

Sitomeca
Fausse cheminée

Maître d'ouvrage : Sitomeca
Réalisation : Peter Globevnik / Ludo Van Schepdael
Rapport no. : r_473-2
Version : 1
Date : 09-12-2005

Sommaire

2.1.	<i>Action du vent</i>	4
2.2.	<i>Facteur de sécurité</i>	6
2.3.	<i>Matériaux</i>	7
2.3.1.	Fibres de verre/polyester :	7
2.3.2.	Profils de pultrusion	8
2.3.3.	Profils en acier	8
2.3.4.	Boulons	9
4.1.	<i>Panneaux</i>	19
4.2.	<i>Profil horizontal de renfort de la porte</i>	21
4.3.	<i>Profils verticales</i>	22
4.4.	<i>Les boulons en Nylon</i>	23
4.5.	<i>Porte et charnières</i>	24
4.6.	<i>Réactions sur le mat</i>	25
4.7.	<i>Remarque</i>	25

1. Introduction

Ce rapport décrit la vérification d'une fausse cheminée proposée par Sitomeca.

Données :

- fixation au mat par 2 ou 3 cadres en acier.
- dimensions :
 - o base : 800 mm, 1200 mm, 1500 mm
 - o hauteur : 3.5 m, 4.5 m, 6 m
- 4 panneaux rectangulaires, dont 1 panneau avec porte.
- pas de toit.
- pas de fond.
- 2 panneaux avec profils 'L', dont un panneau avec porte.
- 2 panneaux avec profils 'U'.
- boulons : nylon et acier.
- charnières : Southco TD-C6-1, TD-E3-05-J
- profil 'L' : pultrudés, 60x60x8 et 50x50x5.
- profil 'U' : pultrudés, U43x38x6x4 ou U51x40x6.4
- pression du vent maximale :
 - o bord de mer ;
 - o 30 m hauteur ;
 - o France + Belgique.

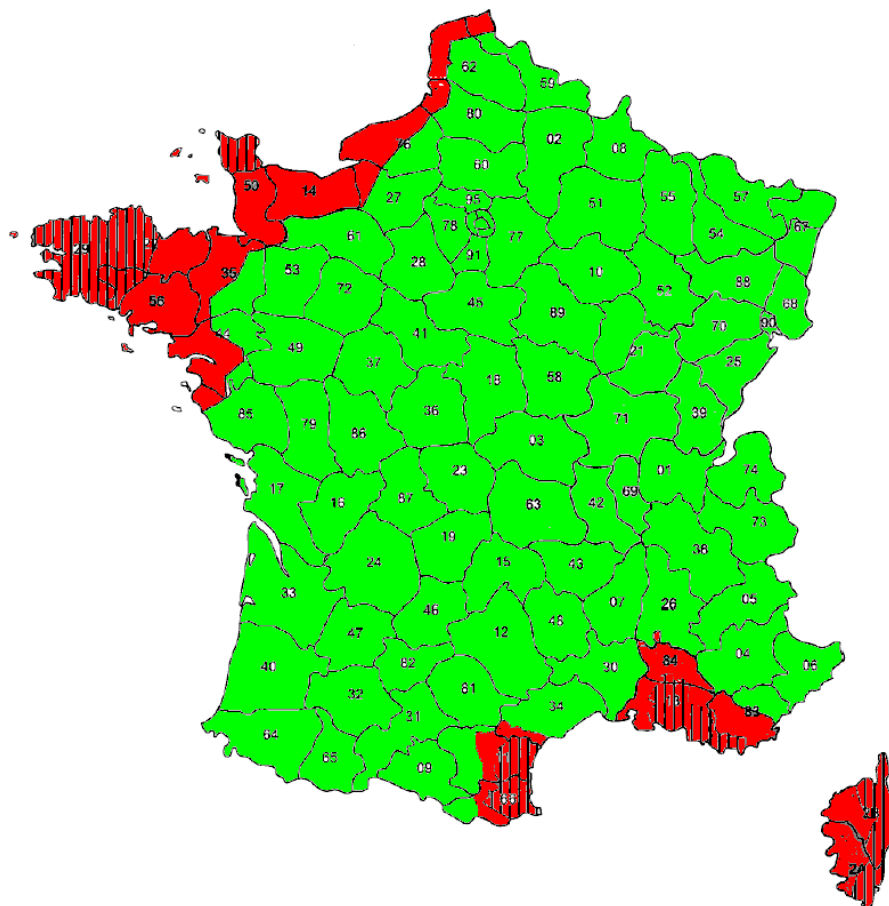
Ce rapport décrit les points suivants :

- calcul pression du vent 'moyenne' et maximale:
- pour les 9 cas (3 bases x 3 hauteurs)
 - o dimensionnement de la composition des panneaux.
 - o dimensionnement de la connexion des panneaux.
 - o dimensionnement des profils 'L' et 'U'.
 - o connexion de la porte à la fausse cheminée.
 - o forces de réactions sur le mat.

2. Standard de calculs :

- ENV 1991-1 : Bases du calcul et actions sur les structures : bases du calcul
- ENV 1991-2-4 : Bases du calcul et actions sur les structures : actions du vent (Belgique)
- NV 65-1999 : Actions du vent (France)
- Eurocomp : Design Code and Handbook
- DIN 18820 : Laminate aus textilglasverstärkten ungesättigten Polyester- und Phenacrylatharzen für tragende Bauteile (GF-UP,GF-PHA)
- EN 13706 : Profiles de pultrusion

2.1. Action du vent



France, Zone I (couleur : rouge)

Hauteur du toit : 30 m

Région de vent : 3 et 4

Coefficient de site k_s : 1.2 (site exposé)

Coefficient de hauteur k_h : 1.41

$Q_{we, normal}$: 1520 Pa

$Q_{we, extrême}$: 2660 Pa

France, Zone II (couleur : vert)

Hauteur du toit : 30 m

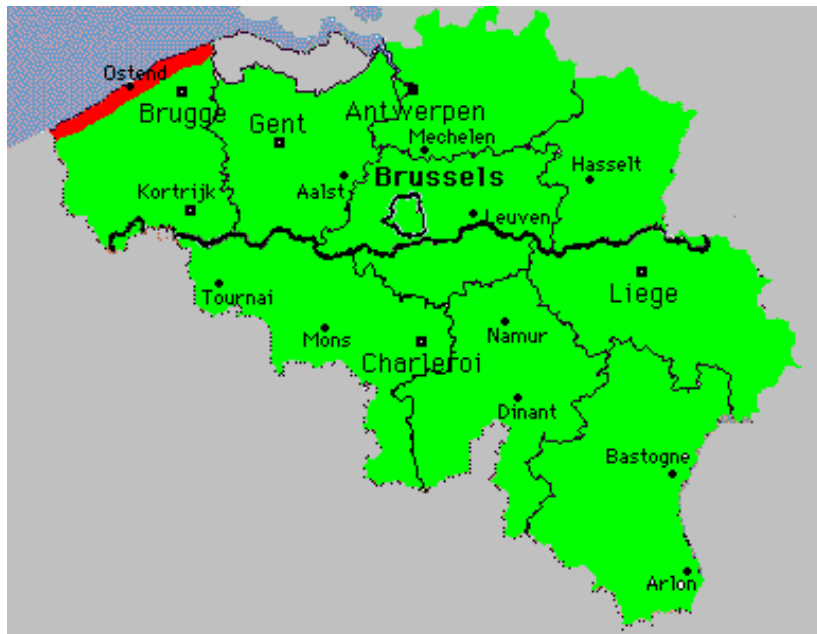
Région de vent : 1 et 2

Coefficient de site k_s : 1.30 (site exposé)

Coefficient de hauteur k_h : 1.41

$Q_{we, normal}$: 1100 Pa

$Q_{we, extrême}$: 1924 Pa



Belgique, Zone I : bord de mer (couleur : rouge)

Vitesse du vent : 26.2 m/s

Hauteur aérienne : 30

Catégorie du terrain : I

Facteur du topographie : 1.0

Coefficient "exposition" : 3.6

Pression du vent : 1545 Pa

Belgique, Zone II : toute la Belgique excepté bord de mer (couleur : vert)

Vitesse du vent : 26.2 m/s

Hauteur aérienne : 30

Catégorie du terrain : II

Facteur du topographie : 1.0

Coefficient "exposition" : 3.2

Pression du vent : 1370 Pa

Coefficient de pression maximal :

en pression (front) et en dépression (à coté)

largeur/hauteur	3.5 m	6 m
0.8 m	0.91	0.86
1.2 m	0.88	0.83
1.5 m	0.86	0.81

2.2. Facteur de sécurité

Facteur de sécurité suivant ENV 1991-1 :

- Charge permanente normale/extrême γ_{Gsup} : 1.35 / 1.0
- Charge variable normale/extrême γ_Q : 1.50 / 1.0

L'action du vent est considérée comme une charge variable.

2.3. Matériaux

2.3.1. Fibres de verre/polyester :

Propriétés suivant norme DIN 18820

Type : MW1

Matériau : Mat fibre de verre : 450 g/m²
Tissu fibre de verre : 570 g/m²

Résine : polyester

% en poids : 50%

Epaisseur théorique :

- mat + 2x (tissu + mat) : 3.3 mm
- mat + 3x (tissu + mat) : 4.65 mm
- mat + 4x (tissu + mat) : 6.0 mm

Epaisseur	3.3	4.65	6.0	mm
Module de flexion	12610	13330	15020	MPa
Module de tension	14910	15020	15080	MPa
Résistance en traction/compression	134	135	136	MPa
Résistance en flexion	185	176	170	MPa
Résistance au cisaillement 'in-plane'	50	50	50	MPa
Résistance au cisaillement 'inter-laminair'	8	8	8	MPa
Résistance 'pin bearing'	150	150	150	MPa
Coefficient de Poisson	0.3	0.3	0.3	
Densité	1690	1690	1690	kg/m ³

Résistance des matériaux : coefficients de réduction

La résistance des matériaux en 'état limite ultime' pour fibre de verres/polyester est décrite dans la norme DIN 18820 :

$$K = K_t \cdot K_U \cdot K_v = 1.5 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 1.5$$

2.3.2. Profiles de pultrusion

Propriétés selon EN 13706 " E 23 grade " :

Tensile modulus - axial	23	GPa
Tensile modulus - transverse	7	GPa
Tensile strength - axial	240	MPa
Tensile strength - transverse	50	MPa
Flexural strength - axial	240	MPa
Flexural strength - transverse	100	MPa
Compressive strength - axial	240	MPa
Pin-bearing strength - axial	150	MPa
Pin-bearing strength - transverse	70	MPa
In-plane shear modulus (G_{xy})	3	GPa
Interlaminar shear strength	25	MPa
Poisson's ratio - axial	0.3	
Density	1800	kg/m ³

2.3.3. Profils en acier

Propriétés suivant norme EC3 : S235JR

2.3.4. Boulons

- Boulons en polyamide 6-6, M10x30

1. POLYAMIDE PA 6-6 (nylon)

1.1 Toepassingsgebied

Deze gegevens gelden voor mechanische verbindingen (in de eerste plaats bouten, schroeven en moeren) uit de **thermoplastische** kunststof polyamide PA 6-6 - vaak nylon genoemd - van het fabriektype PLASTIVIS, zoals vermeld in sectie 10.

Het toepassingsgebied strekt zich uit tot vrijwel alle takken van de industrie, waar geen eisen gesteld worden aan sterkte, maar wel aan de volgende specifieke eigenschappen:

- roestvast tegen atmosferische invloeden, vocht, zoet water en zeewater. Geen gevaar voor roesten of vastzitten.
- chemisch bestand tegen gangbare oplosmiddelen zoals aceton, alcohol, benzine, benzol, tri en tegen oliën, vetten, alle alkaliën en de meeste verdunde zuren.
- Niet bestand tegen geconcentreerde zuren. Voor gedetailleerde gegevens zie de chemische corrosietabel elders in deze sectie.
- niet giftig en dus toepasbaar in de levensmiddelenindustrie.
- electrisch en thermisch isolerend.
- niet magnetiseerbaar, hetgeen van belang kan zijn in de electrotechnische industrie.
- licht gewicht, ongeveer 7 x lichter dan staal en zelfs bijna 2¹/₂ x lichter dan aluminium, dus een ideaal materiaal voor toepassingen, waarbij het gewicht een belangrijke rol speelt.
- zelfborgend tegen loslopen, geen rammelende verbindingen.
- esthetisch uiterlijk. De normale kleur is wit. Op aanvraag zijn ook andere kleuren mogelijk, wanneer een kleurharmonie met de constructie gewenst wordt.
- zelfdovend volgens de Amerikaanse voorschriften van ASTM D 635.

1.2 Mechanische eigenschappen

treksterkte	53 N/mm ²	vlg. ISO 527
afschuifsterkte	54 N/mm ²	vlg. ASTM D 732
Shore hardheid	7,5 N/mm ²	vlg. ISO 868

	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12
breukkrachten in N	200	400	700	1000	2000	2500	4000
aandraaimomenten in Nm	0,13	0,35	0,6	1,27	3,91	6,8	

Dit zijn richtwaarden, die zijn vastgesteld uit laboratoriumproeven bij een relatieve vochtigheidsgraad van 60% en bij 23°C. Bij verhoging van temperatuur en vochtigheidsgraad nemen de mechanische eigenschappen af. Aangeraden wordt om afhankelijk van de concrete omstandigheden deze waarden proefondervindelijk vast te stellen.

- Boulons en acier electro-zingue : M10x40 type 8.8

3. Structure

La fausse cheminée est attachée au mat par l'intermédiaire de 2 ou 3 cadres en acier, connectés au mat.

Le mat doit donc pouvoir résister à la force du vent sur la fausse cheminée; voir le paragraphe 4.6: « Réactions sur le mat ».

Ces cadres sont situés aux 2 extrémités de la cheminée, dans certains cas il y a un cadre supplémentaire au milieu de la cheminée.

base	hauteur	Zone de vent	
		I (rouge)	II (vert)
800 mm	3500 mm	2 cadres	2 cadres
1200 mm	3500 mm	2 cadres	2 cadres
1500 mm	3500 mm	2 cadres	2 cadres
800 mm	4500 mm	2 cadres	2 cadres
1200 mm	4500 mm	2 cadres	2 cadres
1500 mm	4500 mm	2 cadres	2 cadres
800 mm	6000 mm	2 cadres	2 cadres
1200 mm	6000 mm	3 cadres	3 cadres
1500 mm	6000 mm	3 cadres	3 cadres

Le 'kit' de la cheminée consiste de 4 panneaux, 2 ou 3 cadres en acier et de boulons en acier et en nylon.

- panneau du fond, pré-assemblé par Sitomeca ;
- panneau de front avec porte, pré-assemblé par Sitomeca ;
- 2 panneaux de coté, pré-assemblé par Sitomeca ;
- boulons en acier;
- boulons en nylon.

Ce kit est assemblé sur le site, par boulonnage.

La composition des panneaux est la suivante :

base	Zone de vent	
	I (rouge)	II (vert)
800 mm	3.3 mm	3.3 mm
1200 mm	4.65 mm	4.65 mm
1500 mm	6.0 mm	4.65 mm

Le pré-assemblage des panneaux est fait par Sitomeca :

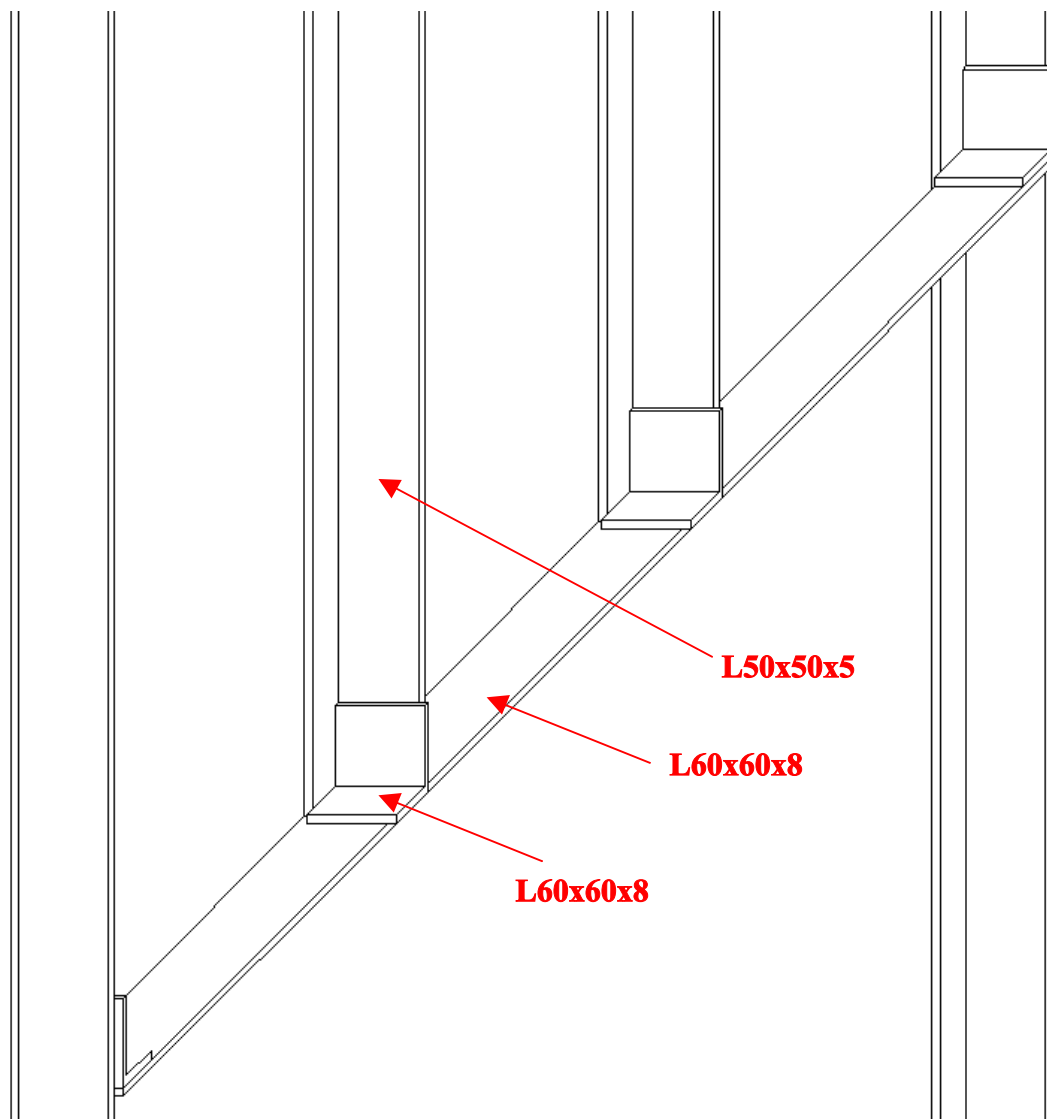
- Collage en atelier;
- Colle : Simson ISR 70-09;
- Epaisseur colle : 1-2 mm ;
- Colle sur toutes les surfaces de contact.

Profiles de pultrusion:

Voir figure sur la page suivante.

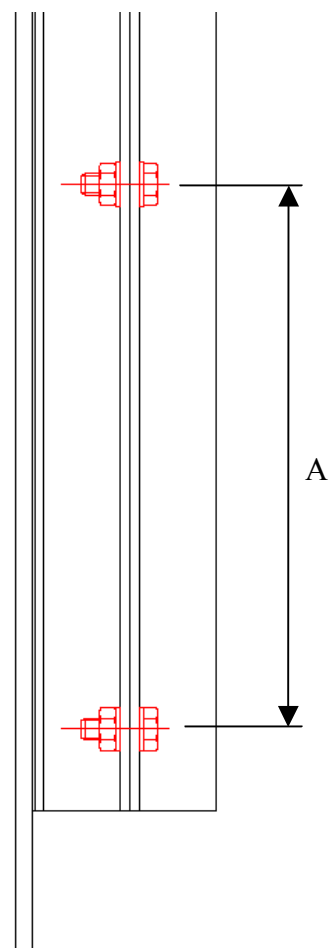
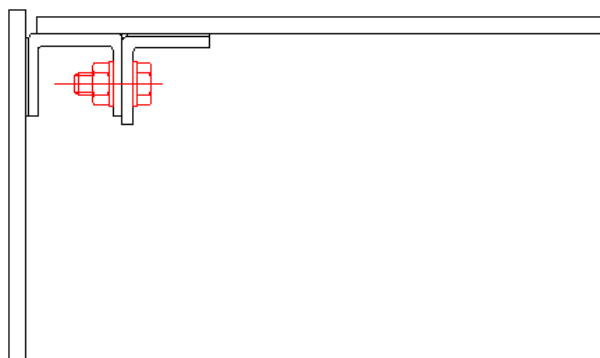
Profile A : base 800 : U43x38x6x4
 base 1500 et 1200: U51x40x6.4

- Structure autour de la porte :
 - Collage en atelier Sitomeca
 - Colle : Simson ISR 70-09
 - Epaisseur colle : 1-2 mm
 - Colle sur toutes les surfaces ;
 - entre L50x50x5 et panneau ;
 - entre L60x60x8 et panneau ;
 - entre L50x50x5 et L60x60x8 ;
 - entre L60x60x8 et L60x60x8.
 - porte :
 - dimensions : 2000 mm x 600 mm
 - attaché par :
 - 3 charnières Southco TD-C6-1
 - 3 locks Southco TD-E3-05-J



- Le tableau suivant indique l'entre-axe (A) des boulons M10x30 en nylon (connexion des panneaux) :

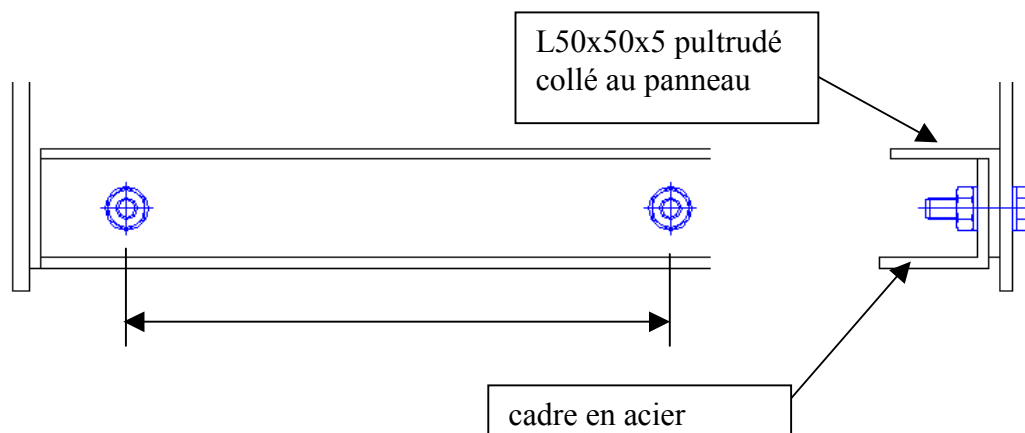
base	Zone de vent	
	I (rouge)	II (vert)
800 mm	350 mm	400 mm
1200 mm	300 mm	350 mm
1500 mm	250 mm	300 mm



- Pour la connexion aux cadres en acier, des boulons en acier M10x40 sont à utiliser.
 - Base 800 : 4 boulons, entre-axe A = 235 mm
 - Base 1200 : 5 boulons, entre-axe A = 275 mm
 - Base 1500 : 7 boulons, entre-axe A = 235 mm

Le dessin ci-dessus représente l'assemblage pour l'ensemble des cadres utilisés (supérieur, inférieur et intermédiaire).

Le profile L50x50x5 pultrudé, collé horizontalement au panneau, rigidifie en plus le panneau pendant le transport et l'installation.



4. Calculs de vérification

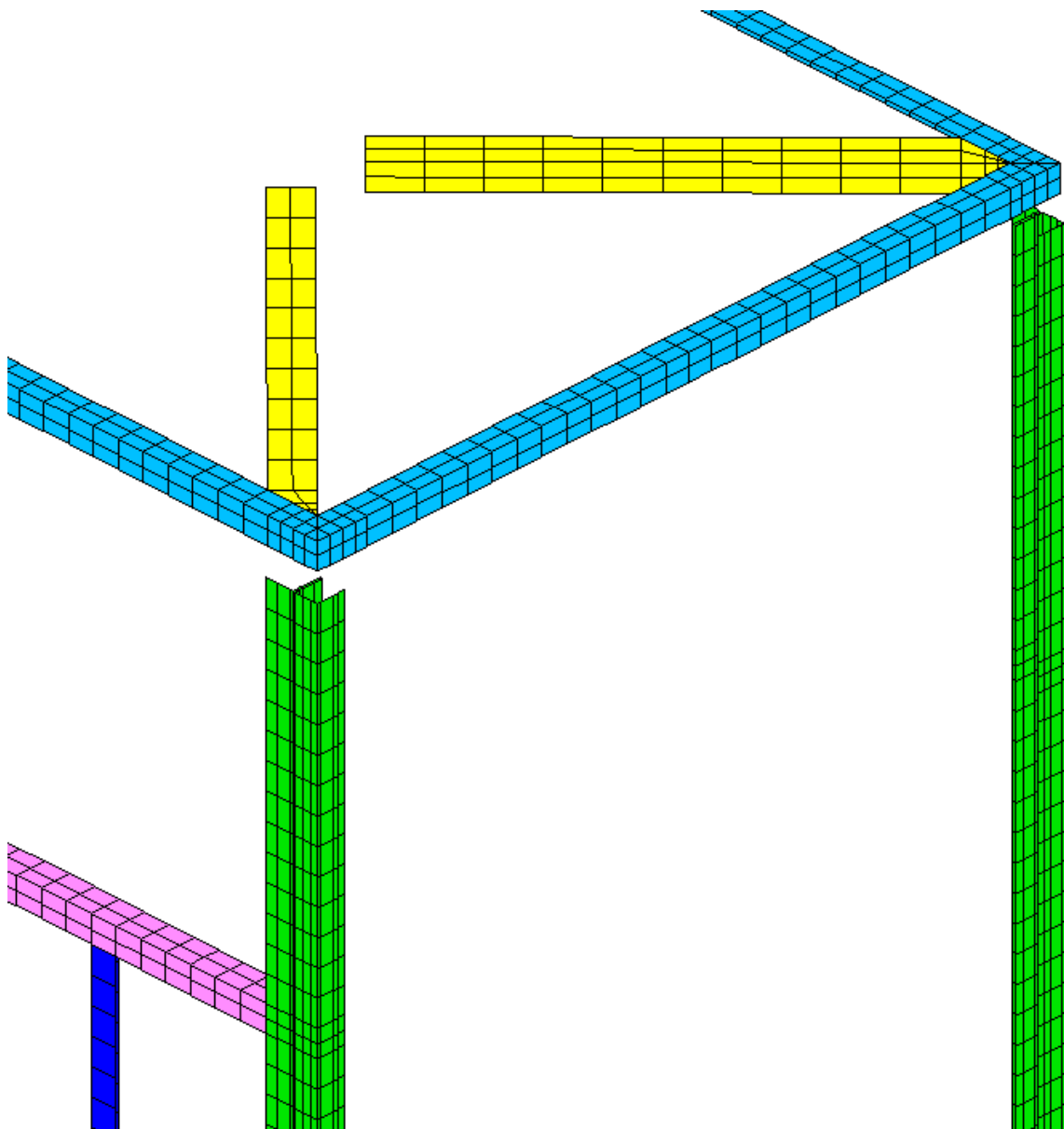
Vérification par calcul aux éléments finis.

Structure : largeur 1500 mm, longueur 6000 mm

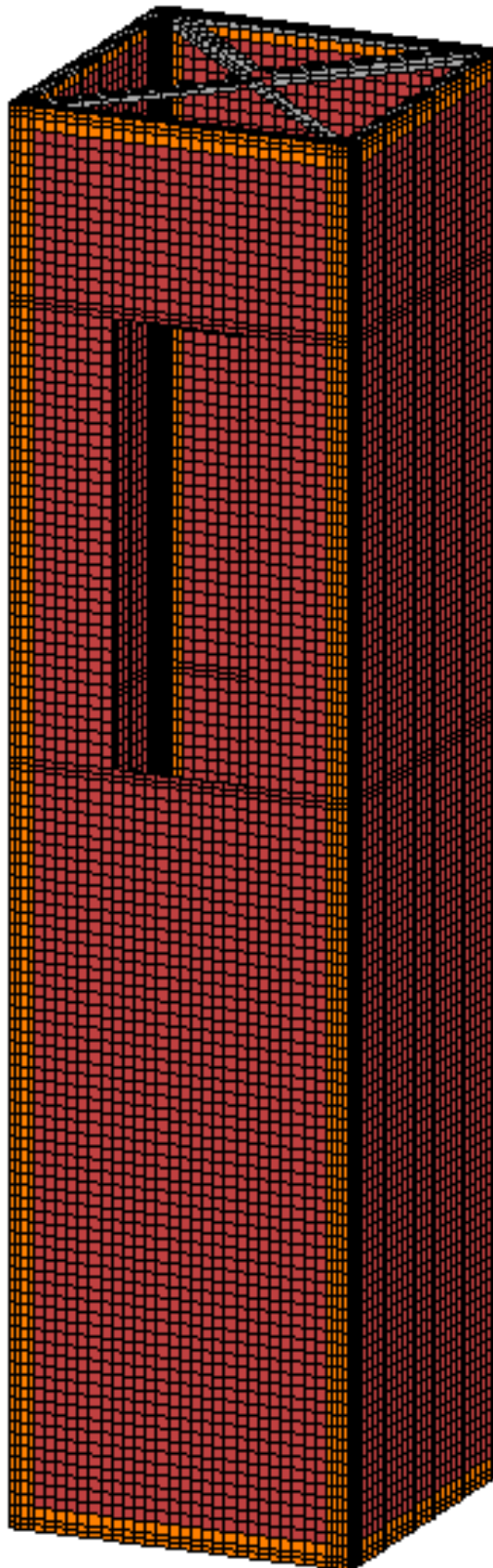
Zone de vent I, pression 2660 Pa.

Modèle

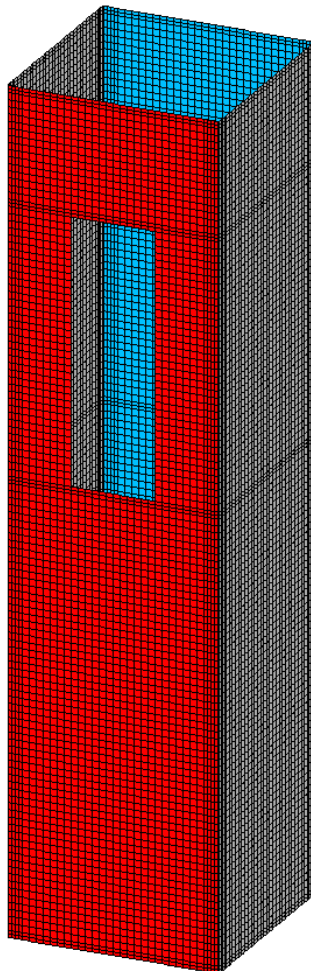
- Profilés



- Panneaux



- Pression sur les panneaux [MPa]

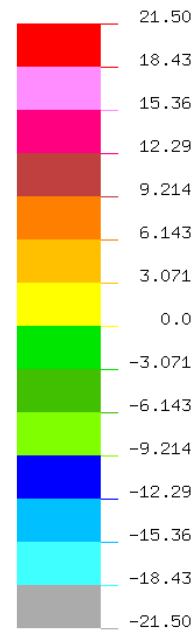


PRESSURE CONTOUR

VIEW : -.00215

RANGE: 0.00215

(Band * 1.0E-4)



EMRC-NISA/DISPLAY

JUN/10/05 10:56:39



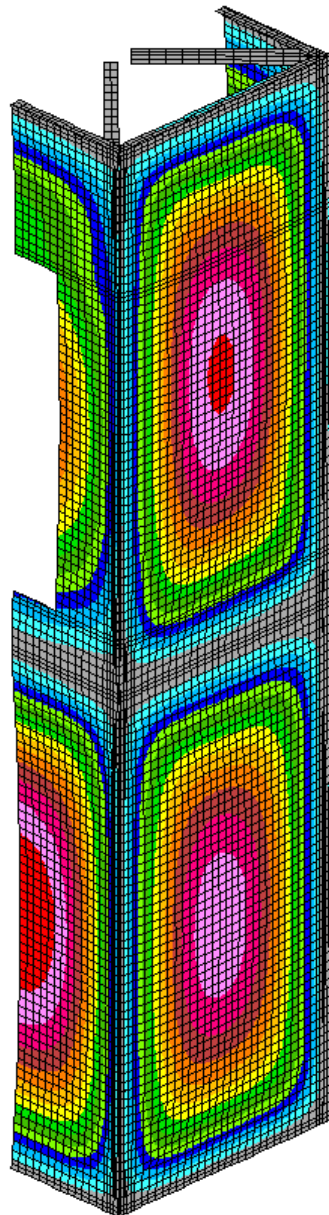
- La force du vent sur la porte est appliquée aux charnières.
- Le positionnement de la porte n'a pas d'influence sur la pression des panneaux.

4.1. Panneaux

- Déflexion

La déflexion maximale est 61 mm.

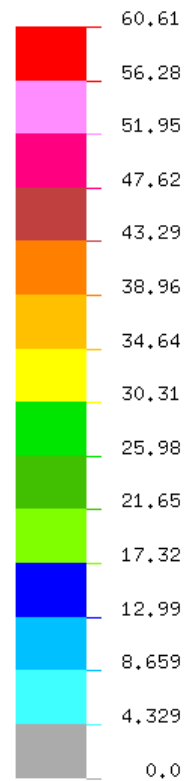
SOLICO BV



RESULTANT DISPL.

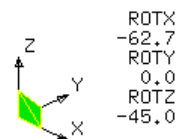
VIEW : 0,0

RANGE: 60.61171



EMRC-NISA/DISPLAY

DEC/09/05 13:21:57



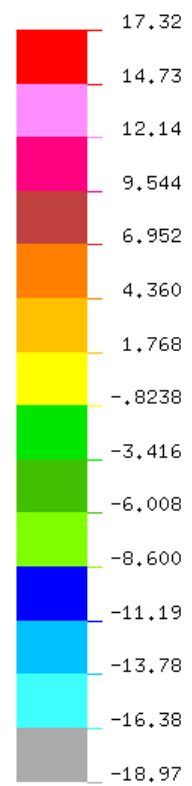
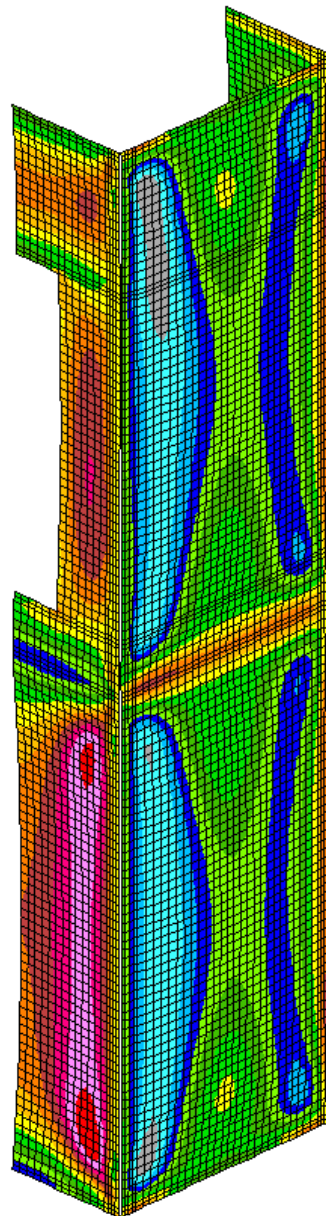
- Contrainte

La contrainte maximale dans les panneaux est 19 MPa. La contrainte admissible est 113 MPa (170MPa / 1.5)

SOLICO BV

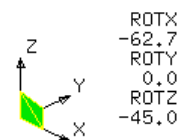
SYI-LAYER STRESS

VIEW : -18.96813
RANGE: 17.32048



EMRC-NISA/DISPLAY

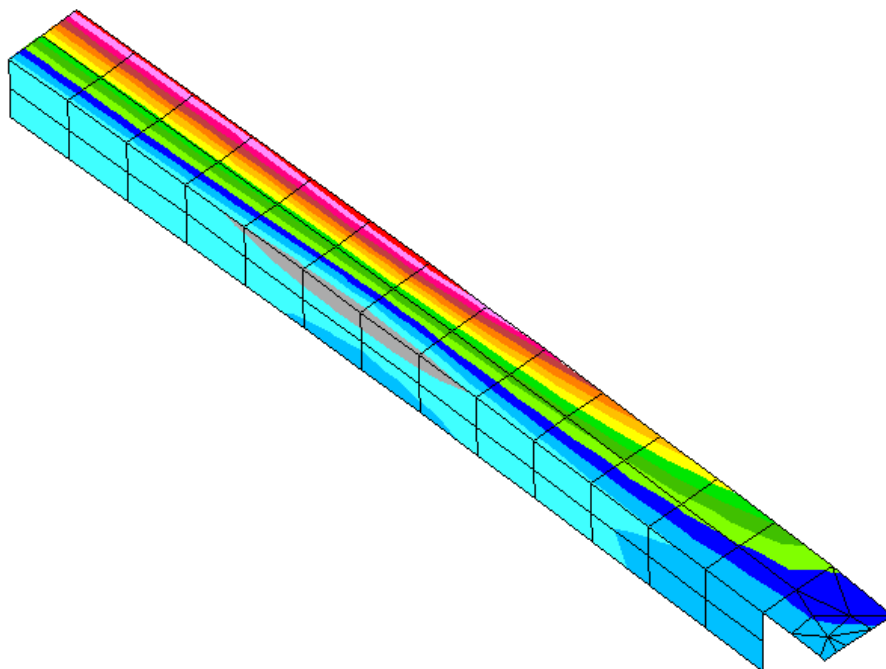
DEC/09/05 13:24:52



4.2. Profil horizontal de renfort de la porte

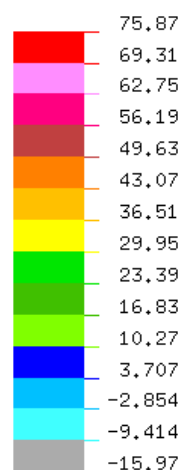
La contrainte maximale dans le profiles de pultrusion est 76 MPa. La contrainte admissible est 150 MPa (240 MPa / 1.6).

SOLICO BV



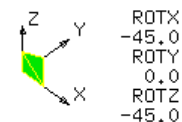
SXX - STRESSES

VIEW : -15,97421
RANGE: 75,86969



EMRC-NISA/DISPLAY

DEC/09/05 13:26:54



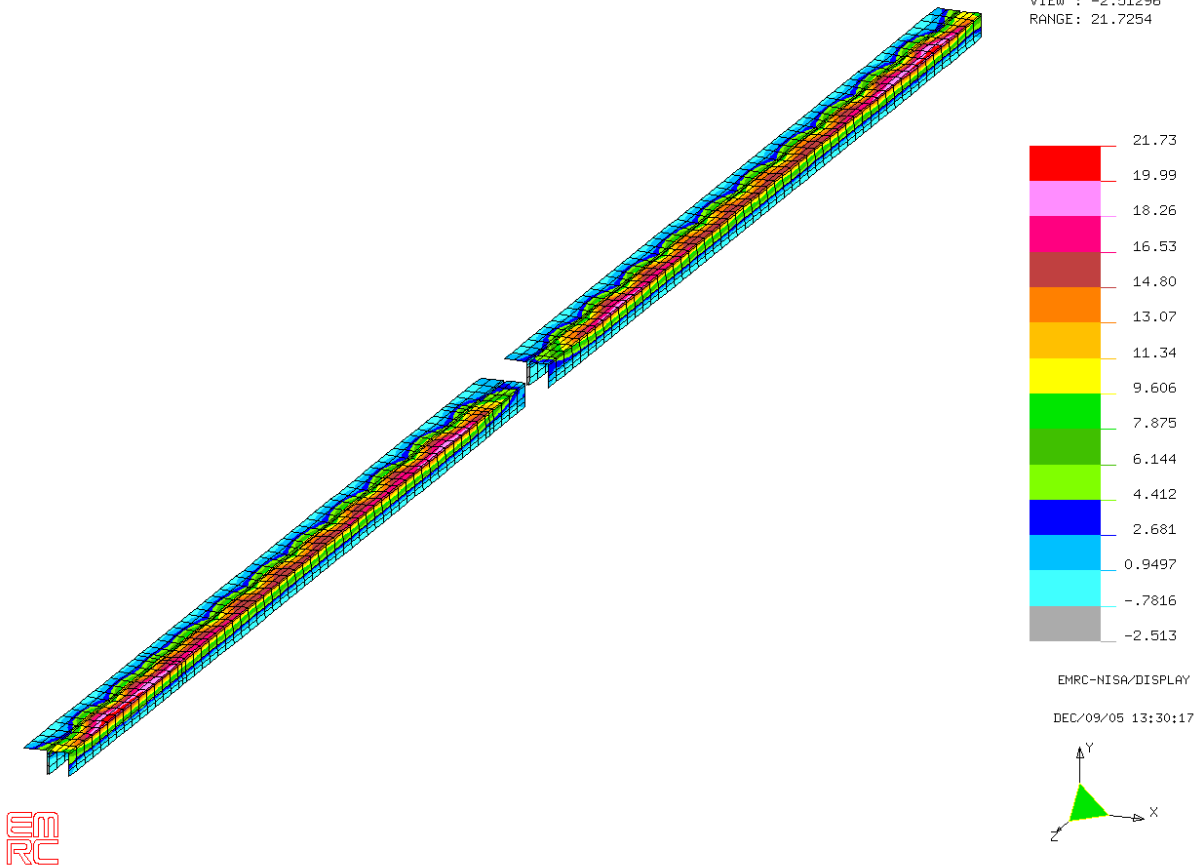

4.3. Profils verticaux

La contrainte maximale (transversale) dans le profil est 22 MPa. La contrainte transversale admissible est 62 MPa (100 MPa / 1.6).

SOLICO BV

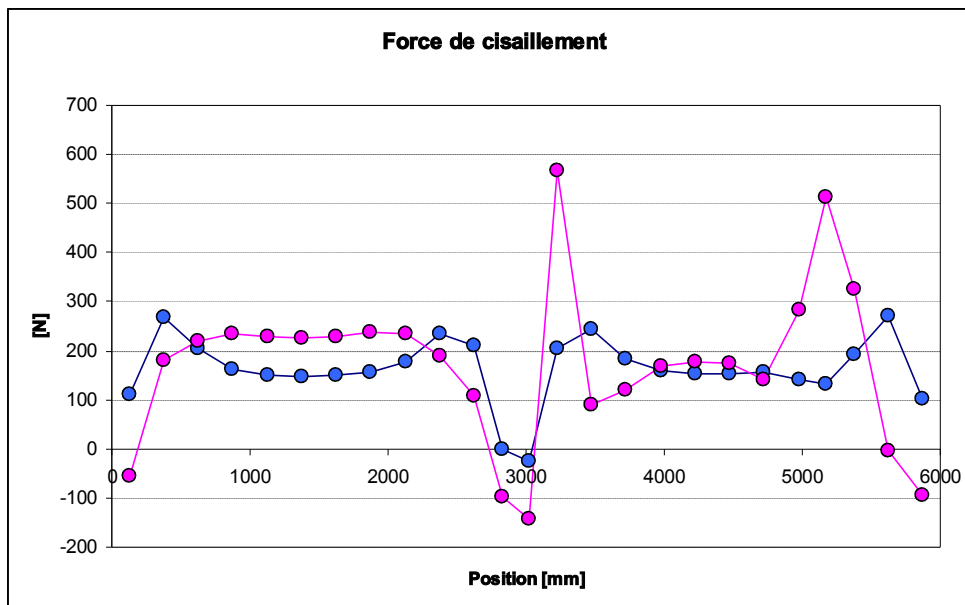
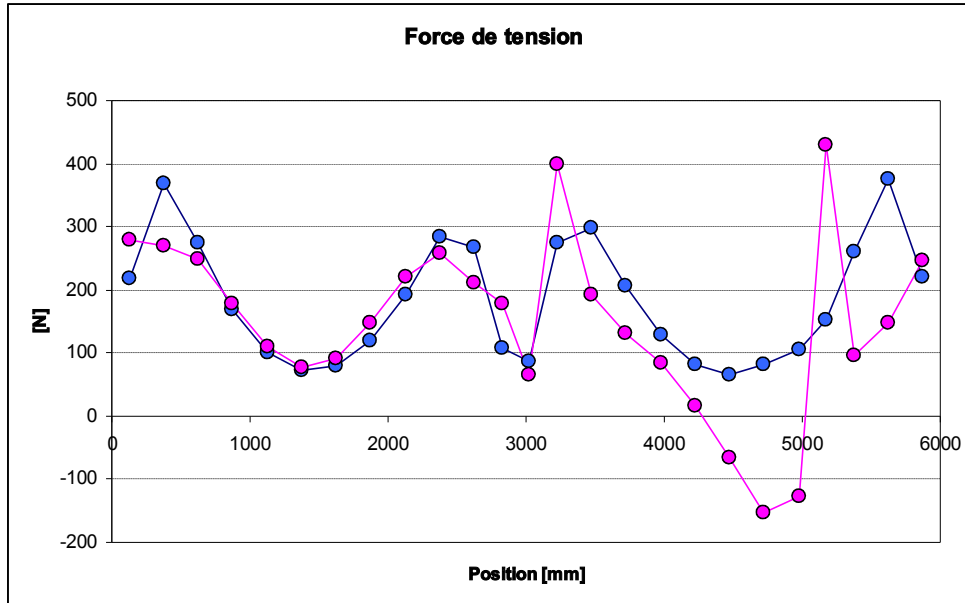
SYI-LAYER STRESS

VIEW : -2.51296
RANGE : 21.7254



4.4. Les boulons en Nylon

Les forces de cisaillement en de tension entre les profiles de pultrusion est spécifié dans la figure suivante.

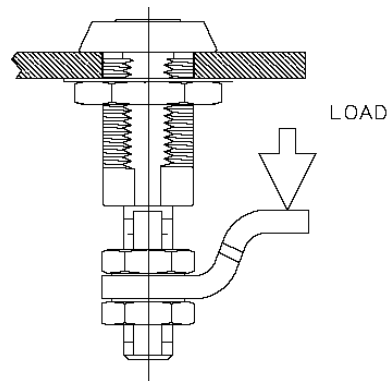


La force maximale de 400 N en tension est combinée avec une force de cisaillement de 600 N.

La résistance du boulon M10 en PA66 est 2500 N en tension et 1200 N en cisaillement.

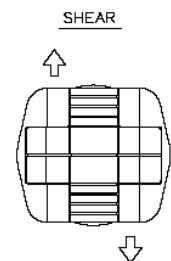
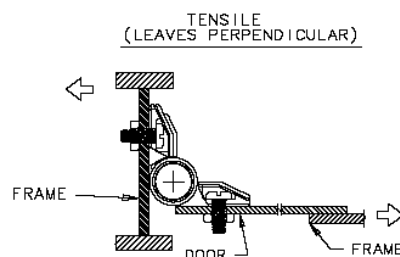
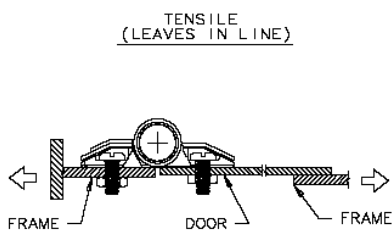
4.5. Porte et charnières

- Force maximale sur la porte :
 - $F = 0.8 \times 0.6 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2660 \text{ Pa} = 2550 \text{ N}$
- Force par charnière/lock : $2550 / 6 = 425 \text{ N}$
- La force admissible est 450 N



COMPRESSIVE STRENGTH - Maximum WORKING LOAD ①: 670 N / 150 LBS

Average ULTIMATE LOAD ②: 1500 N / 340 LBS



PART NUMBER	NOMINAL BREAKAWAY TORQUE N _{cm} /in _{lbs}	WORKING TENSILE LOAD		ULTIMATE TENSILE LOAD		WORKING SHEAR	ULTIMATE SHEAR
		IN LINE	PERPENDICULAR	IN LINE	PERPENDICULAR		
		N/lb	N/lb	N/lb	N/lb	N/lb	N/lb
C6 - 1 C6 - 21 C6 - 4 C6 - 24 C6 - 7 C6 - 27	70 / 6						
C6 - 2 C6 - 22 C6 - 5 C6 - 25 C6 - 8 C6 - 28	110 / 10	450 / 100	450 / 100	2600 / 575	1870 / 420	450 / 100	1800 / 400
C6 - 3 C6 - 23 C6 - 6 C6 - 26 C6 - 9 C6 - 29	170 / 15						
C6 - 0 C6 - 20	0 / 0						

4.6. Réactions sur le mat

La force [N] des cadres en acier sur le mat:

Hauteur : 3.5 m

Le tableau suivant spécifie les forces des cadres supérieur et inférieur sur le mat:

	Zone de vent	
base	I (rouge)	II (vert)
800 mm	5586 N	4316 N
1200 mm	8379 N	6473 N
1500 mm	10474 N	8092 N

Hauteur : 6.0 m

Le tableau suivant spécifie les forces des cadres supérieur et inférieur sur le mat:

	Zone de vent	
base	I (rouge)	II (vert)
800 mm	9576 N	7398 N
1200 mm	7182 N	5549 N
1500 mm	8998 N	6935 N

Le tableau suivant spécifie les forces du cadre intermédiaire sur le mat:

	Zone de vent	
base	I (rouge)	II (vert)
1200 mm	14364 N	11097 N
1500 mm	17955 N	13871 N

4.7. Remarque

La fausse cheminée ne reprendra en aucun cas la chute d'un homme : nous préconisons de s'attacher soit sur le mat, soit sur un élément extérieur, mais en aucun cas sur la cheminée dans son ensemble.