Institut de recherche
Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail

Prévenir les chutes de hauteur

Évaluation de la résistance des garde-corps en bois et métalliques

Bertrand Galy, André Lan

RVS – 12 Novembre 2019

Plan de la présentation

1. Problématique de santé et sécurité du travail
2. Objectifs
3. Méthodologie – Essais de laboratoire
4. Résultats des essais de laboratoire
5. Méthodologie – Essais sur des structures réelles
6. Résultats des essais sur des structures réelles
7. Retombées, valorisation et communications

Problématique de santé et sécurité du travail

Chutes de hauteur – Quelques chiffres

397 M$ / an (2010-2012)

(2ème en termes de coûts)

10 décès au travail en 2017

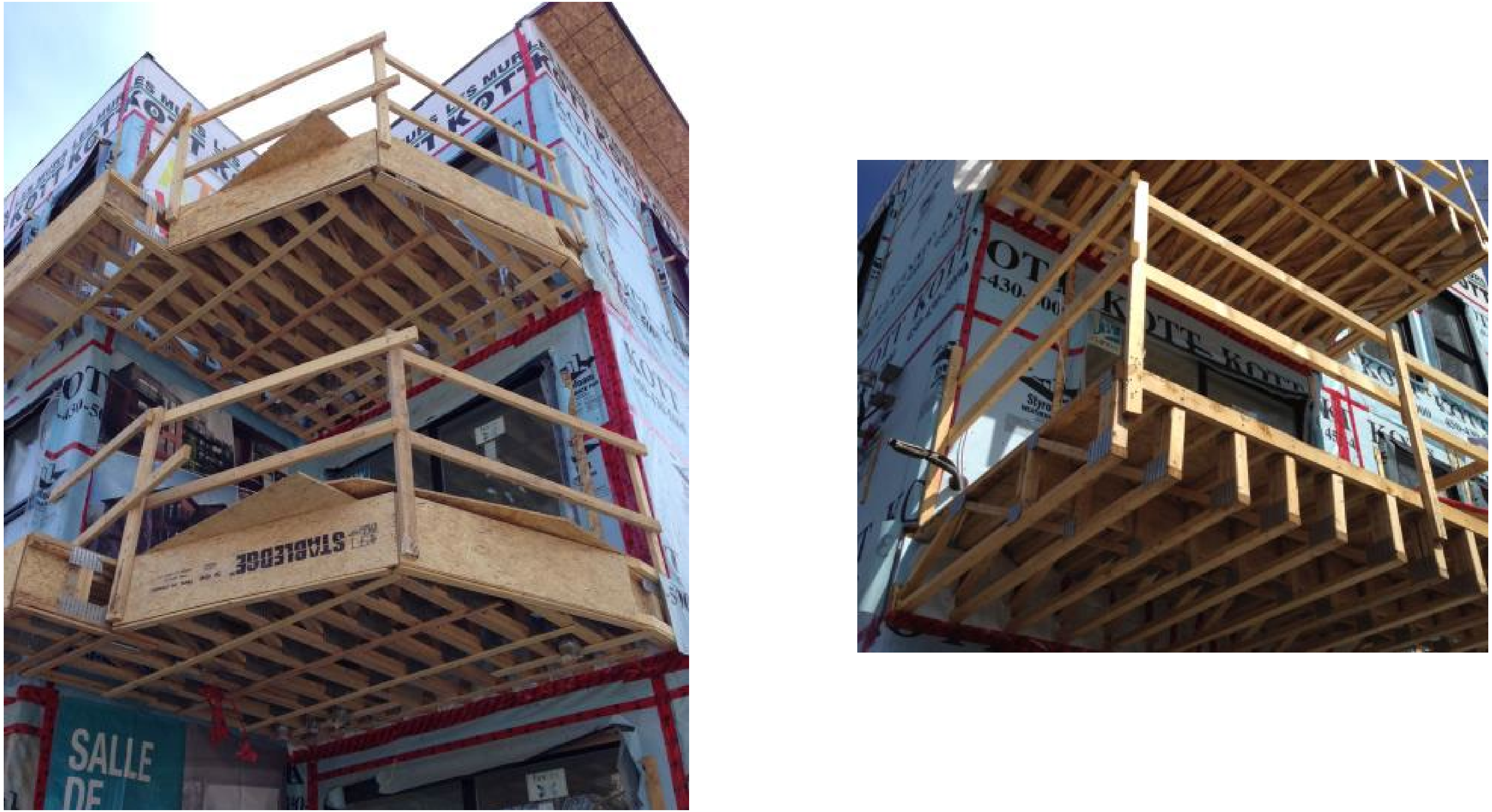
(3ème cause)

70 % des arrêts de travaux

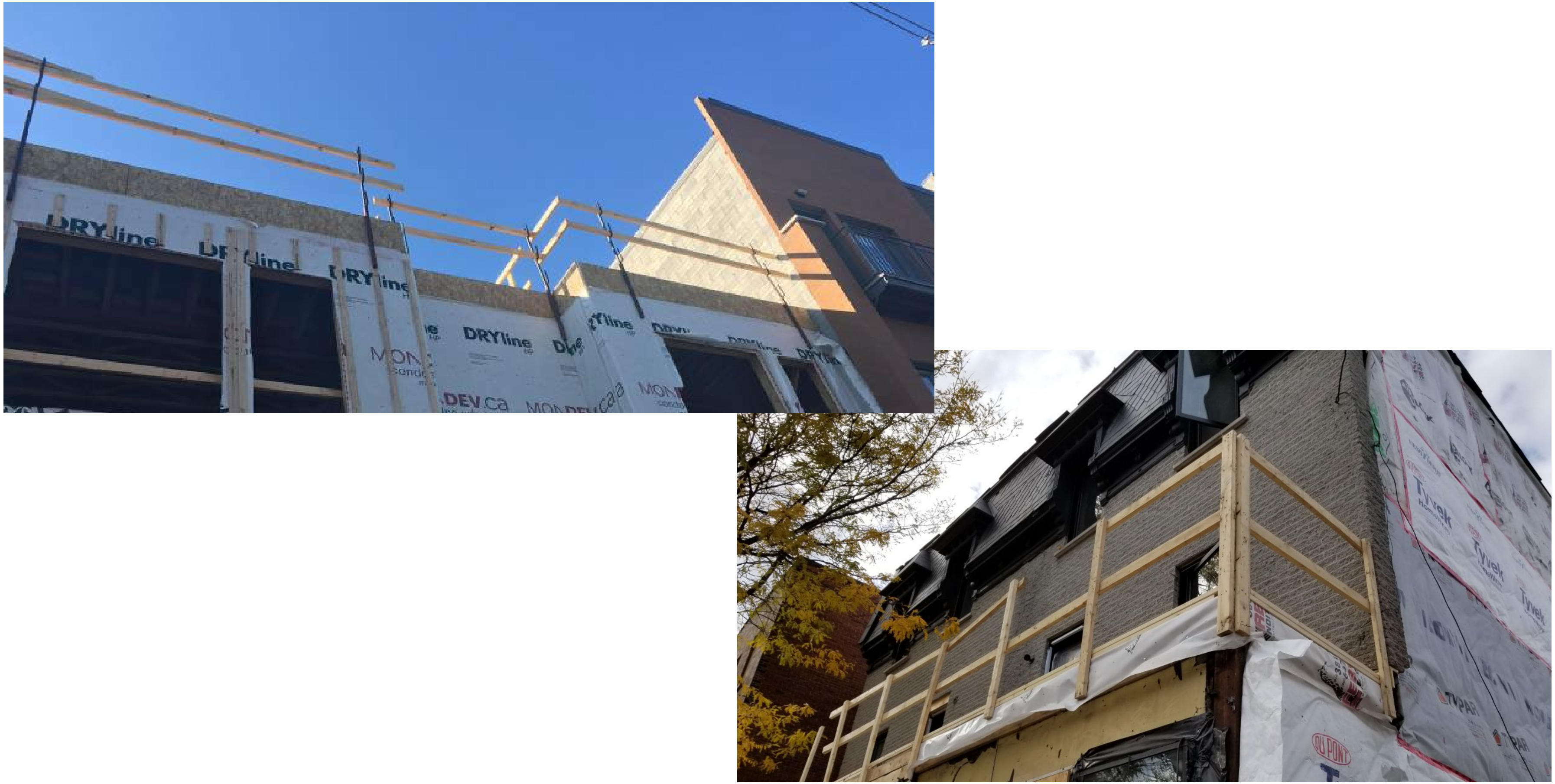
58 % des constats d'infraction

dans la construction (2011)

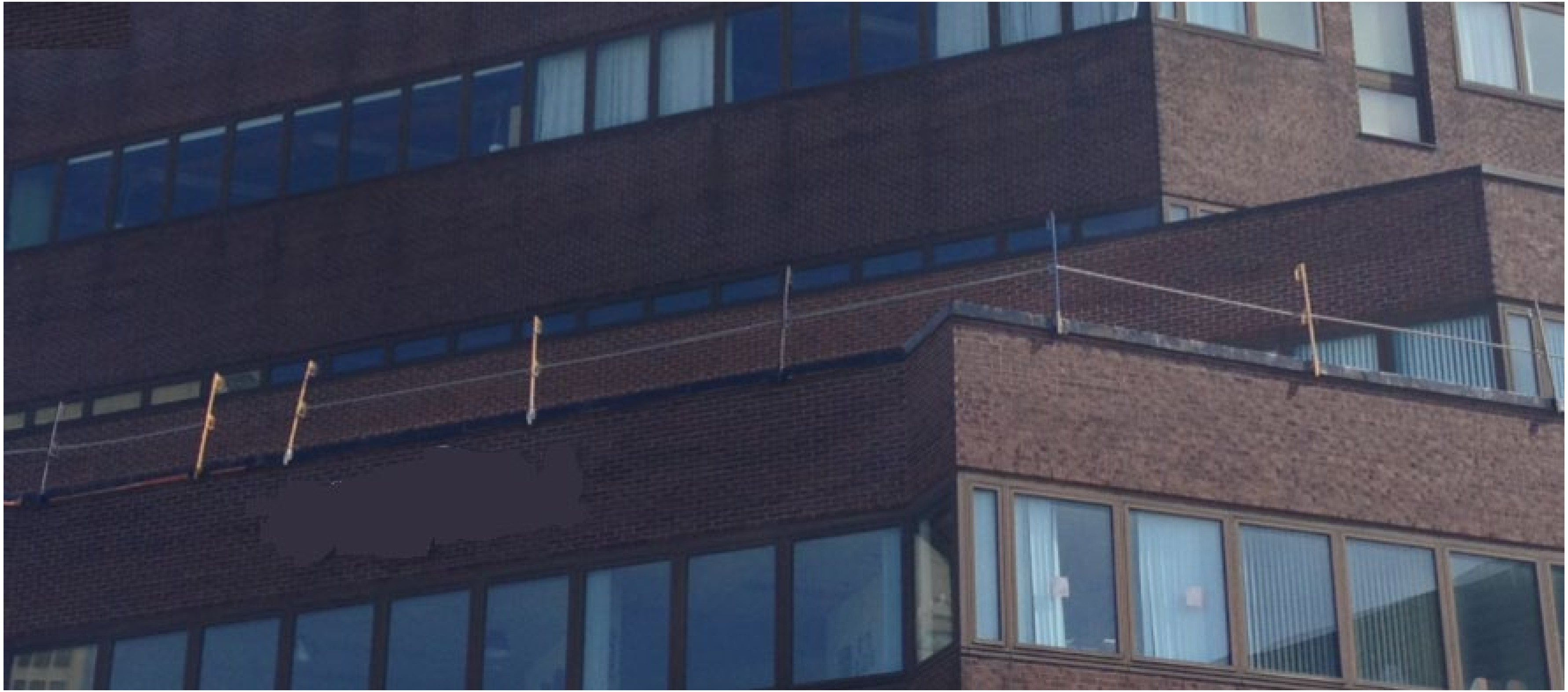
Problématique de santé et sécurité du travail


KOTT
STABLEDGE
SALLE
DE

Problématique de santé et sécurité du travail


DRYline
DEV.ca
Tyvek
TYPAR
DUPONT

Problématique de santé et sécurité du travail



[redacted]

Problématique de santé et sécurité du travail

Prescriptions CSTC – Garde-corps en bois

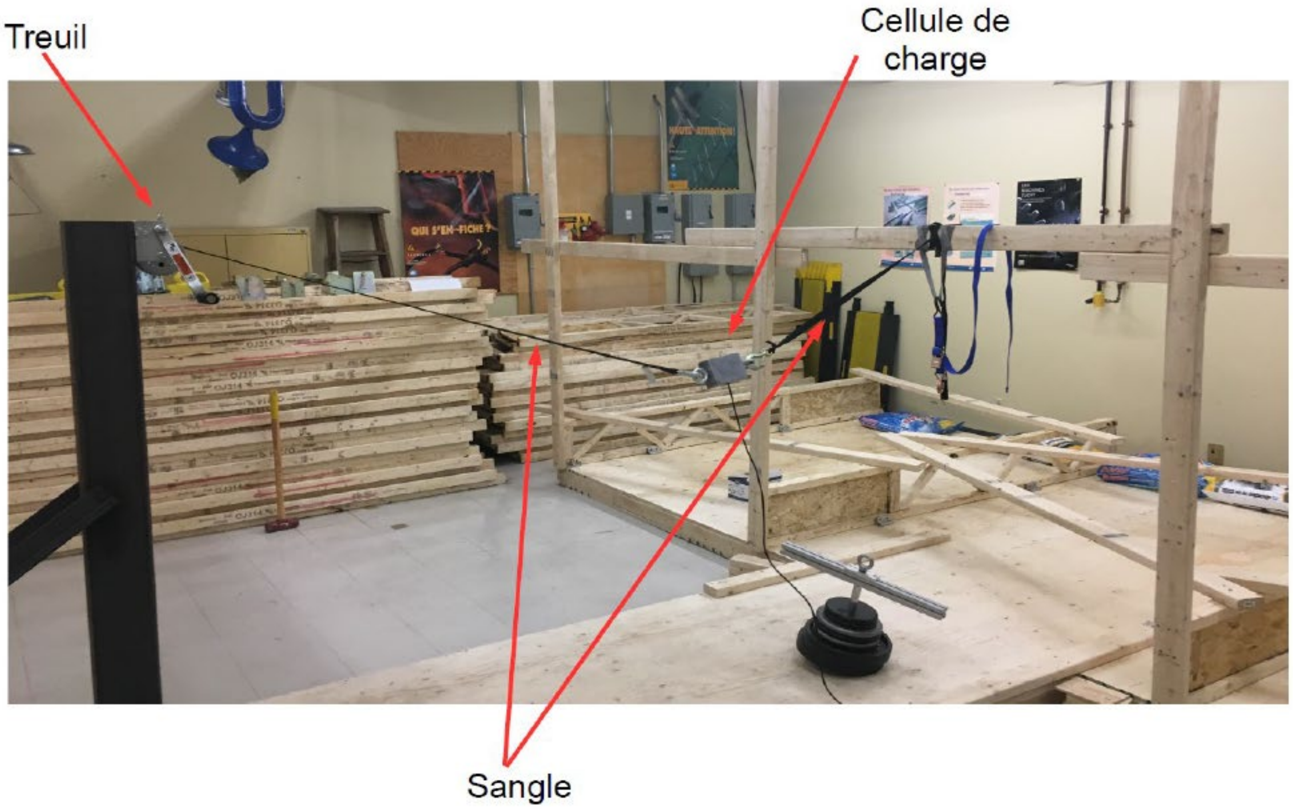
Exigences de construction							Exigences de résistances min. (N)	
Hauteur GC (m)		Lisse supérieure		Montant				
Max.	Min.	Épaisseur min. (mm)	Largeur min. (mm)	Épaisseur min. (mm)	Largeur min. (mm)	Espacement c/c max. (m)	Horizontale	Verticale
1.2	1	40	90	40	90	1.8	900	450

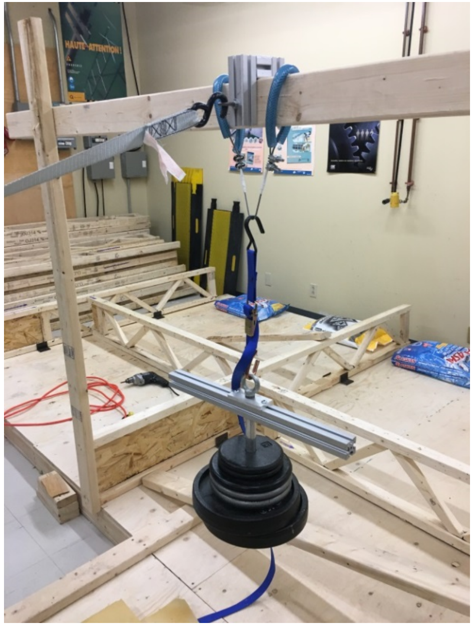
Objectifs

1. Vérification de la résistance des GC en bois
   a) Installés sur des solives ajourées
   b) Installés sur des murs préfabriqués

2. Comportement des GC métalliques fixés sur un toit plat

Méthodologie – Essais de laboratoire


Treuil
Cellule de charge
Sangle



Charge verticale de 449 N

Méthodologie – Essais de laboratoire

Type de clous

Type	Taille de clou	Calibre (gauge)	Outil de fixation
Annelé	-	11	Cloueuse
Lisse	-	11	Cloueuse
Vrillé	16D	8	Marteau

Paslode
3¼"x.120 RING SHANK STRIP NAILS
TIGE ANNELÉE, CLOUS À BANDE
HOT DIPPED GALVANIZED NAILS
CLOUS GALVANISÉS À CHAUD
30°
404858
1500

3 1/4" x .120
STRIP NAILS, SMOOTH SHANK
CLOUS EN BANDE, TIGE LISSE
Brite / Acier Naturel
F350-S, F325R,
IMLi325, IM325XP, CF325 and IM90i
3,000
404058

CLOUS ARDOX RÉGULIERS • ARDOX STANDARD NAILS
DUCHESNE
3½"
150
CLOUS ARDOX RÉGULIERS • ARDOX STANDARD NAILS

Méthodologie – Essais de laboratoire

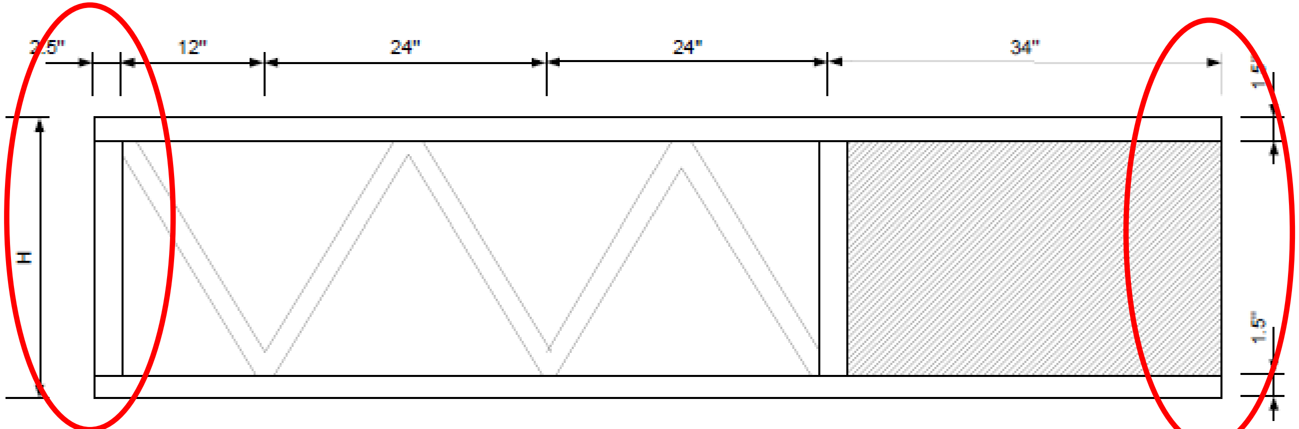
Type de vis

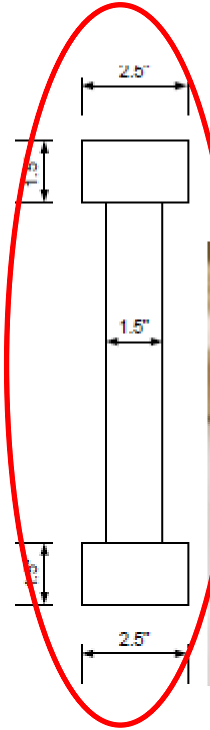
Type	Calibre (gauge)	Longueur tige	Outil de fixation
Vis bois	#10	3.5"	visseuse
Tirefond	3/8"	3.0"	clé à tête hexagonale

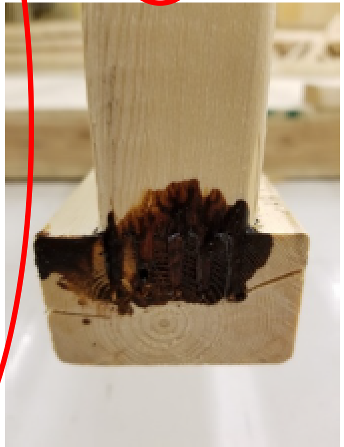
10
3-1/2"
500
DECK SCREWS · VIS À BOIS TRAITÉ
3/32"
APPLICATION
FLOOR / PLANCHER
ACQ
TAIWAN

RELIABLE
50x
GRADE
2
LAG SCREWS
TIRE-FONDS
TORNILLO DE TRACCIÓN
3/8"
3"

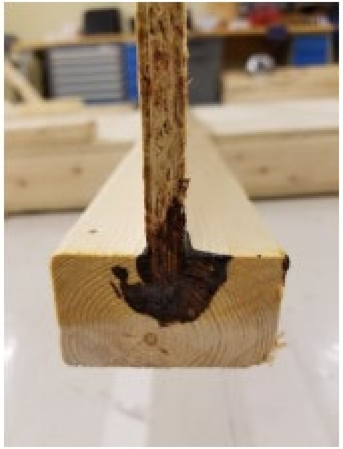
Méthodologie – Essais de laboratoire

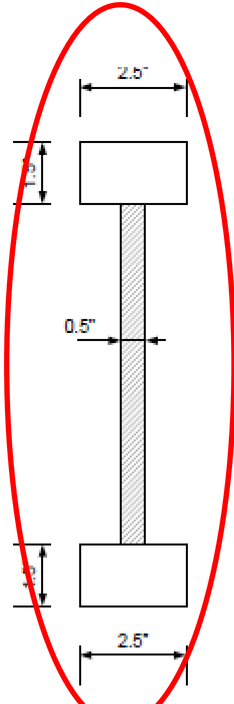

2.5"
12"
24"
24"
34"
H
1.5"
1.5"


2.5"
1.5
1.5"
1.5
2.5"

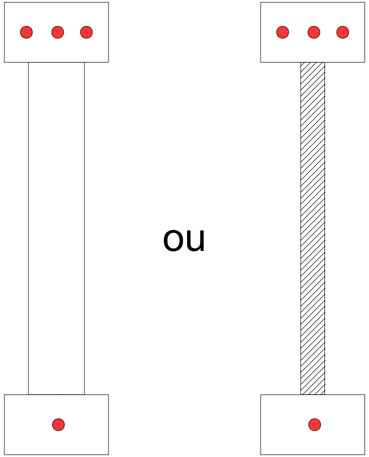


Différentes tailles :
9.5, 12, 14 et 16"

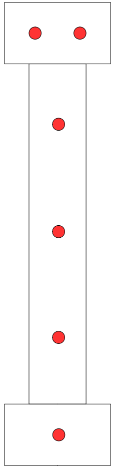



2.5"
1.5
0.5"
1.5
2.5"

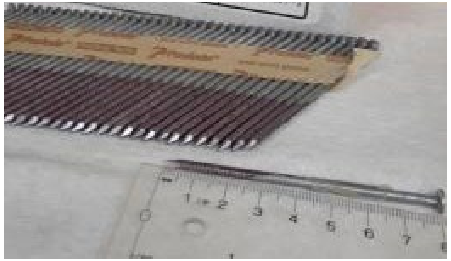
Méthodologie – Essais de laboratoire



CA 31
CL 31

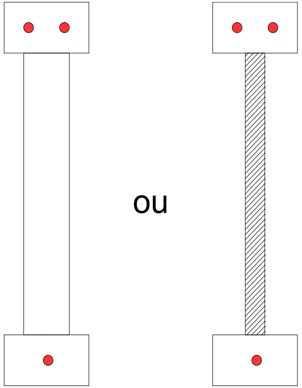


CV 231

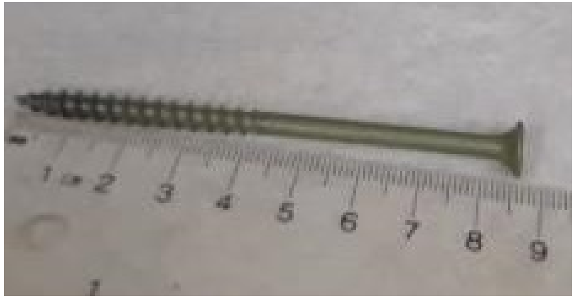


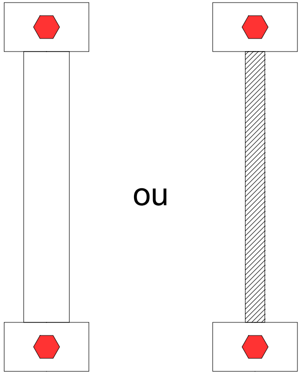
150
CLOUS ARDOX RÉGULIERS • ARDOX STANDARD NAILS

Méthodologie – Essais de laboratoire



VB 21

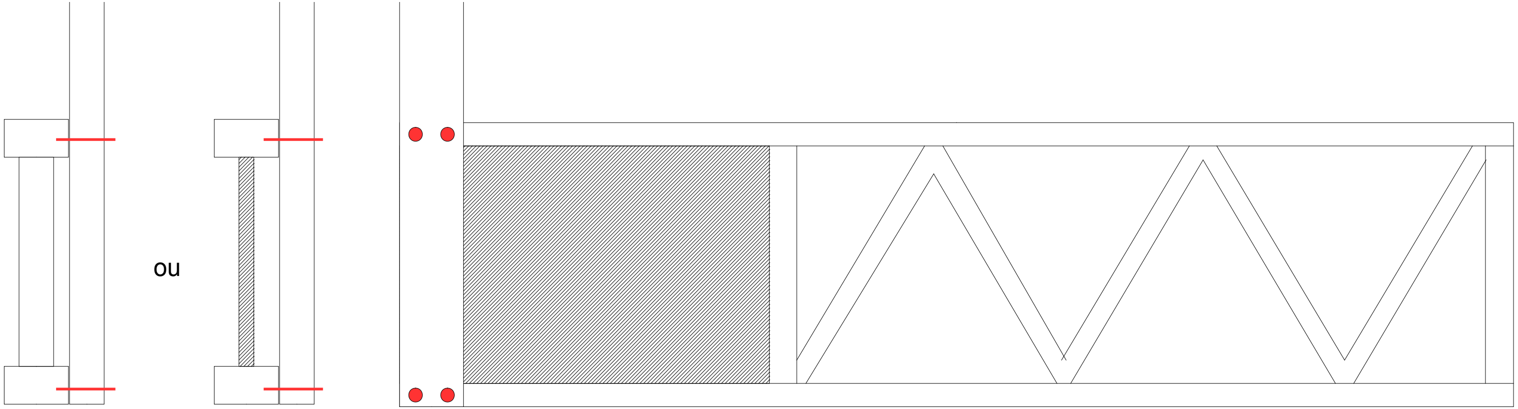




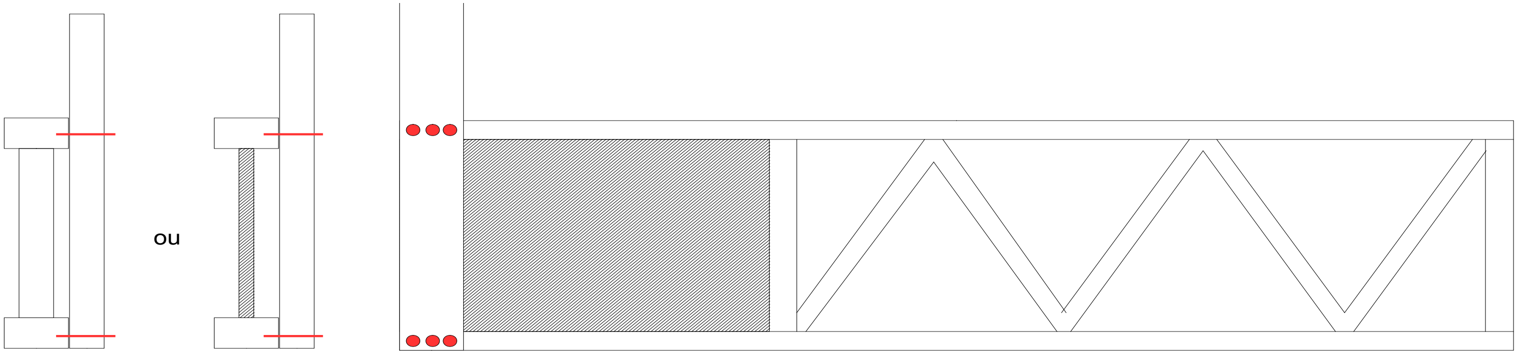
T11

Méthodologie – Essais de laboratoire

CL22 - AF

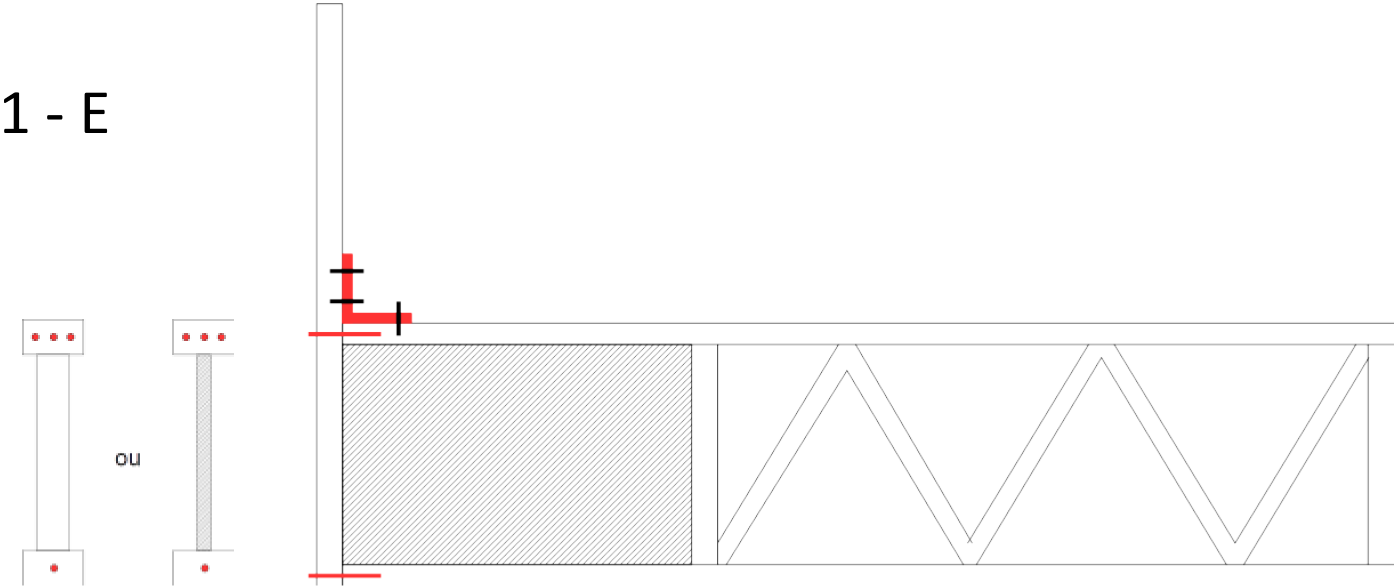


CL33 - AF

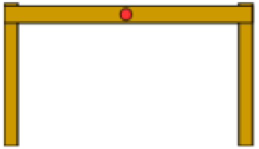
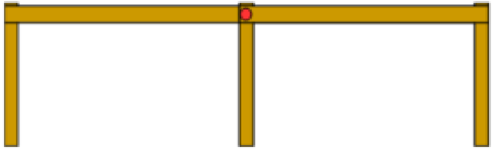
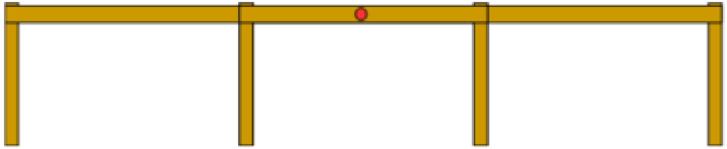
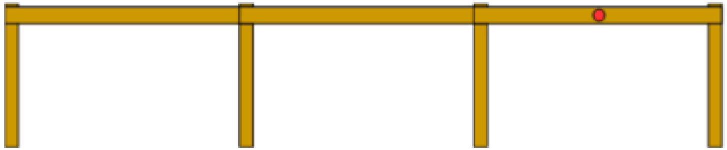


Méthodologie – Essais de laboratoire

CL31 - E



Méthodologie – Essais de laboratoire

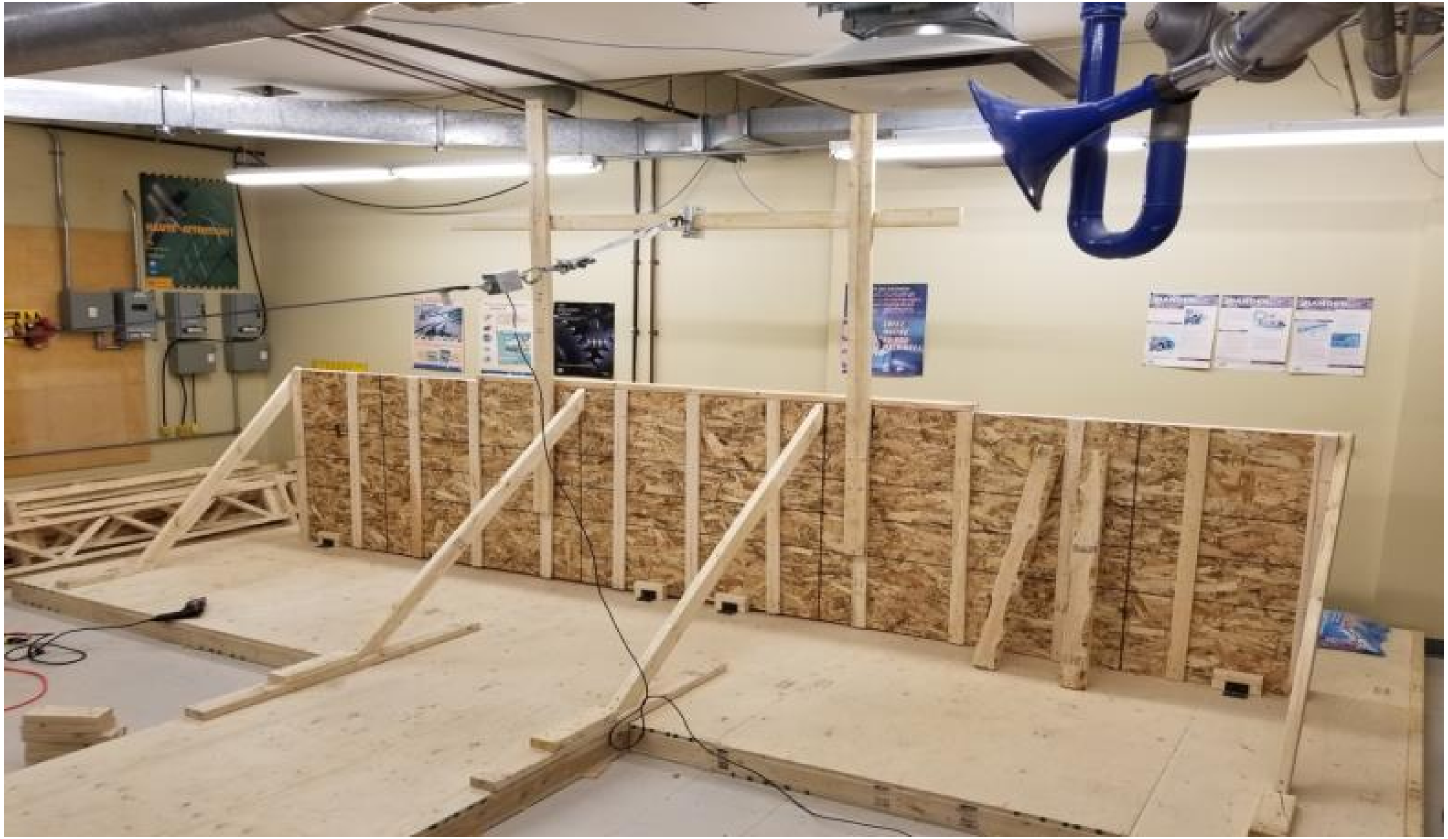
Configuration	Point d'application de la charge : ●
1 travée (1T)	
2 travées – Montant (2T-M)	
3 travées – travée centrale (3T-C)	
3 travées – travée de rive (3T-R)	

Méthodologie – Essais de laboratoire

Environ 250 essais

9.5" / 12" / 14" / 16"				
Nb travée	1 travée	2 travées	3 travées	3 travées
Travée chargée	-	Montant	Travée centrale	Travée de rive
ESSAIS	CA31 - 1.2 m		CA31 - 1.2 m	CA31 - 1.2 m
	CL31 - 1.2m	CL31 - 1.2m	CL31 - 1.2m	CL31 - 1.2m
	CA31 - 1m			
	CL31 - 1m			
	VB21 - 1.2m	VB21 - 1.2m		
	CV231 -1.2m			
	VT11 - 1.2m			
	CL31 - 1.2m - Équerre	CL31 - 1.2m - Équerre		
	CL22 - 1.2m - Axe fort	CL22 - 1.2m - Axe fort		
	CL33 - 1.2m - Axe fort	CL33 - 1.2m - Axe fort		

Méthodologie – Essais de laboratoire



Méthodologie – Essais de laboratoire

Environ 100 essais

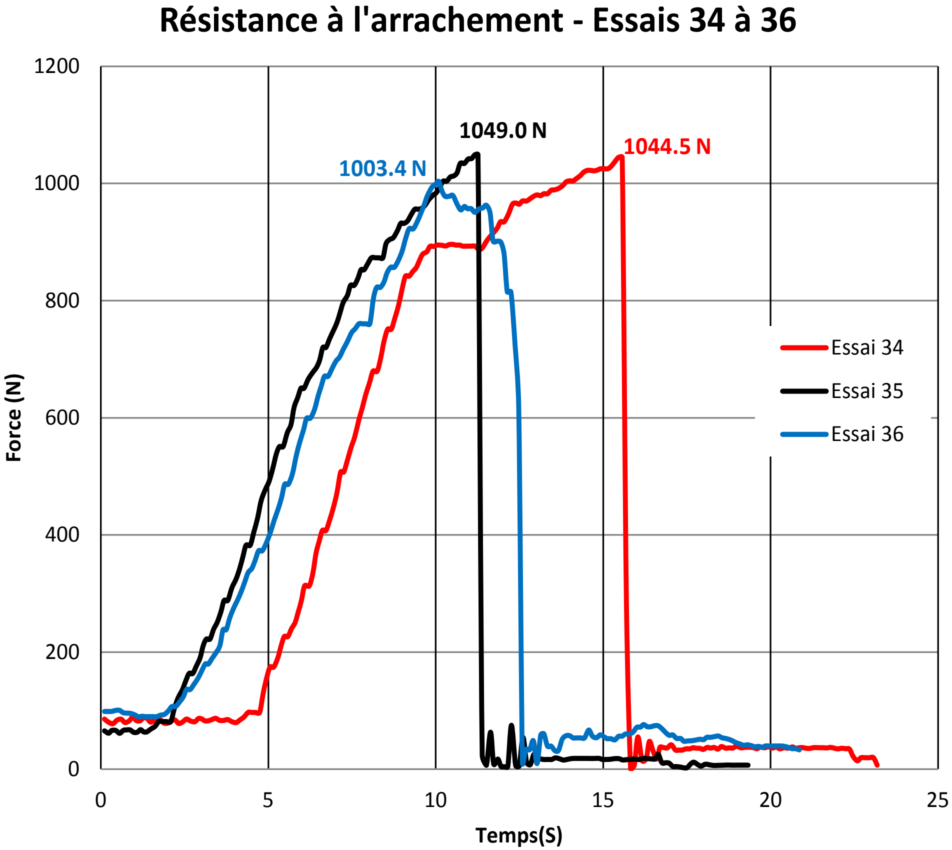
Hauteur de fixation : 12, 16 et 24"	
Configuration	Fixation
1 travée	VB21
	CL31
	CA31
	T11
	CL31 – E*
Montant (2 travées)	VB21
	CL31
	CA31
	T11
	CL31 - E
3 travées	CL31*

* 12 et 24"

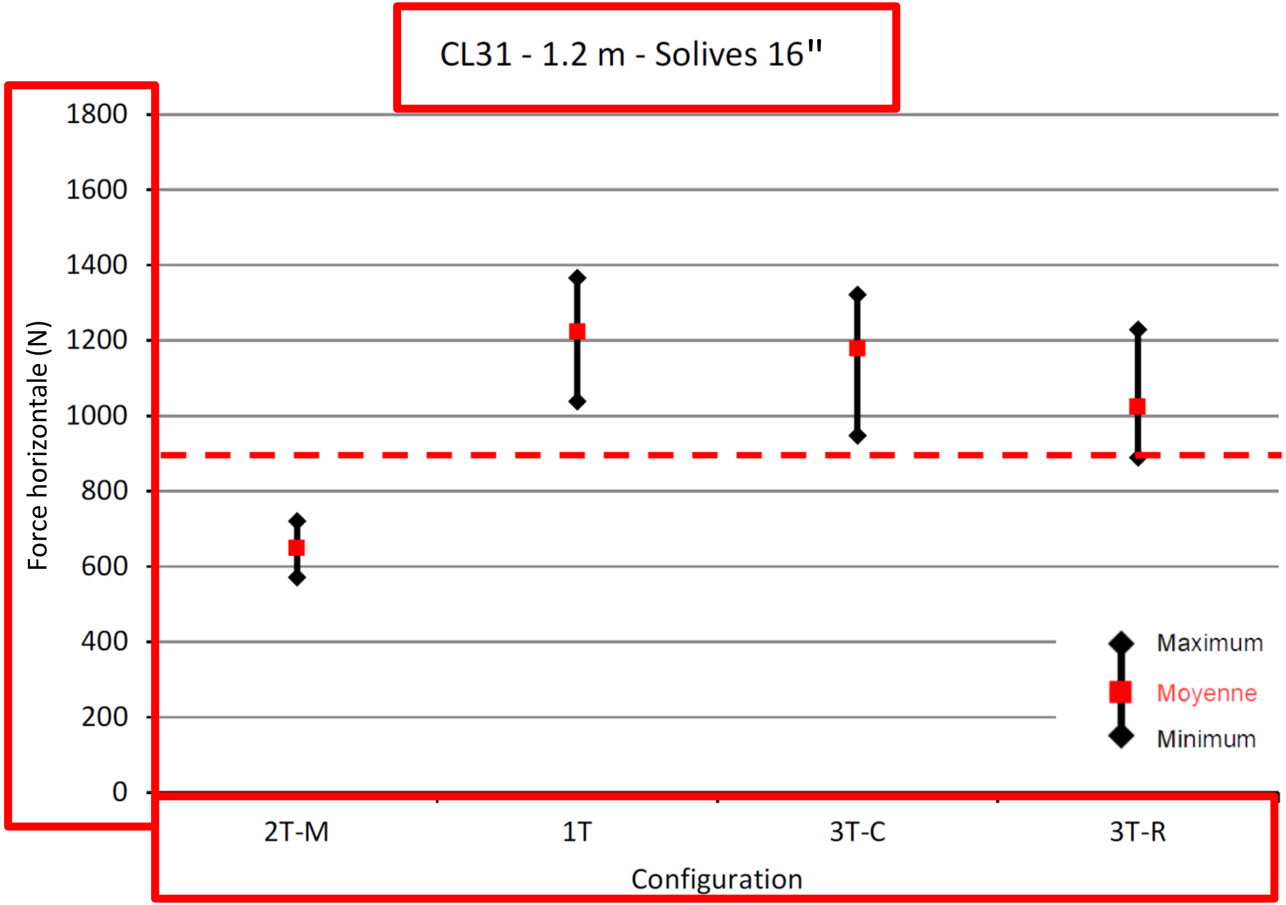
Résultats – Essais de laboratoire

CL31 – 12" – 1.2 m

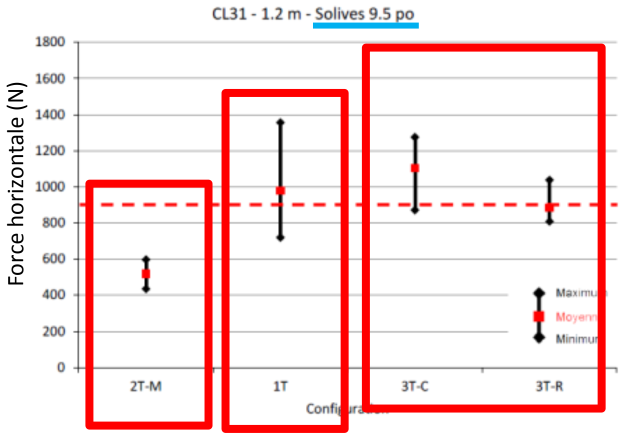
1 travée

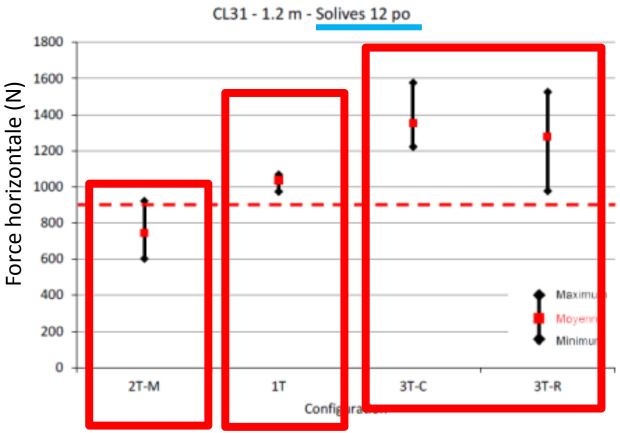


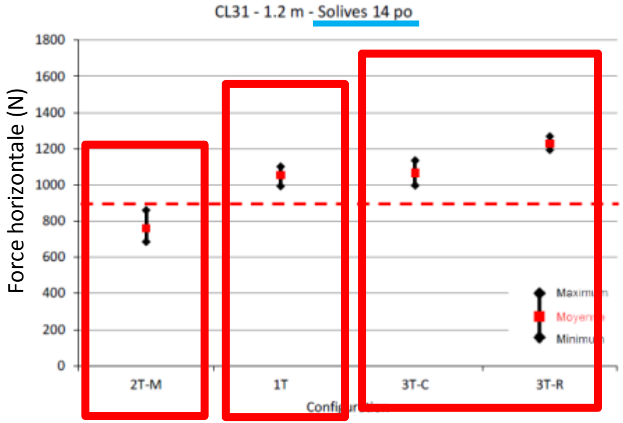
Résultats – Essais de laboratoire

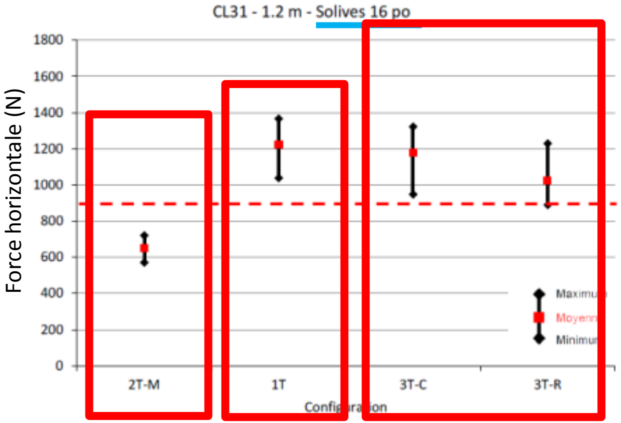


Résultats – Essais de laboratoire

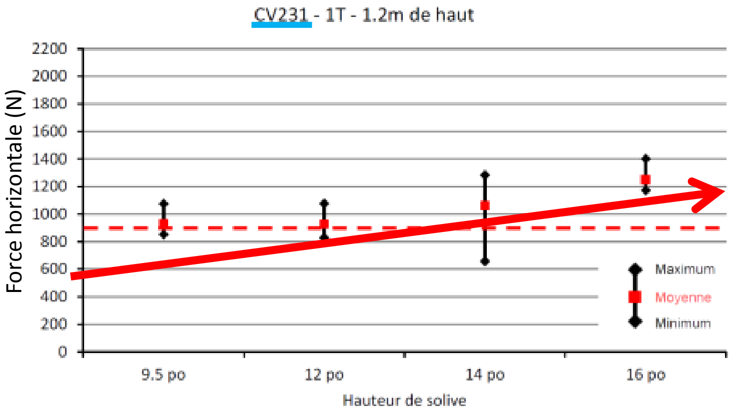

CL31 - 1.2 m - Solives 9.5 po

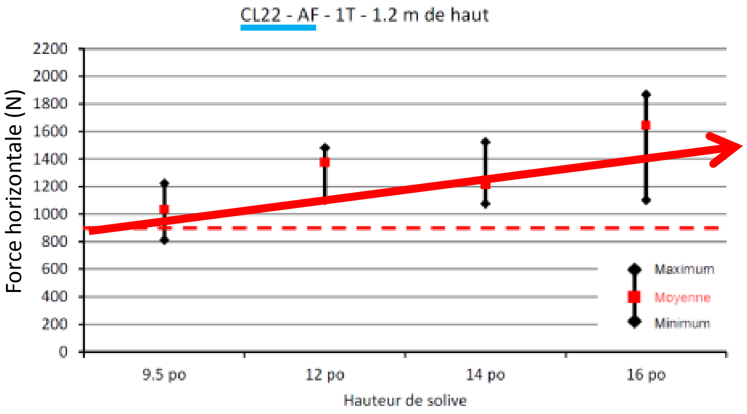

CL31 - 1.2 m - Solives 12 po

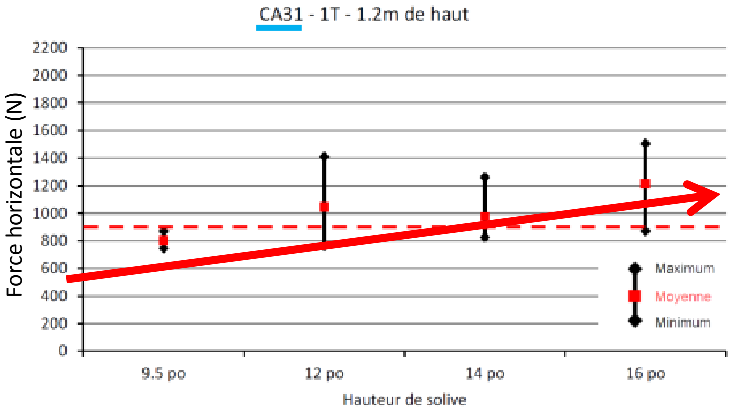

CL31 - 1.2 m - Solives 14 po

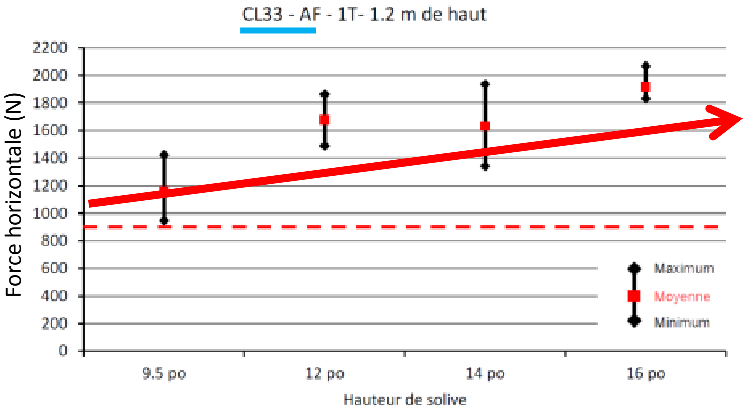

CL31 - 1.2 m - Solives 16 po

Résultats – Essais de laboratoire


CV231 - 1T - 1.2m de haut


CL22 - AF - 1T - 1.2 m de haut


CA31 - 1T - 1.2m de haut

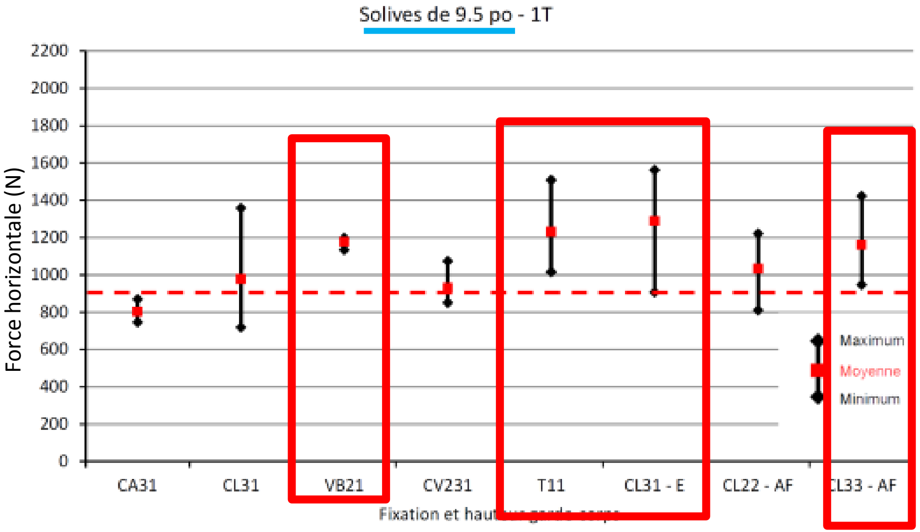

CL33 - AF - 1T- 1.2 m de haut

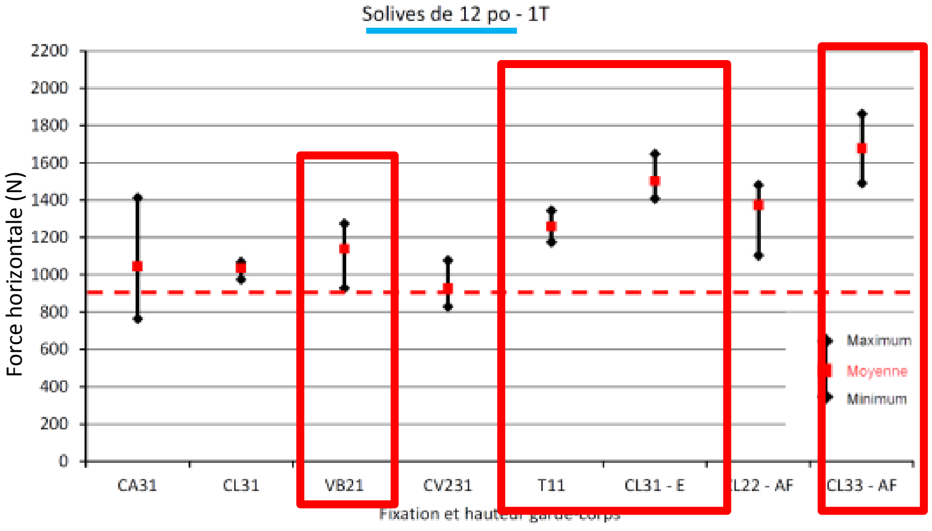
Résultats – Essais de laboratoire

Hauteur de solive	9.5"	12"	14"	16"
Taux d'échec	78.8 %	27.8 %	25.7 %	29.4 %

Type de fixation	CA31	CL31	VB21	CV231	T11	CL31 - E	CL22 - AF	CL33 - AF
Taux d'échec	50.0 %	15.4 %	0.0 %	41.7 %	0.0 %	7.7 %	13.3 %	0.0 %

Résultats – Essais de laboratoire

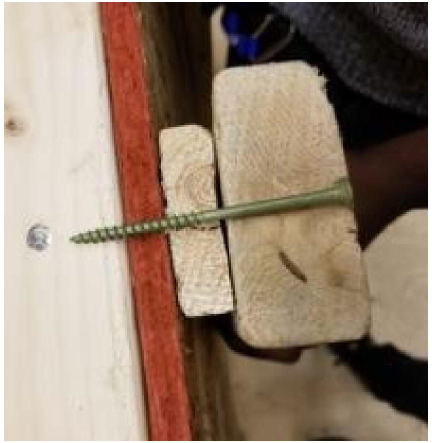


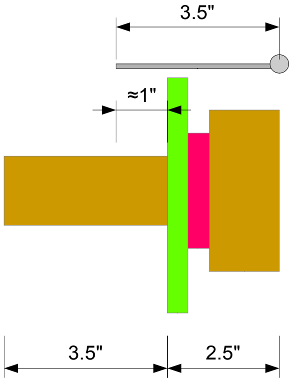


Résultats – Essais de laboratoire

- Certaines fixations ne fonctionnent pas (CV231, CA31)
- Meilleures fixations CL33 - AF, VB21, T11, CL31 – E
- Variabilité des résultats (bois)
- Configuration critique = 2T-M
- Attention aux nœuds
- Plutôt une meilleure résistance sur les solives de grandes dimensions
- Privilégier les GC de 1m de haut

Résultats – Essais de laboratoire

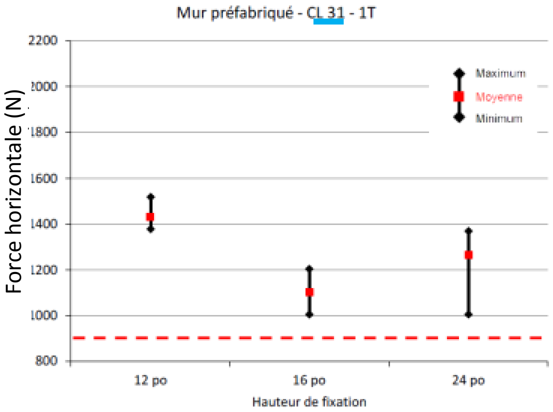


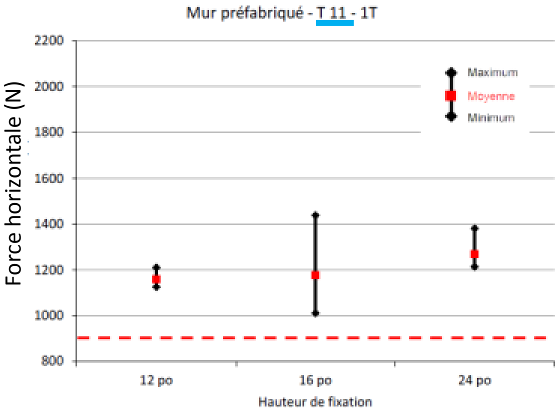


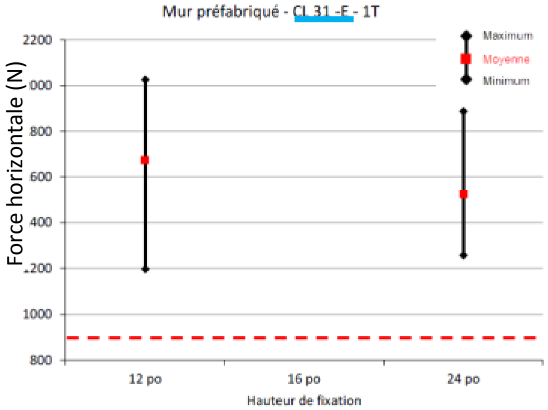
🟫 2 x 4"
🟩 OSB 7/16"
🟥 1 x 3"
⬜ Clous ou vis de 3.5"

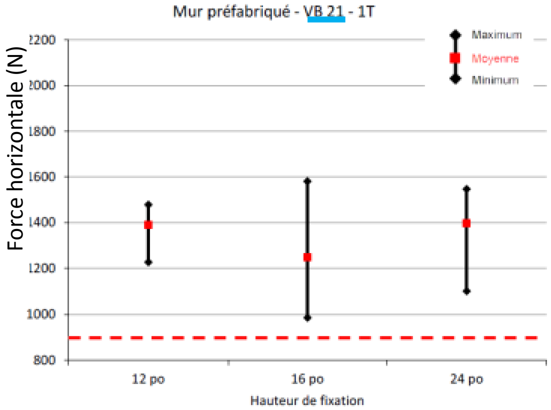
Clou / vis	Calibre (gauge)	Longueur tige	Fond de clouage / vissage
Annelé	11	3.25"	0.75"
Lisse	11	3.25"	0.75"
Vis bois	10	3.50"	1.00"
Tirefond	3/8’’	3.00"	0.50"

Résultats – Essais de laboratoire

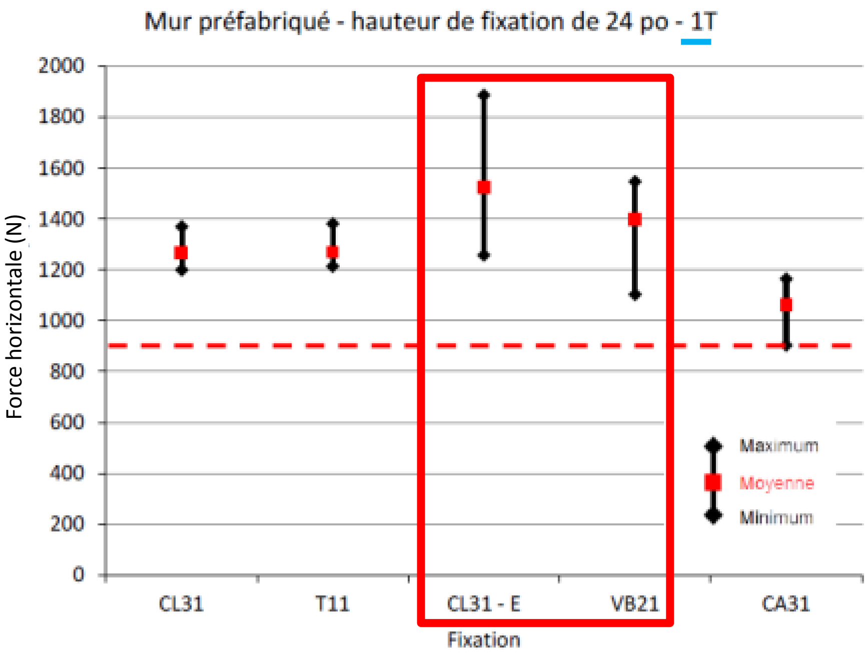

Mur préfabriqué - CL 31 - 1T

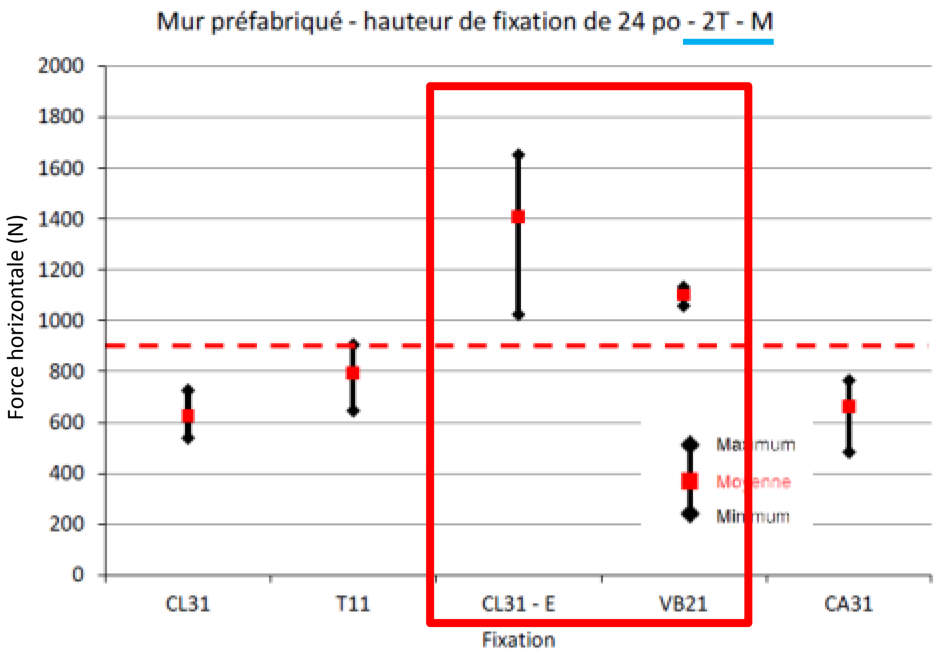

Mur préfabriqué - T 11 - 1T


Mur préfabriqué - CL 31 -E - 1T


Mur préfabriqué - VB 21 - 1T

Résultats – Essais de laboratoire

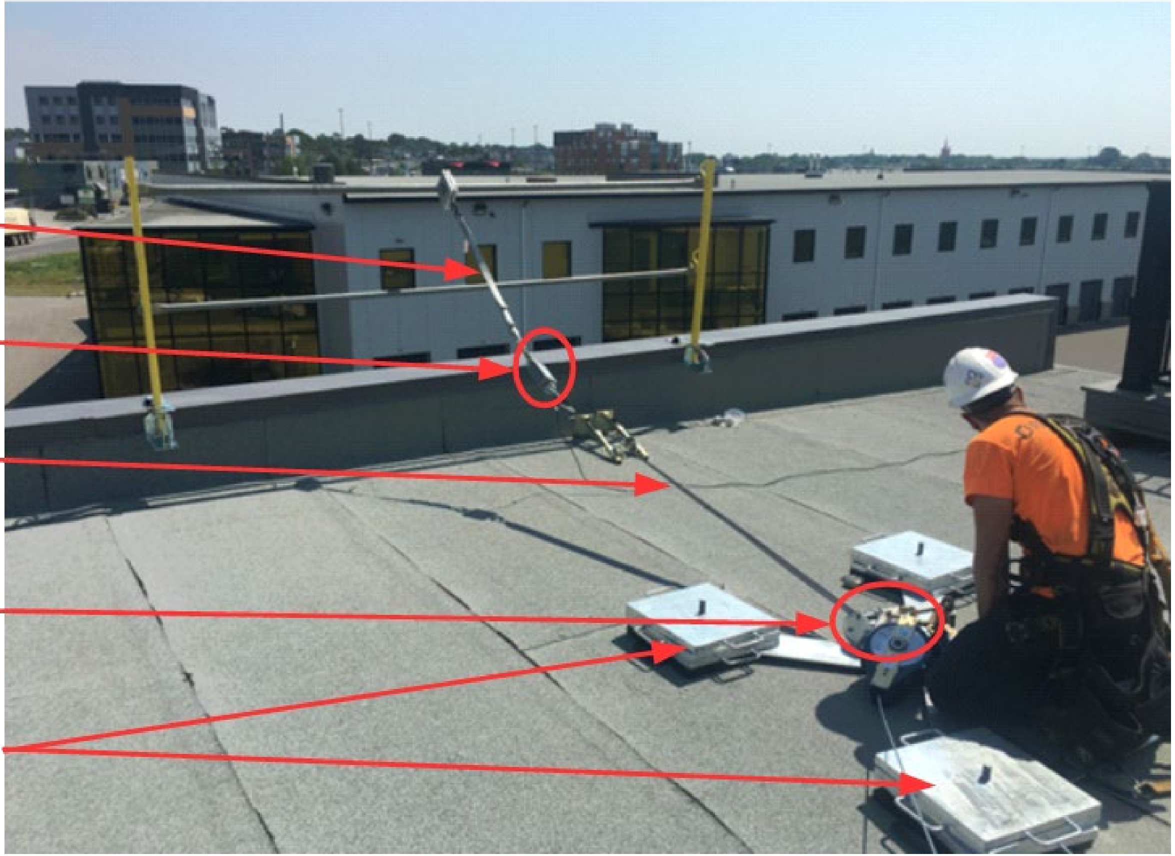

Mur préfabriqué - hauteur de fixation de 24 po - 1T


Mur préfabriqué - hauteur de fixation de 24 po - 2T - M

Résultats – Essais de laboratoire

- Limitation pour certaines fixations : fond de vissage
- Possibilité de protéger les travailleurs avec des garde-corps en bois
- Pas d’influence notable de la hauteur de fixation
- Meilleures fixations : VB21 et CL31 - E

Méthodologie – Structures réelles



Longe

Cellule de charge

Longe

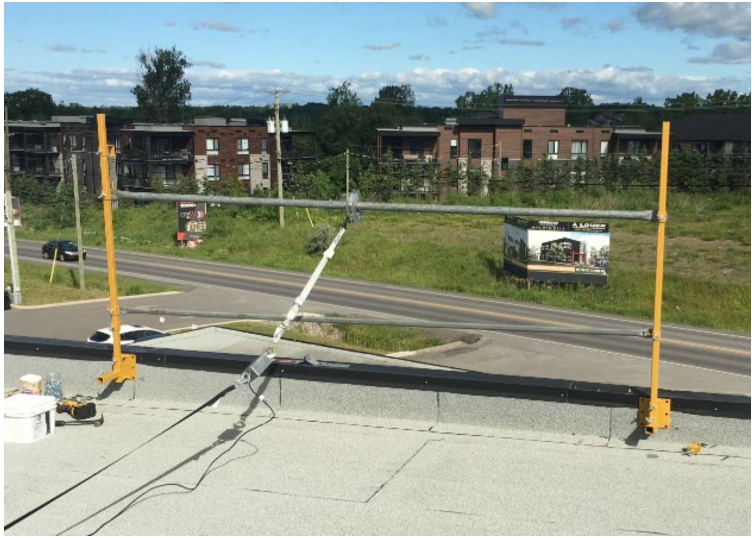
Treuil

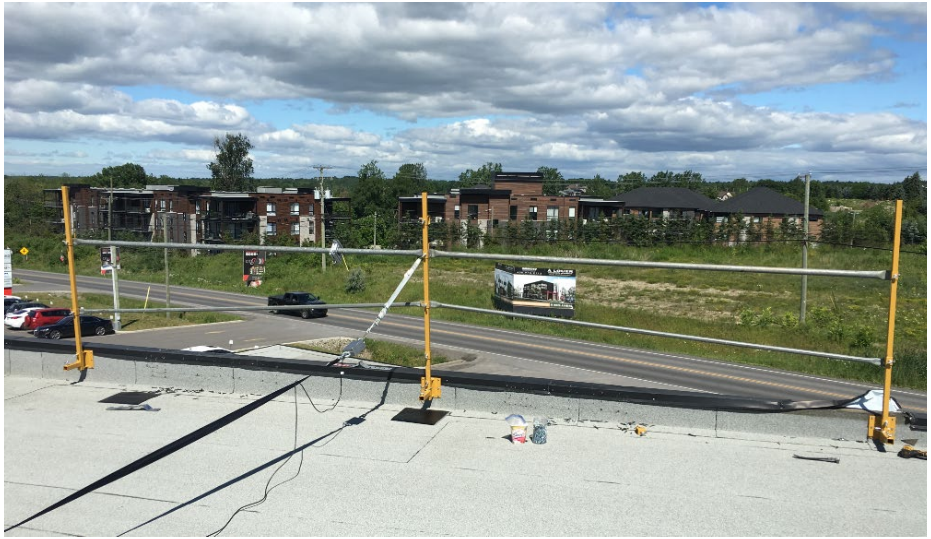
Ancrage Weightanka

Méthodologie – Structures réelles

39 essais

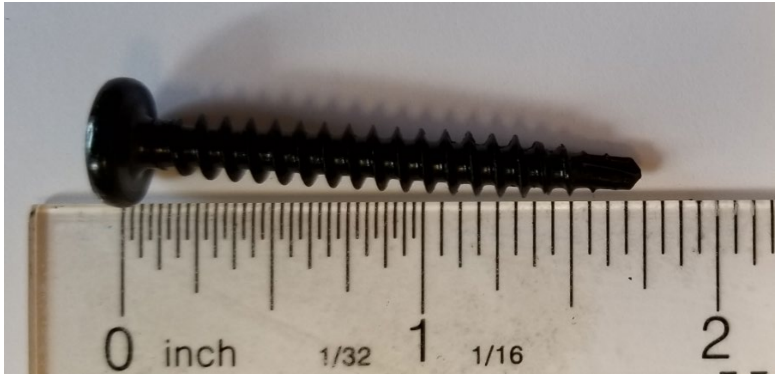
- 4 parapets différents
- 3 types de vis
- 3 modèles de garde-corps
- Configurations : 3 travées, 1 travée, montant



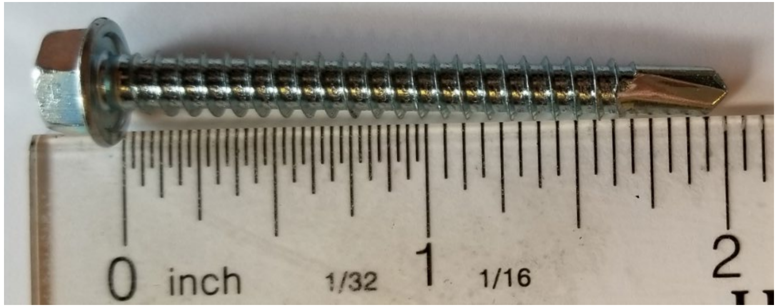


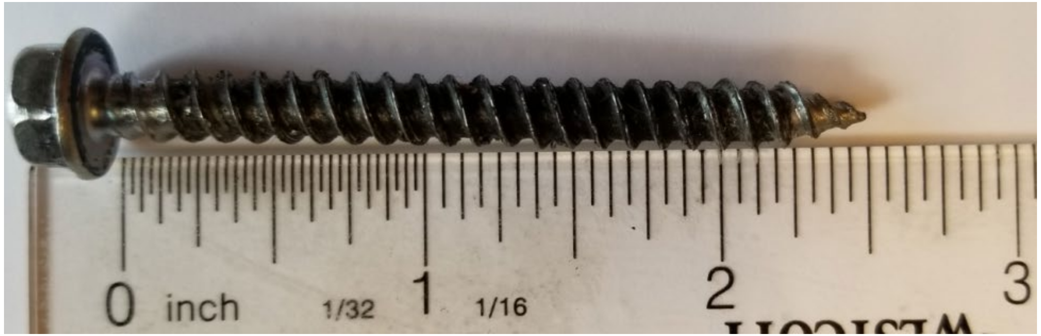
Méthodologie – Structures réelles

Vis noire (1’’ 3/4)


0 inch
1/32
1
1/16
2

Vis autotaraudeuse (2’’)


0 inch
1/32
1
1/16
2


0 inch
1/32
1
1/16
2
3

Tirefonds (2,5’’)

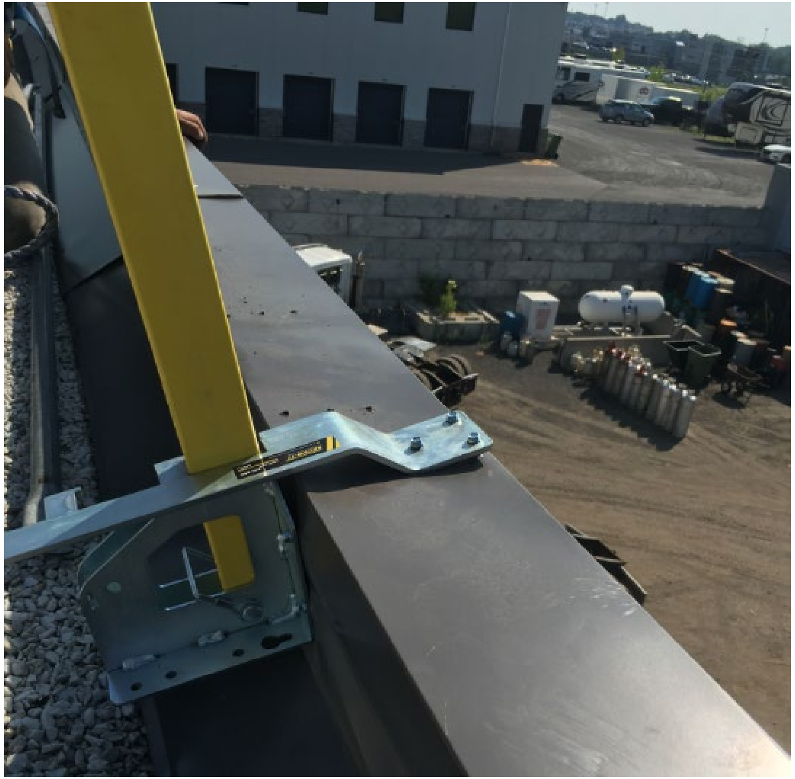
Méthodologie – Structures réelles

Parapet 1

2013

15 cm de largeur

Méthodologie – Structures réelles



Parapet 2

2013

16 cm de largeur

Essentiellement un panneau d'isolant donc résistance peu élevée a priori

Humidité = 7 %

Méthodologie – Structures réelles

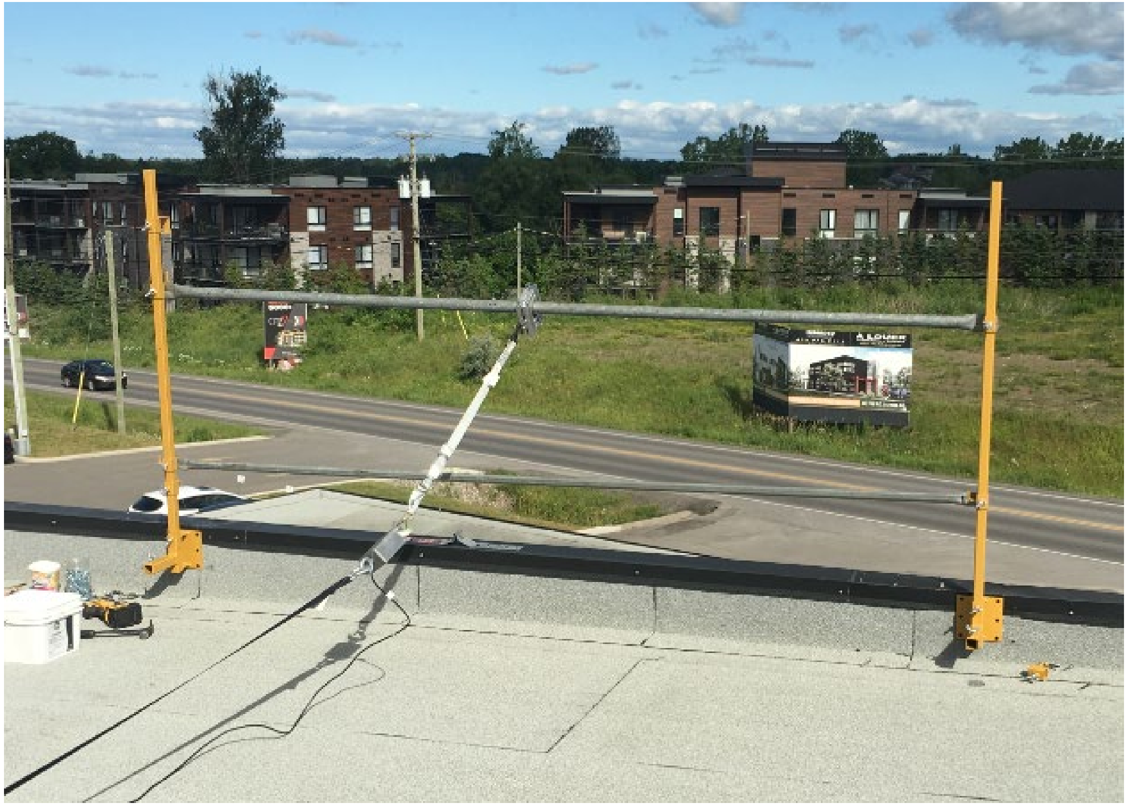
Parapet 3

2013

30 cm de largeur
Réalisé en 2x10"

Humidité < 10 %

Méthodologie – Structures réelles



Parapet 4

2008

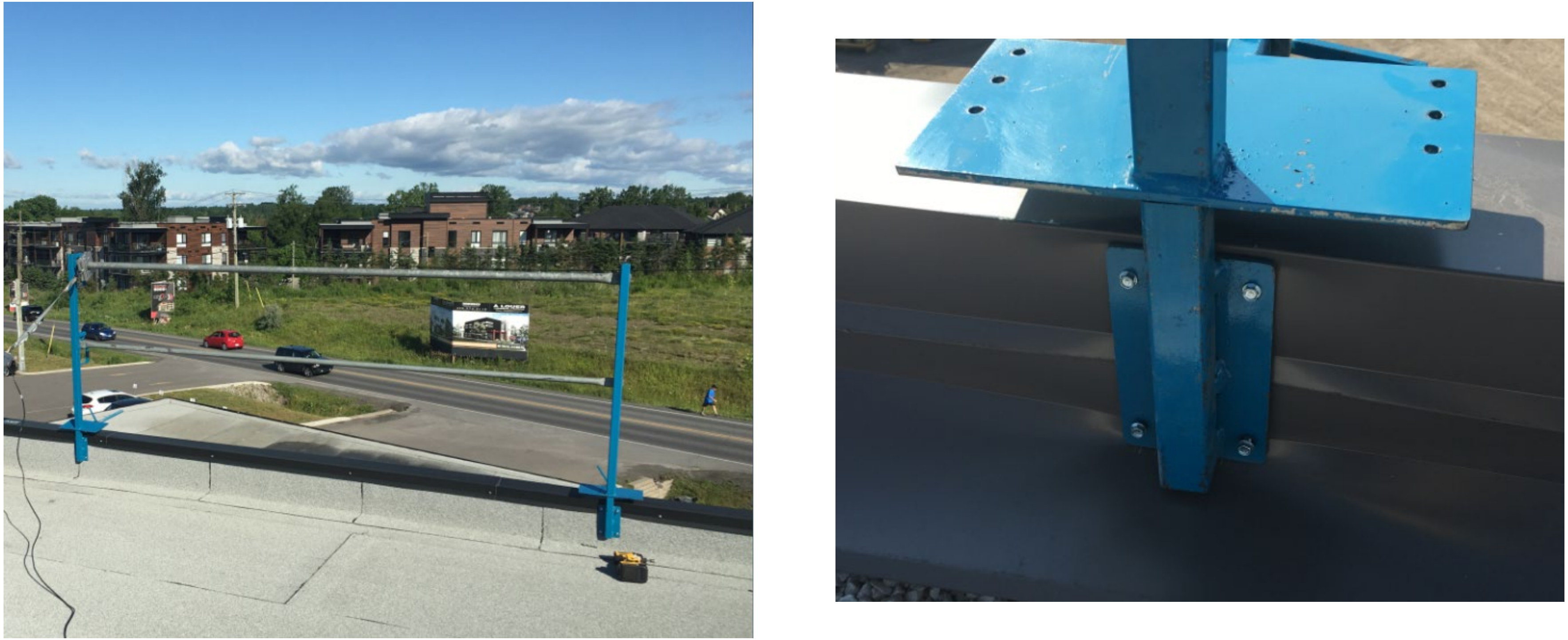
14 cm de largeur

Panneau d’isolant, pas de bâti en bois

= borne inférieure

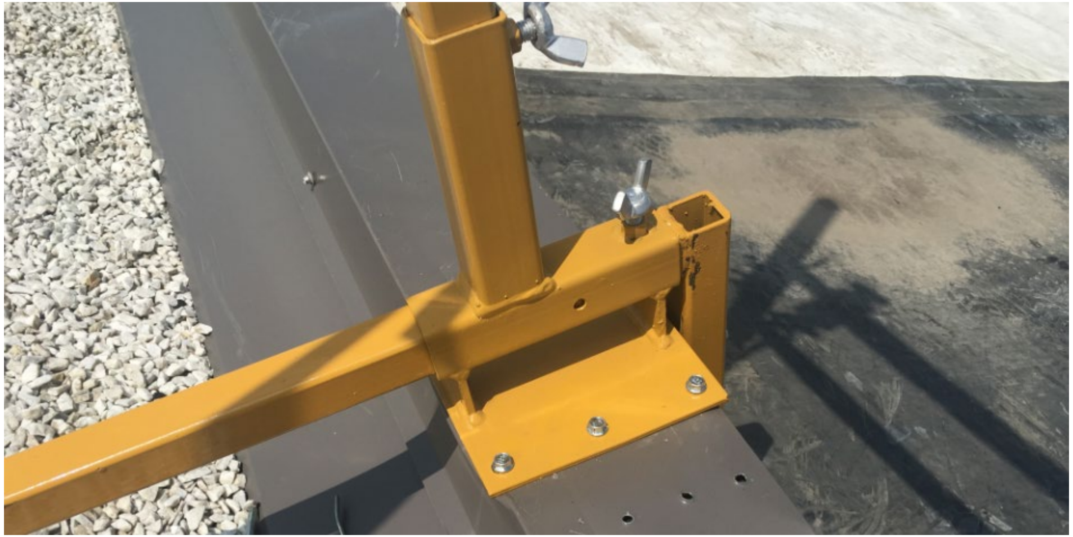
Humidité = 7 %

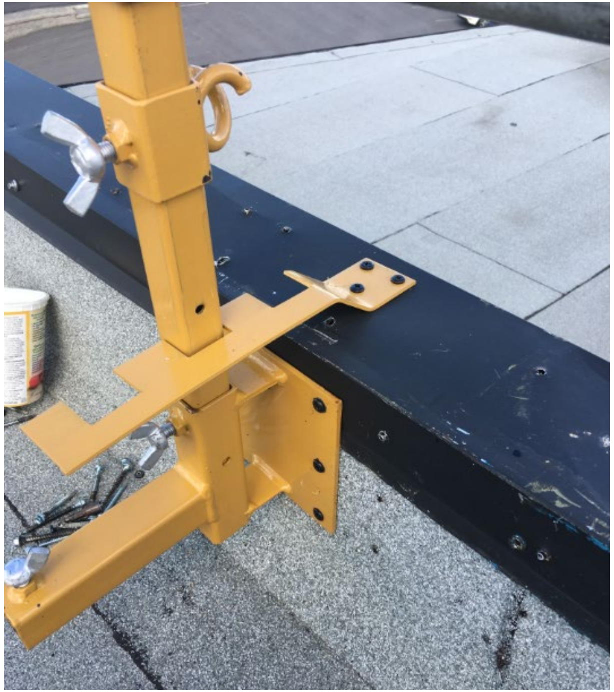
Méthodologie – Structures réelles



Garde-corps 1 : nombre de vis limité (6 pour serre-parapet), un peu lourd

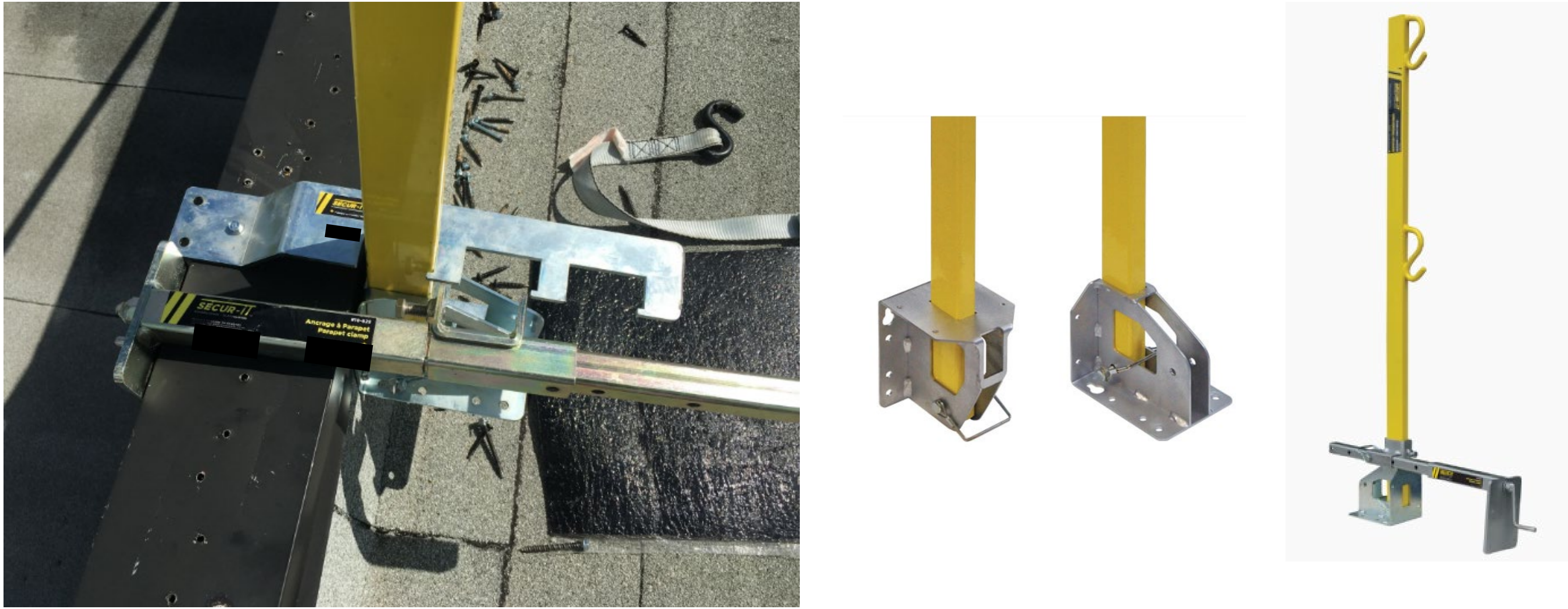
Méthodologie – Structures réelles





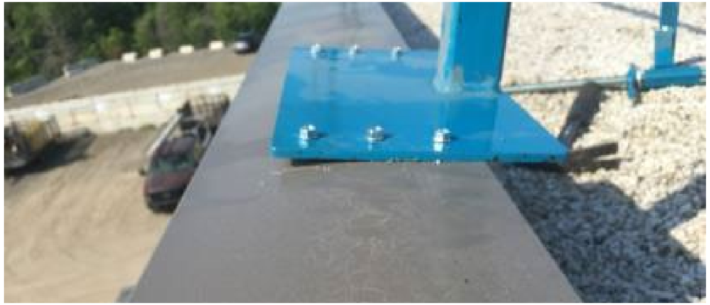
Garde-corps 2 : très modulaire, beaucoup de vis / ajustements, un peu lourd

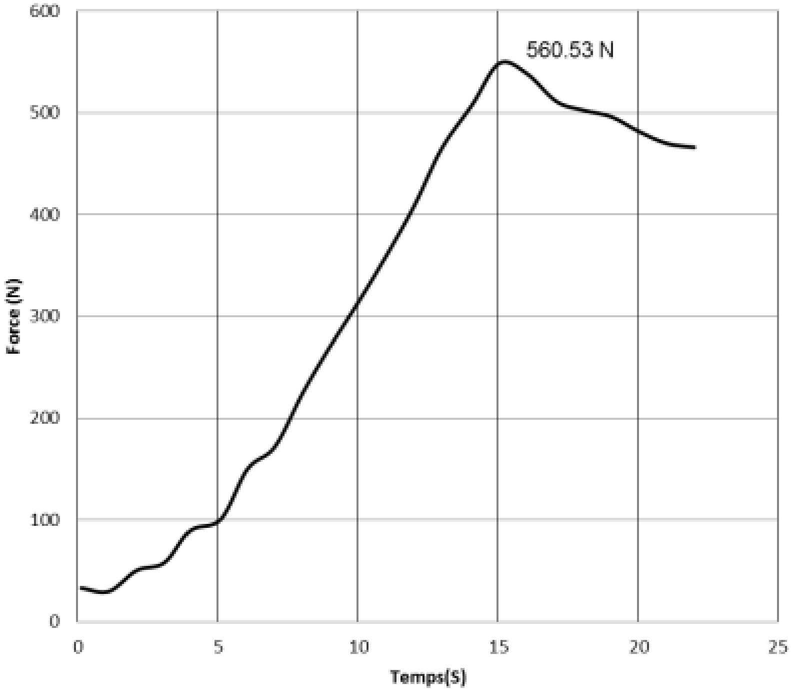
Méthodologie – Structures réelles


SECUR-IT
[redacted]
SECUR-IT
Ancrage à Parapet
Parapet clamp
[redacted]
[redacted]

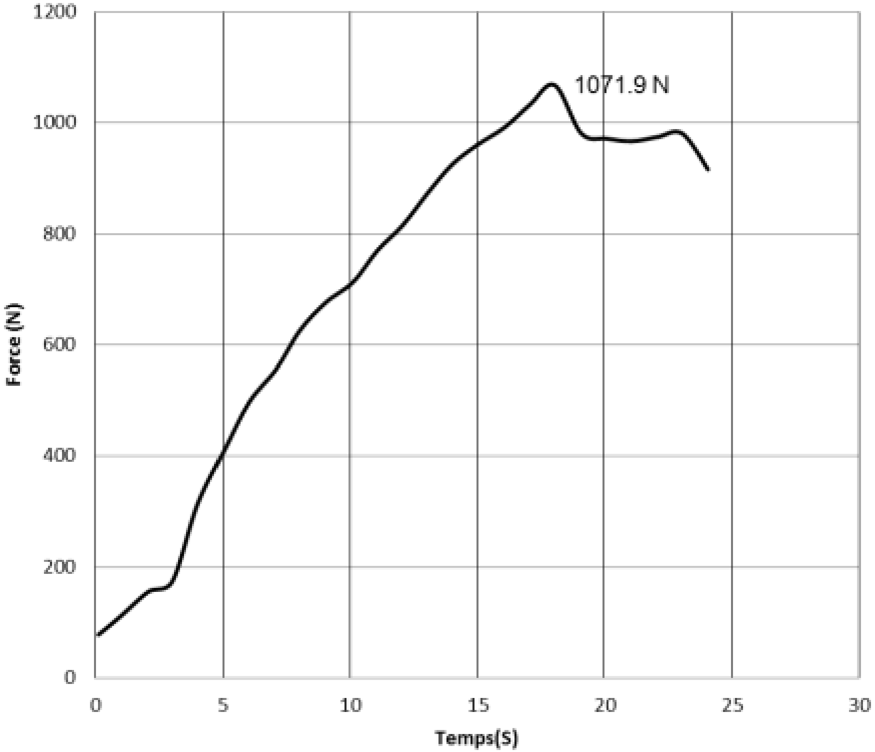
Garde-corps 3 : très modulaire, le plus léger, moins de vis (goupille)

Résultats – Structures réelles





Résultats – Structures réelles



Résultats – Structures réelles

Installation sur les parapets

Garde-corps	Parapet 1	Parapet 2	Parapet 3	Parapet 4	Facilité utilisation
GC 1	🙁	🙂	🙂	🙂	😐
GC 2	🙂	🙂	🙂	🙂	🙁
GC 3	🙁	🙂	🙂	🙁	🙂

Résultats – Structures réelles

15 essais avec fixation 1 face ; 15 échecs (100 %)
21 essais avec fixation 2 faces ; 2 échecs (9.5 % ; force directement sur le montant)
=> besoin de fixer sur deux faces du parapet

- Pas de garde-corps parfait :
  - difficultés d’installation avec certains modèles sur les parapets de petites dimensions
  - GC qui convient à tous les parapets, plus long à installer (beaucoup de pièces) et plus lourd

- Pas de conclusion définitive pour le type de vis : plus d’essais nécessaires

- Pas de conclusion définitive pour l’état du parapet (tous les parapets étaient en bon état général)

Retombées, valorisation et communications

- Rapport R-1048
- Valorisation en cours de développement
    - Probablement un guide sur les garde-corps avec ASP construction
- Présentation des résultats préliminaires à NOIRS en 2018
- Article scientifique accepté en octobre (ASCE – Practice Periodical on Structural Design and Construction)

Remerciements : Pierre Drouin, Thierry Akilimali

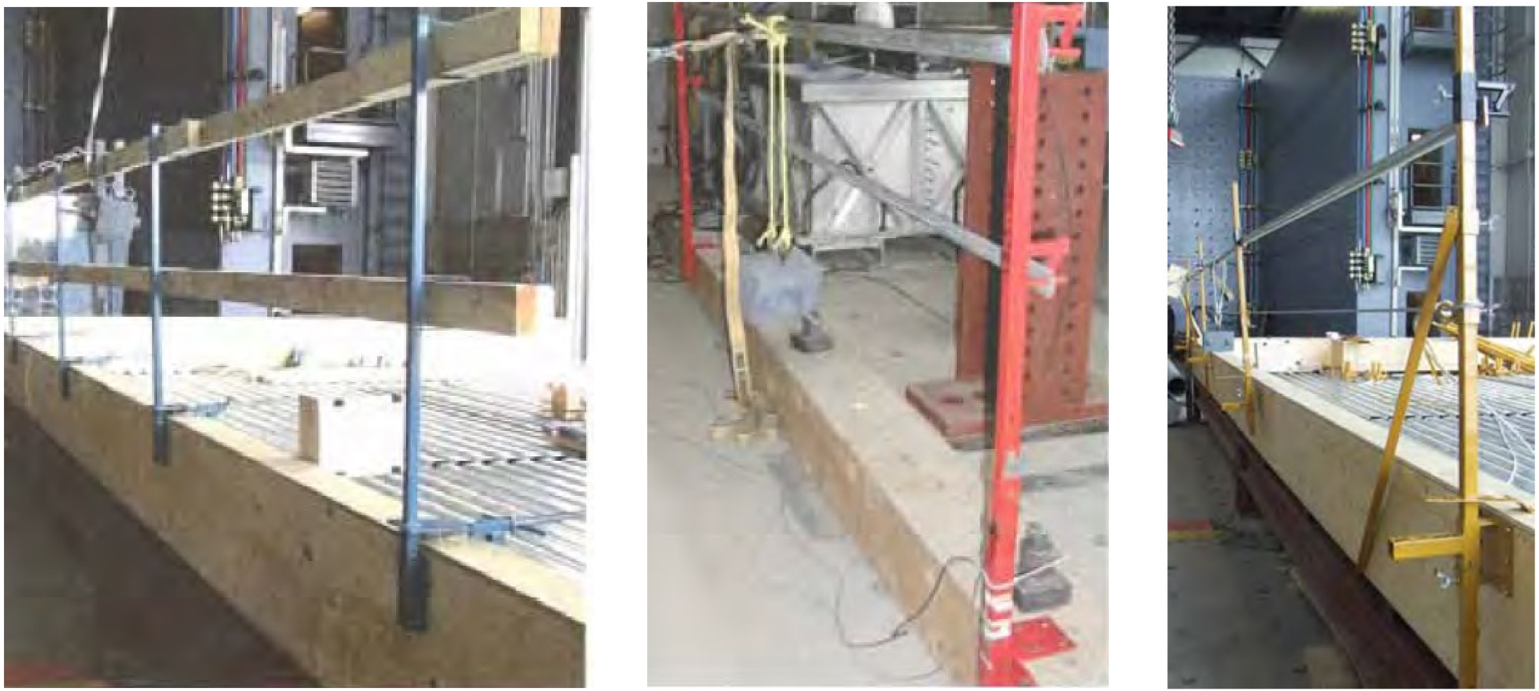
Cette recherche est financée par :

irsst
Institut de recherche
Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail

Projet 0099-3740

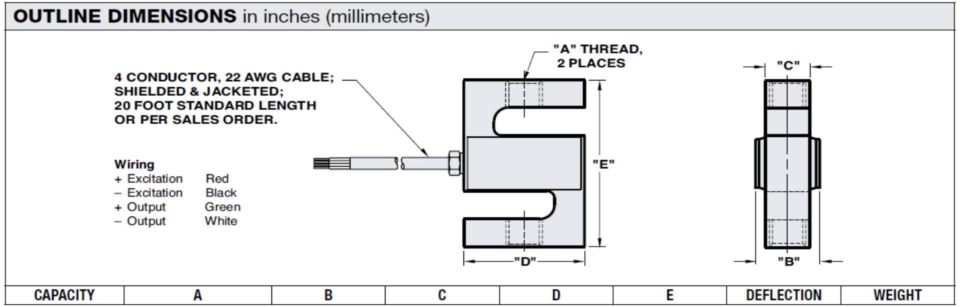
Projet terminé en 2010

- Essais de laboratoire
- 3 garde-corps



Méthodologie – Essais de laboratoire

Cellule de charge (500 lbs)



OUTLINE DIMENSIONS in inches (millimeters)

"A" THREAD,
2 PLACES
4 CONDUCTOR, 22 AWG CABLE;
SHIELDED & JACKETED;
20 FOOT STANDARD LENGTH
OR PER SALES ORDER.
"C"
"E"
"D"
"B"

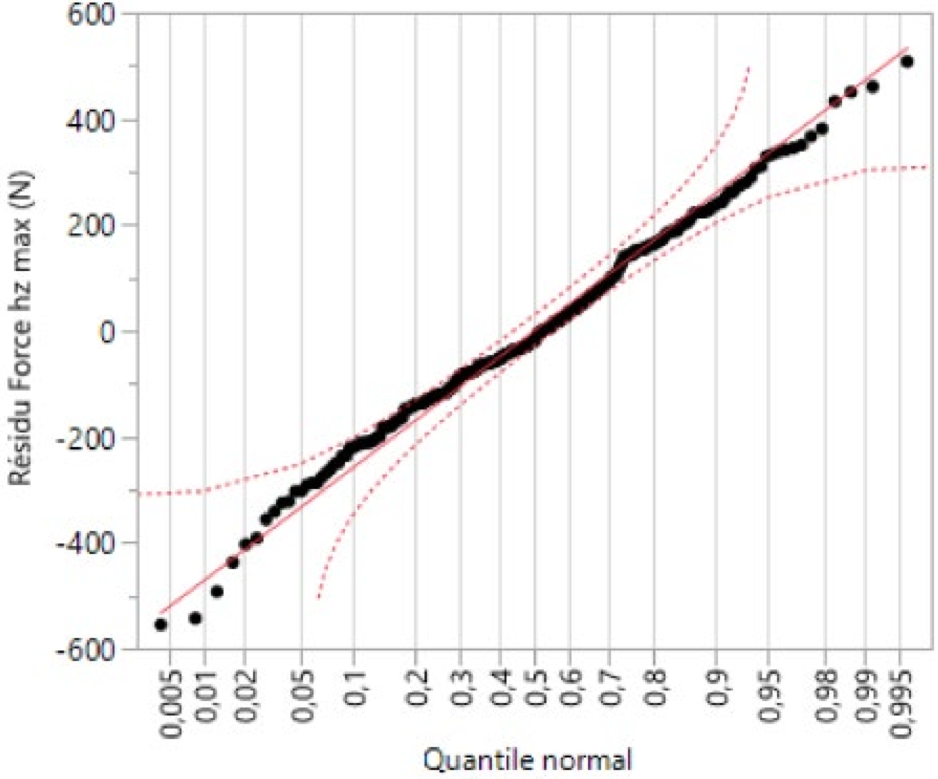
Wiring

+ Excitation	Red
– Excitation	Black
+ Output	Green
– Output	White

CAPACITY	A	B	C	D	E	DEFLECTION	WEIGHT

Data track

- Lecture temps réel
- Enregistrement 10 Hz

Résultats – Essais de laboratoire