations

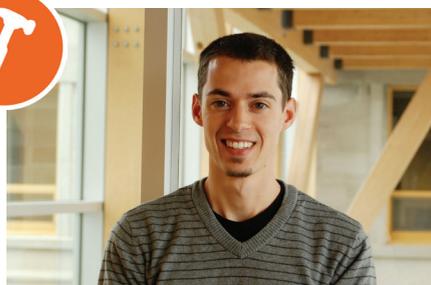
Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

À l'heure actuelle, les planchers de bois sont gouvernés principalement par leur utilisation en service ainsi que leur propension à vibrer. L'utilisation du CLT par exemple pour de longue portée est alors problématique. L'ajout d'une couche collaborante de béton permet d'augmenter grandement la rigidité du plancher sans augmenter l'épaisseur du plancher. L'augmentation du poids propre du plancher est minime par rapport au bénéfice d'un tel mécanisme. En effet, la masse de béton permet au plancher d'être moins susceptible aux vibrations. De plus, l'effet composite possible grâce aux connecteurs entre le bois et le béton permet le transfert des efforts entre les deux matériaux à même titre que les structures acier/béton. La dalle de béton se retrouve en compression et la dalle de bois en traction. L'utilisation du bon type de connecteurs permet la ductilité du plancher lorsque celui-ci est bien conçu. Ce type de structure innovante est moins susceptible aux vibrations qu'un plancher de bois et permet aux poutres composites ainsi qu'aux dalles composites des portées supérieures à 10m. Cette recherche comprend l'ajout d'un isolant acoustique dissimulé entre la dalle de bois et la couche de béton qui devrait permettre un excellent confort des usagers tout en étant imperceptible.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JANVIER 2017



PHD 15

CONTRÔLE SISMIQUE DE STRUCTURES EN BOIS MULTIÉTAGÉS À L'AIDE D'AMORTISSEURS ÉLASTOMÈRES ET DE CONTREVENTEMENTS EN CHEVRON

Doctorant : Jean-Philippe TREMBLAY-AUCLAIR

Objectifs du projet

L'objectif général du projet est d'étudier le contrôle sismique d'une structure en bois de 3 étages à échelle réduite de 1/3 utilisant des amortisseurs élastomères et des contreventements en chevron.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- Évaluer la performance du système selon les critères de réduction des efforts et de contrôle des déplacements
- Comparer l'utilisation de contreventements en bois versus des contreventements en acier;
- Développer une méthode de conception pour utiliser l'isolation sismique dans des structures en bois contreventés par des chevrons en bois ou en acier;
- Évaluer les limites d'utilisation de l'isolation sismique pour les structures en bois contreventés par des chevrons en bois ou en acier.

Partenaires du projet

Chantiers Chibougamau (Nordic Structures)

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Le contrôle sismique de structure est un concept qui est encore très peu utilisé en structure de bois au Canada et qui offre une solution intéressante pour conserver l'intégrité structurale et architecturale d'un bâtiment après un tremblement de terre majeur. Actuellement, les bâtiments sont conçus pour préserver la vie des gens en cas d'évènements sismiques majeurs, mais la structure est dans la majorité des cas trop endommagée pour être réparée et doit être démolie. Ce problème peut entraîner de lourdes pertes monétaires pour les villes et pays en vue de la reconstruction d'une partie, voire même l'entière de la ville. Dans la même optique, le contrôle sismique d'une structure

est une solution innovante à ce problème qui pourra être adoptée par les promoteurs, les constructeurs et les ingénieurs du futur. De plus, le contrôle sismique est inclus dans la nouvelle philosophie de conception parasismique à faibles dommages qui est en plein essor actuellement dans le monde de la recherche. Pour le partenaire Nordic Structures, cette recherche va leur permettre de se familiariser avec cette philosophie de conception et d'apporter des idées pratiques dans l'étude sur le contrôle sismique de structures en bois contreventés par des chevrons.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017



LOGISTIQUE



MSC RDC 8

LE JUSTE À TEMPS DANS LA CONSTRUCTION ÉCORESPONSABLE

Étudiante MSc: Flora BAMANA

Objectifs du projet

L'objectif général du projet est d'exploiter les divers résultats dégagés par la simulation de manière à concevoir un cadre d'implantation du juste à temps (JAT) dans la construction en bois.

Les objectifs spécifiques sont:

- De présenter la relation entre la préfabrication, les livraisons JAT, et le Lean dans la construction;
- De présenter un modèle de simulation de la construction réelle de l'édifice Synergia tel qu'on le connaît actuellement;
- De tester différents scénarios à l'aide du modèle de simulation et d'analyser l'impact de différents paramètres/modes d'organisation sur les coûts, la durée et la qualité du projet.

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

La simulation du bâtiment Synergia servira de base pour créer des modèles de différents scénarios d'implantation du juste à temps. Dans ces différents scénarios, des combinaisons de différents niveaux de préfabrication, de stocks tampons, et de Lean sur le chantier seront testées. Les résultats de ces différents modèles permettront à Nordic ainsi qu'aux autres compagnies du domaine de comprendre et de déterminer les mesures d'application du juste à temps dans un projet de construction en bois. Aussi, les compagnies seront capables de déterminer l'impact de ces mesures sur différentes sorties comme les coûts, la durée, et la qualité de la construction.

Partenaires du projet

Chantiers Chibougamau - Nordic Bois d'ingénierie

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017

MSC RDC 9
**CADRE DE DÉPLOIEMENT DE LA MÉTHODE
 CONCEPTION-CONSTRUCTION**
 Étudiant MSc: Titouan PLUSQUELLEC



Objectifs du projet

L'objectif général du projet est de déterminer le cadre d'application de la méthode de Conception-Construction et de réaliser un outil d'aide à la décision permettant d'évaluer la pertinence de la méthode vis-à-vis des caractéristiques du projet.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Déterminer les limites, les avantages ainsi que les impacts sur les parties prenantes de la méthode de Conception-Construction;
- Déterminer le cadre d'application de la méthode de Conception-Construction;
- Mettre au point un outils d'aide à la décision facilitant le choix de la méthode de gestion.

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Par le biais de la revue de littérature faisant l'objet du premier article, ce projet vise à faciliter la tâche des industriels cherchant à se renseigner sur les performances de la méthode de Conception-Construction dans le marché nord-américain. De plus cette étude a pour objectif de favoriser la diffusion de cette méthode dans l'industrie de la construction du Québec, notamment en explicitant les bonnes pratiques liées à son utilisation. Enfin l'utilisation de l'outil d'aide à la décision peut permettre aux industriels intéressés par les méthodes de gestion alternatives de revoir leurs habitudes de travail et de considérer l'utilisation de la méthode de Conception-Construction sous un œil nouveau.

Partenaires du projet

Pomerleau

État d'avancement du projet



PHD 13 MARCHÉS ET MODÈLES D'AFFAIRES: CONSTRUCTION DE GRANDE ENVERGURE EN BOIS

Doctorante: Annie GOSSELIN



Objectifs du projet

L'objectif général du projet est d'établir l'état des lieux en construction non-résidentielle en bois en termes de connaissances du marché et des entreprises dans le but proposer des modèles d'affaires adaptés et performants et d'ainsi permettre à des entreprises de se positionner comme leader dans le créneau.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Identifier les motivations et les barrières à l'adoption du bois comme matériau structural en construction non-résidentielle;
- Cartographier les modèles d'affaires des entreprises ayant participées à la construction de grands projets en bois dans le monde;
- Définir un modèle d'affaire type qui permettra à une grande firme de génie québécoise de gagner des parts de marché et de se positionner stratégiquement en construction non-résidentielle en bois.

Partenaires du projet

Norda Stelo

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

- Bénéficier d'une meilleure connaissance du marché de la construction non-résidentielle en bois notamment les motivations et les barrières à l'utilisation du bois comme matériau structural;
- Profiter de conseils liés au développement des affaires et à l'élaboration de modèles d'affaires adaptés au créneau de la construction non-résidentielle en bois permettant de développer un avantage concurrentiel;

Être mieux outillés pour gérer l'innovation par le modèle d'affaires et devenir leader dans le créneau.

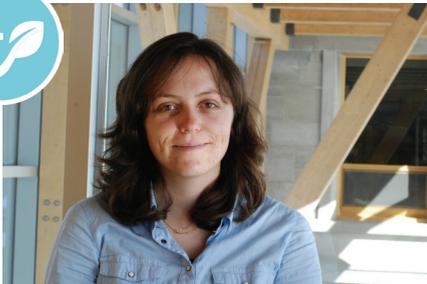
État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUN 2017



DURABILITÉ



PHD 6 PROTECTION DE NOUVELLE GÉNÉRATION CONTRE LES UV

Doctorante : Caroline QUEANT

Objectifs du projet

Le projet a comme objectif général de développer un système de finition durable et transparente pour la protection contre les UV du fini et du bois et ainsi, permettre le maintien des propriétés du produit dans le temps. Plus spécifiquement, le projet a pour objectifs spécifiques :

- Améliorer la durabilité d'un fini clair par une libération progressive de l'agent absorbant d'UV;
- Mettre au point un système de libération basée sur la réponse à un stimulus extérieur (lumière);
- Établir des comparaisons entre les deux approches et déterminer l'efficacité des systèmes.

L'idée du projet est d'encapsuler des absorbeurs d'UV organiques dans des microsphères de polymères. On a alors avoir une libération progressive de l'absorbant d'UV au sein du fini à travers les pores des microsphères. De plus l'encapsulation a aussi pour but de protéger les stabilisateurs d'UV jusqu'à leur sortie de la microsphère.

Dans un deuxième temps, on mettra en place un système de libération programmée. La libération de composés protecteurs se fera en fonction de la quantité d'UV présents. C'est-à-dire qu'on optimisera les microcapsules de sorte qu'elles puissent répondre à l'intensité lumineuse.

Partenaires du projet

Maibec, FPIinnovations, Laurentide

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

L'intérêt pour les partenaires est de proposer un produit durable et de procurer des avantages et rendre compétitive l'utilisation du bois en extérieur en construction. Le problème majeur du bois est sa dégradation dû aux conditions climatiques. Si le bois était mieux protégé tout en restant esthétique, il serait plus compétitif et deviendrait un matériau encore plus avantageux.

Avoir une finition claire performante pourrait permettre de développer et de favoriser le développement du bois en construction. On peut ainsi imaginer l'impact qu'un bois résistant à l'extérieur aurait sur les manufacturiers de l'industrie du bois et sur le secteur de la construction.

La demande du marché pour les finitions translucides est en augmentation. Cependant ce sont les plus fragiles au rayonnement du fait de leur transparence. Mais la transparence aux UV et à la lumière visible les rend plus fragiles que les revêtements opaques. Face à l'ensemble des techniques développées, il n'existe pas à l'heure actuelle, de système industrialisable capable de garantir plus de cinq années l'absence de modification de la couleur du bois. En pratique, la plupart des finitions claires ne sont plus efficaces après deux ans d'exposition. On peut imaginer que le développement de finitions claires performantes serait impactant pour l'industrie des peintures.

État d'avancement du projet

- Axe 1 (fin)
- Axe 2 (fin)
- Axe 3 (en cours)

Comparaison des efficacités des deux systèmes d'encapsulation

TÂCHES	%	AVANCEMENT
Exposition naturelle	50	<div style="width: 50%;"></div>
Colorimétrie, FTIR, esthétique	30	<div style="width: 30%;"></div>
Absorbance	100	<div style="width: 100%;"></div>
Confocal Raman	5	<div style="width: 5%;"></div>
Comportement mécanique	100	<div style="width: 100%;"></div>
Article 1	85	<div style="width: 85%;"></div>
Article 2	25	<div style="width: 25%;"></div>

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUN 2017

PHD 7 SYSTÈMES DE FINITION THERMOSENSIBLES POUR DES USAGES EXTÉRIEURS DANS LES BÂTIMENTS EN BOIS

Doctorante : Doan-Trang HOANG



Objectifs du projet

L'objectif général du projet est de développer un produit de finition opaque et durable ayant la capacité de réduire l'inflammabilité des revêtements extérieurs en bois

Les objectifs spécifiques du projet sont :

1^{er} objectif : Développer un système de protection des agents ignifuges contenus dans les produits de finition. Ce système permet :

- d'améliorer la résistance à l'eau des agents ignifuges;
- d'améliorer les propriétés d'inflammation des revêtements extérieurs en bois

2^{ème} objectif : Mettre au point un système thermosensible qui déclenche les retardateurs de flammes entre 160-200 °C

3^{ème} objectif : Étudier la performance et l'efficacité à long terme des systèmes développés

Partenaires du projet

Maibec, Société Laurentide

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Le produit de finition qui répond aux attentes du marché en matière de longévité et de performance permettra de favoriser l'utilisation du bois dans les applications extérieures. La sécurité incendie d'un bâtiment en bois est primordiale. Les produits de finition retardateurs de flammes permettent de répondre aux règlements imposés dans le Code canadien du bâtiment et aux exigences relatives à la sécurité des personnes. En offrant une protection abordable et une fonction spécifique (réaction à température souhaitée), le produit de finition thermosensible favorisera l'utilisation des produits forestiers non seulement dans les applications structurales mais également dans tous les domaines quotidiens. En effet, il est tout à fait possible de construire des bâtiments de très grandes hauteurs en bois en assurant une bonne protection du bois contre du feu et des attaques environnementales. Ce projet apporte des bénéfices directement à la société de revêtement de bois (Maibec), à l'industrie du bois ainsi qu'à l'industrie du produit de finition (Laurentide).

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUN 2017



PHD 8 **CARACTÉRISATION ET ANALYSE DES RISQUES INCENDIE DANS LES TOITURES VÉGÉTALISÉES**

Doctorante : Nataliia GERZHOVA

Objectifs du projet

L'objectif général du projet est d'approfondir les connaissances sur la sécurité incendie de toits végétalisés en se basant sur une approche de modélisation.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- Analyser la réglementation des toits verts au Québec dans le contexte de la sécurité incendie et des réglementations internationales.
- Comprendre le rôle des matériaux utilisés pour les toitures végétalisées en tant que charge combustible.
- Analyser la propagation du feu à travers un système typique de toit végétalisé.
- Proposer des données techniques et assemblages de matériaux adéquats pour l'obtention d'un système de toit vert sécuritaire.

Partenaires du projet

Conseil du Bâtiment Durable du Canada (CBDCA), Provencher_Roy, Pomerleau, FPInnovations

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

L'étude permettra de comprendre clairement les problèmes liés aux risques d'incendie et de propagation du feu et de la chaleur associés aux toits verts. La recherche fournira des solutions optimales pour le système de toiture végétalisée sécuritaire. L'adoption de ces solutions permettra de faciliter le processus d'installation de toitures végétalisées et accroître les options de conception. Cela contribuera à une utilisation plus répandue de ces systèmes dans l'industrie de la construction.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUN 2017



EFFICACITÉ



MSC RDC 10
**ÉTUDE DES TRANSFERTS
HYGROTHERMIQUES DANS LES SYSTÈMES
CONSTRUCTIFS EN BOIS**
Étudiant MSc: Jean BÉLANGER

Objectifs du projet

L'objectif général du projet est d'étudier les différents échanges hygrothermiques se produisant à l'intérieur d'une enveloppe de bâtiment en bois dans le contexte québécois.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Mettre en place un modèle numérique inverse, afin de trouver fidèlement les propriétés physiques de l'enveloppe;
- Étudier expérimentalement la variabilité des propriétés de l'enveloppe, selon la méthode de construction et les matériaux utilisés.

Partenaires du projet

En recherche de propositions

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

L'étude des propriétés hygrothermiques des enveloppes de bâtiment en bois permet de mieux comprendre l'évolution du taux d'humidité dans la structure du bâtiment. Il est ainsi possible de prévoir l'apparition et l'évolution de la moisissure dans celui-ci. Une meilleure compréhension de l'effet des différentes composantes d'une enveloppe peut aussi permettre une optimisation dans l'utilisation de ces matériaux. Ceci peut mener à une diminution des coûts lors de la construction et à une plus grande durée de vie utile du bâtiment. Ce projet peut apporter des bénéfices aux différentes compagnies œuvrant dans la production, la construction ou la conception d'enveloppes en bois.

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUIN 2017

PHD RDC 14 DÉVELOPPEMENT DE NOUVEAUX MATÉRIAUX DE HAUTE INERTIE THERMIQUE À BASE DE BOIS ET PCM

Doctorant: Damien MATHIS



Objectifs du projet

L'objectif de cette thèse est de développer des matériaux de haute inertie thermique à base de bois et de matériaux à changement de phase (PCM = phase changing materials). Ces nouveaux matériaux pourraient permettre d'accroître l'efficacité énergétique et le confort thermique dans les bâtiments en bois (ossature légère et construction poteau-poutre).

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Mettre en forme et caractériser des panneaux intérieurs en bois qui intègrent des matériaux à changement de phase;
- Évaluer le potentiel de ces matériaux en climat québécois. Pour ce faire: études expérimentales et simulation numérique;
- Imprégner des planchers en bois avec des matériaux à changement de phase et caractériser ces matériaux.

Partenaires du projet

FPInnovations

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Selon l'IEA (*International Energy Agency*), la conservation d'énergie thermique par stockage de la manière dont les PCMs le permettent est indispensable pour assurer une efficacité énergétique¹. Aujourd'hui, des panneaux constitués de PCMs et d'une matrice autre que le bois sont déjà en circulation et permettent un bénéfice énergétique. En considérant qu'un inconvénient des bâtiments en bois est sa faible masse thermique, l'étude prend tout son sens. Selon une étude de l'*US DEPARTMENT OF ENERGY*, une incorporation de matériaux à changement de phase dans les murs d'une maison pourrait être un investissement amorti en moins de 10 ans². Bien que cette étude prenne en compte le climat du sud des états unis, un amortissement de moins de 10 ans est prometteur.

La fusion et la solidification sont des transformations du premier ordre. Ainsi la température d'un composite qui intègre des PCM reste constante lors de la transition de phase. Concrètement, en été, la température d'une pièce qui embarque des PCMs sera plus basse, sous réserve d'une ventilation nocturne adéquate. De plus, la température radiative des murs en composites PCM sera plus basse et cela contribue au confort thermique.

Enfin, l'imprégnation en planchers pourrait être très prometteuse, notamment pour deux raisons: parce qu'il n'y aurait pas besoin de modifier le système constructif et parce que les planchers reçoivent plus d'ensoleillement que les murs. Un projet piloté par une équipe de recherche de l'Université de Twente aux Pays-bas a démontré qu'un plancher PCM pouvait améliorer le confort thermique des occupants de manière significative pour les pièces orientées Sud³.

1 http://www.iea-eces.org/files/annex_24_extension_work_plan_v6_20120917.pdf

2 Cost Analysis of Simple Phase Change Material-Enhanced Building Envelopes in Southern U.S. Climates. Jan Kosny, Nitin Shukla, and Ali Fallahi, 2013.

3 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X11000612>

État d'avancement du projet

Début du projet ••••• Mi-parcours ••••• Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017



PHD RDC 15 OPTIMISATION MULTI OBJECTIF DE BÂTIMENTS EN BOIS: VERS LE NET ZÉRO EN ÉNERGIE ET EN CARBONE SUR LA VIE DU BÂTIMENT

Doctorant: Richard GAGNON

Objectifs du projet

Développer une méthodologie d'optimisation de la performance énergétique de bâtiments en tenant compte simultanément d'un ensemble de variables et d'objectifs. La diminution de l'empreinte écologique du bâtiment et le confort thermique des occupants sont partie intégrante de l'optimisation.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- L'application d'une analyse de sensibilité des variables de design (architecture et HVAC) sur l'énergie et le confort d'un bâtiment type. Cette même analyse est appliquée en considérant les phases de conception typiques dans une approche traditionnelle;
- Le développement d'une méthodologie d'optimisation multi objectif qui intègre plusieurs types d'enveloppe, de systèmes de chauffage et ventilation et de systèmes de production d'énergies renouvelables. Cette méthodologie prend en compte l'impact environnemental des matériaux et de la consommation énergétique en plus de considérer les coûts d'opération et de construction.

Partenaires du projet

Provencher Roy, Coarchitecture, Norda Stello

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Cette méthodologie s'ajoute à l'éventail des récentes techniques innovantes en matière d'optimisation multi-objectifs. Elle vient bonifier et repousser les limites de ces dernières. Par exemple, les techniques proposées au cours de cette thèse permettront aux algorithmes d'optimisation de sélectionner divers sous-systèmes à l'intérieur d'un système global. Dans ce processus, les variables de design appartenant aux sous-systèmes seront optimisées simultanément. Cette « hiérarchie » d'optimisation pose actuellement certaines limites en termes de faisabilité et de temps de calcul. En adoptant une approche holistique, il devient possible de profiter des interactions potentielles entre les différentes variables de design.

L'automatisation du processus d'optimisation permet également de réduire le temps consacré à la réalisation de plusieurs simulations et évaluations de scénarios dans un processus de conception itératif. Cela ouvre également la porte à la création de designs innovants et plus performants selon les objectifs d'optimisation sélectionnés. En utilisant une approche multicritère, cela permet d'inclure le coût aux objectifs d'optimisation et de rester compétitif tout en offrant des solutions qui répondent aux objectifs du futur.

Voici un organigramme afin de comprendre cette hiérarchie entre le système global et les sous-systèmes.

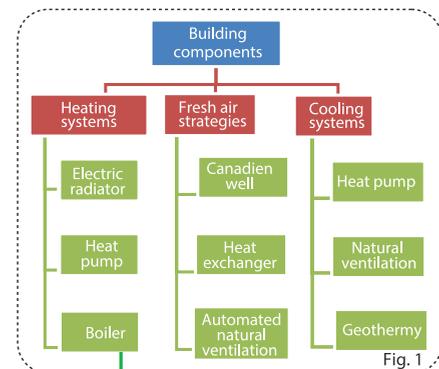


Fig. 1

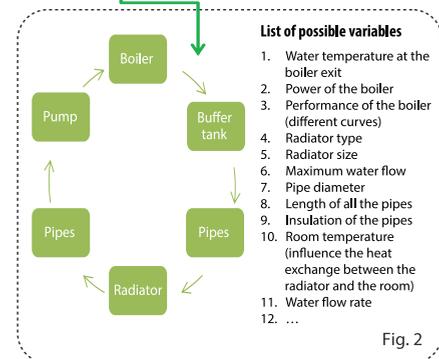


Fig. 2

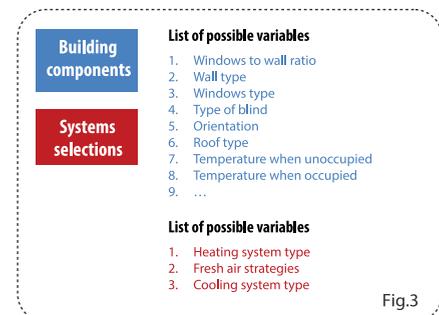


Fig.3

État d'avancement du projet

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DE
JUN 2017

PHD 16 ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE ET DU CONFORT DANS LES BÂTIMENTS EN BOIS

Doctorant: Jean ROULEAU



Objectifs du projet

Le projet de recherche a comme principal objectif de caractériser le confort thermique et la performance énergétique des bâtiments résidentiels en bois dans le but d'identifier des pistes de solution afin de réduire leur empreinte environnementale.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Comprendre l'impact que les occupants de bâtiment résidentiels ont sur leur consommation d'énergie;
- Évaluer le comportement hygrothermique des enveloppes de bâtiments en bois et voir le rôle qu'elles jouent sur le comportement énergétique des bâtiments;
- Proposer des hypothèses de simulation permettant d'améliorer les approches classiques;
- Comparer la performance énergétique réelle d'un bâtiment avec celui qui était prévu lors de la conception.

Partenaires du projet

Société d'Habitation du Québec

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Le projet permettra d'améliorer la documentation sur le comportement énergétique des bâtiments résidentiels en bois. Ainsi, des stratégies seront développées afin de faciliter la mise en place de bâtiments à faible consommation énergétique, ce qui améliore le profil environnemental du domaine du bâtiment. Ces stratégies toucheront autant les enveloppes du bâtiment, que ses systèmes mécaniques et le comportement de ses occupants. La documentation apportée par le projet apportera également de l'information inédite sur la performance des enveloppes basées sur des structures en bois lamellé-croisé, un produit encore méconnu au Québec. Cela favoriserait l'utilisation du bois en tant que matériau de construction.

État d'avancement du projet

L'étudiant a passé l'étape de la mi-parcours de son projet. La partie « suivi expérimental » du bâtiment instrumenté est complétée. En ce qui a trait au volet numérique, aucun résultat n'a été généré jusqu'à présent, mais toutes les fondations nécessaires aux simulations ont été instaurées. L'étudiant entame en ce moment la diffusion des résultats avec deux articles de conférence présentement soumis et un article de journal en cours de rédaction.

Début du projet Mi-parcours Fin du projet

EN DATE DU
18 MAI 2017



PHD RDC 17

BOTTOM-UP MODELING OF BUILDING STOCKS FOR ENERGY AND MATERIAL USAGE

PhD Student : Moslem SHARIFISHOURABI

Objectives of the project

The overall objective of the project is to develop a methodology in order to simulate energy consumption and material usage at the building stock level. In the long time, the tools developed in this project could be used to reduce energy consumption, material usage and CO2 emissions in specific building stocks.

Project Partner

To be decided later

Potential research partners

Such a framework could be used to develop a better understanding of how energy and material choices affect a group of buildings globally. This could help to reduce the energy consumption and environmental footprint of buildings at a larger level than just the building itself. This project is of interest, among others, to building stock owners (e.g., ULaval, SHQ, SQI, etc.) as well as to policy makers (e.g., BEIE).

État d'avancement du projet

Début du projet ••••• Mi-parcours ••••• Fin du projet

EN DATE DE
MAI 2017



PROJETS TERMINÉS





MSC 1

UTILISATION DU PAREMENT DE BOIS DANS LA CONSTRUCTION NON RÉSIDENTIELLE: CONSTATS « PAR » ET « POUR » LE DESIGN

Finissant MSc: Samuel GUY-PLOURDE

Objectifs du projet

Explorer le potentiel d'utilisation du parement de bois en construction non-résidentielle

Les objectifs spécifiques du projet sont:

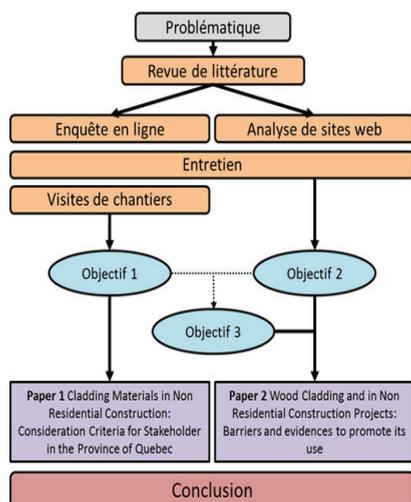
- 1 Confirmer les limitations techniques et normatives du lambris de bois;
- 2 Identifier les facteurs d'influence et les besoins des donneurs d'ordres en termes de matériaux de parement extérieurs pour la construction non-résidentielle;
- 3 Élaborer des recommandations pour promouvoir l'utilisation du bois comme matériau de revêtement extérieur.

- Valeur économique équivalente à celle du secteur résidentiel;
- Moins cyclique que le secteur résidentiel;
- Reprise de la construction multi logement;
- Augmente avec la densification des centres urbains.

Les conclusions de ce projet multidisciplinaire auront des effets concrets sur l'utilisation du matériau bois en revêtement extérieur. Les recommandations permettront aux dirigeants de Maibec de:

- Comprendre les enjeux relatifs à l'utilisation du bois en construction NR
- Concentrer les efforts de recherche et développement de produit sur des axes précis
- Aider Maibec dans ses décisions stratégiques par rapport au développement du marché NR

Méthode



Partenaires du projet

Maibec et FPIInnoavtions

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

En Amérique du Nord, le bois est principalement utilisé comme matériau de construction dans le secteur résidentiel tant niveau de la structure que des produits d'apparence. Le secteur de la construction non résidentielle (NR) qui comprend les constructions commerciales, industrielles, institutionnelles et multi logements représente une valeur économique non négligeable:

D'un point de vue industriel, l'ensemble des recommandations émises amène les manufacturiers de lambris en bois à reconsidérer la manière d'aborder le marché non résidentiel. La majorité des recommandations formulées demandent des ressources minimales et sont surtout axées sur la communication du produit. Les conclusions de ce projet s'inscrivent aussi comme étape préliminaire dans un processus de développement de produits.

Méthode	Acteurs	Résultats	Littérature	Article
Enquête en ligne	Entrepreneurs (n=41) Architecte (n=64)	Quantitatif	(Dillman et al., 2014)	1
Visites de chantiers (n=10)	Entrepreneurs Sous-traitants	Qualitatif Audio-visuel	(Pink et al., 2010)	1
Entretien semi-dirigé	Clients (n=3) Architectes (n=4) Entrepreneurs (n=3) Sous-traitant (n=3)	Qualitatif	(Blanchet et Gotman, 2007; Oppenheim, 2000)	1 et 2
Revue de littérature (n=14)	Client Architecte	Qualitatif		2
Analyse site internet	Manufacturier (n=8)	Qualitatif		2
Triangulation	Mixte	Mixte	(Mathison, 1988; Miles & Huberman, 1994)	2

Les recommandations sont des grandes orientations. Il convient de développer et de raffiner les orientations pour les opérationnaliser. Ultiment, elles aideront les manufacturiers à identifier les principaux enjeux inclus dans leur processus de développement de produits. Académiquement, les conclusions de ce projet multidisciplinaire ouvrent la porte à de nouvelles recherches. Les recherches peuvent être dirigées vers la validation des constats. Par exemple, l'analyse comparative de l'utilisation du bois par rapport à d'autres matériaux sur la base des coûts, du cycle de vie et de l'entretien sont des exemples d'intérêt.

Résultats

La revue de littérature du projet a d'une part justifié le potentiel économique du marché non résidentiel. D'autre part, elle a montré l'intérêt des concepteurs pour le bois notamment par le fait que de plus en plus de produits imitent l'apparence naturelle du grain du bois. Néanmoins, les produits de parements en bois sont ceux qui perdent le plus de parts de marché comparativement aux autres matériaux. Les parements de bois sont limités dans leur accession au marché non résidentiel par différents problèmes comme l'entretien et la réglementation.

Ainsi, l'objectif principal de la recherche était d'explorer le potentiel d'utilisation du lambris de bois en construction non résidentielle. Pour répondre à cet objectif, le projet s'est appuyé sur trois objectifs spécifiques. La complexité de la problématique et son interrelation avec le développement de produit amènent à utiliser une approche systémique issue de différents champs disciplinaires dont : les sciences de l'ingénieur, les sciences de la conception, les sciences sociales et les sciences de la gestion.

Le premier objectif visait à comprendre comment s'effectue la sélection d'un parement en construction non résidentielle. Les résultats de cet objectif se différencient des conclusions de la littérature pour les raisons suivantes : se concentrent sur la fonction parement extérieur; se limitent à la construction non résidentielle; incluent toutes les phases d'un projet de construction et considèrent l'ensemble du réseau de valeur (architectes, clients, entrepreneurs, sous-traitants). Les résultats montrent que les décisions sont principalement influencées par le type de bâtiment, le type de client, le contexte du projet, l'expérience personnelle, la

réputation du produit et le mode de réalisation du projet. Les besoins les plus importants pour les architectes sont en ordre d'importance, la performance du matériau, l'apparence et les garanties. La performance est un concept qu'il n'est pas possible de chiffrer.

Le second objectif visait à confirmer les limitations techniques et normatives des produits de lambris existant. La revue de littérature et l'entretien ont fourni des résultats qui ont par la suite été confirmés par les analyses de huit sites web de manufacturier de lambris québécois. Ainsi, le bois est freiné dans son accession au marché non résidentiel par quatre barrières principales. Les barrières peuvent être regroupées sous les thèmes de la performance des lambris et l'entretien récurrent qui en découle; les contraintes réglementaires; les problèmes d'apparence et enfin, certaines considérations techniques.

La juxtaposition des objectifs 1 et 2 a permis de comprendre que les produits de lambris tel qu'ils sont présents sur le marché ne répondent pas aux besoins des donneurs d'ordres en construction non résidentielle. Premièrement, les produits de bois peuvent être écartés rapidement à cause des paramètres de conception du bâtiment et le code de la sécurité contre les incendies. De plus, l'influence du type de client et la problématique de l'entretien ne favorisent pas l'utilisation du bois. Enfin, la synergie négative entre la performance et l'apparence nuit à l'utilisation du bois. Les critères de performance et d'apparence sont les plus importants aux yeux des architectes tout en étant, outre ceux reliés à la réglementation, les deux principales barrières reliées à l'utilisation du bois.

Le troisième objectif était de dégager des recommandations pour favoriser le bois. Les recommandations émises peuvent être regroupées en trois axes : informer, communiquer et développer. Les barrières à l'utilisation du bois étant complexes et multiples, les axes de recommandations répondent simultanément à différents problèmes. La première recommandation, la communication, ne vise pas à convaincre les architectes d'utiliser le bois, mais plutôt de faciliter leur travail. Les donneurs d'ordres s'attendent à recevoir plus d'informations. Un changement de paradigme doit se faire au niveau du marketing. Dans une logique résidentielle, le manufacturier fournit

davantage des produits de commodité où l'accent est principalement sur la qualité du produit et l'utilisation du produit est relativement connue. À l'inverse, dans une logique non résidentielle, la collaboration doit être utilisée comme outil marketing. Les concepteurs doivent être en mesure de comprendre que le produit peut s'adapter non seulement aux différents types des clients, mais également aux différents bâtiments. Le manufacturier doit être en interaction avec les acteurs pour fournir la plus grande valeur en fonction de chaque projet.

Les recommandations entourant la communication peuvent être regroupées autour de l'éducation et de l'information. La communication ne doit pas être simplement envers les architectes, mais envers tout le réseau de valeur. Du point de vue de l'éducation, les manufacturiers doivent identifier les typologies avantageuses, inspirer les concepteurs et démontrer comment diminuer la variabilité à l'étape d'installation. Au niveau de l'information, une attention particulière devrait être portée au fait de fournir de l'information adaptée aux professionnels sur des sujets tels : la stabilité, la durabilité, la caractéristique des espèces, l'entretien, la provenance des bois, la performance au feu et les délais de livraison. Ultiment, l'information doit être accessible, comparable et approuvée.

Pour capter une plus grande part du marché non résidentielle, le deuxième axe de recommandation suggère d'offrir des produits adaptés à ce segment. Dans le but de créer des matérialités uniques, l'adaptation peut premièrement être au niveau de l'offre et du potentiel de personnalisation de l'apparence. Elle peut aussi être plus technique et proposer : un système qui permet de rapidement couvrir de plus grandes surfaces, des guides d'installation uniformes, des détails de construction adaptés aux constructions non résidentielles et une modulation des garanties.

Enfin, le troisième axe de recommandations est le développement. Spécifiquement, cet axe propose d'améliorer les systèmes de finition translucide et le développement de produits retardateur de flamme. Les produits retardateurs de flamme doivent satisfaire les normes ASTM D2898 et CAN/ULC-S134, être inclus dans la gamme de produits et être vérifiés par un tiers parti.



MSC 5 **OPTIMISATION DES PARAMÈTRES DE POLYMÉRISATION IN SITU D'UN SYSTÈME GLYCÉROL/ACIDE CITRIQUE ET BOIS**

Finissant MSc: Marc-André BÉRUBÉ

Objectifs du projet

Dans le contexte actuel, les produits de lambris utilisés pour le revêtement extérieur font face à une dégradation irréversible occasionnée par les conditions atmosphériques (photo-dégradation, pourriture, oxydation avec l'air) qui se traduit par une perte de stabilité dimensionnelle. Afin d'empêcher cette dégradation, une étude a démontré qu'il est possible de réduire considérablement ce phénomène en augmentant la stabilité dimensionnelle par la polymérisation in situ dans le bois d'acide citrique et de glycérol. L'optimisation de ce procédé est essentielle pour son utilisation en industrie afin d'en réduire le temps requis et la demande énergétique.

L'objectif central de ce projet porte sur l'optimisation des paramètres de polymérisation in situ d'un système glycérol/acide citrique et bois. Lors de ce travail de mémoire, certains aspects seront abordés plus spécifiquement, à savoir:

- Mise au point des paramètres permettant la réduction d'énergie et de temps pour la réaction.

Partenaires du projet

Maibec et FPIInnovations

Méthode

Afin d'obtenir un procédé capable de transformer le bois en matériau inerte aux phénomènes naturels, ce projet sera divisé en deux parties. Le premier segment sera axé sur l'optimisation de la formation de polymère in situ dans le bois à base de glycérol et d'acide citrique. L'accent de l'analyse sera mis sur la caractérisation du polymère obtenu à la suite de l'utilisation de différents catalyseurs, de la variation du temps et de la température et par l'influence du type d'imprégnation (à cœur ou en surface).

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

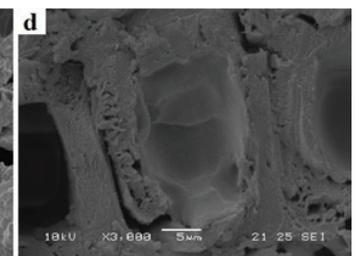
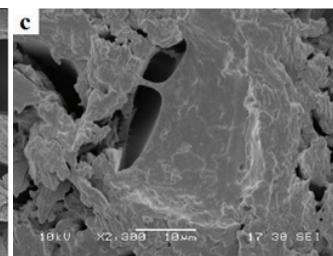
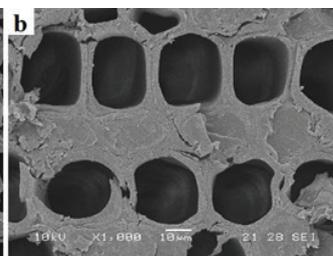
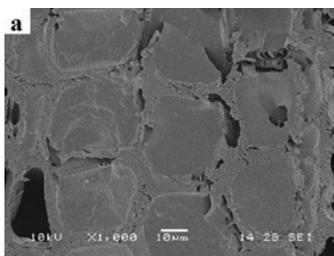
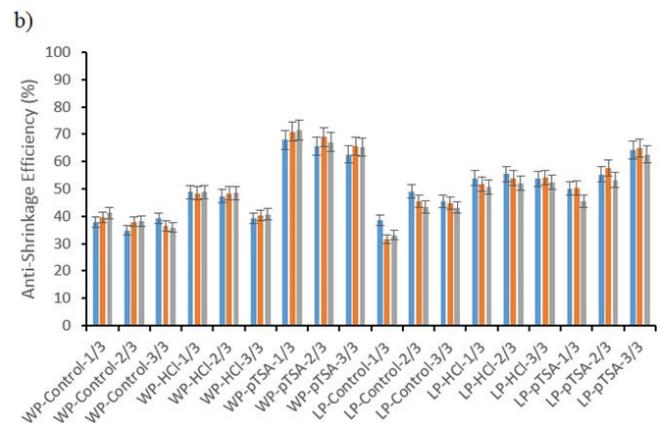
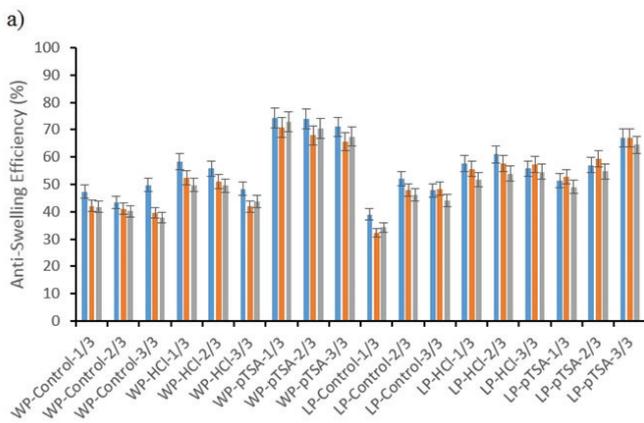
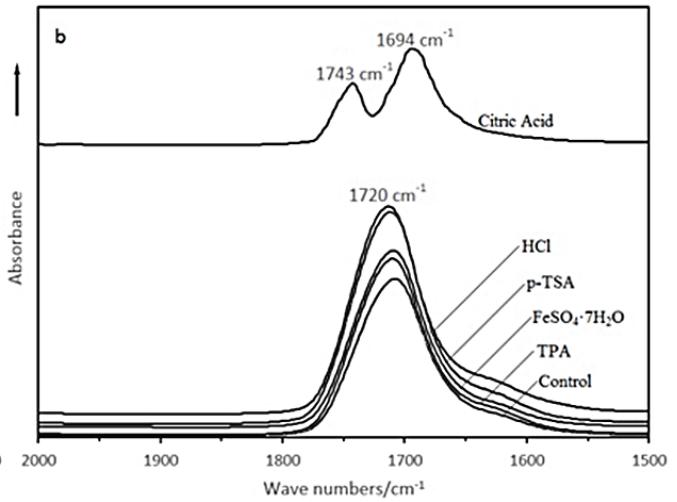
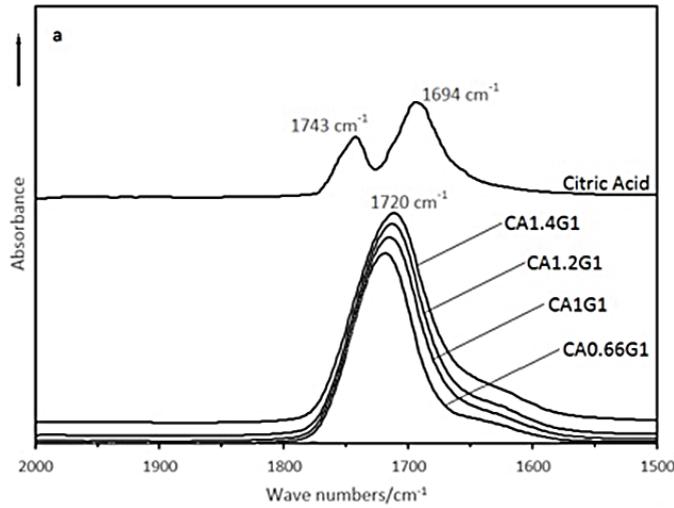
Suite aux travaux effectués, ce nouveau procédé une fois optimisé permettra la modification de lambris comportant des avantages notoires sur sa durabilité, son coût et sa compatibilité avec l'environnement. Tous ces avantages additionnés permettront le développement du marché du lambris pour le partenaire industriel Maibec.

Résultats

Les résultats du projet ont été publiés dans le « Journal of Polymer and the Environment » avec comme titre « Determination of in situ esterification parameters of citric acid-glycerol based polymers for wood impregnation ». Il est démontré l'efficacité de la réaction d'estérification en utilisant divers catalyseurs. De plus, la concentration d'acide citrique utilisée à la réaction influence la quantité des molécules estérifiées résultantes.

Des essais de stabilité dimensionnelle ont été effectués sur les échantillons de bois imprégnés. Le traitement de bois à l'acide citrique et au glycérol a permis d'augmenter la stabilité des échantillons de l'ordre de 68 % pour le pin blanc et de 58 % pour le pin tordu.

L'analyse au microscope électronique à balayage a permis de déceler des caractéristiques intéressantes du polymère formé à l'intérieur des parois cellulaires. Il est possible d'observer sur les images suivantes des cellulaires de bois contenant le polymère comblant toute l'espace disponible. Il est aussi observable la fragilité de ce polymère, causée par sa rigidité, qui le rend cassant.





MSC 17

BOIS ET CONFORT ENVIRONNEMENTAL : L'IMPORTANCE DE LA MATÉRIALITÉ DANS L'ÉVALUATION POST-OCCUPATIONNELLE

Finissante MSc : Mélanie WATCHMAN

Objectifs du projet

L'objectif général du projet est de déterminer s'il existe une relation entre la présence de bois dans un espace et le confort rapporté par les occupants.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- Comparer de manière objective l'environnement thermique, visuel, acoustique et olfactif dans deux espaces, dont un possède un revêtement intérieur en bois;
- Mesurer la satisfaction des occupants envers l'environnement thermique, visuel, acoustique et olfactif dans deux espaces; et
- Accroître les connaissances sur la perception architecturale d'espaces ayant une finition intérieure en bois.

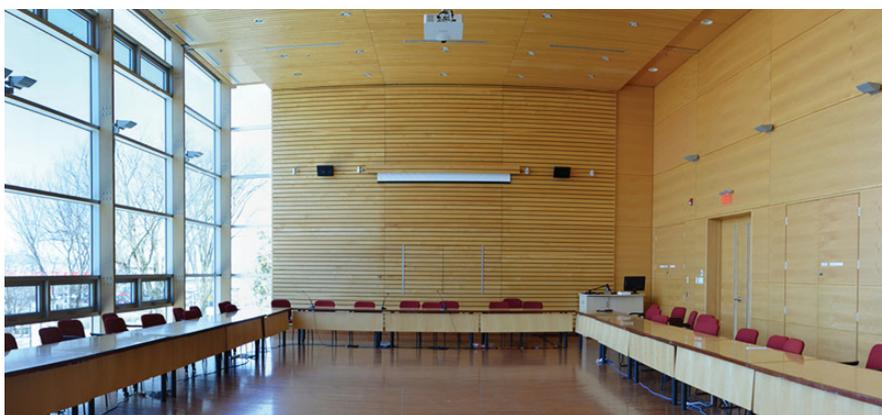
Partenaires du projet

Coarchitecture

Méthode

La recherche tente de comprendre l'influence des finitions intérieures en bois sur le confort des occupants par une étude comparative s'insérant dans un cadre d'évaluation post-occupationnelle. Un questionnaire permet de comparer la perception des occupants d'une pièce avec une finition

intérieure en bois et d'une pièce sans bois. Des mesures de conditions intérieures (température, éclairage, niveau de bruit, etc.) permettent de mettre en relation les données objectives mesurées et la satisfaction qualitative des répondants pour déterminer s'il existe une relation entre la présence de bois dans une pièce et le confort rapporté par les occupants.



Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

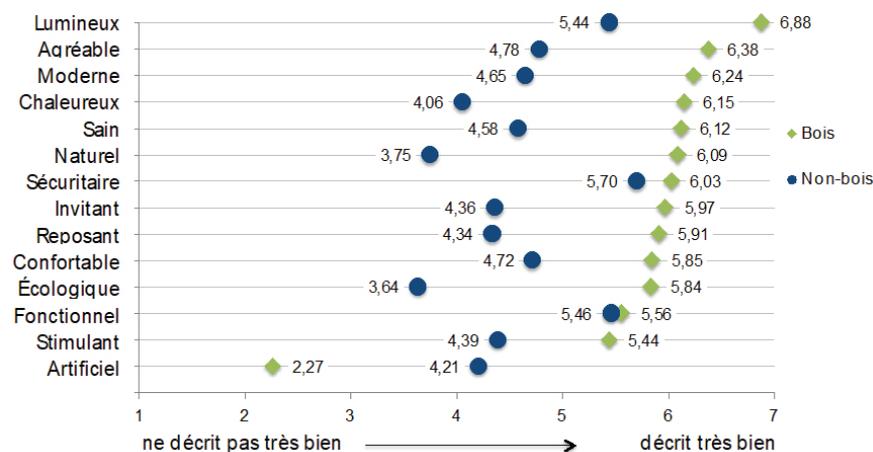
L'analyse du confort dans un bâtiment en bois permettra de mettre en valeur les avantages du bois sur la satisfaction environnementale des occupants, plus particulièrement en climat nordique. Ce projet bénéficiera aux architectes en permettant de mieux comprendre l'effet des finitions intérieures en bois, en comparaison à des matériaux plus synthétiques, sur la qualité de l'environnement intérieur. La recherche profitera également à l'industrie du bois puisqu'elle étudiera la façon dont les finitions intérieures en bois sont perçues par les occupants.

Résultats

Les analyses quantitatives et qualitatives révèlent que les deux salles partagent des valeurs de confort thermique, acoustique et olfactif, mais présentent des caractéristiques visuelles contrastantes. Les couleurs, nœuds et grains du bois contribuent à une expérience visuelle chaleureuse et jaunâtre dans la salle bois tandis qu'un mélange de finis artificiels génère une ambiance plus froide et bleuâtre dans l'autre salle. Les résultats du questionnaire indiquent que les occupants étaient généralement plus satisfaits de l'éclairage, du bruit et des températures dans la salle bois malgré des conditions environnementales

objectivement similaires. Les conclusions suggèrent que les architectes devraient considérer l'utilisation intérieure du bois pour ces ambiances visuelles uniques qui améliorent les niveaux de confort.

Évaluation par les occupants d'adjectifs décrivant les salles





MSC RDC 1 DE LA CONCEPTION À LA PRÉFABRICATION 3D D'UNE STRUCTURE À GÉOMÉTRIE COMPLEXE EN CLT

Finissant MSc: Zoé TOLSZCZUK-LECLERC

Objectifs du projet

Étendre les possibilités constructives du CLT en proposant un projet innovant adapté aux moyens techniques dont nous disposons.

Proposer une solution originale en CLT, à la place de l'acier ou du béton, pour des projets jugés trop complexes et/ou coûteux pour le matériau bois.

Démontrer les avantages d'une approche intégrée dans un contexte de conception d'un projet d'architecture en CLT pour favoriser :

- La qualité de l'espace architectural
- La conception efficace de la structure
- La production par fabrication numérique 3D

Partenaires du projet

Provencher_Roy
Chantier Chibougamau

Méthode

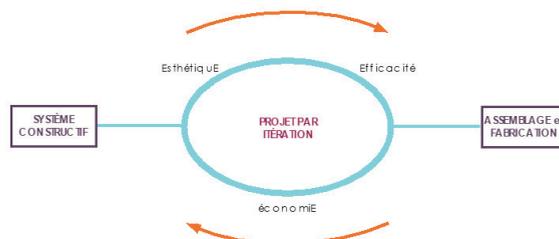
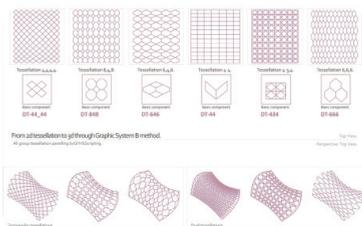
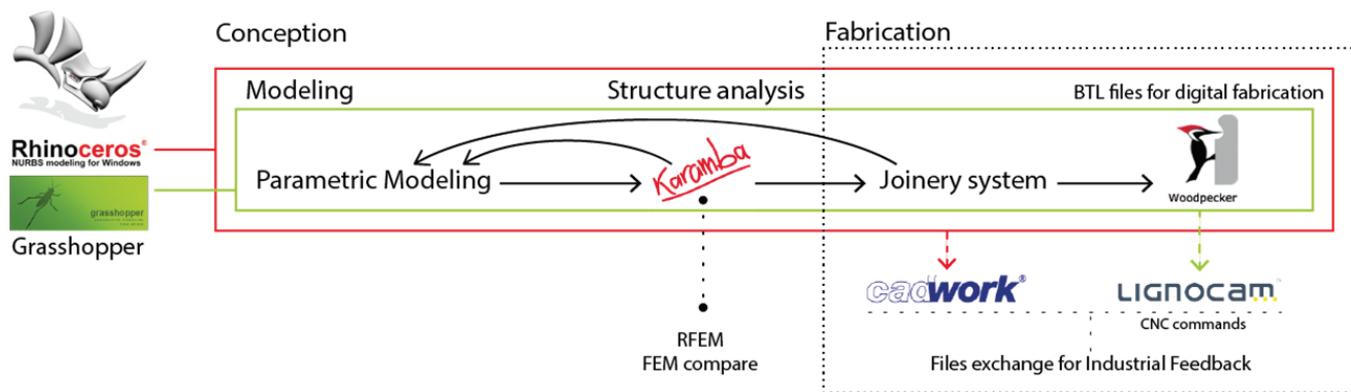
Recherche- Création et Conception intégrée

L'approche intégrée part du principe qu'en incorporant la complexité au développement du projet d'architecture et en planifiant, dès les premières phases du projet, les aspects qui seront problématiques ou qu'il faudra optimiser, il devient possible de surmonter les défis d'un projet non standard, entre autres sur le plan financier.

Comme l'architecte reste fondamentalement maître du design initial, il nous a semblé naturel de nous questionner plus spécifiquement sur la

polyvalence de ses outils de conception et les moyens d'y intégrer les autres compétences. L'objectif est d'optimiser et de simplifier le processus de design architectural par l'utilisation d'un seul outil permettant, entre autres, l'intégration de notions de structure et de fabrication. La solution réside dans l'utilisation du logiciel de modélisation 3D Rhinoceros et de son plug in de conception paramétrique Grasshopper dans un processus rétroactif d'itération.

Mais pour évaluer et réellement tester ce format de travail et de conception, un projet réel est essentiel. La recherche-création est le moyen idéal pour faire le pont entre le principe théorique et la pratique de l'approche. Un système constructif et un assemblage ont ainsi été sélectionnés pour être appliqués dans le projet de la toiture-terrasse de la Jetée Alexandra en collaboration avec Provencher_Roy.



Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

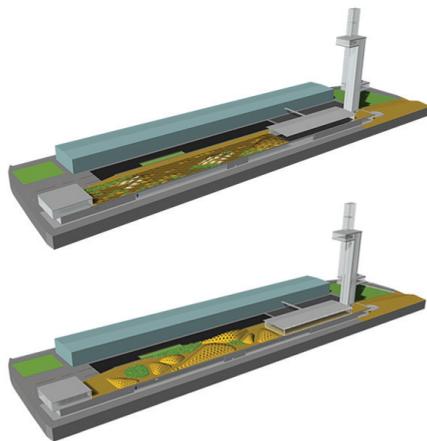
Des structures innovantes en CLT.

Deux concepts architecturaux ont été développés durant cette recherche donnant un aperçu concret de ce qu'on l'on peut produire comme architecture en CLT au Québec.

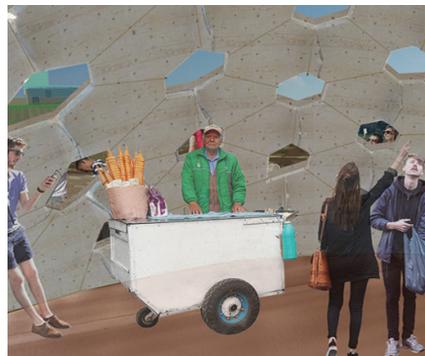
Une nouvelle approche de conception.

La méthode de conception et de collaboration promeut la construction économique du CLT en format standard et non standard. En effet, l'on peut par exemple s'imaginer une application de la méthode dans un projet simple de modulations personnalisées.

Résultats



Les premiers résultats prennent la forme des deux propositions de systèmes constructifs développés pour la toiture-terrasse de la Jetée Alexandra. Ces propositions mettent en valeur les résultats architecturaux que peut générer une approche intégrée dans un projet non standard en CLT.

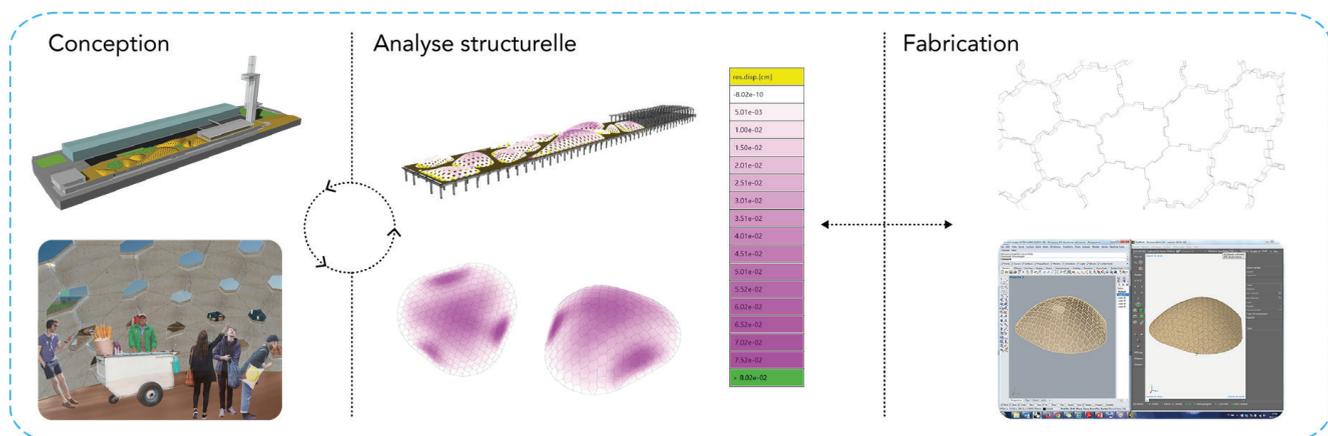


Dans un deuxième temps, il est possible d'observer l'avantage de l'intégration rapide des analyses de structures à la phase d'esquisse du projet où une première optimisation du modèle est possible. L'exercice d'itération et d'optimisation appliqué à un dôme de l'une de nos propositions nous a permis de définir les faiblesses du modèle (M1) pour générer un modèle (M2) ayant un comportement structurel semblable au modèle de base (M0), mais possédant un nombre moindre de panneaux ce qui réduira le temps de temps de fabrication et de mise en œuvre.

	Karamba	Max deformation
M0 Reference model		2.1 mm
M1		7.4 mm
M2		1.9 mm

Finalement, en appliquant un processus de conception intégrée dans un projet réel a permis de surmonter certaines barrières existant entre les champs d'expertise et de trouver un moyen de lier le travail des différents intervenants d'un projet non standard en CLT.

Processus de conception numérique de la structure en CLT Rhino 3D + Grasshopper





MSC RDC 03 MODÉLISATION DE L'INFLUENCE DE LA SÉLECTION DES MATÉRIAUX SUR LE PROFIL ENVIRONNEMENTAL DU CYCLE DE VIE D'UN BÂTIMENT À BUREAUX: ÉVALUATION CRITIQUE DE LEED V4

Finissant MSc: Yannick LESSARD

Objectifs du projet

Basé sur une étude d'un bâtiment à bureaux situé au Québec (Canada), l'objectif de ce projet de recherche est de comparer les effets des matériaux sur les impacts environnementaux du cycle de vie d'un bâtiment en fonction de la considération de ces matériaux dans LEED v4.

Les objectifs spécifiques du projet sont:

- Identifier les points chauds des impacts environnementaux du cycle de vie d'un bâtiment à bureaux réel situé au Québec par une analyse du cycle de vie (ACV).
- Évaluer l'effet de la sélection de divers matériaux sur les impacts environnementaux du cycle de vie du bâtiment à l'étude.
- Déterminer la relation entre l'effet des matériaux sur les impacts environnementaux du cycle de vie du bâtiment à l'étude et la proportion du pointage accordé aux matériaux dans LEED v4.

Partenaires du projet

Provencher Roy

Méthode

- Phase 1: Réaliser l'ACV attributionnelle d'un bâtiment à bureaux situé au Québec (scénario de base) à l'aide du logiciel SimaPro 8.2, la base de données ecoinvent 3.1 et la méthode d'EICV IMPACT 2002+.
- Phase 2: Réaliser l'ACV, en utilisant la même méthodologie que celle pour le scénario de base, de scénarios alternatifs et comparer leurs impacts environnementaux respectifs avec ceux du scénario de base. Les scénarios alternatifs sont obtenus en modifiant certaines configurations de matériaux du scénario de base.
- Phase 3: Comparer la contribution des matériaux aux impacts environnementaux du cycle de vie du bâtiment avec la proportion du pointage accordé aux matériaux dans LEED v4.

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

- Permettre une meilleure compréhension des présentes limites de LEED v4 du point de vue d'une étude de cas dont l'énergie consommée occasionne de faibles impacts environnementaux
- Démontrer l'importance de la sélection des matériaux sur les impacts environnementaux du cycle de vie des bâtiments consommant de l'énergie ayant de faibles impacts environnementaux
- Identifier les principaux points chauds des impacts environnementaux du cycle de vie des bâtiments du même type que celui du bâtiment étudié

Scénarios	Scénario de base (S0) Configurations initiaux des matériaux	Modification de la configuration des matériaux
S1	Type de murs extérieurs (Enveloppe)*:	Recouvrement en aluminium (100%)
S2	• Recouvrement en aluminium (40%)	Recouvrement en fibrociment (panneau) (100%)
S3	• Recouvrement en fibrociment (panneau) (9%)	Recouvrement en fibrociment (clin) (100%)
S4	• Recouvrement en fibrociment (clin) (28%)	Murs-rideaux (100%)
S5	• Murs-rideaux (23%)	Structure en bois
S6	Type de structure:	Structure en acier avec dalle en béton armé
	• Béton armé	

*Le pourcentage réfère au total de la surface des murs extérieurs du bâtiment.

- Fournir un ordre de grandeur de la variation des impacts environnementaux pouvant être obtenue par la modification de certaines configurations de matériaux en fonction du cas à l'étude
- Démontrer l'importance de l'intégration de l'ACV dans la conception et la construction des bâtiments, au même titre que les certifications
- Orienter les efforts qui doivent être entrepris pour améliorer et pour optimiser les impacts environnementaux des bâtiments ayant une consommation énergétique à faibles impacts environnementaux

Résultats

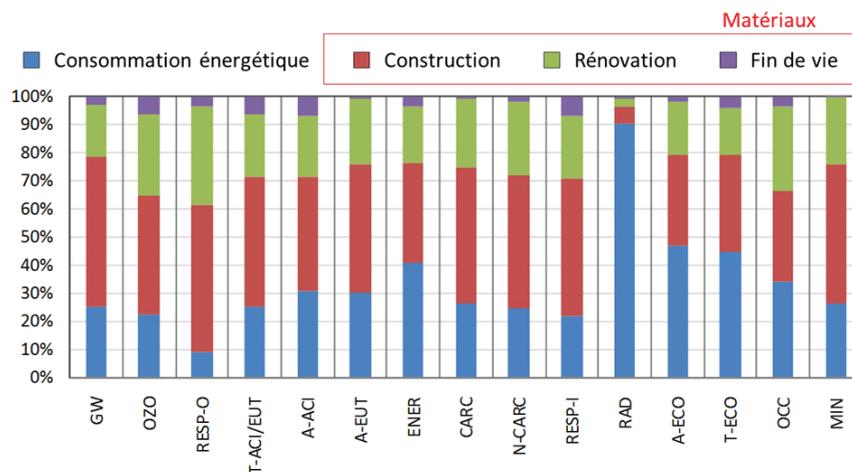
- Les matériaux contribuent de façon importante aux impacts environnementaux du bâtiment (> 50 %).

- La sélection de différentes configurations de matériaux alternatives peut faire varier considérablement les impacts environnementaux du bâtiment (de 0 % à plus de 50 %).
- LEED v4 ne semble pas bien capturer les effets des matériaux sur les impacts environnementaux du cycle de vie des bâtiments par son système de pointage. Par la comparaison du pointage accordé aux matériaux (13 points) et à la consommation

énergétique (33 points), il est possible de constater que les matériaux sont sous-représentés dans LEED v4, soit à 28 % du total de ce pointage, comparativement à l'importance des matériaux sur les impacts environnementaux du cycle de vie du bâtiment étudié, soit à plus de 50 %.

Scénarios	Contributions		Variations	
	Impacts env.*	LEED v4	Impacts env.	
			Consom. éner. exclue	Consom. éner. incluse
S0	53 à 91%	28% (i.e. 13 pts / 46 pts)	n/a	n/a
S1	54 à 91%		1 à 11%	0 à 8%
S2	52 à 91%		-4 à 1%	-3 à 1%
S3	53 à 91%		-1 à 5%	-1 à 3%
S4	53 à 90%		-15 à 2%	-11 à 1%
S5	53 à 94%		-38 à 605%	-29 à 406%
S6	58 à 91%		-18 à 62%	-14 à 46%

*Excluant la catégorie Radiation ionisante, où la contribution des matériaux varie entre 8 % et 10 %



Légende des catégories d'impact: Changement climatique (GW), Destruction de la couche d'ozone (OZO), Formation de photo-oxydants (RESP-O), Acidification et eutrophisation terrestre (T-ACI/EUT), Acidification aquatique (A-ACI), Eutrophisation aquatique (A-EUT), Énergie non renouvelable (ENER), Cancérogène (CARC), Non-cancérogène (N-CARC), Effets respiratoires (RESP-I), Radiation ionisante (RAD), Écotoxicité aquatique (A-ECO), Écotoxicité terrestre (T-ECO), Occupation du territoire (OCC) et Extraction de minerais (MIN)



MSC RDC 7

DÉVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU CONNECTEUR POUR GARANTIR LA DUCTILITÉ DES STRUCTURES COMPOSITES EN BOIS-BÉTON

Finissant MSc: Samuel Cuerrier Auclair

Objectifs du projet

Développer un modèle afin de prédire la ductilité d'une structure composite ainsi que de développer un nouveau connecteur qui permettrait d'optimiser la ductilité de la structure.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- Développer un modèle pour calculer la déformation lors de perte d'action composite;
- Développer un modèle pour optimiser les performances de la structure telles que la flèche, la vibration, la résistance et le poids;
- Développer un nouveau type de connecteur;
- Effectuer des tests en laboratoire afin de valider les résultats obtenus par simulation informatique.

Partenaires du projet

Nordic Structures
FPInnovations

Méthode

Afin de mener à terme ce projet, les étapes principales ont été d'effectuer une revue bibliographique sur les connecteurs bois/béton et de les tester par simulation afin de savoir lesquels sont les plus prometteurs pour développer une rupture ductile de la poutre. Suite aux simulations, un nouveau connecteur a été développé dans le but d'optimiser la ductilité liée à la rupture de la poutre composite bois/béton. Ce connecteur a ensuite été testé en laboratoire afin de valider le modèle développé. La ductilité de la poutre composite bois/béton a été évaluée grâce à un autre modèle numérique unidimensionnel qui permettait de prédire le comportement non linéaire de la structure.

Quel est l'intérêt pour les partenaires et pour l'industrie

Une demande de brevet a été déposée suite au développement du connecteur original permettant la rupture ductile d'une poutre composite bois/béton. Le dépôt de ce brevet crée un potentiel économique pour ce projet dû à la possible mise en marché de l'invention. De plus, les modèles développés permettent à FPInnovations de développer un guide technique pour un dimensionnement multicritère des planchers composites bois/béton.

Résultats

Un modèle à trois niveaux a été développé permettant de prédire le comportement non linéaire d'une poutre composite en partant des lois de matériaux du connecteur de cisaillement jusqu'au comportement de rupture de la poutre composite. Ce modèle a été validé par des essais en laboratoire effectué dans le cadre de cette maîtrise et par ceux disponibles en littérature. Grâce à ces modèles, il a pu être conclu qu'il est possible d'atteindre une rupture ductile d'une poutre composite bois-béton par perte d'action composite due à une rupture ductile du connecteur de cisaillement. Il a également été conclu qu'il est fastidieux d'assurer cette rupture ductile dans la poutre composite tout en ayant une bonne connexion entre le bois et le béton. Pour cette raison, un connecteur a été développé, où ce connecteur peut être dimensionné selon les besoins de la structure afin d'assurer une rupture ductile de la poutre composite tout en ayant une bonne action composite. Les résultats obtenus sur ce connecteur sont très prometteurs et un second projet de maîtrise, dans le cadre du CIRCERB, pour optimiser le connecteur a été mis sur pied.





Chaire industrielle de recherche sur la construction écoresponsable en bois (CIRCERB)

Pavillon Gene-H.-Kruger
Université Laval
2425, rue de la Terrasse
Québec (Québec) G1V 0A6

418 656-7177
circerb@sbf.ulaval.ca

CIRCERB.CHAIRE.ULaval.ca