

Manuel de design pour les systèmes d'escaliers en aluminium M.C.M.E.L.

POUR

DESIGNERS, INGÉNIEURS, ARCHITECTES,
ENTREPRENEURS ET INSTALLATEURS.



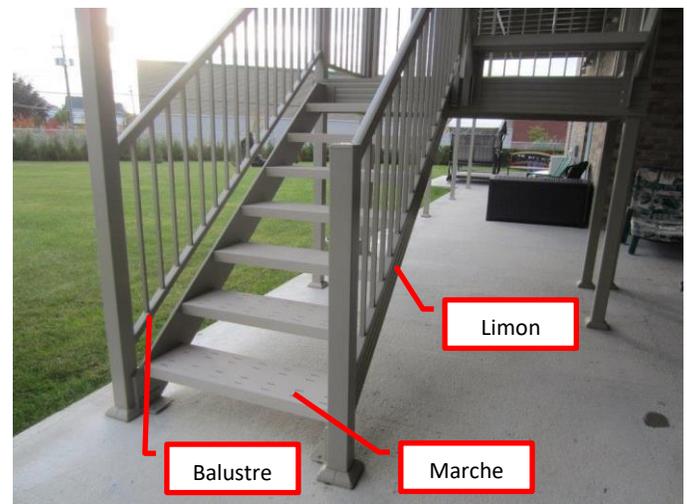
Préparé et approuvé par:
Patrice Austin, ing.
Digitech 3D inc.
Le 5 septembre 2016

1 – UTILISATION D'ESCALIERS

Les systèmes d'escaliers en aluminium M.C.M.E.L. sont utilisés dans les maisons et bâtiments résidentiels, commerciaux et industriels pour permettre l'accès aux balcons, mezzanines ou toute structure de plus d'un étage.

Les escaliers sont composés de deux limons qui supportent des marches, tout en aluminium. Dans certains cas, si la longueur de l'escalier dépasse une certaine valeur, des colonnes sont nécessaires afin de supporter les charges verticales. L'assemblage est assuré par des vis en acier inoxydable ainsi que des supports. Les différentes composantes sont présentées dans la Figure 1 suivante.

FIGURE 1: LES COMPOSANTES DES ESCALIERS



Les avantages des escaliers en aluminium sont nombreux : la résistance à la corrosion et les intempéries, une plus grande résistance mécanique et des composantes plus légères. Pour ces raisons, des rampes en aluminium sont aussi utilisées dans le domaine de la construction pour le périmètre extérieur de balcons, passerelles, escaliers et autres.

M.C.M.E.L. est une entreprise familiale qui encourage un environnement créatif et qui se maintient à jour sur les nouveaux développements de l'industrie afin de pouvoir les offrir à ses clients. L'entreprise se distingue en offrant des produits pouvant convenir à de nombreux budgets tout en étant reconnus pour leur élégance, durabilité, facilité d'installation et leur faible besoin de maintenance.

Ce manuel est un guide de conception et d'installation destiné aux ingénieurs, architectes, designers et installateurs d'escaliers en aluminium. Les installateurs peuvent déterminer le type de marches et l'espacement requis entre les colonnes, l'arrangement des composantes du système et les spécifications requises pour les points d'ancrage. Afin d'assurer une installation sécuritaire, il est important de suivre les instructions de ce manuel.

Les codes suivants sont appliqués dans le design du système d'escalier :

- CAN/CSA-A23.3-F04 (C2010) – Design of Concrete Structures
- National Building Code (NBC) 2010
- Ontario Building Code 2012
- CAN/CSA-S157-05/S157.1-05 (R2010) - Strength Design in Aluminum
- CAN/CSA-A23.3-F04 (C2010) – Design of Concrete Structures

2 – TYPES D'ESCALIERS

M.C.M.E.L. offre deux types d'escaliers, appelés S500 et S100, présentés à la Figure 2. Les limons, les marches et les colonnes sont présentés à la Figure 3, 4 et 5 respectivement.

FIGURES 2: TYPES D'ESCALIERS M.C.M.E.L

A) ESCALIERS S500

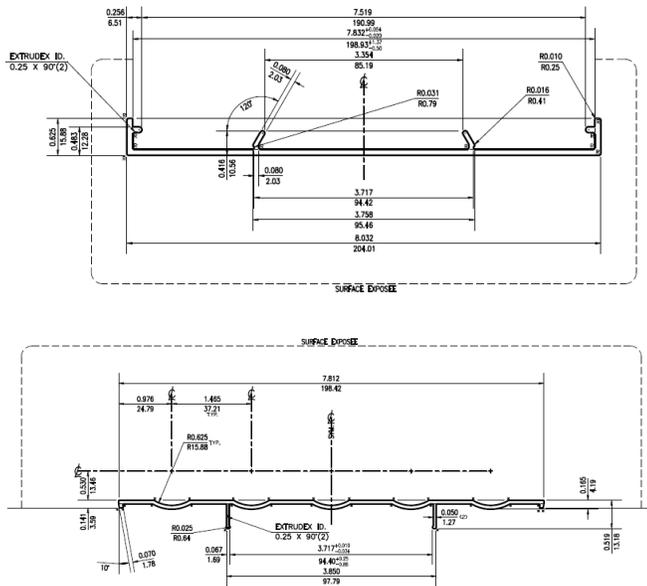


B) ESCALIERS S100

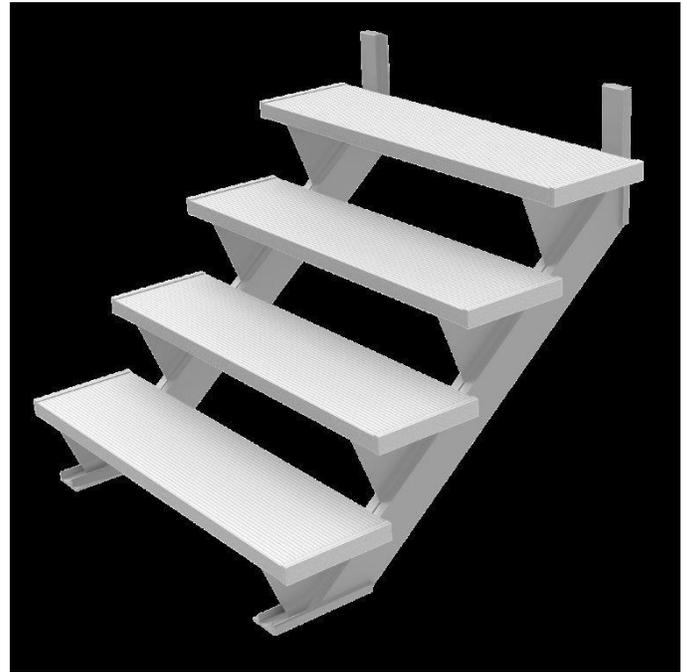


FIGURES 3: M.C.M.E.L PROFILE DE LIMON

A) LIMON S500



B) LIMON S100



7 – ÉTAPES DE DESIGN

7.1 DÉTERMINATION DU TYPE DE CHARGE

Deux types de charges minimales sont considérés selon la section 4.1.5.14.1 du Ontario Building Code 2012, soit une appliquée verticalement sur toutes surfaces horizontales exposées :

- (1) $W_d = 0.5 \text{ kPa}$ sur toutes surfaces horizontales
- (2) $W_l = 4.8 \text{ kPa}$ sur toutes surfaces horizontales
- (3) $W_s = 2.48 \text{ kPa}$ sur toutes surfaces horizontales

FIGURE 8: ESCALIERS M.C.M.E.L



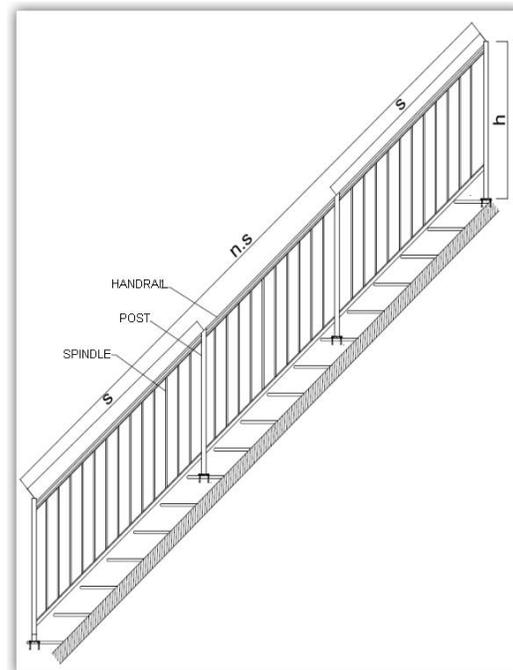
8 – ÉTAPE DE DESIGN DU SYSTÈME D'ESCALIER

1. Déterminer le type d'escalier à installer : Limon 100 ou Limon 500;
2. À l'aide du Tableau DI003-006_MEP-9002_A, déterminer les paramètres de l'escalier et la largeur des marches;
3. Déterminer le nombre minimal de marches qui ne nécessite pas de colonne;

Le nombre de marches est basé sur la hauteur de la marche de 196,85 mm et une longueur qui respecte le CNB de la localité du projet, par exemple, 304,8 mm avec un chevauchement de 25,4 mm;

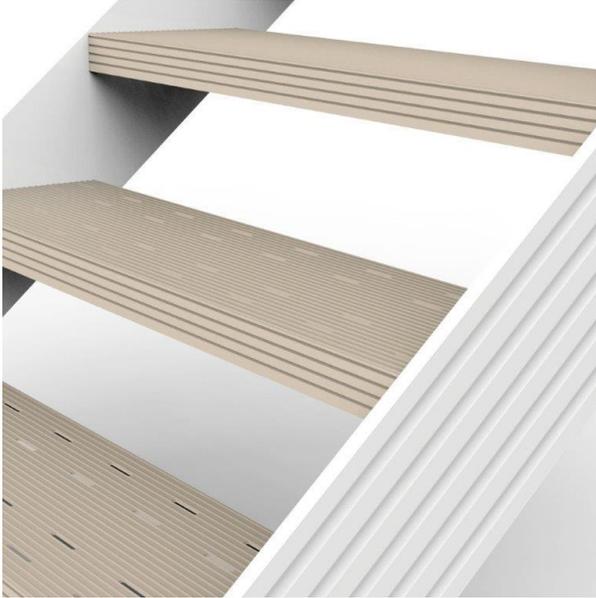
4. Si l'escalier dépasse la longueur permise, il faut diviser la longueur totale par la longueur permise. Ceci détermine le nombre de colonnes à installer (arrondir en l'entier en-dessous : $1.3 = 1$, $2.5 = 2$);
5. Installer les colonnes de manière à ce que les limons soient divisés en parties égales. Si ce n'est pas possible, il faut que les valeurs soient plus basses que les valeurs permises.

FIGURES 9: SYSTÈMES DE RAMPES – DESIGN POUR LES BALUSTRES



3 – ASSEMBLAGE DES ESCALIERS

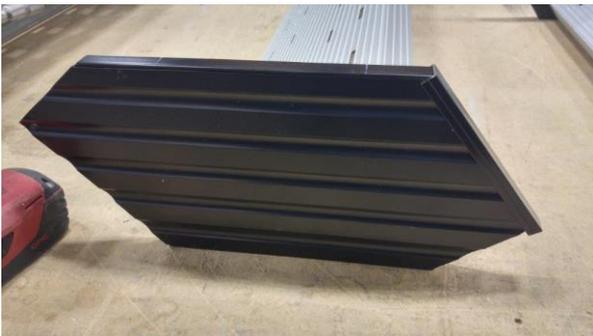
FIGURES 6: ESCALIERS M.C.M.E.L S500



1) Vis 5/16 screws # 18 pour assembler les limons et marches



2) Couvercle externe



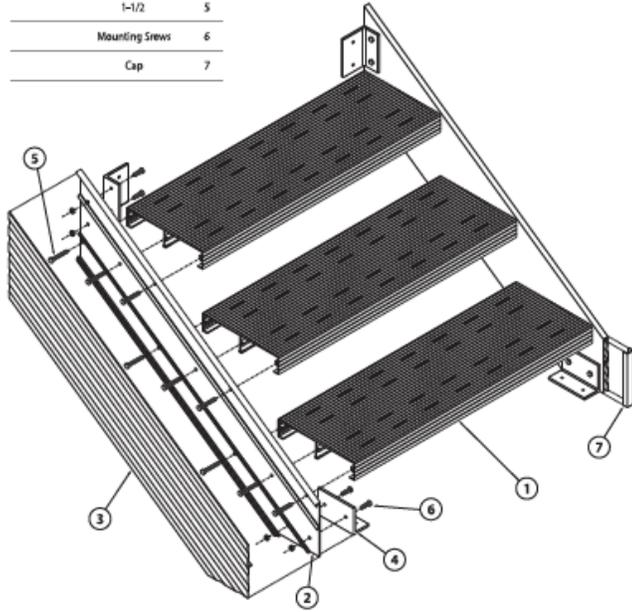
3) Couvercle esthétique pour les vis sur les bouts ouverts



4) (Vis 5/8 #10-16)



PART NO.	PART	KEY #
DE-ST	Stair Tread (knurled)	1
DE-SS	Stair Stringer	2
DE-SSC	Stair Stringer Cap	3
DE-LC	L-Channel	4
	1-1/2"	5
	Mounting Stews	6
	Cap	7



N.B. Exemple de montage à titre indicatif

FIGURES 7: ESCALIER M.C.M.E.L S100



2) Vis insérées dans la rainure en T



1) Extrusion de limon S100



3) SUPPORT À MARCHES S100



4) Assemblage de supports de marches sur les limons S100

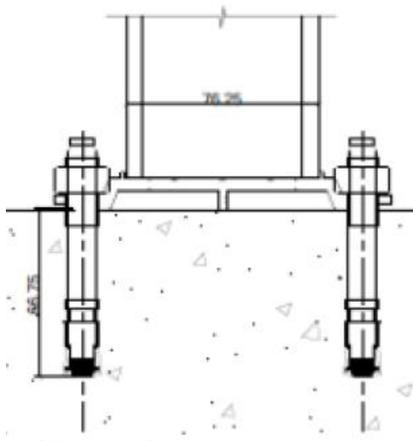


10 – SUPPORTS DES COLONNES

Le support des bases des colonnes au sol est important afin d'assurer une performance adéquate du système d'escalier. Selon le type de plancher ou sol (béton ou bois), il est essentiel d'installer les supports nécessaires.

Il est à noter que la résistance et une bonne performance structurale de l'escalier ne dépendent pas seulement des composantes, telles les colonnes, les marches et les limons, mais aussi aux supports au sol. Dans le cas d'un appui en bois, il est important de s'assurer qu'il est suffisamment rigide pour résister aux charges imposées par les colonnes de support. Voici les supports minimums recommandés :

FIGURES 10: SUPPORTS REQUIS POUR UN SOL EN BÉTON – COLONNE



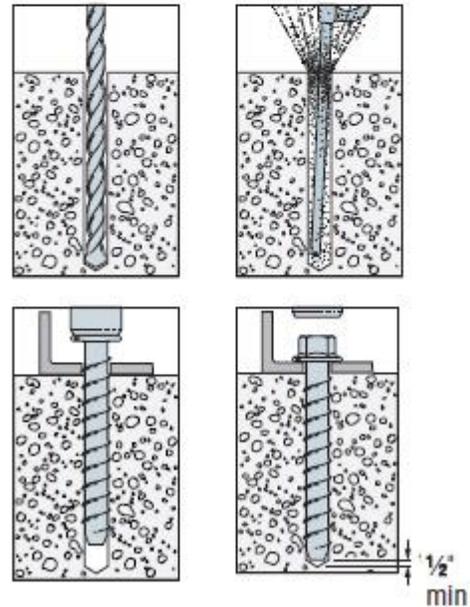
Colonne
4 x Titan $\frac{1}{4}$ X $2\frac{3}{4}$
Ancrages en acier galvanisé

Titen HD® Mini



U. S. Patent
5,674,035 & 6,623,228

Installation Sequence



Simpson Strong-Tie® Anchoring and Fastening Systems for Concrete and Masonry

Titen HD® Mini Screw Anchor for Concrete and Masonry



Sharing the same features as the larger Titen HD® screw anchor (page 110), the Titen HD® Mini anchor provides an easy solution for jobs that call for smaller anchors. The self-undercutting, non-expansion characteristics are ideal for situations where minimum edge distance and reduced spacing is a concern. The patented cutting teeth and thread design enable the Titen HD Mini anchor to be installed quickly and with less effort than many other screw type anchors. Since there are no secondary setting steps involved, the Titen HD Mini screw anchor can be installed much more quickly than traditional expansion anchors.

FEATURES:

- Full-length threads undercut the concrete and effectively transfer loads into the base material.
- Specialized heat-treating process creates high hardness at the tip to facilitate cutting while the body remains ductile.
- Less spacing and edge distance required since the anchor does not exert expansion forces
- No special installation tools required. Holes can be drilled with rotary hammer or hammer drill with ANSI size bit. Anchors are installed with standard size sockets.
- Less installation time translates to lower installed cost.
- Removable, ideal for temporary anchorage.

MATERIAL: Carbon steel, heat treated

FINISH: Zinc plated

TEST CRITERIA: The Titen HD® Mini anchor has been tested in accordance with ASTM E488 standard test methods for tension and shear.

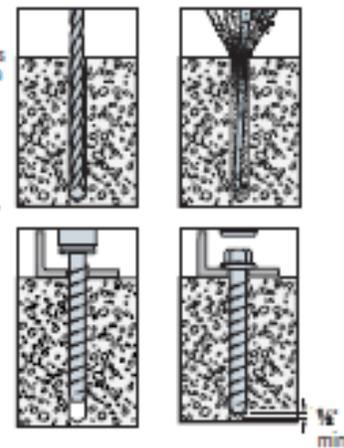
INSTALLATION:

- ⚠ Caution:** Oversized holes in the base material will reduce or eliminate the mechanical interlock of the threads with base material and will reduce the anchor's load capacity. Use a Titen HD Mini screw anchor one time only. Installing the anchor multiple times may result in excessive thread wear and reduce load capacity.
- Drill a hole using the specified diameter carbide bit into the base material to a depth of at least 1/4" deeper than the required embedment depth.
 - Blow the hole clean of dust and debris using compressed air.
 - Insert the anchor through the fixture and into the hole.
 - **IMPORTANT:** In normal-weight concrete, install with an applied torque of 15 ft-lbs for the 1/4" Titen HD Mini and 25 ft-lbs for the 3/8" Titen HD Mini using a torque wrench, driver drill, hammer drill or cordless 1/2" impact driver with a maximum permitted torque rating of 100 ft-lbs. In hollow CMU, do not use impact tools to install and use a manual applied torque of 10 ft-lbs.



U.S. Patent
5,674,036 & 5,625,228

Installation Sequence



Titen HD® Mini Anchor Product Data

Size	Model No.	Drill Bit Dia (in.)	Wrench Size (in.)	Recommended Fixture Hole Size (in.)	Quantity	
					Box	Ctn.
1/4" x 1 1/2"	THD25134H	3/8"	3/8"	3/8" - 3/8"	100	500
1/4" x 2 1/2"	THD25214H	3/8"	3/8"	3/8" - 3/8"	50	250
1/4" x 3"	THD25300H	3/8"	3/8"	3/8" - 3/8"	50	250
3/8" x 1 1/2"	THD37134H	1/2"	3/4"	1/2" - 3/8"	50	250
3/8" x 2 1/2"	THD37212H	1/2"	3/4"	1/2" - 3/8"	50	200

Mechanical Anchors

Tension Loads in Normal-Weight Concrete

Size In. (mm)	Drill Bit Dia. In.	Embed. Depth In. (mm)	Min. Spacing In. (mm)	Min. Edge Dist. In. (mm)	Tension Load			
					f _c ≥ 2000 psi Concrete		f _c ≥ 4000 psi Concrete	
					Ultimate lbs. (kN)	Allowable lbs. (kN)	Ultimate lbs. (kN)	Allowable lbs. (kN)
1/4" (6.4)	3/8"	1 (25)	4 (102)	4 (102)	624 (2.8)	165 (0.7)	1,037 (4.6)	260 (1.2)
		1 1/4 (44)			1,768 (7.9)	440 (2.0)	2,295 (10.0)	565 (2.5)
3/8" (9.5)	1/2"	1 1/4 (38)	4 (102)	6 (152)	2,078 (9.2)	520 (2.3)	2,974 (13.2)	745 (3.3)

See Notes Below

* See page 13 for an explanation of the load table icons

Shear Loads in Normal-Weight Concrete

Size In. (mm)	Drill Bit Dia. In.	Embed. Depth In. (mm)	Min. Spacing In. (mm)	Min. Edge Dist. In. (mm)	Shear Load			
					f _c ≥ 2000 psi Concrete		f _c ≥ 4000 psi Concrete	
					Ultimate lbs. (kN)	Allowable lbs. (kN)	Ultimate lbs. (kN)	Allowable lbs. (kN)
1/4" (6.4)	3/8"	1 (25)	4 (102)	4 (102)	1,104 (4.9)	275 (1.2)	2,136 (9.5)	535 (2.4)
		1 1/4 (44)			2,443 (10.9)	610 (2.7)	—	610 (2.7)
3/8" (9.5)	1/2"	1 1/4 (38)	4 (102)	6 (152)	2,912 (13.0)	730 (3.2)	3,668 (16.3)	915 (4.1)

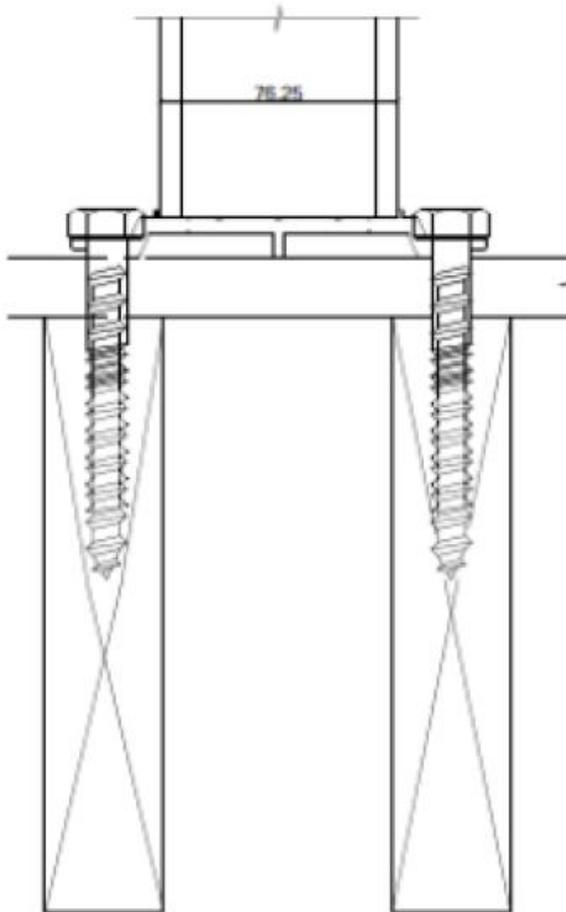
- The allowable loads are based on a safety factor of 4.0.
- The minimum concrete thickness is 1 1/4" above the embedment depth.
- Tension and Shear loads may be combined using the straight line interaction equation (n.1).

Tension and Shear Loads in 8-inch Lightweight, Medium-Weight and Normal-Weight Hollow CMU

Size In. (mm)	Drill Bit Dia. In.	Embed. Depth ¹ In. (mm)	Min. Edge Dist. In. (mm)	Min. End Dist. In. (mm)	8-inch Hollow CMU Loads Based on CMU Strength			
					Tension Load		Shear Load	
					Ultimate lbs. (kN)	Allowable lbs. (kN)	Ultimate lbs. (kN)	Allowable lbs. (kN)
Anchor Installed In Face Shell (See Figure 1)								
1/4" (6.4)	3/8"	1 1/4 (38)	4 (102)	4 3/4 (117)	520 (2.3)	105 (0.5)	1,240 (5.5)	250 (1.1)
		4 3/4 (117)			720 (3.2)	145 (0.6)	1,240 (5.5)	250 (1.1)
3/8" (9.5)	1/2"	1 1/4 (38)	4 (102)	4 3/4 (117)	720 (3.2)	145 (0.6)	1,240 (5.5)	250 (1.1)

- The tabulated allowable loads are based on a safety factor of 5.0 for installations under the IBC and IRC.
- Values for 8-inch wide, lightweight, medium-weight, and normal-weight CMU.
- The minimum specified compressive strength of masonry, f_c, at 28 days is 1,500 psi.
- Embedment depth is measured from the outside face of the concrete masonry unit and is based on the anchor being embedded an additional 1/4" through the 1 1/2" thick face shell.
- Allowable loads may not be increased for short-term loading due to wind or seismic forces. CMU wall design must satisfy applicable design standards and be capable of withstanding applied loads.
- Set drill to rotation-only mode when drilling into hollow CMU.
- Do not use impact wrenches to install in hollow CMU.

FIGURE 11: SUPPORTS REQUIS POUR UN APPUI EN BOIS



Colonne sur colombage de bois
4 x Vis Lag 5/16 X 101,6 mm
Acier galvanisé
**(Colombage à déterminer par
l'architecte ou l'ingénieur du projet)**

CONCEPTION ET INFORMATIONS TECHNIQUES SUR LES COMPOSANTES

3 – PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Conformément au standard CSA S175-05 applicable aux structures d'aluminium, les caractéristiques physiques des alliages d'aluminium sont les suivantes :

- Alliage 6065-T54
- Module d'élasticité, $E = 70,000 \text{ MPa}$
- Module de cisaillement, $G = 26,000 \text{ MPa}$
- Coefficient linéaire de dilatation thermique, $\alpha = 24 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- Coefficient de Poisson, $\nu = 0,33$
- Masse volumique, $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$

Les propriétés des sections des composantes utilisées dans les systèmes d'escaliers M.C.M.E.L sont affichées dans les Tableaux 1, 2 et 3. Les propriétés mécaniques et physiques des composantes du système d'escaliers sont utilisées afin d'évaluer la capacité de charge en fonction de la contrainte des charges externes imposées par les différents Codes.

4 – PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES

Les propriétés mécaniques des composantes du système d'escaliers utilisées dans les produits M.C.M.E.L répondent aux exigences de CAN/CSA-S157-05/S157.1-05 R2010 – Strength Design in Aluminium. Les propriétés sont énoncées dans le Tableau 3.

TABLEAU 1: PROPRIÉTÉS DE SECTION DES LIMONS S-500 (ALLIAGE 6063-T54)

	S16284 (2.54 mm) + S16285 (1.778 mm)
A	1029 mm ²
I_{xx}	3.98E+6 mm ⁴
V_r	51.4 kN
M_r	3.64 kN*m

TABLE 2: PROPRIÉTÉS DE SECTIONS DES MARCHES S-500 (ALLIAGE 6063-T54)

	MCM0002-JG (2.997 mm)
A	1176 mm ²
I_{xx}	2.5E+5 mm ⁴
V_r	58.8 kN
M_r	.57 kN*m

5 – PROCÉDURE DE DESIGN

5.1 CHARGES

Les charges appliquées sur le système d'escaliers sont mentionnées dans le Chapitre 4 – Rule of Calculation du Ontario Building Code 2012. Les charges à considérer sont celles dues à l'usage. Les autres charges, telles les charges permanentes, les charges de neige ainsi que celles dues aux tremblements de terre sont négligeables à cause de la basse magnitude relative.

5.1.1 CHARGES ADDITIONNELLES DUES À L'USAGE

La charge additionnelle due à l'usage selon la section 4.1.5.14 du Ontario Building Code et du CNBC est la suivante :

- (1) $Wd = 0.5 \text{ kPa}$ sur toutes surfaces horizontales
- (2) $WI = 4.8 \text{ kPa}$ sur toutes surfaces horizontales
- (3) $Ws = 2.48 \text{ kPa}$ sur toutes surfaces horizontales
- (4) Dans les simulations de conception, les charges ont été additionnées et pondérées en conformité avec le CNBC 2010 et le Ontario Building Code 2012.

6 – ANALYSES STRUCTURALES

La distribution de charge et l'analyse structure de différents escaliers ont été déterminés conformément avec les différents paramètres suivants :

- La géométrie de l'escalier, telle la hauteur, la longueur et l'espacement des colonnes;
- Différents types de composantes du système d'escaliers comme les marches, les limons et les colonnes;
- Les conditions limites : le type de connexion et attachement aux bouts de l'escalier ainsi que la rigidité des supports de colonnes dans le sol;
- La continuité de l'escalier, les mains courantes et la rigidité des poteaux.

Le design structurel et la vérification sont effectués selon les normes CAN/CSA-S157-05/S157.1-05 (R2010) - Strength Design in Aluminum, CAN/CSA-A23.3-F04 (C2010) – Design of Concrete Structures et CAN/CGSB-12.20-M89.

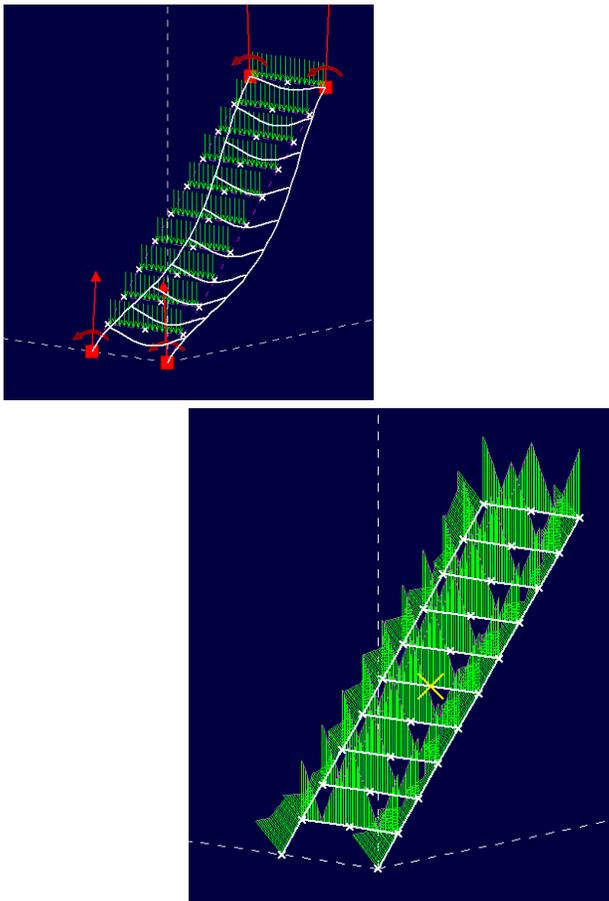
L'Ontario Building Code 2012 permet une analyse linéaire aux conditions frontières effectuée avec le logiciel SolidWorks (Voir Figure 7 pour un exemple d'analyse).

Les Tableaux 3 et 4 présentent les résultats d'analyses selon le nombre de marches, la charge considérée ou la charge réelle si l'escalier a été préalablement testée et l'espacement des colonnes. Ces calculs ont pris en compte une largeur de marche entre 812 mm et 1830 mm.

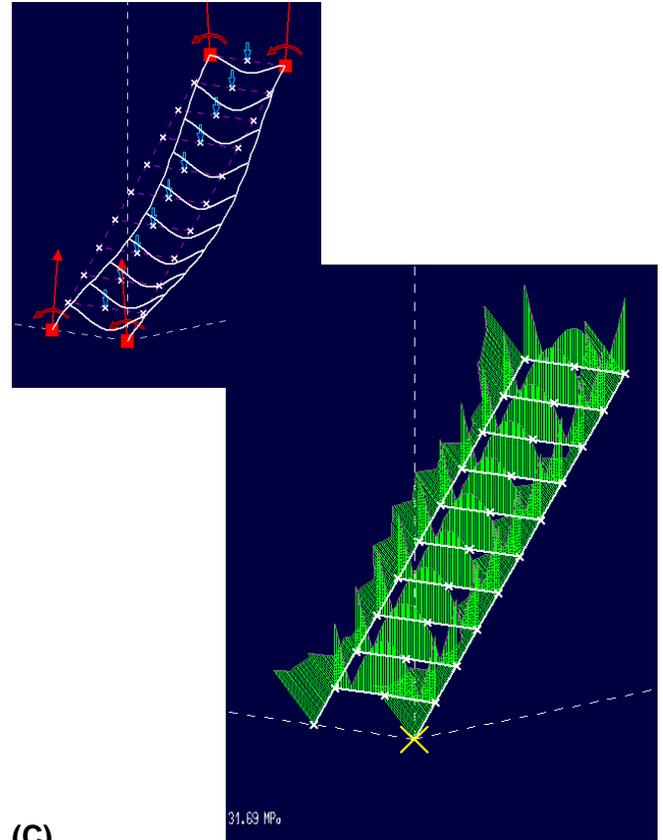
FIGURES 7: EXEMPLES DE SIMULATION:

- A) CHARGEMENT UNIFORME 7.78 kPA (1 kN/m)
(35 MPa)**
- B) CHARGEMENT CONCENTRÉ 1.0 kN
(32 MPa)**
- C) CHARGEMENT UNIFORME SUR UNE SEULE
MARCHE 7.78 kPA**

(A)



(B)



(C)

