

SIÈGE SOCIAL ED BRUNET

Préparé par
Oska Construction et Douglas Consultants

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Programme
de vitrine technologique pour les bâtiments et les
solutions innovantes en bois

Le 18 mai 2021



Kevin Below, ing., P.Eng., Ph.D.

Président

Oska Construction inc.

Douglas Consultants inc.



Sébastien Brunet

Gestionnaire de projets

Ed. Brunet et associés Canada inc

Avis de non responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le promoteur du projet. Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs ainsi que le Fonds vert ne sont donc pas responsables du contenu de ce document.

Table des matières

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude	1
2. Introduction.....	2
2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	2
2.2 Description du projet de construction.....	2
2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante.....	2
2.2.2 Échéancier global et durée.....	2
2.2.3 Budget global	2
2.2.4 Partenaires.....	2
2.2.5 Défis et risques généraux.....	3
3. Détails de l'étude	3
3.1 Introduction et hypothèses de départ.....	3
3.2 Objectifs.....	3
3.3 Méthodologie	3
3.4 Résultats et analyse	4
3.5 Conclusions	4
3.6 Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie	4
3.7 Recommandations.....	4
4. Bibliographie.....	5
5. Annexes	6

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude

L'objectif premier du projet était de fournir à Ed Brunet un bâtiment afin d'abriter son siège social. Ce bâtiment se voulait à l'image de l'entreprise, son passé et son tournant résolu vers une construction « verte ». Pour ce faire, il a été décidé de procéder avec l'utilisation de bois massif d'ingénierie et le plus possible avec des produits et techniques innovantes.

Dans cet objectif, l'entreprise, en collaboration avec Kevin Below, ingénieur réputé spécialisé dans les solutions innovantes en bois massif, a choisi une structure composée de colonnes en Glulam, de poutres en GluBeam™, matériau innovant, et de platelages de NLT avec profil en forme de peigne.

Le GluBeam™ est une variante de bois lamellé collé (BLC) conçue spécifiquement pour une utilisation avec des lamelles assemblées en position verticale, plutôt que couchées à l'horizontale. En Europe, cette variante est nommée « Bois Massif Reconstitué » (BMR), ou « Glued Solid Timber ». Elle est régie en Europe par la norme EN14080, la même que pour le Bois Lamellé Collé (BLC), et elle y est utilisée massivement, principalement comme poutres de structure et d'apparence pour des courtes et moyennes portées.

Au Canada, la norme CSA O86 pour les conceptions en bois ne traite pas d'éléments spécifiquement conçus pour être utilisés avec des lamelles en position verticale. Dans le cas des poutres composées ("Built-up beams"), les lamelles, à la verticale, sont attachées entre elles par boulons ou clous, et n'ont aucune résistance au feu inhérente reconnue. On doit donc obligatoirement les encapsuler si une résistance au feu est requise.

Puisque le GluBeam™ a une composition similaire au BLC, (le même bois, la même colle, bien que dans une autre orientation), il semble, à prime abord, évident que la résistance au feu devrait être semblable, et qu'une démonstration de cette résistance permettrait son utilisation comme élément structural apparent, au même titre que le BLC.

Avec cet objectif, Oska Construction a fabriqué un prototype de poutre GluBeam™, en utilisant une colle résistante au feu conforme à la norme CSA et l'a fait tester dans le laboratoire feu du CNRC à Ottawa. Pour la fabrication, Oska a installé une ligne de production artisanale dans ses locaux de Montréal où ont été fabriqués les éléments de NLT et de GluBeam™ à l'hiver 2019-2020, et les éléments ont été livrés en chantier à Gatineau et l'érection complétée au printemps 2020.

Nous avons dans le cadre de ce projet, démontré l'efficacité de ce produit, son utilisation comme matériau de structure et d'apparence, maîtrisé les complexités de fabrication, et justifié un coût économique et compétitif pour un bâtiment en bois massif d'ingénierie.

2. Introduction

2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Siège social Ed Brunet

4, rue Dumas, Gatineau

2.2 Description du projet de construction

2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante

Structure de bois massif d'ingénierie de trois étages sur un podium en béton de deux étages. Structure en Glulam pour les colonnes, GluBeam™ pour les poutres et NLT pour les planchers.

Le GluBeam™ est un assemblage composé de lamelles de bois à la verticale dérivé des poutres composites qui sont normées dans le Code National du Bâtiment et le Code de Construction du Québec.

Ces poutres doivent être, selon les codes, encapsulées si une résistance au feu est requise. En faisant l'assemblage avec une colle PUR résistante à la chaleur et conforme aux normes CSA, après validation par des tests au CNRC, nous avons démontré la performance comme matériau de structure et d'apparence.

2.2.2 Échéancier global et durée

Les plans et devis du bâtiment ont été complétés à l'été 2019, la construction débutant à ce moment. Les fondations et la partie de structure en béton ont été complétés en fin d'année 2019, l'érection de la structure de bois effectuée au printemps 2020, la complétion et mise en service de l'édifice à l'automne 2020, après la pause pandémique.

La validation du matériau GluBeam™ a été effectuée à l'été 2019, les tests au CNRC effectués en octobre 2019, la production terminée et livrée en mars 2020.

2.2.3 Budget global

Pour la structure, 375 000\$ plus les frais d'ingénierie et des tests. Le budget global du projet est de 4.3 M\$

2.2.4 Partenaires

Les Investissements BHW inc.	Propriétaire.
Ed. Brunet et associés Canada inc.	Entrepreneur général.
Douglas Consultants	Ingénieurs de la structure bois.
BGLA	Architectes.

2.2.5 Défis et risques généraux

Le principal défi était de démontrer que les assemblages de GluBeam™ possèdent la résistance au feu requise par les codes afin de pouvoir les utiliser comme produit de bois massif d'apparence même lorsqu'une résistance au feu est requise.

Le second défi était de fabriquer d'une façon artisanale les éléments de construction requis afin de maîtriser leur fabrication en fonction d'implanter une usine dédiée à leur fabrication.

3. Détails de l'étude

3.1 Introduction et hypothèses de départ

Suite à la demande de Ed Brunet de fournir une structure en bois massif d'ingénierie pour leur siège social, et compte tenu de la volonté de Ed Brunet d'en faire une vitrine pour leur entreprise, Douglas Consultants a proposé d'y intégrer le GluBeam™ en remplacement du Glulam comme produit innovateur, en combinaison avec des éléments de NLT pour les planchers et le toit.

Douglas, en association avec Oska Construction, avait utilisé des éléments de poutres composées dans plusieurs projets de préfabrication, particulièrement des écoles. Ces éléments ont toujours été dissimulés, soit encapsulés pour raisons de résistance au feu, soit cachés pour raisons esthétiques.

Nous avons analysé la norme européenne EN 14080 qui régit à la fois le BLC et le BMR (Bois Massif Reconstitué, l'équivalent européen du GluBeam™) et nous nous en sommes inspirés dans notre démarche de démontrer que notre GluBeam™ pouvait, lorsqu'une résistance au feu est exigée, être utilisé à la fois comme matériau de structure et comme matériau d'apparence.

L'intérêt pour nous est de valider ce type de produit BMR, qui est le produit de bois massif d'ingénierie le plus utilisé en Europe avec environ 1 million de m.cu annuellement, moins cher à produire que le Glulam et un remplacement plus efficace du gros bois d'œuvre.

3.2 Objectifs

L'objectif de l'étude était de valider scientifiquement la résistance au feu du GluBeam™ avec une colle conforme à la norme canadienne, de confirmer son taux de carbonisation, de valider la méthode de calcul de résistance au feu, et ainsi de permettre l'usage comme bois massif conformément aux codes.

3.3 Méthodologie

Le test de feu a été réalisé par le CNRC selon le protocole d'essai de la norme CAN/ULC-S101-14.

Les calculs de résistance structurale du bois sont selon la norme CSA O86, sans présumer une résistance structurale de la colle.

3.4 Résultats et analyse

Les tests effectués au CNRC ont validé les degrés de résistance au feu des éléments de GluBeam™ et démontré que de tels assemblages étaient en tous points comparables à des éléments de BLC.

3.5 Conclusions

- Le GluBeam™ réagit exactement comme le BLC lorsqu'exposé au feu.
- Son degré de résistance au feu est au moins égal à celui du BLC.
- Sa résistance au feu peut donc être calculée avec les mêmes méthodes que celles utilisées pour le bois massif ou le BLC.
- Le coût du GluBeam™ au stade expérimental est de 20% moins que celui du BLC.
- Pour des dimensions standardisées, on peut prévoir un coût de l'ordre de 80% en rapport avec celui du BLC.
- L'infrastructure nécessaire à la fabrication du GluBeam™ est minimale en termes d'équipements, il nécessite surtout de l'espace, des capacités de stockage et une main d'œuvre non-qualifiée pour la partie assemblage.

3.6 Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie

En répondant à l'objectif de l'étude de valider l'utilisation du GluBeam™ conformément aux codes nous pavons la voie à la fabrication industrielle ou artisanale de ces éléments, qui sont moins coûteux, plus rapides et plus faciles à produire que les éléments de BLC.

Le projet a aussi permis à Oska d'analyser le processus de fabrication, définir les embuches et planifier un mode de production efficace à petite et grande échelle. Oska est à analyser avec certains partenaires potentiels, dans le cadre de l'ITIF, la possibilité de créer un point de fabrication dans l'est du Canada en 2022.

3.7 Recommandations

La limite de hauteur des poutres GluBeam™ est fonction des dimensions des lamelles utilisées. Présentement, les lamelles en bois reconstitué disponibles sont limitées à 37 x 400 mm. Le GluBeam™ est donc utile partout où une poutre en bois de 400 mm de haut convient, et, évidemment, cela couvre la plupart des bâtiments résidentiels et commerciaux.

Par ailleurs, la longueur des lamelles en bois reconstitué disponibles sur le marché est limitée à 9 750 mm (32'0"), la capacité d'obtenir des lamelles de longueurs allant jusqu'à 12 750 mm (42'0") en rendrait l'usage plus facile et économique pour des portées résidentielles doubles.

Pour étendre la gamme de situations où le GluBeam™ sera utile, il sera souhaitable de développer une source de lamelles plus grandes. Oska Construction, avec des partenaires, envisage cette possibilité.

4. Bibliographie

Comité européen de normalisation, NF EN 14080 : Structures en bois - Bois lamellé collé et bois massif reconstitué – Exigences, Bruxelles, 2013.

Standards Council of Canada CSA O86:14 National Standard of Canada, Engineering Design in Wood, Ottawa, 2014.

CAN/ULC-S101-14, Standard Methods of Fire Endurance Tests of Building Construction and Materials, Underwriters' Laboratories of Canada, Scarborough, Ontario, 2014.

5. Annexes

Annexe A

Conseil national de recherches Canada

Fire Resistance of GluBeams™

PROTECTED B

NRC-CNRC CONSTRUCTION

Fire Resistance of GluBeams™

Author(s): Nouredine Benichou
Report No.: A-016268.1
Report Date: 15 January 2020
Contract No.: A-016268
Agreement Date: 15 August 2019



National Research
Council Canada

Conseil national de
recherches Canada

Canada

Fire Resistance of GluBeams™

Author

Noureddine Benichou, Ph.D.

Approved

Ahmed Kashef, Ph.D.
Program Leader
Fire Safety
NRC Construction Research Centre

Report No.: A1-016268.1
Report Date: 15 January 2020
Contract No.: A1-016268
Agreement Date: 15 August 2019
Program: Fire Safety

18 pages

Copy no. 1 of 1

This report may not be reproduced in whole or in part without the written consent of the National Research Council Canada and the Client.

(This page is intentionally left blank)

Table of Contents

Table of Contents.....	i
List of Figures	ii
List of Tables	iii
1 Introduction	1
2 Objective.....	1
3 Test Beam and Instrumentation	1
3.1 Dimensions.....	1
3.2 Placement of the Beam inside the furnace.....	2
3.3 Instrumentation.....	4
3.4 Loading system.....	4
4 Test Apparatus	5
5 Test Conditions and Procedures	5
5.1 Fire exposure.....	5
5.2 Beam loading.....	6
5.3 Failure criteria.....	6
5.4 Recording of results.....	6
6 Results.....	11
6.1 Temperatures and charring:.....	11
6.2 Deflection and failure of the Beam	11
7 Conclusions	11
8 References	11

List of Figures

Figure 1: NRC full-scale floor furnace facility	1
Figure 2: Dimensions of the Beam and instrumentation	2
Figure 3: L-section rotation preventive mechanism	3
Figure 4: The Beam inside the furnace	3
Figure 5: Top of the furnace after the placing the Beam	4
Figure 6: Loading of the Beam	5
Figure 7: Time-temperature curve as per CAN/ULC-S101 [1]	6
Figure 8: Measured temperatures during the test.....	7
Figure 9: Measured deflection and applied load during the test.....	8
Figure 10: Pictures during and after the test.....	10

List of Tables

Table 1: Summary of test observations	10
---	----

1 Introduction

Douglas Consultants was interested in conducting a fire resistance test on a mass timber beam in the furnaces of the National Research Council (NRC). The test was on an unprotected laminated beam, called GluBeams™ and referred to as Beam in this report, and was exposed on three sides. The test was meant to provide information about the fire resistance of this type of structural elements. The fire-resistance test was carried out using the NRC floor furnace facility following the CAN/ULC-S101 standard time-temperature curve [1]. This report presents the results of the full-scale Beam test.

2 Objective

To carry out a full-scale furnace test on a GluBeam™ and produce information about the fire resistance of this structural element when subjected to the CAN/ULC-S101 standard fire until failure.

3 Test Beam and Instrumentation

The Beam was tested in the full-scale floor furnace, shown in Figure 1. The furnace temperature is measured using shielded thermocouples and the test followed the procedures in the CAN/ULC-S101 test standard [1].



Figure 1: NRC full-scale floor furnace facility

3.1 Dimensions

The Beam was made of five plies glued in the vertical direction. The Beam was 3940 mm long, 185 mm wide, and 351 mm deep. Figure 2 shows the dimensions of the Beam.

2019-10-16 DOUGLAS FLOOR BEAM - TC, DISPLACEMENT LAYOUT

(NOTE: All dimensions are measured in "mm")

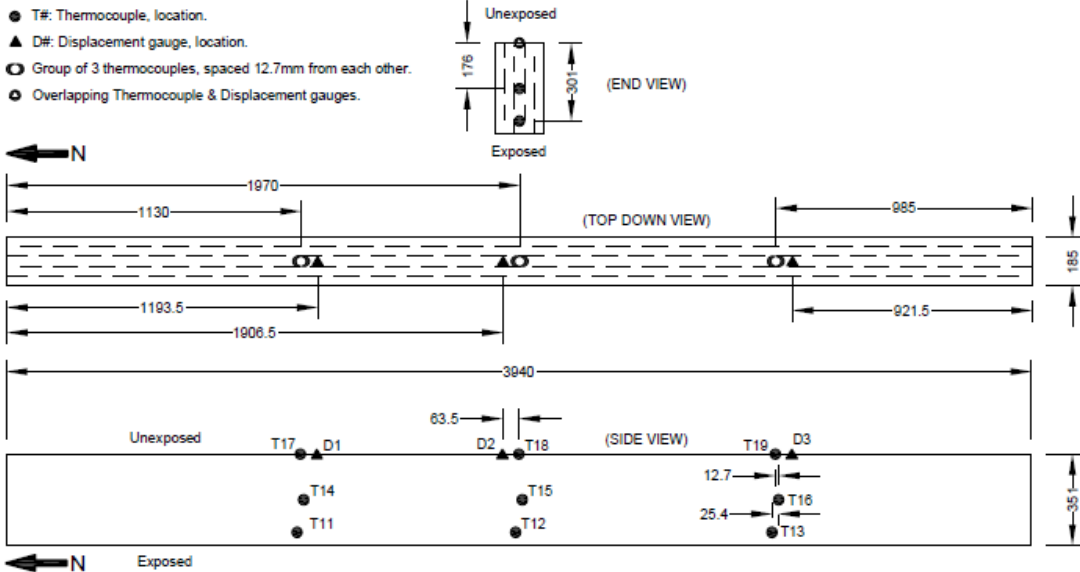


Figure 2: Dimensions of the Beam and instrumentation

3.2 Placement of the Beam inside the furnace

The Beam was placed along the short span of the furnace. It was simply supported over the edges of the furnace. Protected steel L sections were provided on the two sides of the Beam at the edges to limit potential lateral displacement of the Beam allowing only vertical deflection. Figures 3 and 4 show the rotation preventive mechanism and the Beam inside the furnace, respectively.



Figure 3: L-section rotation preventive mechanism



Figure 4: The Beam inside the furnace

The furnace was then completely covered on the top to keep all the heat inside the furnace. Figures 4 and 5 show the inside and outside of the furnace completed sealed by ceramic fibre blankets. The legs shown in Figure 5 represent the loading points on the Beam.



Figure 5: Top of the furnace after the placing the Beam

3.3 Instrumentation

Figure 2 shows the instrumentation used for the test. Nine Type K chromel-alumel thermocouples were used and placed on the top, mid-eight and 50 mm the bottom. These thermocouples were at the mid-span and approximately quarters from each edge of the Beam. In addition, three dial gauges, to measure the Beam's deflection, were placed on top of the Beam at mid-span and approximately quarters from each edge.

3.4 Loading system

The loading device consisted of a steel frame carrying hydraulic cylinders which transferred the load to the specimen through six cylinders. The loading arrangement is shown in Figures 5 and 6. As shown in Figure 5, the pistons transferred the load through a rectangular steel plate placed on top of a rectangular piece of plywood. The load calculations used for this test were prepared by Douglas Consultants. They were converted to a hydraulic pressure by NRC staff.

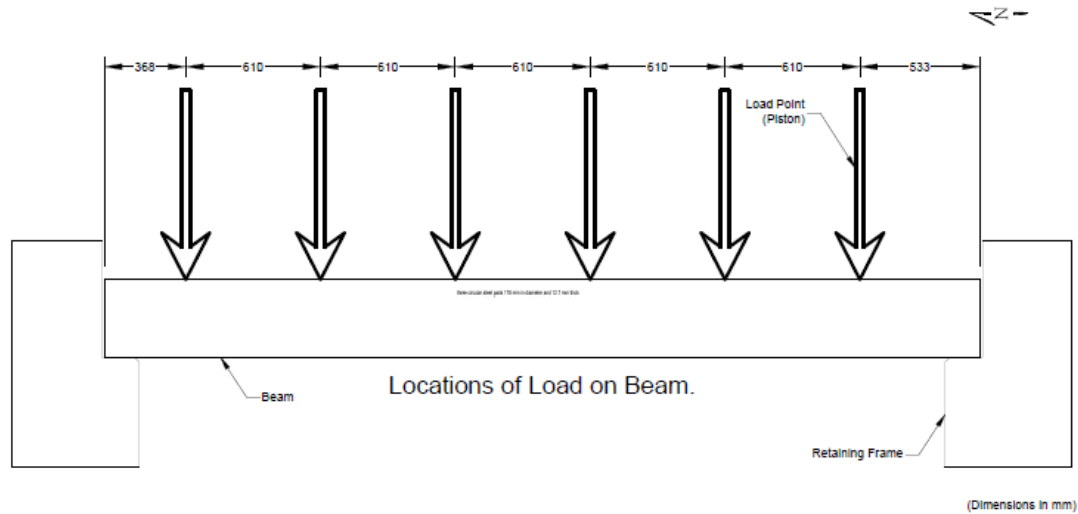


Figure 6: Loading of the Beam

4 Test Apparatus

The Beam test was carried out by exposing the Beam to heat using the propane-fired horizontal furnace shown in Figure 1. As mentioned earlier, the furnace was sealed everywhere and at the edges using ceramic fibre blankets and the furnace temperature was measured by nine shielded thermocouples in accordance with CAN/ULC-S101 [1]. The average of the nine thermocouple temperatures was used to control the furnace temperature.

Three video cameras were used to record the test observations. Two cameras viewed the fire-exposed surface from the east and west ends of the furnace and one viewed the unexposed surface.

5 Test Conditions and Procedures

5.1 Fire exposure

The Beam was exposed to heat on the three exposed sides (bottom and two vertical sides, see Figure 4) in such a way that the average temperature of the floor furnace, recorded by 9 control thermocouples, located below the exposed surface of the sample, followed, as closely as possible, the CAN/ULC-S101 standard time-temperature curve [1], shown in Figure 7.

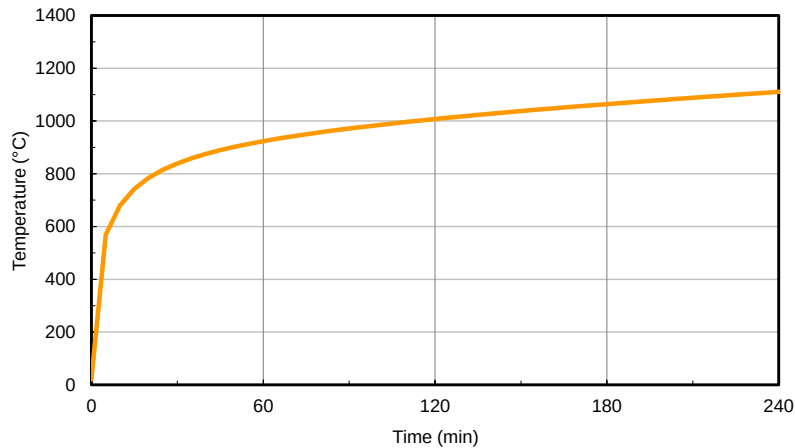


Figure 7: Time-temperature curve as per CAN/ULC-S101 [1]

5.2 Beam loading

The Beam was loaded with three different live loads, depending on the duration of the exposure, as follows:

1. Below 45 min, the load was 25.2 kN/m ($M = 46.6$ kN.m at mid-span)
2. From 45 min to 60 min, the load was 17.3 kN/m ($M = 32.0$ kN.m at mid-span)
3. After 60 minutes, the load was 4.5 kN/m ($M = 8.3$ kN.m at mid-span)

The loads were provided by Douglas Consultants and were decreased if the Beam were able to survive the previous duration of exposure.

5.3 Failure criteria

The failure criteria for this test were derived from CAN/ULC-S101 [1]. In this case, the Beam was defined to have failed if it was no longer able to bear the load.

5.4 Recording of results

The temperatures inside the furnace and Beam, and the deflections of the Beam were recorded at 5-second intervals using a data acquisition system.

Figure 8 shows the theoretical ULC-S101 temperature and measured average temperature of the furnace, and the measured temperatures inside the beam at 50 mm only. The other temperatures measured inside or on the unexposed surface of the beam were not reliable and therefore not presented in this report.

The deflections measured at the three locations shown in Figure 2 are given in Figure 8. Figure 8 also shows the load (moment) applied through the loading system during the test.

Digital pictures of the Beam during construction, during the test, and after the test plus three videotapes from the cameras used to record the test observations also constitute a part of this report. Figure 10 shows some pictures during and after the test.

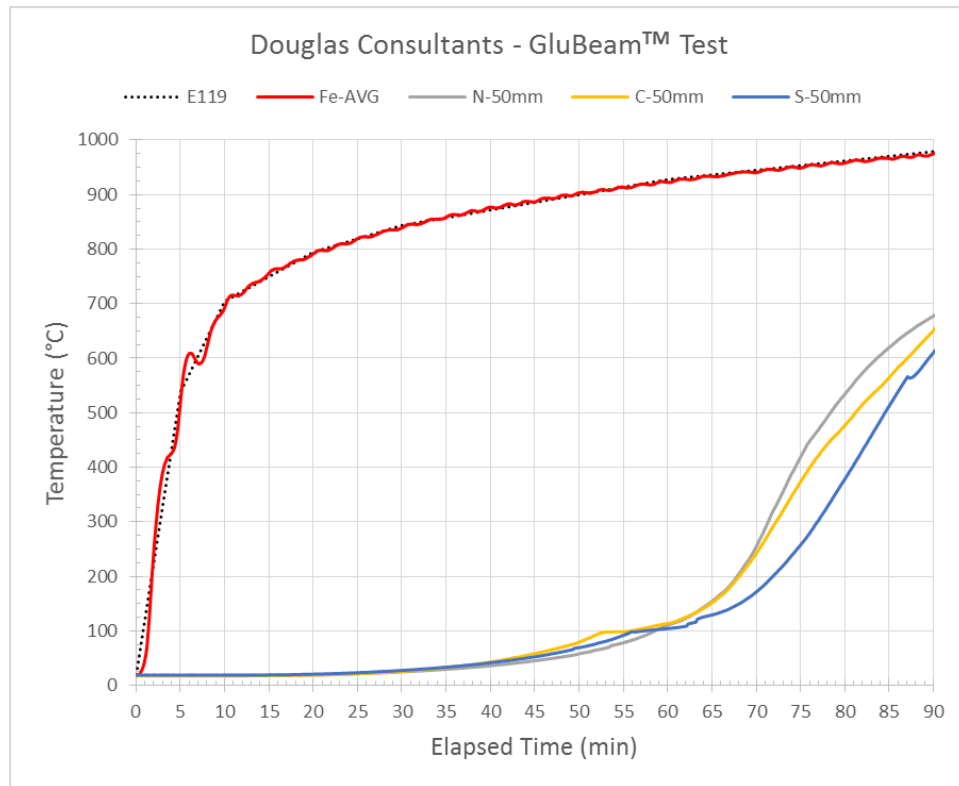


Figure 8: Measured temperatures during the test

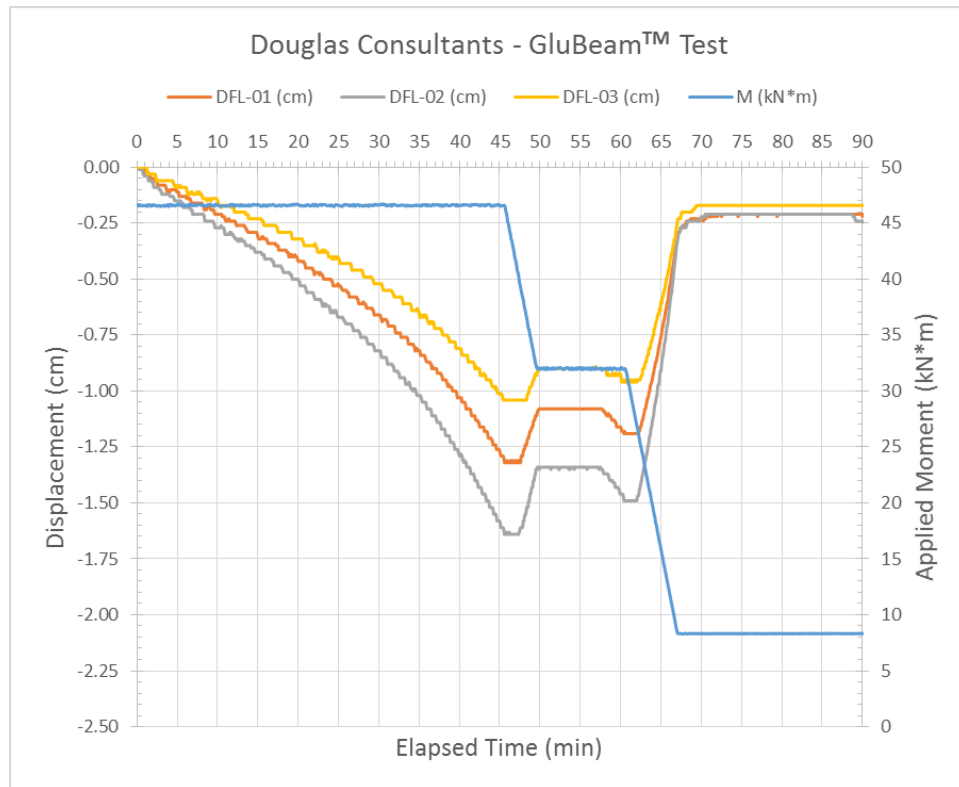
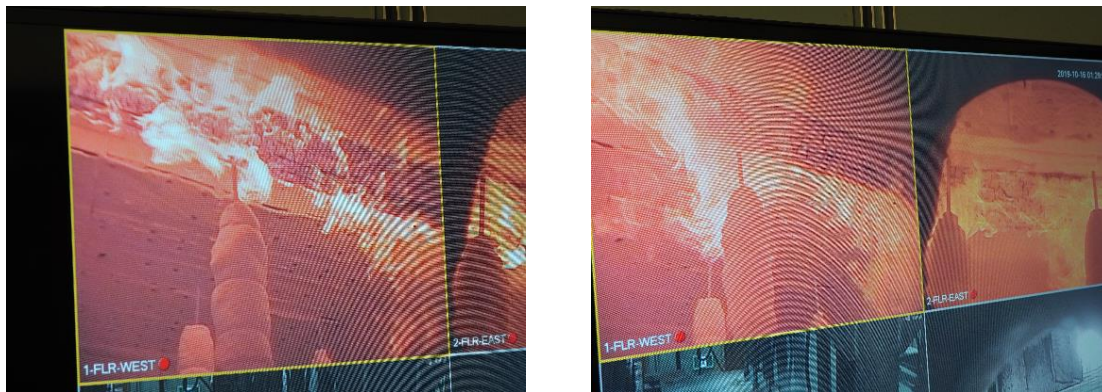


Figure 9: Measured deflection and applied load during the test



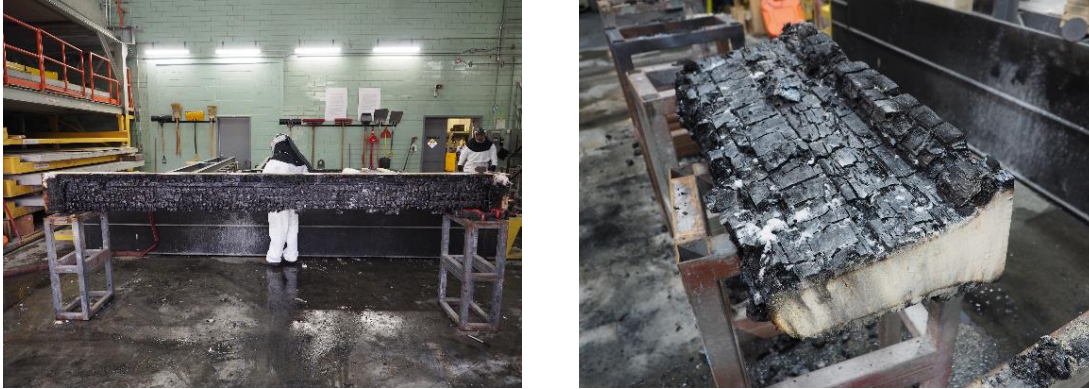
(a) Beam during the test



(b) Beam just after the test



(c) Measurement of char depth of the Beam after the test



(d) Charred Beam after the test

Figure 10: Pictures during and after the test

The following table is a summary of the observations made during the test.

Table 1: Summary of test observations

Time (min:s)	Observations: Exposed Surface
00:00	At the end of the preload, the maximum deflection was 1.58 cm.
45:00	At the 45 min exposure, there was no major change in the behaviour of the beam.
45:30	Start of reduction of the load for about 4 min to reach the first new target load.
54:00	The bottom imbedded thermocouple reached 100°C.
60:30	Start of reduction of the load for about 7 min to reach the second new target load.
72:25	The two bottom imbedded thermocouples reached 300°C, the charring temperature.
82:00	Flames were seen near one of the loading pistons.
90:10	The test was terminated without failure of the beam.

6 Results

6.1 Temperatures and charring:

The theoretical temperatures and measured temperatures of the furnaces are almost identical as shown in Figure 8, indicating the accurate follow of the time-temperature curve of the standard. The temperatures inside the Beam at 50 mm from the bottom indicate that Beam started charring (300°C) at this location between 71 and 77 min which represents a charring rate between 0.65 and 0.70 mm/min. Measurements by a resistograph after the test at various locations along the span indicated variable charring depths between 51 and 266 mm.

6.2 Deflection and failure of the Beam

As shown in Figure 9, the maximum deflection, during the first 45 min, increased to 16 mm during the applied load of 25.2 kN/m (or $M = 46.6 \text{ kN.m}$). Once between the 45- and 60-min duration, the load decreased to 17.3 kN/m (or $M = 32.0 \text{ kN.m}$) and consequently the maximum deflection reduced to 15 mm. After the 60 min, the load was again decreased to its lowest valued during the test and the maximum had seen its biggest reduction with a maximum of 2 mm. During the duration of the test, the Beam sustained the load that was applied on it and it was decided, by the team, to stop the test just after 90 min without any failure.

7 Conclusions

The following conclusions are based on the results of the full-scale fire resistance test presented in this report.

1. The Beam provided more than 90-min fire resistance with varying loading for different fire durations.
2. The Beam did not fail structurally after the 90 minutes.
3. A charring rate between 0.65 and 0.70 mm/min was measured based on temperatures reaching 300°C at 50 mm depth.
4. At the highest applied load, the maximum deflection was about 16 mm at the centre of the Beam.

8 References

1. CAN/ULC-S101-14, Standard Methods of Fire Endurance Tests of Building Construction and Materials, Underwriters' Laboratories of Canada, Scarborough, Ontario, 2014.

Annexe B

OSKA Construction

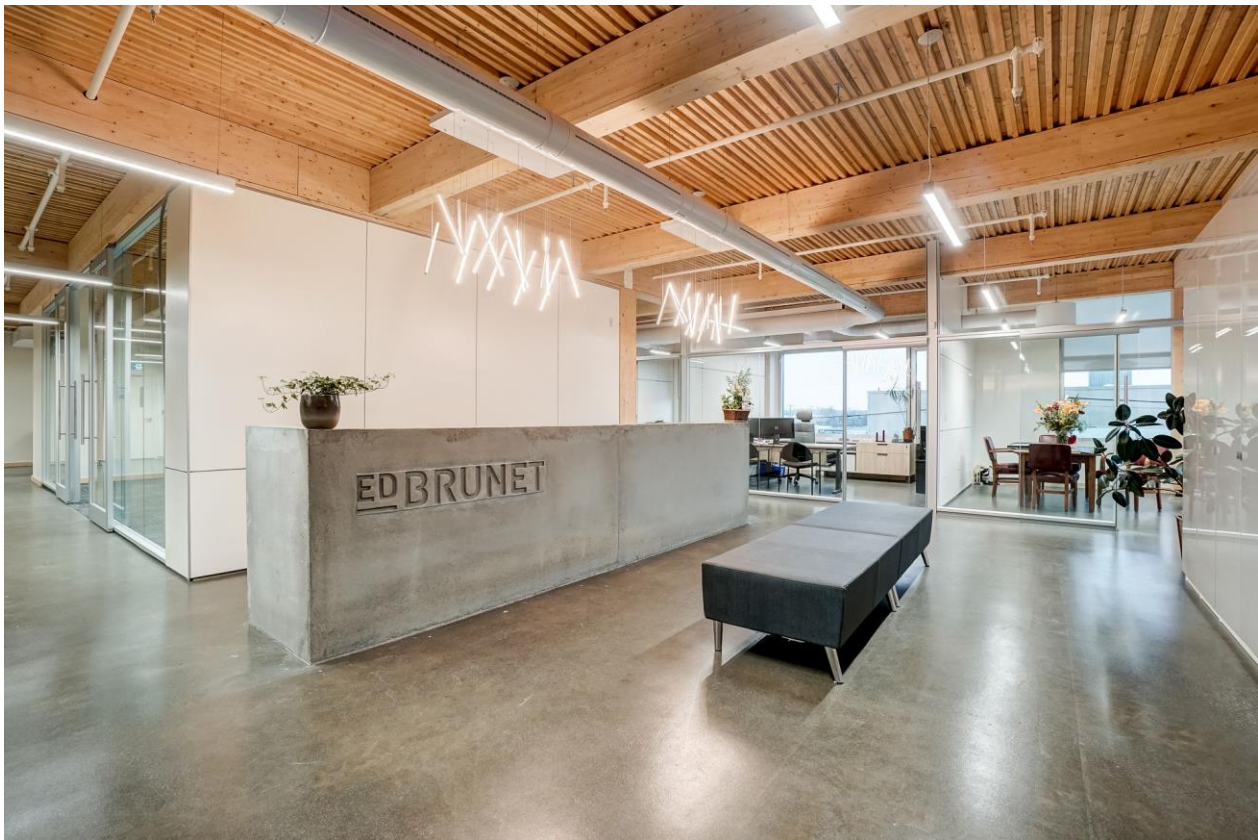
SIÈGE SOCIAL ED BRUNET, GATINEAU

GluBeam™



OSKA Construction inc.
3604 chemin Royal
Québec, QC G1E 1W9
+1 418 806 6045

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS
SIÈGE SOCIAL ED BRUNET, GATINEAU
GLUBEAM™



A handwritten signature in blue ink, reading "Kevin Below".

Kevin Below, ing., P.Eng., Ph.D.
AB, BC, NB, NL, NS, ON, PE, QC, SK

Le 26 janvier 2021

Contexte

Tel que décrit dans le plan de projet présenté au MFFP, nous avons procédé à la conception et l'érection d'un bâtiment de quatre étages en utilisant une structure en bois d'ingénierie.

Cette expérience avait plusieurs buts :

1. Créer un système complet de charpente de bois massif d'ingénierie en poteaux / poutres et tabliers qui soit compétitif au système Glulam / CLT;
2. Démontrer la versatilité de ce système, permettant ainsi d'adresser efficacement l'optimisation des dimensionnements pour minimiser la quantité de matières premières dans la fabrication. Pour cette raison, nous avons opté d'utiliser le LFL™ comme matière première;
3. Démontrer que les produits sont aisément productibles dans un atelier nécessitant peu d'investissement en capital avec une machinerie simple.

Innovation

Pour ce projet, Oska Construction et Douglas Consultants ont conçu un nouveau produit, le Glubeam™, lequel a été utilisé en conjonction avec des éléments de colonnes en bois lamellé collé (Glulam) et des tabliers en NLT pour compléter le système structural dans sa forme actuelle.

Le Glubeam™ est constitué de lamelles de bois d'ingénierie assemblées à la verticale contrairement au Glulam. Ce type d'assemblage permet d'obtenir des résultats structuraux de la même nature que le Glulam mais avec un procédé de fabrication plus léger, moins coûteux, et donc plus facilement accessible.

La problématique préliminaire de l'utilisation de ce produit, qui est dérivé du concept de la poutre composée (*built-up beam*), résidait dans sa qualification quant à la résistance au feu pour permettre son utilisation comme élément de structure sans encapsulage.

Validation de la résistance au feu

Pour faciliter la validation du produit nécessaire pour son utilisation conformément au CNBC et à ses normes applicables et pour s'assurer d'une constance dans la fabrication future, nous avons employé une colle qui a démontré sa résistance à hautes températures et qui est certifiée selon la norme CSA O-112.

En préparation aux tests de feu, Douglas Consultants, sous la direction de Oska Construction, a validé, avec les ressources du CNRC, la méthodologie à employer pour effectuer ces tests.

Ensuite, Douglas a calculé les compositions des éléments à tester afin d'être en mesure de confirmer une méthode de calcul pour la résistance structurale conjuguée avec la résistance au feu requise pour le projet.

Après avoir établi les choix stratégiques de bois d'ingénierie et de colle, Oska construction a fait les approvisionnements nécessaires en matière première (éléments de LFL™ de Produits Forestiers Lamco), et en colle (Purbond HBX 000 et primer 3105), a fabriqué plusieurs assemblages, et procédé à des essais préliminaires en usine afin de définir une bonne méthode d'assemblage. Malgré que ces essais préliminaires ne soient pas rigoureux, ils ont permis de faire une vérification préliminaire du comportement des assemblages.





Ensuite, Oska a procédé aux assemblages requis selon les protocoles définis avec le CNRC, et a fait livrer les éléments finis aux ateliers du CNRC à Ottawa.

Le CNRC a effectué les tests requis et émis un rapport confirmant la résistance au feu du produit et validant une méthode pour calculer les dimensionnements en fonction des résistances au feu requises.

Fabrication

Pour la fabrication des poutres Glubeam™ du projet, nous avons établi un point de fabrication dans l'usine occupée par Falcon Modulaire à Montréal, qui venait de terminer la livraison des modules de la nouvelle école de Kashechewan.



<https://www.cbc.ca/news/canada/sudbury/kashechewan-new-school-1.5346836>

Nous avons formé des équipes d'employés non spécialisés (manœuvres) encadrés par des menuisiers d'expérience, et établi des chaînes d'assemblage rudimentaires afin d'être en mesure d'évaluer les temps de fabrication, les embuches rencontrées, les solutions acceptables, etc...

Le flux de production du Glubeam™ a été scindé en plusieurs opérations.

- Réception, stockage de l'inventaire;
- Taillage des lamelles à assembler selon les dessins de fabrication;
- Assemblage des lamelles sur deux lignes d'assemblage par encollage, vissage et pression.



- Machinage et installation des éléments de connexions.







- Finition, sablage, emballage.





- Chargement et expédition





Calendrier de réalisation

Nous avons commencé la production d'éléments de NLT en octobre 2019 et effectué la livraison complète en chantier des éléments de tablier à la mi-décembre 2019.



Parallèlement, Oska Construction a débuté la fabrication des éléments de Glubeam™ et leur machinage selon les plans, devis et spécifications de Douglas Consultants. Cette fabrication a duré de la mi-janvier 2020 au 14 mars 2020, et les derniers éléments ont été livrés en chantier à Gatineau.

Compte tenu de l'aspect novateur du projet, des divers ajustements que nous avons dû effectuer dans le processus de fabrication et des semaines de vacances de la période de Noël, le délai de 16 semaines pour la fabrication et livraison du bâtiment nous semble raisonnable. Dans un cadre d'une production mieux structurée, un délai de 6 à 8 semaines pour un projet de cette nature nous semble réaliste au vu des forts gains d'efficacité réalisés dans nos dernières semaines de production.

L'installation

L'installation des éléments de charpente a débuté en janvier 2020 et, la quasi-totalité de la structure a pu être installée pour la fin avril 2020.



Les difficultés

Complexité du produit : Dans un souci de démonstration de la versatilité du produit, nous avons inséré dans le programme divers éléments de complexité.

Le premier concernait les tabliers de NLT, leur conception et la fabrication de dalles *en peigne* pour des fins d'esthétique et acoustique, et afin de démontrer comment cette approche

peut permettre une réduction de l'épaisseur moyen de ces tabliers et donc d'en réduire le coût en matière première, tenant compte du fait que la matière première représente environ 65-70% du coût de fabrication.



Le produit fini de NLT a satisfait les fins d'esthétique, mais la complexité de fabrication avec la structure de production mise en place a engendré une complexité d'approvisionnement, d'entreposage et des surplus de coûts importants au stade de la production, annulant de ce fait les avantages que nous avions escomptés sur la quantité et le coût de la matière première.



Le second en ce qui a trait aux éléments de Glubeam™ a été de calculer de façon trop pointue les assemblages de chacun des éléments, ce qui a provoqué un nombre trop élevé de différents grades de bois et de dimensionnements, qui a provoqué des conséquences, sur l'espace requis, la complexité de gestion des inventaires et les coûts.

En fonction de ces résultats et fort de notre expérience dans l'analyse de plusieurs projets, Oska Construction avec Douglas Consultants sont à analyser présentement une grille de produits qui, tout en permettant une versatilité, réduit les types de production et conséquemment les inventaires et l'espace requis, favorisant une production continue avec des coûts raisonnables.

Espace requis : Dans notre planification, nous avons grandement sous-estimé l'espace requis pour la gestion de l'inventaire, la production *Just In Time* de trop d'éléments disparates, des machinages complexes et la finition des éléments.

Nous nous sommes retrouvés en milieu et fin de production avec l'utilisation de près de 50 000 pi.ca d'espace, ce qui est beaucoup trop pour l'ampleur de cette production.

Assemblage : Nous avons au fur et à mesure de la production réussi à mieux organiser les postes de travail d'assemblage, réduisant l'espace occupé de 75 % et triplant la capacité de production (temps par élément), ce qui nous a permis, début mars, d'en arriver à une production acceptable en termes de délais et de coûts.

Cependant, la fabrication manuelle à grande échelle de ces éléments constitue un problème. Nous envisageons donc une fabrication plus standardisée pour la plus grande part de la production à l'aide de presses à micro-ondes simples, quitte à continuer la fabrication de petites quantités d'éléments disparates de façon manuelle.

Matière première : Nous avons opté pour le LFL™ comme matière première en raison de ses caractéristiques. Force nous a été de constater la variabilité dimensionnelle du produit, due à des fluctuations d'épaisseur et taux de humidité du bois, qui a posé des problèmes importants en cour d'assemblage. Nous sommes en discussion actuellement avec Lamco pour améliorer la constance du produit.

Machinage : Nous avons privilégié une méthode de machinage manuelle, à l'instar de ce que nous avons implanté dans l'usine de CLTO à Ripon.

Nous avons sous-estimé la complexité du machinage des éléments de Glubeam™ à deux niveaux :

- Le premier est le marquage des tâches à accomplir. Cela a encore une fois nécessité d'étendre la surface de travail pour cette opération.

- Le second est la phase de machinage comme telle. Nous avons sous-estimé le temps de travail par des menuisiers spécialisés et les équipements nécessaires, ce qui a créé un goulot d'étranglement à cette étape de la production, et qui nous a forcé à exécuter beaucoup trop de travail en temps supplémentaire, engendrant des dépassements de coûts de production.

Nous en sommes venus à la conclusion qu'un CNC dédié au Glubeam et au Glulam est nécessaire pour désengorger les goulots d'étranglement qui limitent la production de masse de ces éléments.

Finition : En fonction des éléments précités, nous avons dû plusieurs fois réorganiser les postes de travail, donc manutentionner beaucoup trop d'éléments en cours de fabrication, nous obligeant à effectuer un surplus de travail de retouches afin de livrer un produit de qualité. Nous avons cependant réussi à organiser des équipes de finition qui ont permis de minimiser les effets sur la production.



Manutention, emballage, transport et entreposage : Toutes ces problématiques que nous avons rencontrées nous ont obligé à manutentionner trop d'éléments. Nous avons trouvé des méthodes efficaces et peu coûteuses pour l'emballage. Nous avons organisé un service de transport à l'interne, ce qui nous a permis d'effectuer les livraisons en un flux presque continu et a permis de minimiser les coûts en réduisant l'impact de l'entreposage en chantier.

Installation : Malgré nos efforts, en raison du goulot d'étranglement créé par le machinage, nous avons dû scinder nos livraisons, ce qui a entraîné des hiatus dans le flux de l'installation, et des coûts supplémentaires, particulièrement en temps de grue sur chantier.

Résultat

Au final, ce projet aura permis de valider un nouveau produit, le Glubeam™, utilisable de plein droit comme produit de structure et d'apparence conformément au Code National du Bâtiment et au Code de construction du Québec dans les bâtiments de six étages et moins.

Le projet aura aussi permis d'établir une méthode de calcul et d'assemblage de ce produit en utilisant des éléments de bois d'ingénierie.

Le projet aura également permis d'analyser les problématiques liées à la conception, la fabrication et l'utilisation de ce produit et de mieux cerner les besoins réels liés à l'implantation d'un point de fabrication de ce produit.

Le bâtiment érigé dans le cadre de ce projet est maintenant terminé. Il est occupé et constitue désormais une vitrine pour l'utilisation d'un nouveau système structural, économiquement concurrentiel, en bois massif d'ingénierie, pour des bâtiments commerciaux de six étages et moins.



Conclusion et suites

Depuis la finalisation de ce projet, nous avons suivi l'évolution de la situation financière de LAMCO, y compris sa réorganisation dans le cadre d'un arrangement avec ses créanciers.

Dans ce cadre, nous avons travaillé en collaboration avec un groupe qui entrevoit l'acquisition de LAMCO et l'inclusion du NLT et du Glubeam™ dans sa gamme de produits sur les marchés canadiens et américains.

En fonction de l'évolution de ce dossier, Oska Construction entrevoit avec d'autres partenaires la création d'une entité de production de ces produits, distincte de la production de LAMCO, sur un site plus près des marchés de Québec, Montréal et Gatineau.

Oska Construction et Douglas Consultants analysent présentement les besoins requis pour une production de ce type, particulièrement en ce qui a trait à l'espace et les équipements requis ainsi que les besoins en main d'œuvre pour une installation pouvant produire de 2 000 à 5 000 mètres cubes de Glubeam™ et de NLT.

ANNEXE

LE RAPPORT DU CNRC

Annexe C

CT Consultant

Rapport de projet GES

« Siège Social Ed Brunet »

Rapport de projet GES

« Siège Social Ed Brunet »

Réalisé par « Charles Thibodeau, Directeur général,
CT Consultant »



Dans le cadre du Programme de vitrine technologique pour les
bâtiments et les solutions innovantes en bois
« 04/05/2021 »

(signature)

Charles Thibodeau

CT Consultant

Responsable du projet
GES

(signature)

Sébastien Brunet

Ed. Brunet et associés Canada
inc.

Responsable administratif de
l'aide financière

(signature)

Sébastien Brunet

Les Investissements BHW
inc.

Bénéficiaire de subvention

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le bénéficiaire de subvention au Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois (Programme). Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) ainsi que le Fonds vert ne sont pas responsables du contenu de ce document.

Chacune des sections de ce rapport est expliquée dans le *Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments* (Protocole).

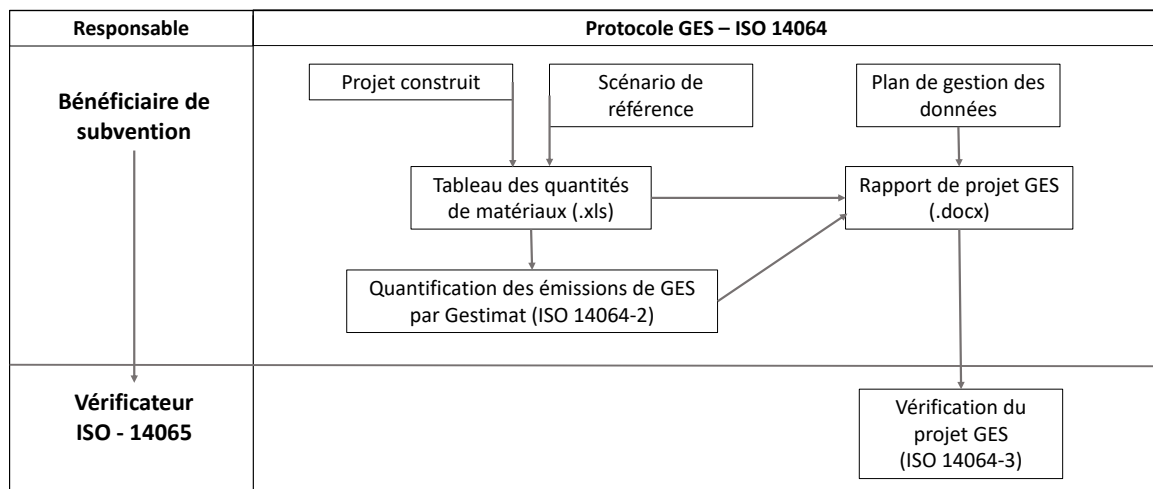
Table des matières

1. Projet GES	4
1.1 Parties prenantes du Projet GES	4
1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	4
1.3 Description du projet de construction.....	5
1.4 Description et justification du scénario de référence.....	5
1.5 Données du projet GES	7
2. Quantification des émissions de GES	8
3. Annexes	9
3.1 Tableau des quantités de matériaux – Projet GES Bois	9
3.2 Tableau des quantités de matériaux – Scénario de référence Béton	10
3.3 Lettre signée – Quantités de matériaux du projet GES (bois) et du scénario de référence (béton)	11
3.3 Lettre signée – Quantités de matériaux du projet GES (bois) et du scénario de référence (béton) (suite)	12
3.4 Rapport complet du Gestimat	13

1. Projet GES

1.1 Parties prenantes du Projet GES

- Bénéficiaire de subvention : Les Investissements BHW inc.
- Responsable administratif de l'aide financière : Sébastien Brunet, Ed. Brunet et associés Canada inc.
- Responsable – Rapport du projet GES : « Charles Thibodeau », « CT Consultant »;
- Responsable des estimations de quantités de matériaux (ingénieur ou architecte seulement) :
 - Projet construit : Kevin Below, ingénieur, Douglas Consultants inc.;
 - Scénario de référence : Kevin Below, ingénieur, Douglas Consultants inc.;
- Responsable de la quantification des émissions de GES : « Charles Thibodeau », « CT Consultant »;



1.2 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

- Titre du projet : Siège Social Ed Brunet
- Lieu de réalisation du projet de construction : 4, rue Dumas, Gatineau, Québec

1.3 Description du projet de construction

Description du projet de construction :

- Bâtiment de cinq (5) étages, podium de deux (2) étages en béton et trois (3) étages en bois massif d'ingénierie. L'aire du bâtiment (projection au sol) est de 419 m.ca, et la superficie totale des planchers est de 1 905 m.ca., composées principalement d'atelier et bureaux administratifs.

Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante :

- Structure de bois massif d'ingénierie de trois étages sur un podium en béton de deux étages. Structure en Glulam pour les colonnes, Glubeam™ pour les poutres et NLT pour les dalles.
- Le Glubeam™ est un assemblage composé de lamelles de bois à la verticale dérivé des poutres composites qui sont normées dans le CNB et le CCQ.
- Les poutres composites normées n'ont pas de résistance au feu reconnue et doivent donc, selon le code de construction, être encapsulées. En faisant l'assemblage avec une colle PUR résistante à la chaleur et conforme aux normes CSA, après validation par des tests de feu au CNRC, Douglas Consultants a établi la résistance au feu de la poutre Glubeam™, permettant son utilisation dorénavant comme matériau de structure et d'apparence au même titre et dans les mêmes circonstances que les poutres en bois lamellé-collé.
- Le bâtiment servira de vitrine à Ed Brunet pour ses réalisations en bois massif. Les résultats de l'étude et des tests permettront de mettre en marché un nouveau produit facile de production et fortement compétitif au bois lamellé-collé.

1.4 Description et justification du scénario de référence

Le choix du scénario de référence a été réalisé sur la base de la pratique courante et considérant le fait que les premiers étages du bâtiment étaient en béton. En effet, il est courant au Québec que la structure de bâtiment à bureau de 5 étages se réalisent en béton.

Un test de barrière a été accompli afin de justifier le choix du béton pour le scénario de référence (Tableau 1).

Tableau 1. Test de barrière - choix du scénario de référence

Obstacles	Option 1 Projet de construction (projet GES)	Option 2 Scénario de référence (béton)
Règlementaire	Valider la résistance au feu du bâtiment	Selon les codes
Pratique courante	Érection de structure en bois massif qui est nouveau pour la plupart des entrepreneurs	Pratique courante
Financier	-	-
Technologique	Valider la valeur structurelle des éléments constructifs	Déjà normé
Ressources humaines	Trouver des travailleurs de construction capables de travailler avec du bois massif au niveau des connexions	Pratique courante
Infrastructure	-	-
Culturel, géographique, climatique	S'assurer de protéger la structure de la neige et de la pluie lors de l'érection et jusqu'à la fermeture du bâtiment	Structure laissée à l'air libre
Marché	-	-
Institution, perception du public	-	-

Afin d'assurer la comparabilité du scénario de référence modélisé pour un projet donné, les points suivants doivent être similaires :

- Le bâtiment de référence possède des dimensions et nombre d'étages identiques à notre projet en bois, avec une structure en béton armé. Dans notre contexte, nous n'avons pas à imaginer entièrement ce que serait un scénario de référence, puisque le bâtiment est composé de deux étages en béton et 3 étages en bois. Ainsi, nous avons répété la dalle du niveau 2 aux étages 3 à 5, avec ajustements pour la superficie du dernier, et d'ajuster les colonnes aux étages plus bas pour tenir compte du surplus de poids de la structure en béton.
- Les dalles du projet de référence seraient similaires à la dalle du niveau 2 de notre projet.
- Pour les fondations, l'économie des semelles est négligeable, parce que la capacité du roc était suffisamment élevée que les semelles étaient déjà petites. Nous ne les avons pas modifiées pour notre analyse.

- Les colonnes en béton du projet de référence ont été légèrement grossies à partir des fondations jusqu'au niveau 2, pour tenir compte du surplus de poids des étages en béton par rapport aux étages en bois de notre projet.
- Les deux bâtiments auront les mêmes hauteurs d'étage. L'épaisseur du plancher de notre projet est de 104 mm plus la finition, mais il y a des poutres en-dessous. Pour le projet de référence, la dalle de béton a 200 mm plus la finition, mais il y a des chapiteaux aux têtes des colonnes. L'architecte a choisi de conserver la même hauteur d'étage, et les éléments de mécanique ont pu être intégrés facilement autant sous la dalle en béton de notre projet que sous la structure de bois.
- Notre plafond en bois NLT de profondeur variable a été plus complexe à produire, à cause de la gestion de la disposition des différentes grosseurs des éléments entrant dans la fabrication, mais a donné une esthétique remarquable, et, surtout, une performance acoustique nettement supérieure.
- Les poutres Glubeam™ ont la même apparence que le bois lamellé-collé.
- Pour le toit, nous avons considéré une dalle en béton et nous l'avons incluse avec les planchers.
- Les murs extérieurs et intérieurs sont identiques dans les deux projets. Les murs de refend sont en béton dans les deux, et ne sont pas plus gros malgré la masse sismique supplémentaire du projet en béton, étant déjà au minimum selon le code.

1.5 Données du projet GES

- Les quantités de matériaux pour chacun des systèmes constructifs sont présentées à l'annexe 3.1. Une lettre attestant de la fiabilité des quantités fournies est incluse à l'annexe 3.3.
- Le volume total (m³) de bois utilisé dans le projet est le suivant.

VOLUME TOTAL DE BOIS DANS LE PROJET	
(m ³)	
134,9	

2. Quantification des émissions de GES

- La quantification des GES du projet en bois et du scénario de référence, ainsi que la réduction des émissions de GES est présenté au tableau suivant. Le rapport complet sur la quantification de la réduction réalisé par CT Consultant est présenté à l'annexe 3.4.

ÉMISSIONS GES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE (kg éq. CO₂)	ÉMISSIONS GES DU PROJET CONSTRUIT (kg éq. CO₂)	RÉDUCTION DES ÉMISSIONS GES (kg éq. CO₂)
119 553	7 857	111 696

3. Annexes

3.1 Tableau des quantités de matériaux – Projet GES Bois

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la
Fondations				
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
BLC	9	m³	Modèle 3D	Colonnes du niveau 2 au niveau 4 et toit incliné, quantité achetée, inclut pertes
Bois d'œuvre	19	m³	Modèle 3D	Poutres niveau 3, quantité achetée, inclut pertes
Bois d'œuvre	19	m³	Modèle 3D	Poutres niveau 4, quantité achetée, inclut pertes
Bois d'œuvre	9	m³	Modèle 3D	Poutres toit incliné, quantité achetée, inclut pertes
AJOUTER				
Planchers				
Bois d'œuvre	61	m³	Note de calculs	Planchers niveaux 3 et 4, incluant terrasse, quantité achetée, inclut pertes
AJOUTER				
Toiture				
Bois d'œuvre	19	m³	Note de calculs	Toit en pente, quantité achetée, inclut pertes
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

3.2 Tableau des quantités de matériaux – Scénario de référence Béton

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la
Fondations				
Béton 25 MPa	5	m³	Note de calculs	Supplément pour le poids différentiel
Barres d'armature	0	t	Note de calculs	Supplément pour le poids différentiel
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Béton 35 MPa	14	m³	Plans et devis	Colonnes et chapiteaux du niveau 2 au niveau 4
Béton 35 MPa	3	m³	Plans et devis	Colonnes et chapiteaux du niveau 4 au toit incliné
Barres d'armature	6	t	Plans et devis	Colonnes et chapiteaux du niveau 2 au niveau 4
Barres d'armature	1	t	Plans et devis	Colonnes et chapiteaux du niveau 4 au toit incliné
AJOUTER				
Planchers				
Béton 30 MPa	162	m³	Plans et devis	Planchers niveaux 3 et 4, incluant terrasse
Barres d'armature	22	t	Fournisseurs	Planchers niveaux 3 et 4, incluant terrasse
AJOUTER				
Toiture				
Béton 30 MPa	50	m³	Plans et devis	Toit en pente
Barres d'armature	7	t	Fournisseurs	Toit en pente
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

3.3 Lettre signée – Quantités de matériaux du projet GES (bois) et du scénario de référence (béton)



Douglas Consultants
AB, BC, MB, NB, NL, NS, NT, NU, ON, QC, SK, PE
3804, chemin Royal, Québec, QC G1E 1W9
Canada
T +1 418-306-6045

Le 28 avril, 2021

M Charles Thibodeau
CT Consultant
Verdun, Montréal

Objet: Siège social Ed Brunet

Monsieur Thibodeau,

Nous confirmons que les quantités indiquées plus bas sont dérivées des plans et devis pour la construction du bâtiment dans le cas de la structure de béton, et des commandes de bois achetées pour la fabrication dans le cas de la structure en bois.

Pour notre projet en bois vis-à-vis le projet de référence, seuls les éléments qui diffère d'un cas à l'autre ont été pris en compte.

Donc, nous considérons que les colonnes en béton dans le projet de référence sont légèrement plus grosses entre les fondations jusqu'au niveau 2. Ensuite, nous comparons les colonnes en béton des étages supérieurs aux colonnes en bois de notre projet.

En ce qui concerne les planchers, vu que les étages du sous-sol jusqu'au niveau 2, ainsi que les murs extérieurs, les murs intérieurs, et les murs de refend en béton, sont tous identiques dans les deux projets, nous éliminons ces éléments de la comparaison.

Alors, pour notre projet :

- Colonnes en bois lamellé-collé du niveau 2 au 4 8.8 m³
- Poutres en bois d'œuvre GluBeam™ niveau 3 18.7 m³
- Poutres en bois d'œuvre GluBeam™ niveau 4 18.9 m³
- Poutres en bois d'œuvre GluBeam™ niveau 5 (Toit Incliné) 8.975 m³
- Plancher en NLT (bois d'œuvre) niveaux 3 et 4 61.0 m³
- Toiture en NLT (bois d'œuvre) niveau 5 18.5 m³

Pour le projet de référence en béton armé :

- Colonnes et chapiteaux du niveau 2 au 4, en béton 35 MPa 14 m³

3.3 Lettre signée – Quantités de matériaux du projet GES (bois) et du scénario de référence (béton) (suite)

- Colonnes et chapiteaux du niveau 5, en béton 35 MPa 3 m³
- Colonnes et chapiteaux du niveau 2 au 4, armature 6 tonnes
- Colonnes et chapiteaux du niveau 5, armature 1 tonne
- Colonnes et chapiteaux sous le niveau 2, en béton 35 MPa, augmentation de 9 m³
- Colonnes et chapiteaux sous le niveau 2, armature, augmentation de 1 tonne
- Planchers des niveaux 3 et 4, béton 30 MPa 162 m³
- Planchers des niveaux 3 et 4, armature 22 tonnes
- Toit du niveau 5, béton 30 MPa 50 m³
- Toit du niveau 5, armature 7 tonnes



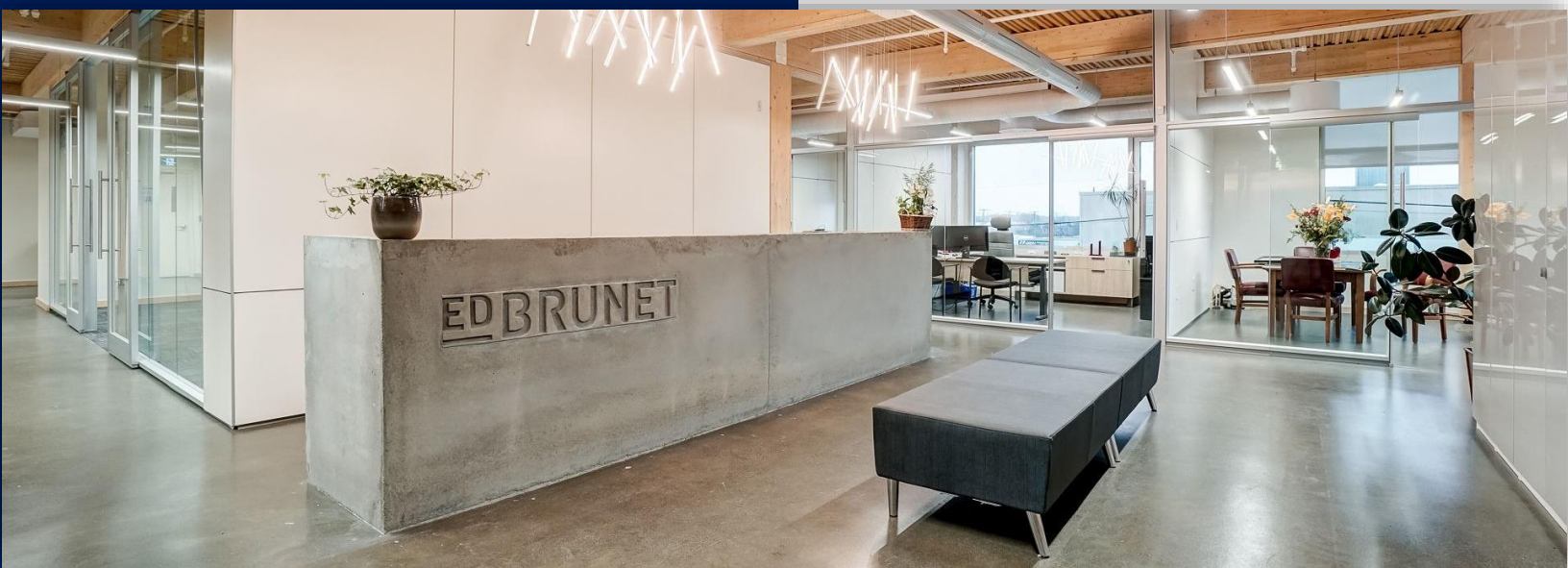
Kevin D. Below, ing, P.Eng., Ph.D.
AB, BC, NB, NL, NS, ON, PE, QC, SK
President

3.4 Rapport complet du Gestimat

CT Consultant. 2021. Quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre des matériaux de structure du siège social de Ed Brunet. Rapport final exigé dans le cadre du programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois du MFFP.



QUANTIFICATION DE LA
RÉDUCTION DES ÉMISSIONS
DE GAZ À EFFET DE SERRE DES
MATÉRIAUX DE STRUCTURE DU
SIÈGE SOCIAL DE ED BRUNET



RAPPORT FINAL
4 MAI 2021

ED BRUNET

À PROPOS DE CT CONSULTANT

MISSION

CT Consultant a pour mission d'accompagner les décideurs québécois et canadiens dans leur démarche d'amélioration de la performance environnementale de leurs activités, produits, services et bâtiments. À terme, cet accompagnement permet aux organisations d'augmenter leur rentabilité, d'améliorer leur image corporative et de contribuer à préserver l'environnement.

VALEURS

Nous sommes à l'écoute de vos besoins. Nous possédons les compétences, le professionnalisme et l'engagement nécessaires pour mener à bien votre projet. Pour assurer un climat de confiance, nous serons disponibles pour vous, vos questions et vos propositions.

SERVICES

Pour aider ses clients dans leurs objectifs d'affaires, **CT Consultant** offre les services suivants :

- Analyse environnementale du cycle de vie (ACV);
- Déclaration environnementale de produit (DEP);
- Inventaire GES;
- Écoconception de produits et bâtiments;
- Conseils en économie circulaire;
- Accompagnement en responsabilité sociale et environnementale des organisations;
- Formation personnalisée.

CT Consultant étant inscrit au registre d'experts du Fonds Écoleader (www.fondsecoleader.ca), votre projet pourrait être admissible à une subvention jusqu'à 50 % du montant final.



RÉALISATIONS

Depuis sa création, CT Consultant a réalisé des projets pour des clients industriels, institutionnels, OBNL et des firmes de services dans plusieurs secteurs de l'économie. Pour voir un aperçu de nos réalisations, visitez le ctconsultant.ca/realisations.

TABLE DES MATIÈRES

1. CONTEXTE	4
2. OBJECTIF	4
3. MÉTHODOLOGIE.....	4
3.1 GESTIMAT	4
3.2 BÂTIMENT RÉALISÉ.....	5
3.3 SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE.....	5
3.4 PÉRIMÈTRE DE LA COMPARAISON.....	5
3.5 RÔLES ET RESPONSABILITÉS	5
4. RÉSULTATS ET ANALYSE	6
4.1 BÂTIMENT RÉALISÉ.....	6
4.2 SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE.....	7
4.3 RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES	7
4.4 CONCLUSION.....	8
RÉFÉRENCES.....	9
ANNEXE A : QUANTITÉS DE MATÉRIAUX DE STRUCTURE POUR LE BÂTIMENT RÉALISÉ	10
ANNEXE B : QUANTITÉS DE MATÉRIAUX DE STRUCTURE POUR LE SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE	11
ANNEXE C : RAPPORT GESTIMAT – SCÉNARIO RÉALISÉ	12
ANNEXE D : RAPPORT GESTIMAT – SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE.....	13
ANNEXE E : RAPPORT GESTIMAT – COMPARAISON DES SCÉNARIOS	14

1. CONTEXTE

Le programme du Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois s'appuyant sur la Charte du bois vise à promouvoir les projets de démonstration de solutions et de bâtiments innovants en bois au Québec. Ce programme a pour but de réduire l'empreinte carbone des bâtiments dans la construction non résidentielle et multifamiliale en encourageant l'utilisation du matériau bois.

Dans le cadre du volet de ce programme concernant les solutions innovantes, la société Douglas Consultants agissant au nom de la firme d'entrepreneurs en construction Ed Brunet a mandaté CT Consultant pour la quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) des matériaux de structure du nouveau siège social de Ed Brunet.

2. OBJECTIF

L'étude a pour objectif de quantifier les émissions de gaz à effet de serre associés aux matériaux de structure du nouveau siège social en comparaison avec un scénario de référence.

3. MÉTHODOLOGIE

L'étude et la réalisation du rapport se basent sur le Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments [1]. La quantification et la comparaison des émissions du bâtiment réalisé et du scénario de référence ont été réalisées grâce aux quantités de matériaux fournies par Ed Brunet par l'intermédiaire de Kevin Below de la firme Douglas Consultants et l'outil d'analyse Gestimat [2].

3.1 GESTIMAT

Gestimat est un outil de quantification des émissions de gaz à effet de serre de matériaux de structure permettant la comparaison entre plusieurs scénarios de bâtiments d'un projet. La modélisation de la présente étude a été réalisée en entrant directement les quantités de matériaux spécifiques au bâtiment réalisé et au scénario de référence considéré. Il est à noter que Gestimat ne tient compte que de l'étape de fabrication des matériaux et non des étapes en amont du cycle de vie du bâtiment (transport, construction et fin de vie). De plus, Gestimat a recours à des données génériques québécoises pour la quantification de émissions, et non des données spécifiques provenant des différents producteurs de matériaux.

3.2 BÂTIMENT RÉALISÉ

Situé à Gatineau, le siège social de Ed Brunet est un nouveau bâtiment composé de trois niveaux en bois massif d'ingénierie (étage 3, étage 4 et toit) sur un podium de deux étages en béton. La structure de bois est composée de colonnes en lamellé-collé (BLC), de poutres composites constituées de lamelles de bois Glubeam™ et de dalles en bois lamellé-cloué (NLT). L'aire du bâtiment est de 419 m², la superficie totale des planchers étant de 1 905 m². Le bâtiment est principalement composé d'ateliers et de bureaux administratifs, et servira de vitrine à Ed Brunet pour ses réalisations en bois massif. Les quantités de matériaux ont été obtenues à partir des commandes de bois pour la fabrication de la structure. Lors de l'entrée des données dans Gestimat, le bois lamellé-cloué et les poutres Glubeam™ ont été considérés comme étant du bois d'œuvre. La liste des quantités de matériaux du bâtiment réalisé est fourni à l'Annexe A.

3.3 SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Le bâtiment utilisé comme scénario de référence est une structure de béton armé de même dimension et nombre de niveaux que le bâtiment réalisé. Le scénario de référence a été établi à partir des niveaux en béton réalisés en répétant la dalle de béton du niveau 2 aux niveaux supérieurs, avec des ajustements pour tenir compte du surplus de poids de la structure en béton par rapport à la structure de bois massif. Les quantités de matériaux ont été obtenues à partir des plans et devis pour la réalisation du niveau 2 du bâtiment construit. Les quantités de matériaux du scénario de référence sont fournis à l'Annexe B.

3.4 PÉRIMÈTRE DE LA COMPARAISON

Le bâtiment construit et le bâtiment du scénario de référence étant constitués du même podium de béton sur les deux premiers étages, les éléments identiques des deux projets ont été retirés de la comparaison et n'ont pas été modélisés dans Gestimat. Seuls les éléments qui diffèrent entre les deux bâtiments ont été pris en compte dans la quantification des émissions de GES, c'est-à-dire les niveaux 3, 4 et 5 et les fondations.

3.5 RÔLES ET RESPONSABILITÉS

CT Consultant a été mandaté par Douglas Consultant au nom de la société Ed Brunet pour la quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre des matériaux de structure du siège social dans le cadre du programme de vitrine technologique de bâtiment et solutions innovantes en bois.

Cette étude a été réalisée à l'aide de l'outil Gestimat et du Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments.

Les quantités de matériaux de la structure du siège social et du scénario de référence ont été fournies par Kevin Below de la firme Douglas Consultants. La qualité, l'exactitude et la conformité à la norme ISO 14064-2 [3] de ces données sont sous la responsabilité de Ed Brunet. Ces données n'ont pas été validées par CT Consultant.

La vérification du rapport de quantification de la réduction de gaz à effet de serre par une tierce partie indépendante en conformité avec la norme ISO 14064-3 [4] demeure également la responsabilité de Ed Brunet.

4. RÉSULTATS ET ANALYSE

4.1 BÂTIMENT RÉALISÉ

D'après les résultats de l'analyse du bâtiment réalisé, les émissions de gaz à effet de serre des matériaux de la structure en bois massif du siège social de Ed Brunet sont estimées à 7 857 kg éq. CO₂ correspondant à 4,12 kg éq. CO₂/m² de plancher. Les résultats extraits de Gestimat pour le bâtiment réalisé sont présentés à l'Annexe C.

Les poutres et colonnes et les planchers représentent environ la même part des émissions de gaz à effet de serre de la structure en bois, soit 45,3 % et 42,0 % respectivement. La toiture en bois représente 12,7 % des émissions (Figure 1).

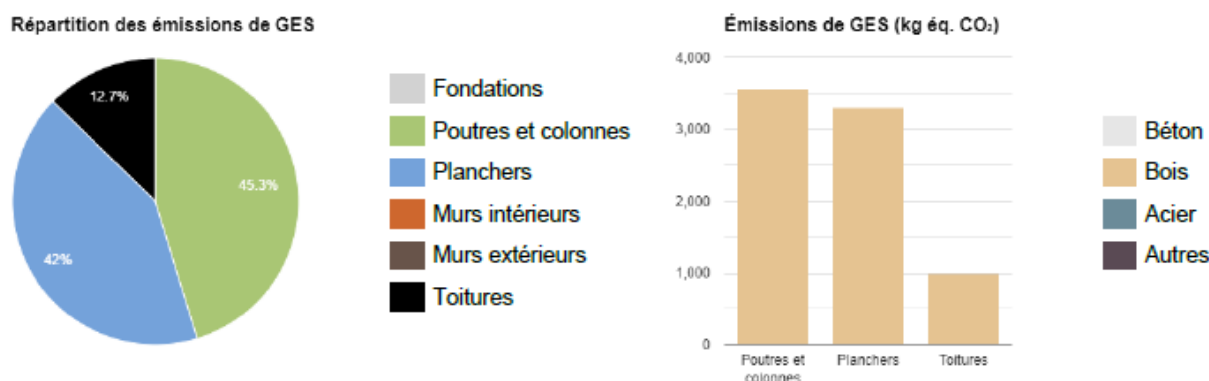


Figure 1: Émissions de gaz à effet de serre des matériaux de la structure du bâtiment réalisé

4.2 SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

D'après les résultats de l'analyse du scénario de référence, les émissions de gaz à effet de serre des matériaux de la structure en béton sont estimées à 119 553 kg CO₂ éq. correspondant à 62,76 kg CO₂ éq./m² de plancher. Les résultats extraits de Gestimat pour le scénario de référence sont présentés à l'Annexe D.

Les planchers représentent la majorité des émissions de gaz à effet de serre (66,4 %). La toiture représente 20,4 % des émissions, et le surplus de béton requis pour la fondation de la structure de béton représente 1,4 % des émissions. Le béton et les barres d'armature en acier représentent respectivement 62,0 % et 38,0 % des émissions totales de gaz à effet de serre du scénario de référence (Figure 2).

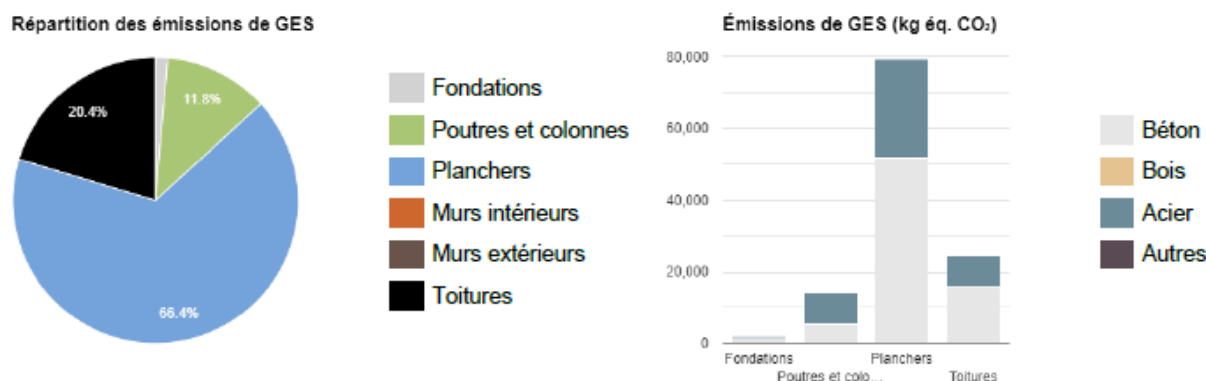


Figure 2: Émissions de gaz à effet de serre des matériaux de la structure du scénario de référence

4.3 RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES

D'après les résultats de l'analyse comparative, la structure de bois massif permet d'éviter l'émission de 111 696 kg éq. CO₂ de gaz à effet de serre par rapport à la structure de béton (Annexe E).

Les émissions de gaz à effet de serre associées à la structure en bois représentent moins d'un dixième des émissions de la structure en béton. La différence au niveau des émissions entre le bâtiment réalisé et le scénario de référence s'explique par les matériaux des planchers, poutres et colonnes et de la toiture, qui sont en bois (lamellé-collé, Glubeam™ et bois lamellé-cloué) pour le bâtiment réalisé, alors qu'ils sont exclusivement en béton armé pour le scénario de référence. Le surplus de béton nécessaire à la structure du scénario du référence contribue à augmenter les émissions de la structure en béton.

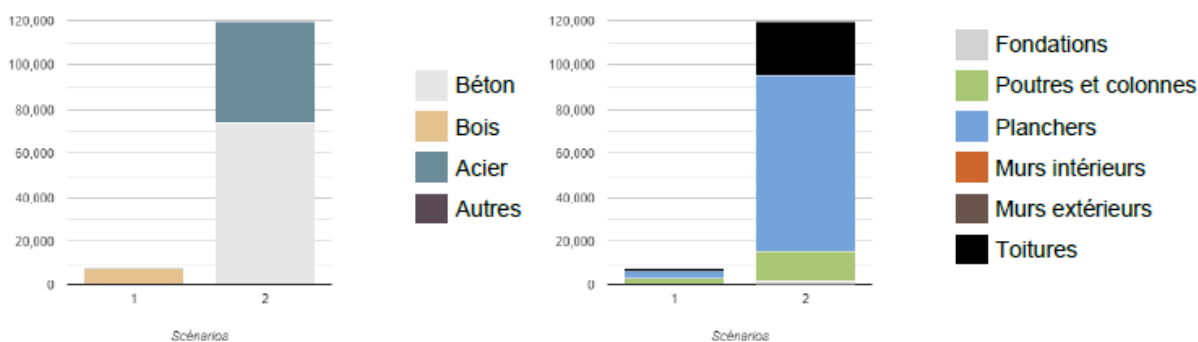


Figure 3: Comparaison des émissions de gaz à effet de serre des matériaux de la structure du bâtiment réalisé (1) et du scénario de référence (2)

4.4 CONCLUSION

CT Consultant a été mandaté par Douglas Consultant au nom de la société Ed Brunet pour la quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre des matériaux de structure du siège social de Ed Brunet dans le cadre du programme de vitrine technologique de bâtiment et solutions innovantes en bois du MFFP.

Au regard des résultats obtenus à l'aide de Gestimat, les émissions de gaz à effet de serre des matériaux de la structure de bois sont estimées à 7 857 kg eq. CO₂ et les émissions des matériaux de la structure du scénario en béton sont estimées à 119 553 kg eq. CO₂. Ainsi, le bâtiment réalisé entraîne une réduction de 111 696 kg eq. CO₂ par rapport scénario de référence.

RÉFÉRENCES

- [1] Roberge F, GCM Consultants (2018). « Protocole de quantification des émissions de gaz à effet de serre attribuables à la fabrication de matériaux de structure pour divers scénarios de bâtiments ».
- [2] Cecobois (2019). « Gestimat, Outil de quantification d'émissions de GES spécifique aux matériaux de construction ». Disponible en ligne à : www.gestimat.ca.
- [3] Organisation Internationale de Normalisation, ISO (2019). « ISO 14064-2. Gaz à effet de serre – Partie 2: Spécifications et lignes directrices, au niveau des projets, pour la quantification, la surveillance et la rédaction de rapports sur les réductions d'émissions ou les accroissements de suppressions des gaz à effet de serre ».
- [4] Organisation Internationale de Normalisation, ISO (2019). « ISO 14064-3. Gaz à effet de serre – Partie 3: Spécifications et lignes directrices pour la vérification et la validation des déclarations des gaz à effet de serre ».

ANNEXE A : QUANTITÉS DE MATÉRIAUX DE STRUCTURE POUR LE BÂTIMENT RÉALISÉ

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la
Fondations				
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
BLC	9	m³	Modèle 3D	Colonnes du niveau 2 au niveau 4 et toit incliné, quantité achetée, inclut pertes
Bois d'œuvre	19	m³	Modèle 3D	Poutres niveau 3, quantité achetée, inclut pertes
Bois d'œuvre	19	m³	Modèle 3D	Poutres niveau 4, quantité achetée, inclut pertes
Bois d'œuvre	9	m³	Modèle 3D	Poutres toit incliné, quantité achetée, inclut pertes
AJOUTER				
Planchers				
Bois d'œuvre	61	m³	Note de calculs	Planchers niveaux 3 et 4, incluant terrasse, quantité achetée, inclut pertes
AJOUTER				
Toiture				
Bois d'œuvre	19	m³	Note de calculs	Toit en pente, quantité achetée, inclut pertes
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

ANNEXE B : QUANTITÉS DE MATÉRIAUX DE STRUCTURE POUR LE SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

QUANTITÉ DE MATÉRIAUX			INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES	
Matériau	Quantité	Unité	Méthode d'estimation	Commentaires (ex. informations sur le matériau, justification de la
Fondations				
Béton 25 MPa	5	m³	Note de calculs	Supplément pour le poids différentiel
Barres d'armature	0	t	Note de calculs	Supplément pour le poids différentiel
AJOUTER				
Poutres et colonnes				
Béton 35 MPa	14	m³	Plans et devis	Colonnes et chapiteaux du niveau 2 au niveau 4
Béton 35 MPa	3	m³	Plans et devis	Colonnes et chapiteaux du niveau 4 au toit incliné
Barres d'armature	6	t	Plans et devis	Colonnes et chapiteaux du niveau 2 au niveau 4
Barres d'armature	1	t	Plans et devis	Colonnes et chapiteaux du niveau 4 au toit incliné
AJOUTER				
Planchers				
Béton 30 MPa	162	m³	Plans et devis	Planchers niveaux 3 et 4, incluant terrasse
Barres d'armature	22	t	Fournisseurs	Planchers niveaux 3 et 4, incluant terrasse
AJOUTER				
Toiture				
Béton 30 MPa	50	m³	Plans et devis	Toit en pente
Barres d'armature	7	t	Fournisseurs	Toit en pente
AJOUTER				
Murs extérieurs				
AJOUTER				
Murs intérieurs				
AJOUTER				

ANNEXE C : RAPPORT GESTIMAT – SCÉNARIO RÉALISÉ

Analyse des émissions de gaz à effet de serre (GES)



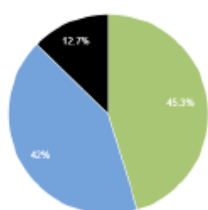
Scénario : Projet

Nom du projet : Siège social Ed Brunet No du projet : 1
 Nom du scénario : Projet Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

Projet Bois

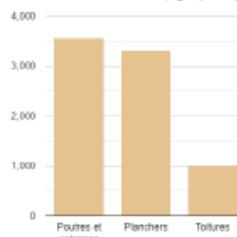
Projet		Matériaux				Total	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Poutres et colonnes	0,00	3 561	0,00	0,00	3 561	45,32
	Planchers	0,00	3 297	0,00	0,00	3 297	41,96
	Murs intérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs extérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toitures	0,00	999	0,00	0,00	999	12,72
	Total GES (kg éq. CO₂)	0,00	7 857	0,00	0,00	7 857	100%
GES par m ²		0,00	4,12	0,00	0,00	4,12	

Répartition des émissions de GES



Fondations
 Poutres et colonnes
 Planchers
 Murs intérieurs
 Murs extérieurs
 Toitures

Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Béton
 Bois
 Acier
 Autres

Version :

Dernière modification de l'analyse : 2021-04-30
 Génération du rapport : 2021-04-30

ANNEXE D : RAPPORT GESTIMAT – SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Analyse des émissions de gaz à effet de serre (GES)



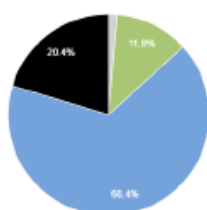
Scénario : Scénario de référence

Nom du projet : Siège social Ed Brunet No du projet : 1
 Nom du scénario : Scénario de référence Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

Projet Béton

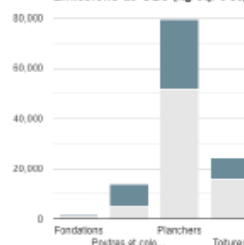
Scénario de référence		Matériaux				Total	%
Émissions de GES (kg éq. CO ₂)		Béton	Bois	Acier	Autres		
Systèmes constructifs	Fondations	1 345	0,00	317	0,00	1 662	1,39
	Poutres et colonnes	5 229	0,00	8 901	0,00	14 130	11,82
	Planchers	51 738	0,00	27 680	0,00	79 418	66,43
	Murs intérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Murs extérieurs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toitures	15 859	0,00	8 483	0,00	24 342	20,36
	Total GES (kg éq. CO₂)	74 171	0,00	45 382	0,00	119 553	100%
GES par m ²		38,93	0,00	23,82	0,00	62,76	

Répartition des émissions de GES



Fondations
 Poutres et colonnes
 Planchers
 Murs intérieurs
 Murs extérieurs
 Toitures

Émissions de GES (kg éq. CO₂)



Béton
 Bois
 Acier
 Autres

Version :

Dernière modification de l'analyse : 2021-04-30
 Génération du rapport : 2021-04-30

ANNEXE E : RAPPORT GESTIMAT – COMPARAISON DES SCÉNARIOS

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARABILITÉ DES SCÉNARIOS

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie		-	-	-	-	-	-
Nombre d'étages		-	-	-	-	-	-
Nombre d'éléments modélisés		6	5	0	0	0	0
Fondations	m³ béton armé		5,00				
Poutres et colonnes	m³ béton armé		17,43				
	m³ bois	55,35					
	tonne acier						
Planchers	m² de planchers	874	874				
Murs intérieurs	m² de murs						
Murs extérieurs	m² de murs						
Toitures	m² de toitures	230	230				

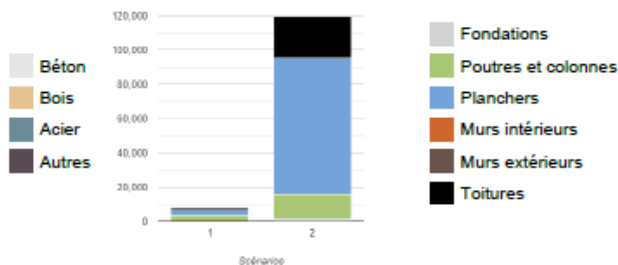
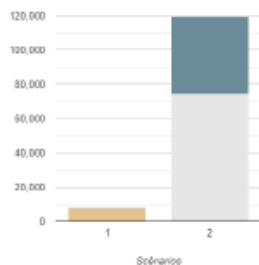
VALIDATION DES SCÉNARIOS

	Scénario complété	Commentaires sur la comparabilité des scénarios
Scénario 1	X	
Scénario 2	X	
Scénario 3		
Scénario 4		
Scénario 5		
Scénario 6		

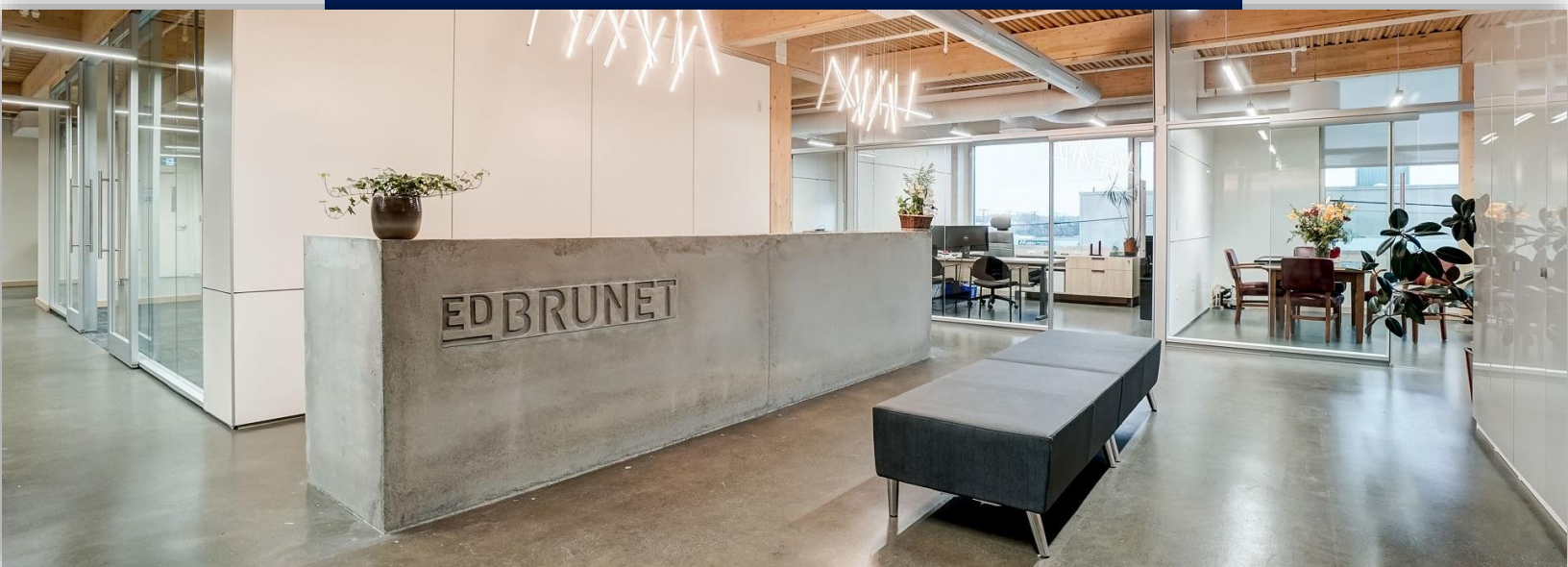
ANNEXE E : RAPPORT GESTIMAT – COMPARAISON DES SCÉNARIOS (SUITE)

Rapport sommaire de l'analyse comparative des scénarios

COMPARAISON DES SCÉNARIOS						
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
Type de saisie	-	-	-	-	-	-
Superficie totale de plancher (m ²)	-	-	-	-	-	-
GES par matériau	(kg éq. CO ₂)					
■ Béton		74 171				
■ Bois	7 857					
■ Acier		45 382				
■ Autres						
GES par système constructif	(kg éq. CO ₂)					
■ Fondations		1 662				
■ Poutres et colonnes	3 561	14 130				
■ Planchers	3 297	79 418				
■ Murs intérieurs						
■ Murs extérieurs						
■ Toitures	999	24 342				
Total GES (kg éq. CO ₂)	7 857	119 553				
GES par m ² (kg éq. CO ₂)	4,12	62,76				



QUANTIFICATION DE LA
RÉDUCTION DES
ÉMISSIONS DE GAZ À
EFFET DE SERRE DES
MATÉRIAUX DE
STRUCTURE DU SIÈGE
SOCIAL DE ED BRUNET



EDBRUNET