

## ÉTUDE DE CAS COMPARATIVE ENTRE CHARPENTE D'ACIER ET CHARPENTE DE BÉTON

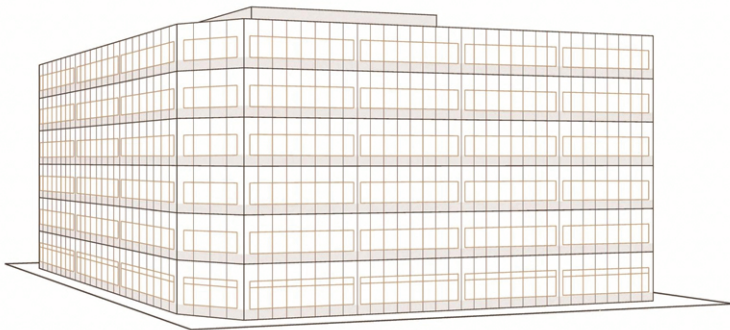
*Les services de Solutions de projet* du Centre de solutions de l'ICCA ont pour mission de développer des outils et des ressources qui aident les ingénieurs, les architectes, les propriétaires, les entrepreneurs généraux et d'autres parties prenantes à prendre des décisions éclairées au moment de choisir des matériaux de construction pour leurs projets.

Nous sommes heureux de présenter les résultats de nos plus récentes recherches, en l'occurrence une étude de cas complète qui évalue les incidences du choix entre

une charpente d'acier et une charpente de béton dans des immeubles commerciaux types au Canada.

Le projet de référence pour cette étude de cas est un immeuble de bureaux à usage commercial de six étages situé en Ontario. L'étude de cas évalue les incidences du choix entre une charpente d'acier et une charpente de béton sur l'ensemble du cycle de construction, de la conception à la durabilité, en passant par le calcul du coût et la construction proprement dite.

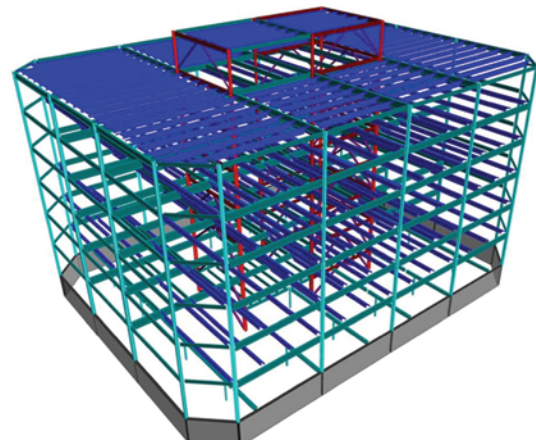
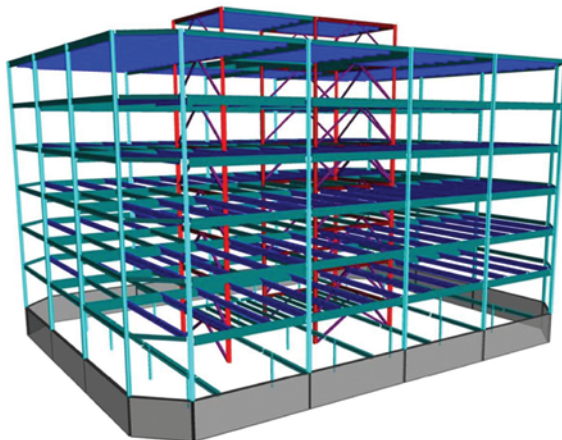
### IMMEUBLE À BUREAUX DE SIX ÉTAGES • MISSISSAUGA, ON



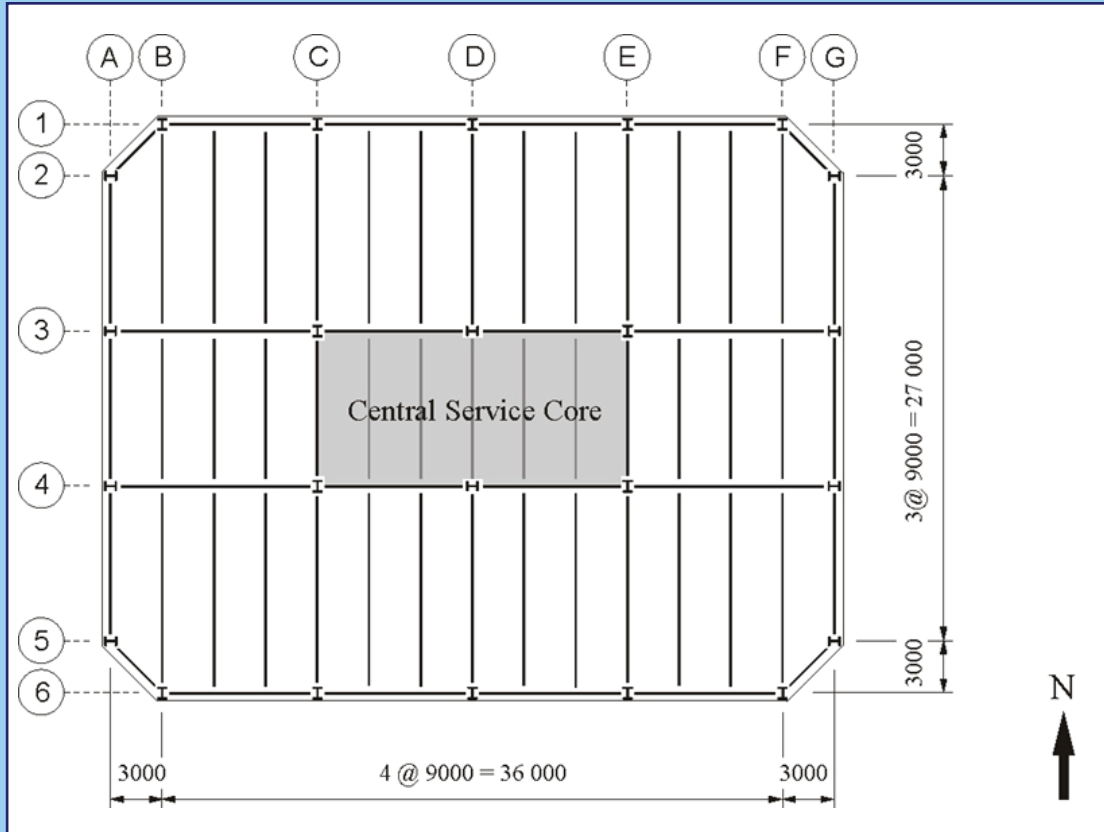
Conception de la charpente de béton : Y & V Engineering Ltd  
Calcul du coût de tous les composants en béton : C B Ross Partners  
Conception de la charpente d'acier : Centre de solutions de l'ICCA  
Calcul du coût de la charpente d'acier et des ses composants : Centre de solutions de l'ICCA

- **Type de projet :** Immeuble à bureaux de six étages + appentis et garage souterrain
- **Emplacement :** Mississauga, ON
- **Specifications:**
  - CNBC 2010 - Surcharge dans des espaces de bureaux, au rez-de-chaussée et l'étage de stationnement; 4.8 kPa dans le noyau de service et l'appentis
  - Charges mortes superposées : 0,95 kPa sur les toits; 1,4 kPa sur le rez-de-chaussée et 1,6 kPa sur d'autres surfaces de plancher
  - Parement de mur-rideau
  - Capacité portante du sol : 400 kPa (admissible)
  - Plan d'implantation intérieur sans poteaux

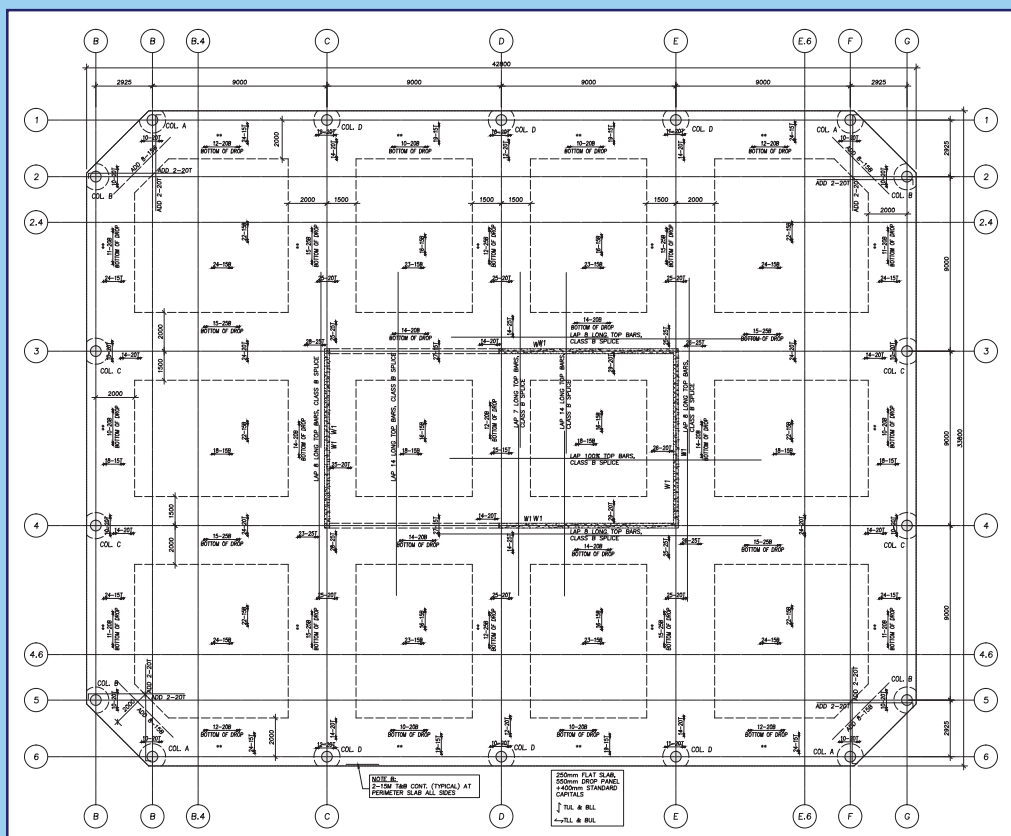
### VUE EN 3-D – OPTION ACIER



# PLAN D'ÉTAGE TYPE - CHARPENTE CLASSIQUE AVEC POUTRELLES, POTEAUX ET NOYAU CONTREVENTÉ



# PLAN D'ÉTAGE TYPE – CHARPENTE DE BÉTON / DALLE COULÉE SUR PLACE AVEC POUTRES; MURS DE NOYAU



# SOMMAIRE DES COÛTS DE LA CONSTRUCTION POUR LA CHARPENTE D'ACIER AVEC POUTRES, POUTRELLES, POTEAUX ET NOYAU CONTREVENTÉ

**SOMMAIRE DES COÛTS Projet :** The Case, Mississauga, Ontario (immeuble à bureaux de six étages avec garage souterrain).

**Option acier :** Charpente d'acier avec poutres, poutrelles, poteaux et noyau contreventé

**Date:** 16/09/2014

DESCRIPTION	QUANTITÉ	TAUX UNITAIRE	MONTANT \$	\$ / M2 SPB*
<b>Cadre en acier de charpente :</b> Acier de charpente composé de poutres en acier, de poutrelles à treillis, de poutrelles, de contreventements et de poteaux commençant aux semelles de fondation et aux murs du sous-sol, comprenant une protection anticorrosion pour les poteaux en acier et les ailes apparentes des poutres dans le sous-sol.	368 tonnes	3 225	1 187 660 \$	116,84
<b>Tablier métallique et dalles de béton</b>				
Dalle de toiture de 38 mm x 0,76 mm installée	1 428 m <sup>2</sup>	16,14	23 048 \$	2,27
Tablier de plancher métallique de 75 mm x 0,91 mm comprenant bords de plancher et solin; installé.	7 309 m <sup>2</sup>	45,19	330 308 \$	32,49
Dalles de recouvrement dans les planchers de 65 mm d'épaisseur en béton de densité normale de 25 MPa, finies à la truelle mécanique, comprenant un treillis métallique soudé de 152 x 152 MW 18,7/18,7; installé.	7 309 m <sup>2</sup>	34,72	253 768 \$	24,96
Dalle creuse en béton préfabriqué de 203 mm, scellée par injection de coulis, comprenant une chape de béton de 25 mm	1 428 m <sup>2</sup>	117,52	167 820 \$	16,51
<b>Protection contre les incendies</b>				
<b>Étages supérieurs :</b> Protection vaporisée sur les poutres, les poutrelles, les poteaux et la sous-face du tablier pour respecter l'indice de résistance au feu ULC/ULI de 1 heure :	7 309 m <sup>2</sup>	41,68	304 663 \$	29,97
<b>Sous-sol :</b> Protection vaporisée sur les ailes inférieures des poutres et des poteaux au-dessus du piédestal enrobé de béton pour respecter l'indice de résistance au feu ULC/ULI de 2 heures	1 428 m <sup>2</sup>	17,22	24 584 \$	2,42
<b>Résistance aux charges latérales :</b> Noyau contreventé métallique (inclus dans le CADRE EN ACIER DE CHARPENTE ci-dessus)				
<b>Murs du sous-sol :</b> Murs périphériques en béton coulé sur place de béton et enrobage en béton de 1 m de hauteur des pylônes métalliques intérieurs			186 209 \$	18,32
<b>Dalle de plancher du sous-sol :</b> dalle sur sol			78 443 \$	7,72
<b>Fondations :</b> semelles, y compris la mise en place des tiges d'ancrage			169 740 \$	16,70
*D'après une superficie de plancher brute de 10 165 m <sup>2</sup> . <b>Total</b>			2 726 243 \$	268,20

# SOMMAIRE DES COÛTS DE CONSTRUCTION DE L'OPTION BÉTON AVEC PLANCHERS, TOITURES ET MURS DE NOYAU CLASSIQUES COMPOSÉS D'UNE DALLE EN BÉTON ARMÉ COULÉ SUR PLACE

**SOMMAIRE DES COÛTS Projet :** The Case, Ontario (immeuble à bureaux de six étages avec garage souterrain).

**Option béton :** Planchers, toitures et murs du noyau classiques composés d'une dalle en béton armé coulé sur place

**Date :** 16/09/2014

DESCRIPTION	QUANTITÉ	TAUX UNITAIRE	MONTANT \$	\$ / M2 SPB*
<b>Toitures</b>	1 428 m <sup>2</sup>	262	374 533 \$	36,85
Charpentes du toit principal et du toit d'appentis : Dalle de toit en béton armé coulé sur place avec poutres, poutres de rive et poteaux				
<b>Planchers</b>	8 737 m <sup>2</sup>	262	2 285 285 \$	224,82
Dalle de plancher en béton armé coulé sur place avec poutres et poutres (niveaux 2 à 6), dalle du rez-de-chaussée en béton armé coulé sur place avec arcs surbaissés et poteaux, des semelles jusqu'au toit				
<b>Résistance aux charges latérales</b>			316 000 \$	31,09
Murs du noyau en béton armé coulé sur place				
<b>Murs du sous-sol</b>			180 709 \$	17,78
Murs périmétriques en béton armé coulé sur place				
<b>Dalle de plancher du sous-sol</b>			78 443 \$	7,72
Dalle sur sol				
<b>Fondations</b>			362 812 \$	35,69
Semelles pour poteaux, murs du noyau et murs périmétriques dans le sous-sol (travaux d'excavation exclus de l'étude)				
*D'après une superficie de plancher brute de 10 165 m <sup>2</sup> . <b>Total</b>			3 597 782 \$	353,94



**AVANTAGE ACIER :** Les coûts généraux de l'option acier sont moins élevés

# RÉSUMÉ DE L'ANALYSE COMPARATIVE DES COÛTS : OPTION ACIER VS. OPTION BÉTON

**AVANTAGE ACIER :** Les coûts de la plupart des éléments de charpente individuels de l'option acier sont moins élevés

## 1. Éléments de coût évalués dans l'étude (\$/SPB) :

### a) Charpente principale et fondations :

	OPTION ACIER :	OPTION BÉTON :	DIFFÉRENCE
Charpente	251,50 \$ <input checked="" type="checkbox"/>	318,25 \$	66,75 \$ (6,20 \$/pi <sup>2</sup> )
Fondations	16,70 \$ <input checked="" type="checkbox"/>	35,69 \$	18,99 \$ (1,77/pi <sup>2</sup> )

### b) Différence de coût pour les éléments de charpente individuels :

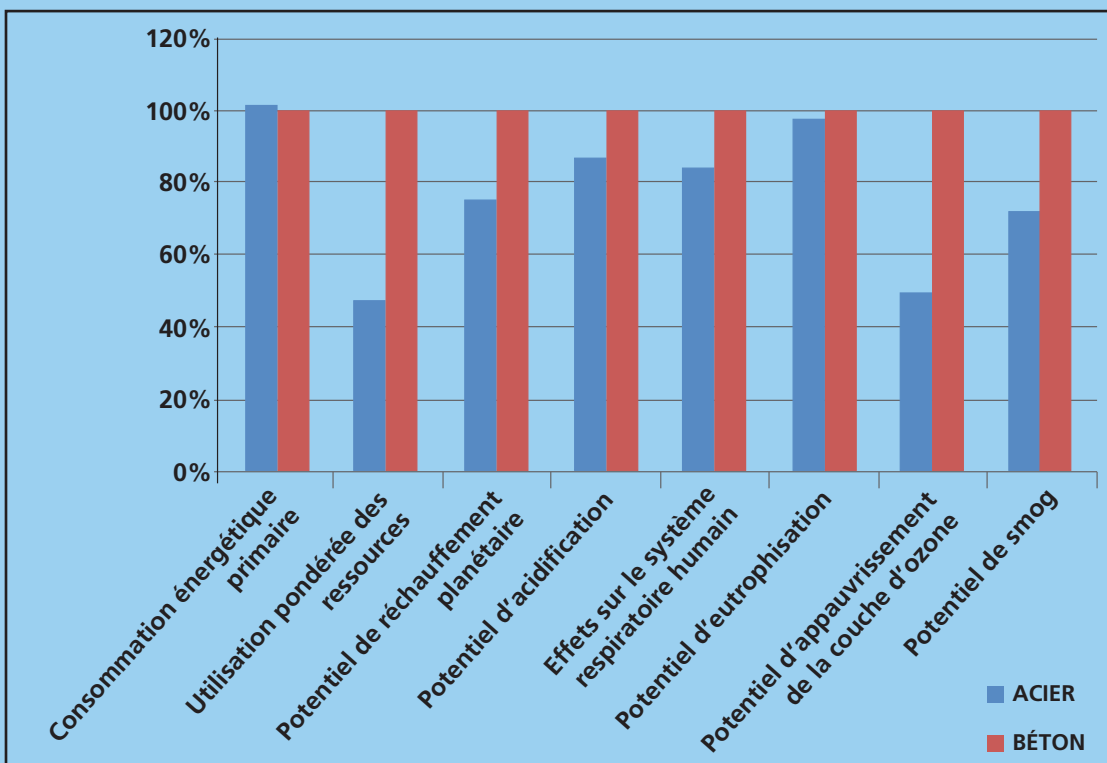
- Charpente :** 66,75 \$/m<sup>2</sup> (6,20/pi<sup>2</sup>) en faveur de l'acier
- Fondations :** 18,99 \$/m<sup>2</sup> (1,77 \$/pi<sup>2</sup>) en faveur de l'acier
- Total :** 85,74 \$/m<sup>2</sup> (7,97 \$/pi<sup>2</sup>) en faveur de l'acier
- **Cloison sèche des murs de noyau :**  
4,85 \$/m<sup>2</sup> (0,45/pi<sup>2</sup>) en faveur du béton
- **Hauteur de l'immeuble (revêtement, etc.)**  
pas de différence (même hauteur)

**Différence de coût nette :**  
81 \$/m<sup>2</sup> (7,50 \$/pi<sup>2</sup>) en faveur de l'option acier

### c) Économies supplémentaires avec l'option acier :

- Coûts de grue :**  
Moins élevés pour l'option acier du fait de l'achèvement plus rapide des travaux.
- Autres frais généraux liés au chantier :**  
Moins élevés pour l'option acier du fait de l'achèvement plus rapide des travaux.
- Coût de financement provisoire :**  
Moins élevés pour l'option acier du fait de l'achèvement plus rapide des travaux.
- Construction en hiver :**  
Meilleurs résultats avec l'option acier qu'avec la construction en béton coulé sur place en raison du surcoût occasionné par le chauffage, le durcissement et l'approvisionnement en mélange de béton prêt à l'emploi pour l'option béton, entraînant une plus faible productivité.
- Futures modifications :**  
La capacité d'adaptation inhérente de l'acier de charpente réduit les coûts liés aux travaux de rénovation et à l'interruption des activités.
- Rapidité de construction :**  
L'achèvement plus rapide de l'option acier réduit les risques associés à la volatilité du marché immobilier.
- Poteaux plus petits :**  
Les immeubles à charpente d'acier bénéficient d'une superficie utile supérieure.

## INCIDENCES EN TERMES DE DURABILITÉ : ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV) DES CADRES D'ACIER COMPARATIVEMENT AU BÉTON POUR TOUT L'IMMEUBLE



### AVANTAGE ACIER

- L'acier sort largement vainqueur, sur le plan écologique, de l'analyse du cycle de vie (ACV) des cadres d'acier comparativement au béton pour tout l'immeuble qui a été réalisée pour ce projet.
- L'ACV a démontré que l'acier a une empreinte environnementale moins importante que le béton dans la plupart des catégories d'incidence environnementale que nous avons mesurées.

\* ACV réalisée par l'Université Ryerson