



## PROJET

---

DCC - ÉTUDE PRODUIT FERMACELL  
Réf. L2C02180511

---

**9036 6170 Qc Inc.**

A/s Sylvain COUTURE, Ing.

# Rapport d'expertise structurale sur l'utilisation des produits Fermacell dans un projet de construction multi-étagée en bois.

L2C EXPERTS-CONSEILS QUÉBEC  
966 Chemin Olivier, suite 350  
Lévis, (QC), G7A 2N1  
T : +1 (418) 496-0811  
[www.L2Cexperts.com](http://www.L2Cexperts.com)

Lévis, le 21 mai 2019

**9036 6170 Qc Inc**  
A/s Sylvain Couture  
1130 Chemin Olivier, St-Nicolas,  
QC, Canada, G7A 2M8  
(418) 932-4810

Transmis par courriel : [info@distributioncc.ca](mailto:info@distributioncc.ca)

## ***OBJET : DCC - ÉTUDE PRODUIT FERMACELL***

*N/Dossier n° : L2C02180511*

---

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-joint le rapport d'expertise concernant l'utilisation des produits Fermacell dans un projet multi-étagé en bois. Cette étude a été réalisée par Guillaume Gélinas, ing. M.ing, et Luc-Alexandre Faucher, ing., M.Sc.A. sous la supervision de Jean-Philippe Carrier, ingénieur en structure et associé principal qui a également préparé et signé le présent rapport d'expertise.

Nous espérons le tout conforme à votre entière satisfaction et vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

**Jean-Philippe Carrier, Ing.,**  
Ingénieur en structure – Associé principal  
N° de membre de l'OIQ : 147077

## Table des matières

PORTÉE DE L'ÉTUDE.....	4
DESCRIPTION DU PRODUIT FERMACELL ET DE LA CHAPE DE BÉTON.....	5
DESCRIPTION DU BÂTIMENT.....	7
DESCRIPTION DES COMPOSITIONS DE PLANCHERS.....	8
ÉCONOMIE AU NIVEAU DES ÉLÉMENTS DE FONDATIONS.....	9
ÉCONOMIE AU NIVEAU DES DALLES STRUCTURALES.....	10
ÉCONOMIE AU NIVEAU DU SYSTÈME DE REPRISE DE CHARGE LATÉRALE.....	14
ÉCONOMIE AU NIVEAU DU SYSTÈME DE PLANCHER ET DES POUTRELLES.....	15
CONCLUSION.....	16

## Table des illustrations

Figure 1 – Vue 3D du bâtiment.....	4
Figure 2 – Poids approximatif d'un bâtiment en ossature légère .....	5
Figure 3 – Pose des chapes sèches Fermacell.....	6
Figure 5 – Modélisation du bâtiment sur REVIT par L2C.....	7
Figure 8 – Tableau de réduction des charges selon les cas analysés .....	9
Figure 9 – Semelles Types - Cas #1 - Dimension, Armature et Coût total .....	9
Figure 10 – Semelles Types - Cas #3 - Dimension, Armature et Coût total approximatif .....	9
Figure 11 – Semelles Types - Cas #3 - Dimension, Armature et Coût total approximatif .....	10
Figure 12 – Modélisation de la dalle sur le logiciel CSI-SAFE .....	11
Figure 13 – Détaillage armature bande colonne .....	11
Figure 14 – Détaillage armature bande médiane .....	12
Figure 15 – Tonnage d'acier dalle RDC 12" avec chape de béton 1½" aux étages .....	12
Figure 16 – Tonnage d'acier dalle RDC 12" avec produit FERMACELL aux étages .....	12
Figure 17 – Tonnage d'acier dalle RDC 11" avec produit FERMACELL aux étages .....	13
Figure 18 – Tableau résumé de l'économie de coût béton et armature .....	13
Figure 19 – Évaluation efforts latéraux .....	14
Figure 20 – Hauteur économique des poutrelles.....	15

## Portée de l'étude

M. Sylvain Couture a mandaté la firme L2C Experts pour faire une étude comparative des coûts des matériaux de construction pour une structure bâtie avec le produit Fermacell par rapport à une structure construite de façon conventionnelle avec une chape de béton acoustique de 1½" coulé sur les planchers de chaque étage d'une structure d'ossature légère de bois. La structure analysée est une nouvelle construction de quatre (4) étages située à Longueuil au Québec. La structure des étages est de construction à ossature légère de bois et est constituée de poutrelles ajourées de bois aux 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> planchers et de ferme de toit en bois au niveau de la toiture. Le tout repose sur une dalle de transfert en béton armé qui abrite un stationnement sous-terrain composé de colonnes et de murs de fondations en béton armé. Le bâtiment est finalement supporté par un ensemble de fondations superficielles constituées de semelles filantes sous les murs ou d'empattements isolés sous les colonnes.



Figure 1 – Vue 3D du bâtiment

L'étude s'intéresse dans un premier temps à l'économie d'acier d'armature et de béton pour les fondations et la dalle de transfert du rez-de-chaussée. Pour cette étape, seules les charges gravitaires, soit les charges mortes, vives et de neiges, ont été considérées. Il est à noter que les résultats obtenus sont quantitatifs, soit en volume ou poids de matériel. Un estimé du montant d'économie est aussi réalisé en se basant sur les prix d'armature et du béton du marché en date du 29 mai 2018.

Dans un deuxième temps, l'étude s'est intéressée à l'économie du système de reprise des charges sismiques. L'analyse sismique s'est limitée à évaluer le différentiel de clouage et le type de OSB sur les murs de refends. L'évaluation de la modification des ancrages des murs de refends n'a pas été évaluée dans le présent rapport.

L'étude s'intéresse uniquement à l'impact de l'utilisation du produit Fermacell sur certains éléments du bâtiment, soit les fondations, la dalle structurale du rez-de-chaussée et le système de reprise de charge verticale. Les éléments suivants sont exclus de l'analyse comparative :

- Comparaison des coûts du produit Fermacell par rapport à la chape de béton de 1½"
- Comparaison des coûts d'installation et de l'impact sur l'échéancier du produit Fermacell par rapport à la chape de béton de 1½" (pose, finition, cure, etc.)
- Comparaison des impacts autres que les impacts structuraux (acoustique, architectural, etc.)
- Toute autre utilisation que le cas étudié
- Etc.

Le bâtiment n'a pas été choisi pour avantager ou désavantager le produit Fermacell. L'analyse représente un exemple concret où le produit Fermacell aurait pu être utilisé afin de réduire les quantités de matériaux des autres éléments structuraux sur le projet. L'analyse n'est pas une garantie que les économies peuvent être reproduites dans tous les projets ou toutes les situations. Des économies beaucoup plus grandes pourraient être faites si la diminution du poids du bâtiment par l'utilisation des chapes sèches Fermacell permettait d'éviter le recourt à des fondations profondes comme des pieux ou l'utilisation d'un radier structural. On pourrait même penser à l'ajout d'un étage puisque la réduction du poids des planchers est cumulative. Un bâtiment de six (6) étages avec les chapes sèches Fermacell est seulement 10% plus lourd qu'un bâtiment de cinq (5) étages avec chape de béton.

Nb d'étage	Poids du bâtiment avec chape de béton léger (lb/pi <sup>2</sup> )	Poids du bâtiment avec fermacell (lb/pi <sup>2</sup> )	Diminution de poids
6	477	432	10%
5	395	359	10%
4	313	286	9%
3	231	213	8%
2	149	140	6%
1	67	67	-

Figure 2 – Poids approximatif d'un bâtiment en ossature légère

## Description du produit Fermacell et de la chape de béton

Dans la présente étude, deux méthodes de construction sont comparées. La première méthode consiste à couler une couche de béton léger d'environ 40mm (1 ½") sur les planchers en ossature de bois. Différentes membranes sont utilisées entre le platelage de bois et la chape de béton. Le béton est coulé sur les planchers à l'état plastique et deviendra solide après une période de cure ou de séchage. Bien que le contraire puisse être imaginé, cette chape est non-structurale et ses propriétés d'isolation phonique demeurent la raison principale de son utilisation. Généralement, un béton de densité normale, soit environ 2400 kg/m<sup>3</sup> est utilisé. La chape de béton a donc un poids de 91 kg/m<sup>2</sup> ou 0,9 kPa ce qui équivaut à environ 20 lb/pi<sup>2</sup>. Cette pratique est surtout utilisée dans les bâtiments résidentiels ou multi-résidentiels

et les fabricants de poutrelles de plancher ajoutent 20 lb/pi<sup>2</sup> lors de la conception des poutrelles lorsqu'une chape de béton est coulée sur les planchers. Bien que moins fréquemment utilisé, il existe aussi du béton léger d'une masse volumique de 1800 kg/m<sup>3</sup>, soit 75% du poids du béton de densité normale. La chape de béton aura alors un poids de 15 lb/pi<sup>2</sup>. Afin de faire une étude comparative plus conservatrice, le béton léger sera utilisé dans les différents calculs.

La deuxième méthode consiste à utiliser une chape sèche sous forme de plaque de sol FERMACELL. Le système est prêt à poser et à mettre en œuvre après le montage de la structure.



Figure 3 – Pose des chapes sèches Fermacell

Plusieurs formats et types de plaques de sol FERMACELL sont disponibles et la présente étude se concentre sur les plaques de type 2E31 et 2E32. Ces deux produits sont ceux qui sont le plus fréquemment utilisés pour remplacer les chapes de béton coulées en place et ont le même poids soit 0,25 kPa ou 5 lb/pi<sup>2</sup>. Voici le tableau résumant les propriétés physiques des chapes sèches Fermacell :

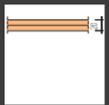
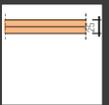
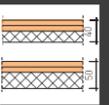
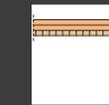
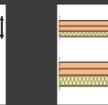
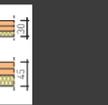
						
Plaques de sol <b>fermacell</b>	2 E 11	2 E 22	2 E 13 (2 E 14)	2 E 31 (2 E 33)	2 E 32 (2 E 35)	Powerpanel sol TE
Composition	2 × 10 mm <b>fermacell</b> fibres gypse	2 × 12,5 mm <b>fermacell</b> fibres gypse	2 × 10 mm <b>fermacell</b> fibres gypse + 20 mm (+ 30 mm) de polystyrène PS 20 SE	2 × 10 mm <b>fermacell</b> fibres gypse + 10 mm de fibres de bois	2 × 10 mm [2 × 12,5 mm] <b>fermacell</b> fibres gypse + 10 mm de laine minérale haute densité	2 × 12,5 mm Powerpanel H <sub>2</sub> O
Épaisseur (en mm)	20	25	40 [50]	30	30 [45]	25
Poids (kN/m <sup>2</sup> )	0,23	0,29	0,23 [0,24]	0,25	0,25 [0,33]	0,25
Résistance thermique (m <sup>2</sup> K/W)	0,06	0,08	0,56 [0,81]	0,26	0,28 [0,31]	0,14
Classement en réaction au feu selon la norme EN 13501-1 [DIN 4102]	A2 <sub>n</sub> -s1	A2 <sub>n</sub> -s1	B <sub>n</sub> -s1	B <sub>n</sub> -s1	A2 <sub>n</sub> -s1	A1*

Figure 4 – Propriétés physiques des chapes sèches Fermacell

## Description du bâtiment

Le bâtiment utilisé pour l'analyse comparative est un bâtiment de quatre (4) étages en bois et un (1) sous-sol en béton situé à Longueuil. La structure du bâtiment est faite de planchers en poutrelle, de fermes de toit et de murs porteurs en ossature légère de bois. Le bâtiment en bois d'une superficie de 16 400 pi<sup>2</sup> (1525 m<sup>2</sup>) repose sur une dalle de transfert en béton. On compte deux dalles tréfonds qui totalisent une superficie de 8125 pi<sup>2</sup> (755 m<sup>2</sup>). Le bâtiment repose sur des fondations superficielles isolées sur un till gris de compacité moyenne à très dense. La classe sismique de ce sol est de classe D. La reprise des efforts latéraux est effectuée à l'aide de mur travaillant en cisaillement cloué avec des panneaux d'OSB.

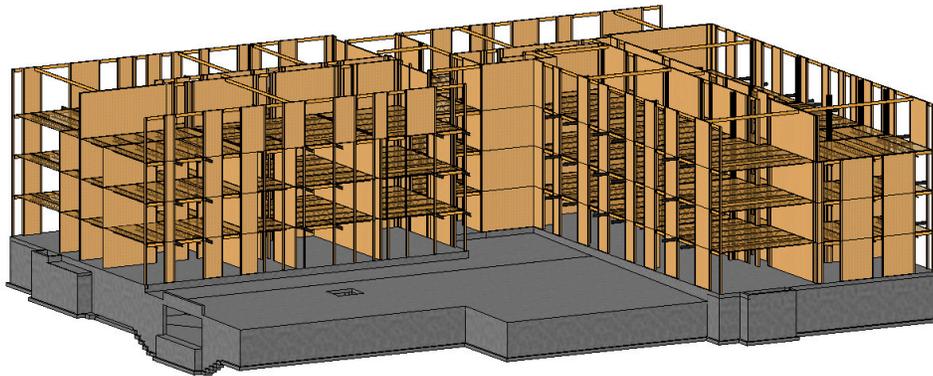


Figure 4 – Modélisation du bâtiment sur REVIT par L2C

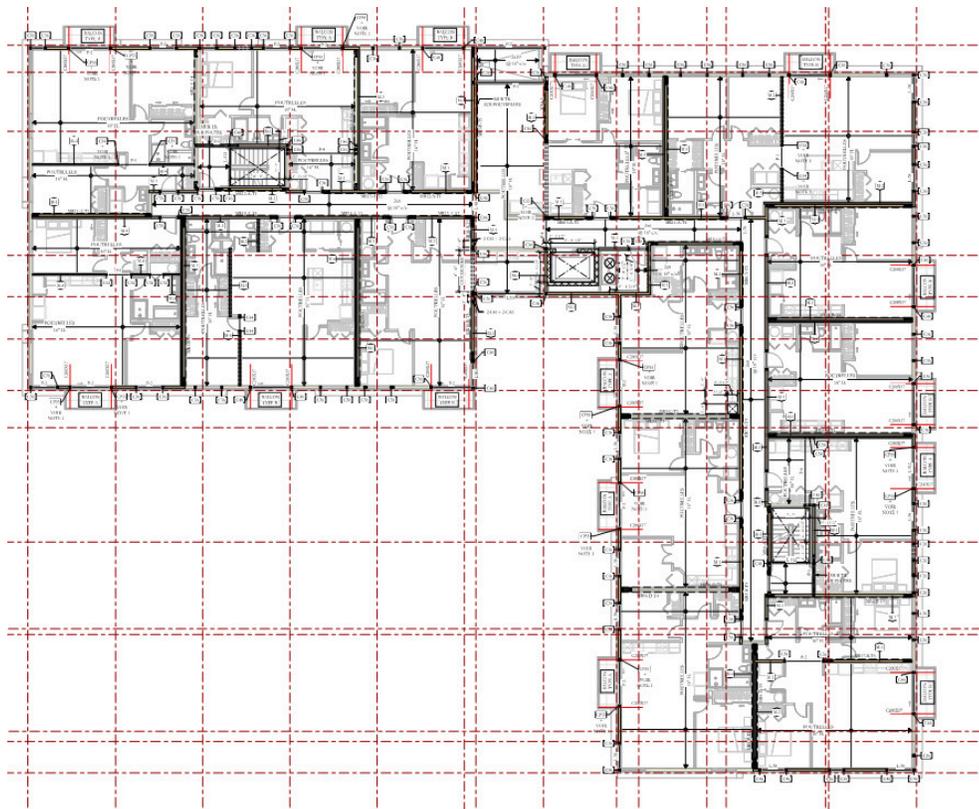


Figure 6 – Vue en plan du bâtiment

## Description des compositions de planchers

Le bâtiment de quatre (4) étages analysé est un bâtiment à ossature de bois. Le produit Fermacell est installé dans la composition de plancher des étages à la place de la chape de béton de 1 1/2" dans la figure suivante.

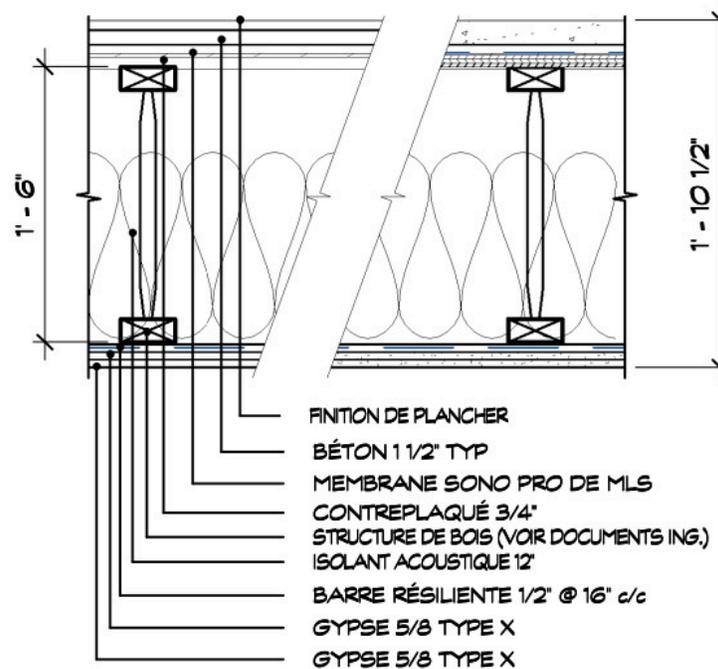


Figure 7 – Composition de plancher du cas #1

Avec une composition utilisant une chape de béton, la charge morte du plancher est de 2,05 kPa (43 lb/pi<sup>2</sup>). En utilisant le produit Fermacell, on obtient plutôt 1,57 kPa (33 lb/pi<sup>2</sup>). C'est cette réduction de poids à chaque étage qui crée l'économie de matériaux au niveau des fondations, de la dalle structurale et du système de reprise de charge sismique. Le tableau suivant montre le poids total de la structure selon le cas analysé. On y donne la réduction de la charge morte et pour la charge totale pour les cas #2 et #3 par rapport au cas #1 de référence.

Les trois cas analysés sont les suivants :

- 1- Cas #1 – Dalle structurale au RDC de 12" avec une chape de béton de 1 1/2" aux étages
- 2- Cas #2 – Dalle structurale au RDC de 12" avec produit Fermacell aux étages
- 3- Cas #3 – Dalle structurale au RDC de 11" avec produit Fermacell aux étages

	Cas #1	Cas #2	Cas #3
Charge morte toit (lb/pi <sup>2</sup> )	20	20	20
Charge morte 4e (lb/pi <sup>2</sup> )	42	33	33
Charge morte 3e (lb/pi <sup>2</sup> )	42	33	33

<b>Charge morte 2e (lb/pi²)</b>	42	33	33
<b>Charge morte RDC (lb/pi²)</b>	174	174	161
<b>sous-total charge morte (lb/pi²)</b>	320	293	280
<b>Réduction par rapport cas 1 (%)</b>	-	9,13%	13,11%
<b>Charge vive et de neige (kPa)</b>	210	210	210
<b>Total charges mortes, vives et de neige (lb/pi²)</b>	530	503	490
<b>Réduction par rapport cas 1 (%)</b>	-	5,53%	7,93%

Figure 5 – Tableau de réduction des charges selon les cas analysés

## Économie au niveau des éléments de fondations

Pour le calcul des fondations, une descente de charge a été effectuée pour chaque cas à l'étude. Chaque colonne s'est fait attribuer un type de fondation (A à H) en fonction des charges qu'elle devait reprendre. Les tableaux suivants montrent les dimensions et les armatures de chacun des types de fondation. Une valeur de 130\$ du mètre cube a été utilisée pour calculer les coûts de béton. Un prix de 1500\$ par tonne d'acier a été utilisé pour l'armature.

<b>Tableau des semelles - Chape béton 1½"</b>		
<b>Types</b>	<b>Dimensions</b>	<b>Armature</b>
<b>A</b>	3'-6" x 3'-6" x 10" ÉP.	3-15M
<b>B</b>	5'-0" x 5'-0" x 12" ÉP.	6-15M
<b>C</b>	6'-0" x 6'-0" x 14" ÉP.	9-15M
<b>D</b>	6'-6" x 6'-6" x 16" ÉP.	10-15M
<b>E</b>	7'-0" x 7'-0" x 16" ÉP.	8-20M
<b>F</b>	7'-6" x 7'-6" x 18" ÉP.	9-20M
<b>G</b>	8'-0" x 8'-0" x 18" ÉP.	11-20M
<b>H</b>	8'-6" x 8'-6" x 20" ÉP.	12-20M

Figure 6 – Semelles Types - Cas #1 - Dimension, Armature et Coût total

<b>Tableau des semelles - FERMACELL dalle RDC 12"</b>		
<b>Types</b>	<b>Dimensions</b>	<b>Armature</b>
<b>A</b>	3'-6" x 3'-6" x 10" ÉP.	3-15M
<b>B</b>	5'-0" x 5'-0" x 12" ÉP.	5-15M
<b>C</b>	6'-0" x 6'-0" x 14" ÉP.	8-15M
<b>D</b>	6'-6" x 6'-6" x 16" ÉP.	9-15M
<b>E</b>	7'-0" x 7'-0" x 16" ÉP.	8-20M
<b>F</b>	7'-6" x 7'-6" x 18" ÉP.	8-20M
<b>G</b>	8'-0" x 8'-0" x 18" ÉP.	10-20M
<b>H</b>	8'-0" x 8'-0" x 20" ÉP.	10-20M

Figure 7 – Semelles Types - Cas #3 - Dimension, Armature et Coût total approximatif

La réduction de matériel pour les semelles est d'environ 5% pour les cas #2 et #3 par rapport au cas #1.

Pour voir le plan de localisation des semelles, consulter la figure suivante. Les semelles bleues sont les semelles sous la dalle tréfonds. Elles ne sont pas affectées par la réduction des charges apportée par l'utilisation du produit Fermacell.

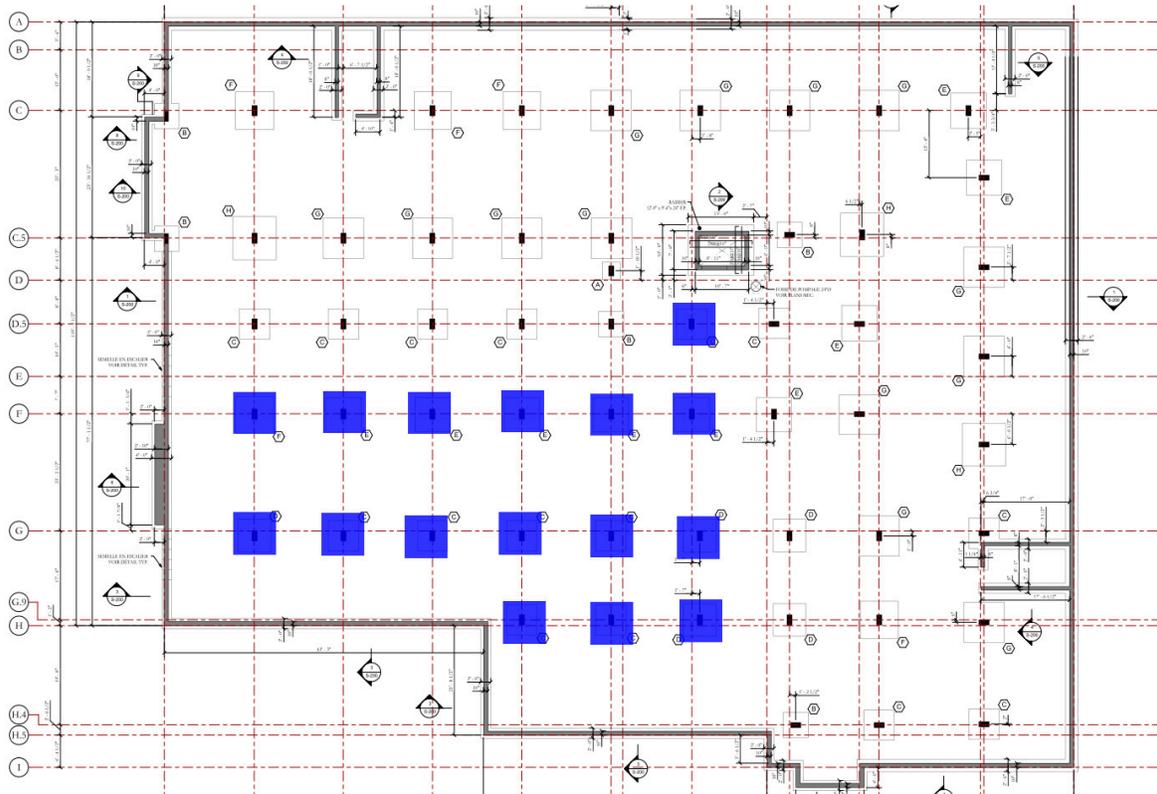


Figure 8 – Semelles Types - Cas #3 - Dimension, Armature et Coût total approximatif

## Économie au niveau des dalles structurales

Tout d'abord, la réduction de charges causée par l'utilisation du produit Fermacell a permis l'utilisation d'une dalle structurale ayant 11" d'épais, soit 1" de moins que la dalle avec une chape de béton. Cependant, la réduction de l'épaisseur de béton ne signifie pas automatiquement que cette option est plus économique, puisqu'une réduction de l'épaisseur de béton entraîne conséquemment une augmentation de l'acier d'armature. C'est pour cette raison qu'une analyse sur les deux épaisseurs de dalle a été effectuée.

Trois modèles de dalle structurale ont donc été modélisés, c'est-à-dire un modèle pour chaque cas à l'étude. Le logiciel SAFE a été utilisé pour générer les efforts et pour dimensionner les barres d'armature requises. Les paramètres pour générer les barres d'armature automatiquement sont identiques pour tous les modèles et sont définis à la section « Paramètre d'analyse ». Seule la quantité d'armature de la dalle

de rez-de-chaussée a été calculée. En effet, il n'y a aucune économie d'acier d'armature et de béton sur les dalles tréfonds.

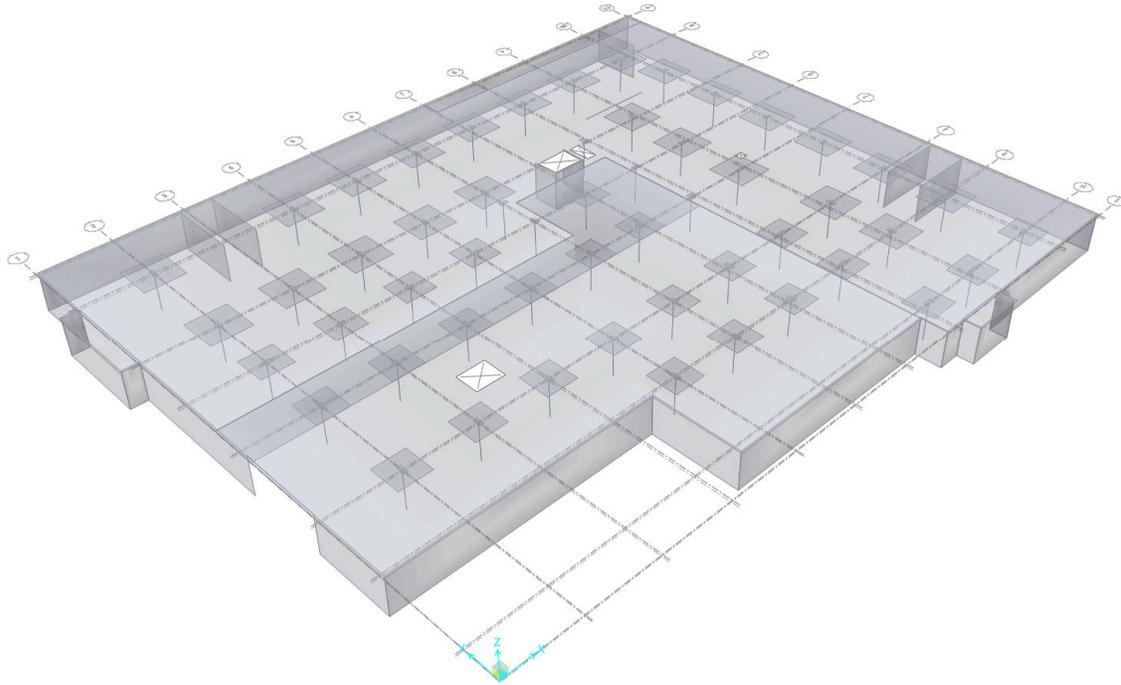


Figure 9 – Modélisation de la dalle sur le logiciel CSI-SAFE

Les paramètres d'analyse pour le calcul d'armature ont été ajustés en fonction de la figure 13.1 de la norme CSA A23.3-04. La calibration est montrée aux figures suivantes :

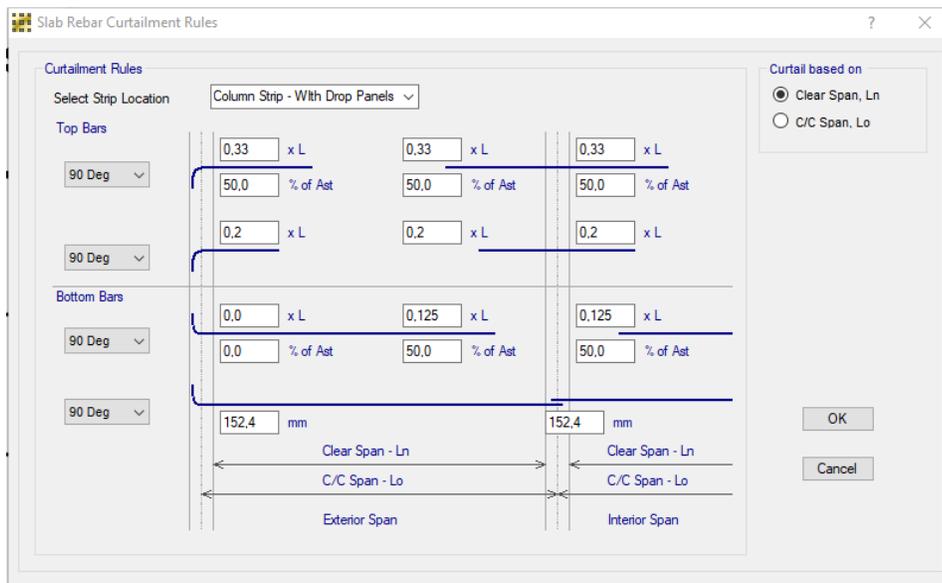


Figure 10 – Détaillage armature bande colonne

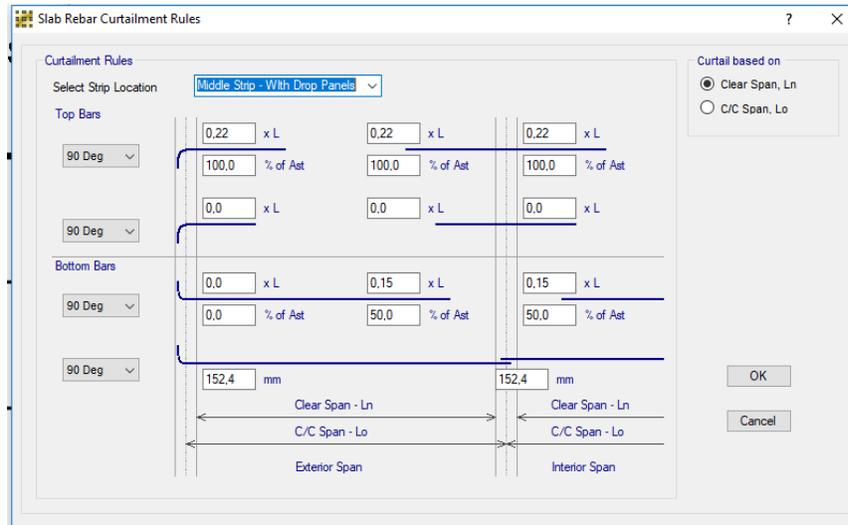


Figure 11 – Détaillage armature bande médiane

Les trois figures suivantes montrent les quantités d'armature relevées par SAFE pour les trois cas analysés.

SR. NO	BAR SIZE	LENGTH(M)	WEIGHT(MTON)
1	15M	17559,180	27,56
2	TOTAL		27,56

Figure 12 – Tonnage d'acier dalle RDC 12" avec chape de béton 1½" aux étages

SR. NO	BAR SIZE	LENGTH(M)	WEIGHT(MTON)
1	15M	16361,080	25,68
2	TOTAL		25,68

Figure 13 – Tonnage d'acier dalle RDC 12" avec produit FERMACELL aux étages

SR. NO	BAR SIZE	LENGTH(M)	WEIGHT(MTON)
1	15M	17022,000	26,72
2	TOTAL		26,72

Figure 14 – Tonnage d'acier dalle RDC 11" avec produit FERMACELL aux étages

Le tableau suivant montre le récapitulatif des coûts de béton et d'armature pour les trois cas analysés. La dernière colonne montre les économies par rapport au cas #1.

Cas	Description	Tonnage d'acier total	coût unitaire	Coût acier	Volum e	coût unitaire	Coût béton	Coût total	Économi e
		(tonne métrique )	(\$/tonne métrique )	(\$)	(m <sup>3</sup> )	(\$/m <sup>3</sup> )	(\$)	(\$)	(%)
1	Dalle RDC 12" avec chape de béton 1½"	27,56	1500	41340	465	130	60419	101759	-
2	Dalle RDC 12" avec produit FERMACELL	25,68	1500	38520	465	130	60419	98939	-2,77%
3	Dalle RDC 11" avec produit FERMACELL	26,72	1500	40080	426	130	55384	95464	-6,19%

Figure 15 – Tableau résumé de l'économie de coût béton et armature

En calculant l'acier dans la dalle, on arrive à des valeurs entre 3,46 livres d'armature par pieds carrés pour le cas #3 jusqu'à 3,71 livres d'armature par pied carré pour le cas #1. Ces valeurs sont plus faibles que les valeurs calculées par un fournisseur d'acier. Les dalles de rez-de-chaussée et de tréfonds du bâtiment de l'analyse comparative sont construites en date de l'émission du rapport et la concentration d'acier d'armature obtenue est plutôt de 5,5 livres par pieds carrés. Les valeurs de tonnage d'acier et de coût sont intéressants pour comparaison entre les cas étudiés. Toutefois, elles ne peuvent être utilisées pour estimer la quantité réelle d'armature d'un bâtiment construit.

Les différences entre les quantités réelles d'armature et celles calculées par un fournisseur d'acier peuvent être expliquées par le fait que le logiciel ne tient pas compte de l'armature d'intégrité requise à toutes les colonnes, il ne calcule pas l'armature des poutres et il ne calcule pas les renforts requis pour le poinçonnement de la dalle, communément appelé « tête de cisaillement ». De plus, un fournisseur

d'acier inclus dans son poids total les barres de soutient pour tenir les 2 rangs hauts d'armature. Ces barres sont typiquement des 10M au 20" c/c.

Le chiffre important dans le Tableau 5 est le pourcentage d'économie. Afin de comparer les différents cas les uns avec les autres, une valeur monétaire a été attribuée au béton et à l'acier afin d'obtenir un « coût total » pour comparaison.

Il est intéressant de remarquer que pour maximiser l'économie en matériel pour la dalle de transfert, le jugement de l'ingénieur a énormément d'impact. Si l'épaisseur de la dalle n'est pas optimisée, une grande portion de l'économie potentielle est perdue. Il est important de noter que cette optimisation d'épaisseur est possible grâce à la réduction de charge causée par le remplacement de la chape de béton léger par le produit Fermacell.

## Économie au niveau du système de reprise de charge latérale

Les charges sismiques d'une structure sont influencées directement par la masse de celle-ci. Dans le cas de l'utilisation du produit pour le présent projet, une réduction de la masse du bâtiment de 13% est évaluée.

	CHAPE BÉTON 1- 1/2	PRODUIT FERMACELL E31	DIFFÉRENTIEL
<b>V_MSE (kN)</b>	1173	1025	<b>13%</b>
<b>Longueur de mur direction EW (m.lin.)</b>	124	124	
<b>Longueur de mur direction NS (m.lin.)</b>	110	110	
<b>Cisaillement moyen - Calcul exact - EW (kN/m)</b>	10.8	9.43	
<b>Cisaillement moyen - Calcul exact - NS (kN/m)</b>	13.5	11.8	

Figure 16 – Évaluation efforts latéraux

Dans le but de comparer la réduction des efforts latéraux sur les murs de refends, une comparaison avec un cisaillement moyen par segment de mur a été évaluée. Donc dans le cas du projet évalué, l'utilisation du produit FERMACELL E31 aurait permis d'utiliser 2-OSB de 7/16" avec un clouage moyen de 4" au lieu de 3" dans la direction NS. Cependant, dans la direction EW, la réduction ne permettait pas de réduire significativement le clouage. Cette réduction d'efforts latéraux permet aussi de réduire les jambages des murs de refends ainsi que les consoles d'ancrages. Ces éléments n'ont cependant pas été quantifiés dans la présente étude.

Les sols sont classés de A à F pour représenter leur catégorie d'emplacement sismique. La catégorie A correspond au meilleur sol d'un point de vue sismique, alors que la catégorie F correspond au sol amplifiant le plus les effets dus aux séismes. L'intensité des charges dues aux séismes est donc directement liée à la catégorie d'emplacement sismique du site. Pour cette raison, le produit Fermacell devient de plus en plus intéressant au fur et à mesure que la classe sismique du site est défavorable.

Dans le cadre de l'analyse du projet étudié, une classe de site D a été utilisée. Une classe plus mauvaise aurait permis une plus grande économie liée au produit.

## Économie au niveau du système de plancher et des poutrelles

En réduisant le poids propre des planchers, les poutrelles ou les solives seront nécessairement moins chargées. Il y aura donc une diminution de la hauteur, du grade de bois ou du nombre de poutrelles. En faisant l'analyse comparative pour un plancher composé de poutrelles ajourés, on peut observer que pour les portées de moins de 20'-0" l'économie se situe surtout au niveau du grade des poutrelles. Par contre, pour les portées de plus de 20'-0", une diminution de la hauteur des poutrelles devient possible. Cette diminution de la hauteur peut engendrer des économies importantes au niveau de l'enveloppe du bâtiment. Par exemple, pour un bâtiment de six (6) étages en bois ayant des poutrelles de 28'-0" de portée, le bâtiment sera 10" moins haut. L'économie en isolation, revêtement et autres composantes de l'enveloppe sera alors substantielle. Voici un tableau des hauteurs de poutrelles économiques selon la composition de plancher et la portée :

Portée pi	Hauteur des poutrelles (po)	
	Chape de béton léger	Fermacell
12	11.875	11.875
14	11.875	11.875
16	11.875	11.875
18	11.875	11.875
20	12.5	11.875
22	14	12.5
24	16	16
26	18	18
28	22	20
30	24	22

Figure 17 – Hauteur économique des poutrelles

Pour la conception des poutrelles, une flèche de L/480 sous les surcharges et de L/240 pour les charges totales a été considérée. Une flèche totale absolue de 1" (25mm) a aussi été considérée. Pour refléter la pratique courante de l'industrie, les éléments de bois sont limités au grade MSR 2100Fb et sont espacés de 16po centre-en-centre.

## Conclusion

Le but de cette expertise était de calculer la différence en coût de matériaux entre l'utilisation de composition de plancher pour les structures de bois à ossature légère, la chape de béton léger de 1½" et le produit Fermacell. Pour cette analyse comparative, le bâtiment analysé était un bâtiment de quatre (4) étages en bois de 1525 m<sup>2</sup> et d'un (1) sous-sol en béton de 2280 m<sup>2</sup>.

Ce rapport indique une réduction potentielle de 5% des coûts pour les fondations. Au niveau des dalles structurales, la réduction potentielle des coûts varie entre 2,77 et 6,19% selon l'épaisseur de la dalle choisie. La figure 14 illustre un résumé des réductions potentielles causées par l'utilisation du produit.

	Cas #1 (Chape de béton 1½" léger)	Cas #2 Produit Fermacell Dalle 12"	Cas #3 Produit Fermacell Dalle 11"
<b>CHARGES</b>			
<b>Charges de plancher (lb/pi<sup>2</sup>)</b>	530	503	490
<b>Réduction (%)</b>	-	<b>5.53%</b>	<b>7.93%</b>
<b>FONDATION</b>			
<b>Réduction (%)</b>	-	<b>5.00%</b>	<b>5.00%</b>
<b>DALLE STRUCTURALE</b>			
<b>Acier (TM)</b>	27.56	25.68	26.72
<b>Acier (\$)</b>	41,340	38,520	40,080
<b>Béton (m<sup>3</sup>)</b>	60,419	60,419	55,384
<b>Coût total (\$)</b>	101,759	98,939	95,464
<b>Réduction (%)</b>	-	<b>2.77%</b>	<b>6.19%</b>

Figure 21 – Réduction des coûts au niveau des fondations et de la dalle du RDC

Concernant le potentiel gain sur le système de résistance aux charges sismiques, l'économie potentielle est multiple et difficilement quantifiable. Dans un bâtiment en ossature légère de bois, l'installation des ancrages parasismiques est complexe et une source de travail en chantier majeure. Chaque élément qui sera réduit permet une réduction du temps de travail au chantier et une fermeture des murs plus rapide.

Il y a aussi une économie possible au niveau des poutrelles de plancher et ultimement sur l'enveloppe du bâtiment puisque la hauteur des poutrelles peut dans certains cas être diminuée, ce qui diminue automatiquement la hauteur du bâtiment.

La réduction de poids obtenue par l'utilisation du produit Fermacell peut également avoir un impact sur d'autres éléments de la structure comme : les murs porteurs, les poutres de bois et les colonnes de bois. Ces éléments ont été exclus du présent rapport. Pour avoir une idée plus complète des

réductions de coût en matériel, ces éléments devront être évalués dans une autre analyse plus exhaustive.

Mise à part tous les points énumérés dans le présent rapport, des économies supplémentaires directement ou indirectement reliés à la structure pourrait être possible. Voici quelques exemples.:

- La lisse d'assise des murs n'aura plus besoin d'être doublé pour combler la hauteur de la chape de béton, ce qui diminue la quantité de bois et qui diminue le retrait de séchage principalement causé par la diminution de volume des lisses et sablières;
- En diminuant la hauteur des poutrelles, il y aura une diminution de la surface d'enveloppe et de revêtement extérieur;
- S'il a présence de poutre et de colonnes à l'intérieur des logements, ces éléments seront moins chargés et seront nécessairement de dimension plus petite que sous une chape de béton;
- La vitesse d'exécution peut être augmenté puisque les chapes sèches Fermacell n'ont pas besoin de cure de séchage;
- L'apport d'humidité dans le bâtiment sera limité puisque les chapes sont sèches à leur arriver au chantier;

- Tous les types de finitions sont possibles sans devoir poser un revêtement supplémentaire; Finalement, nous tenons à rappeler que des économies beaucoup plus grandes pourraient être faites si la diminution du poids du bâtiment par l'utilisation des chapes sèches Fermacell permettait d'éviter le recourt à des fondations profondes comme des pieux ou l'utilisation d'un radier structural. On pourrait même penser à l'ajout d'un étage puisque la réduction du poids des planchers est cumulative. Un bâtiment de six (6) étages avec les chapes sèches Fermacell est seulement 10% plus lourd qu'un bâtiment de cinq (5) étages avec chape de béton.

Le bâtiment n'a pas été choisi pour avantager ou désavantager le produit Fermacell. L'analyse représente un exemple concret où le produit Fermacell aurait pu être utilisé afin de réduire les quantités de matériaux des autres éléments structuraux sur le projet. L'analyse n'est pas une garantie que les économies peuvent être reproduites dans tous les projets ou toutes les situations et ne remplace pas l'expertise d'un ingénieur en structure.

## Codes, normes et références utilisés

### **CNRC — Conseil national de recherches Canada**

*Code national du bâtiment — Canada, 2010 (CNB)*

### **CSA — Association Canadienne de Normalisation**

*CSA O86-09 - Règle calcul des charpentes de bois*

*CSA A23.3-04(R2009) – Calcul des ouvrages en béton*