



ASD
Route de Neuville
08460 LALOBBE
Tél.: +33 (0)3 24 59 41 91
Fax: +33 (0)3 24 59 01 97

Note de calcul : CRASH BARRIERE

Date:jeudi 11 avril 2019

Concepteur:PA

Norme :.....EN13200-3 - Installation pour spectateurs - Éléments de séparation

Type d'analyse:Eurocode 3, NF EN 1993-1-1 d'octobre 2005

CRASH BARRIERE



Sommaire

Caractéristiques de la structure :	4
Caractéristiques - Alu 6060-T6 :	4
Caractéristiques - Alu 6005A-T6 :	4
Caractéristiques - Alu 6082-T5 :	4
Caractéristiques - Profilé CRASH BARRIERE - Alu 6005A-T6:	5
Caractéristiques - Profilé 491563 - Alu 6060 T6:	6
Caractéristiques - Tube Rectangulaire 50-35-4 R2 ASD:	7
Caractéristiques - Tube Rectangulaire 40-30-3 R2 ASD:	7
Calcul du profilé CRASH-BARRIERE creux 2mm - 6005A-T6:	8
Calcul ELU en flexion simple :	8
Contrainte ELU en cisaillement :	9
Contrainte composée ELU, Von-Mises :	9
Calcul de la flèche en ELU :	9
Calcul de la jambe de force:	10
Paramètres du calcul du logiciel Freelem 11.0.0, conformément à l'Eurocode3.....	10
Tableau des nœuds	11
Tableau des barres	11
Caractéristiques matériaux	11
Caractéristiques profilés	11
Tableau des chargements	11
Tableau des combinaisons : 1 action variable	11
Résultats efforts 301	12
Résultats réactions 301	12
Résultats contraintes 301	12
Calcul de la structure CRASH BARRIERE complète:	13
Calcul par logiciel FREELEM	13
Tableau des nœuds	13
Tableau des barres	14
Caractéristiques matériaux	14
Caractéristiques profilés	15
Tableau des chargements	15
Tableau des combinaisons : 1 action variable	15
Résultats déplacements 201	15
Résultats contraintes 301	16
Résultats contraintes 302	17
Résultats contraintes 303	18
Calcul du panneau de remplissage :	19
Calcul de la plaque avec RDM6 :	19
Conclusion:	21

Données d'entrée :

La structure CRASH BARRIERE est composée de:

- 1 base composée de :
 - 1 cadre en profil rectangle 50 x 35 x 4, en Alu 6082 -T5
 - 1 profilé spécial crash-barrière, 50 x 50, en Alu 6005A -T6
 - 4 profilés rampe, n°491563, 122.8mm x 33.7mm, en Alu 6060-T6
 - 1 profilé accès rampe, n°XAL6546, 149.8 x 33.6, en Alu 6005A-T6 (non utilisé dans le calcul)
- 1 barrière composée de :
 - 1 cadre en profil rectangle 50 x 35 x 4, en Alu 6082 -T5
 - 1 profilé spécial crash-barrière, 50 x 50, en Alu 6005A -T6
 - 1 croix centrale en profilé 40 x 30 x 3, en Alu 6082 -T5
 - 1 tôle perforée, R10T15, en Alu 6082-T6 (non utilisée dans le calcul)
- 2 jambes de force en profilé 40 x 30 x 3mm, en Alu 6082 -T5
- 1 marchepied en profilé 25 x 25 x 2mm, en Alu 6060-T6 (non utilisé dans le calcul)
-
- Longueur : 1230mm
- Largeur : 1000mm
- Hauteur : 1178mm
- Poids : 39kg

La structure sera calculée suivant la norme EN13200-3:

- Charge d'exploitation horizontale de **5kN/m**, à hauteur 1.1m (tableau A.2 page 15)
 - Charge horizontale = 5 kN/m x 1m = 5000N
- Charge d'épreuve de **1.2** x la charge d'exploitation (§A.1 page 15)
 - Charge d'épreuve = 1.2 x 5000N = **6kN**
- Charge uniformément répartie sur panneau de remplissage **2kN/m²** (§A.1 page 15)
 - Charge utilisée indépendamment de la charge horizontale
 - Cette charge sert à vérifier la tenue du panneau en tôle perforée
- Charge verticale uniformément répartie de **5kN/m² à 7.5kN/m²** (§5.5.2 EN13200-5)
 - Charge verticale utilisée = 7.5 kN/m² x 0.7m² = 5250N (535kg)
 - Répartie sur les profilés avants => 5250N / 5832mm = 0.9N/mm
- Flèche horizontale maxi :
 - La norme EN13200-3 ne définit pas de flèche maxi
- Structure aluminium :
 - ELU => coefficient de sécurité $\gamma_{M1} = \mathbf{1.1}$ (§6.1.3 EN 1999-1-1)
 - ELU : Action variable dominante Q : $\gamma_{Q,1} = 1.5 \times 1.1 = \mathbf{1.65}$

Caractéristiques de la structure :

Caractéristiques - Alu 6060-T6 :

$$\text{Limite_d'elasticité} = f_y > 140\text{MPa}$$

$$\text{Résistance_traction} = f_u > 170\text{MPa}$$

$$\text{Allongement_50mm} = A_{50} > 6\%$$

$$\text{Dureté_HB2.5/62.5} > 90\text{HB}$$

$$\text{Module_d'elasticité_longitudinale} = E = 79500\text{MPa}$$

$$\text{Module_d'elasticité_transversale} = G = 27000\text{MPa}$$

$$\text{Coefficient_de_Poisson} = \nu = 0.30$$

$$\text{Coefficient_de_dilatation} = \alpha = 2.0 \times 10^{-5} (/K)$$

$$\text{Masse_volumique} = \rho = 2700\text{kg/m}^3$$

Caractéristiques - Alu 6005A-T6 :

$$\text{Limite_d'elasticité} = f_y > 225\text{MPa}$$

$$\text{Résistance_traction} = f_u > 270\text{MPa}$$

$$\text{Allongement_50mm} = A_{50} > 6\%$$

$$\text{Dureté_HB2.5/62.5} > 90\text{HB}$$

$$\text{Module_d'elasticité_longitudinale} = E = 79500\text{MPa}$$

$$\text{Module_d'elasticité_transversale} = G = 27000\text{MPa}$$

$$\text{Coefficient_de_Poisson} = \nu = 0.30$$

$$\text{Coefficient_de_dilatation} = \alpha = 2.0 \times 10^{-5} (/K)$$

$$\text{Masse_volumique} = \rho = 2700\text{kg/m}^3$$

Caractéristiques - Alu 6082-T5 :

$$\text{Limite_d'elasticité} = f_y > 230\text{MPa}$$

$$\text{Résistance_traction} = f_u > 270\text{MPa}$$

$$\text{Allongement_50mm} = A_{50} > 8\%$$

$$\text{Dureté_HB2.5/62.5} > 90\text{HB}$$

$$\text{Module_d'elasticité_longitudinale} = E = 70000\text{MPa}$$

$$\text{Module_d'elasticité_transversale} = G = 27000\text{MPa}$$

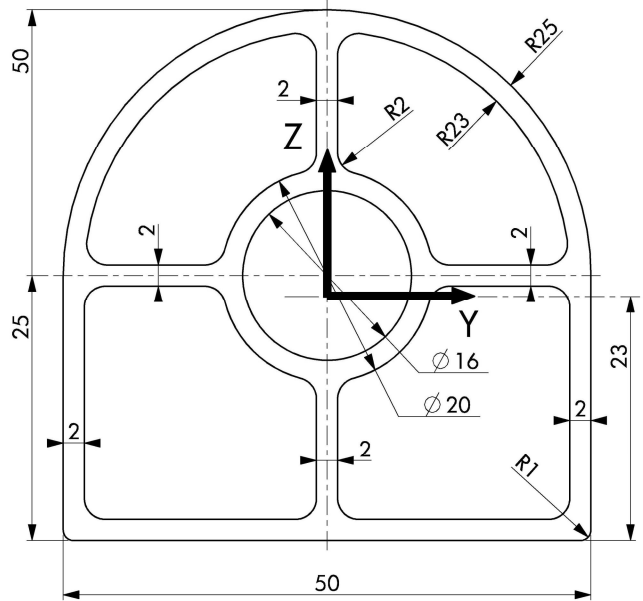
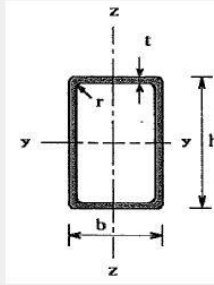
$$\text{Coefficient_de_Poisson} = \nu = 0.30$$

$$\text{Coefficient_de_dilatation} = \alpha = 2.3 \times 10^{-5} (/K)$$

$$\text{Masse_volumique} = \rho = 2700\text{kg/m}^3$$

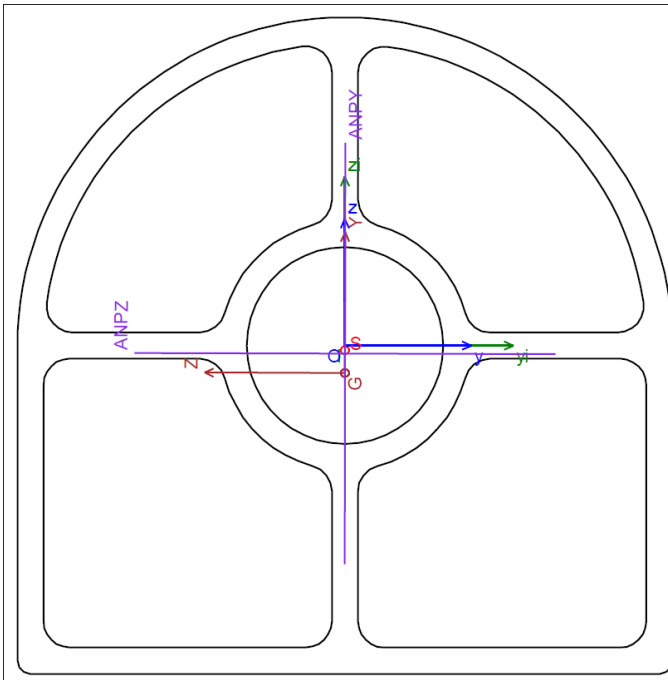
Caractéristiques - Profilé CRASH BARRIERE - Alu 6005A-T6:

Nom	CRASH 2-C	
Dimension h (D pour tube)	50	mm
Dimension b (D pour tube)	50	mm
Epaisseur âme	2	mm
Epaisseur ailes	2	mm
Aire	571	mm ²
Section réduite Y	298	mm ²
Section réduite Z	298	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	250	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	250	mm ²
Inertie de torsion	21.505	cm ⁴
Inertie Iy (flexion forte)	13.658	cm ⁴
Inertie Iz (flexion faible)	13.893	cm ⁴
Module de torsion	9.788	cm ³
Module de flexion élastique fort Wely	5.044	cm ³
Module de flexion plastique fort Wply	7.371	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	5.546	cm ³
Module de flexion plastique faible Wplz	7.381	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm ⁶)	0	cm ⁶ (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	1	(EC3)



Le profilé CRASH BARRIERE est calculé avec le logiciel PropSection 1.04 du CTICM

Attention : le repère GYZ est pivoté de 90° / au repère YZ initial



Propriété	Symbole	Valeur	Unité
Aire totale de section	A	5.707	cm ²

Dans le Repère Utilisateur yOz

Propriété	Symbole	Valeur	Unité
Moment statique /Oy	S _y	- 1.184	cm ³
Moment statique /Oz	S _z	- 0.002	cm ³
Moment quadratique /Oy	I _y	13.903	cm ⁴
Moment quadratique /Oz	I _z	13.893	cm ⁴
Moment produit /O	I _{yz}	0.000	cm ⁴
Abscisse du cdg G dans yOz	y _G	0.000	cm
Ordonnée du cdg G dans yOz	z _G	- 0.207	cm
Angle de GY/Oy (+ : trigo) (GY : axe fort)	θ	89.88 / 1.569	° / rad
Moment quadratique /Gy (/Oy)	I _{yG}	13.658	cm ⁴
Moment quadratique /Gz (/Oz)	I _{zG}	13.893	cm ⁴
Moment produit /G	I _{yzG}	0.000	cm ⁴
Module élastique fibre supérieure (z+) /Oy	W _{elysup}	5.561	cm ³
Module élastique fibre inférieure (z-) /Oy	W _{elyinf}	5.561	cm ³
Module élastique fibre supérieure (y+) /Oz	W _{elzsup}	5.557	cm ³
Module élastique fibre inférieure (y-) /Oz	W _{elzinf}	5.557	cm ³
Noeud extrême donnant Welysup	n _{vzsup}	41	
Noeud extrême donnant Welyinf	n _{vzinf}	80	
Noeud extrême donnant Welzsup	n _{vysup}	5	
Noeud extrême donnant Welzinf	n _{vylinf}	76	
Ordonnée z du noeud nvzsup	v _{zsup}	2.500	cm
Ordonnée z du noeud nvzinf	v _{zinf}	0.000	cm
Ordonnée y du noeud nvysup	v _{ysup}	0.000	cm
Ordonnée y du noeud nvyinf	v _{yinf}	- 2.500	cm

Dans le Repère Principal YGZ

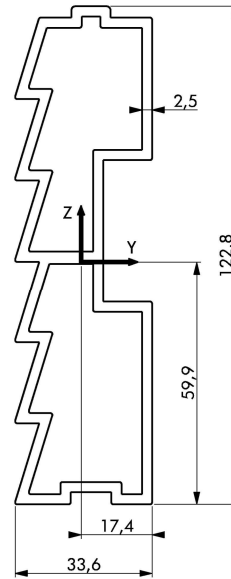
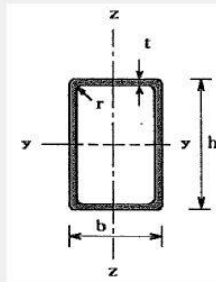
Propriété	Symbole	Valeur	Unité
Moment quadratique principal /GY (axe fort)	I_Y	13.893	cm ⁴
Moment quadratique principal /GZ (axe faible)	I_Z	13.658	cm ⁴
Inerte polaire principale /G	I_{pG}	27.550	cm ⁴
Rayon de giration /GY (axe fort)	r_Y	1.560	cm
Rayon de giration /GZ (axe faible)	r_Z	1.547	cm
Rayon de giration polaire /G	r_{YZ}	2.197	cm
Constante de stabilité /GY (= $\int Y(Y^2+Z^2).dA$)	β_{stabY}	- 3.283	cm ⁵
Constante de stabilité /GZ (= $\int Z(Y^2+Z^2).dA$)	β_{stabZ}	- 0.022	cm ⁵
Module élastique fibre supérieure (Z+) /GY	W_{elYsup}	5.557	cm ³
Module élastique fibre inférieure (Z-) /GY	W_{elYinf}	5.546	cm ³
Module élastique fibre supérieure (Y+) /GZ	W_{elZsup}	5.044	cm ³
Module élastique fibre inférieure (Y-) /GZ	W_{elZinf}	5.945	cm ³
Noeud extrême donnant WelYsup	n_{vZsup}	76	
Noeud extrême donnant WelYinf	n_{vZinf}	5	
Noeud extrême donnant WelZsup	n_{vYsup}	41	
Noeud extrême donnant WelZinf	n_{vYinf}	80	
Ordonnée Z du noeud nvZsup	v_{Zsup}	0.000	cm
Ordonnée Z du noeud nvZinf	v_{Zinf}	0.000	cm
Ordonnée Y du noeud nvYsup	v_{Ysup}	2.707	cm
Ordonnée Y du noeud nvYinf	v_{Yinf}	- 2.297	cm
Module plastique /GY	W_{plY}	7.381	cm ³
Ordonnée de l'axe plastique dans YGZ	Z_{plY}	0.000	cm
Module plastique /GZ	W_{plZ}	7.371	cm ³
Abscisse de l'axe plastique dans YGZ	Y_{plZ}	0.147	cm

Propriétés liées à la torsion

Propriété	Symbole	Valeur	Unité
Abscisse centre de cisaillement S dans yOz	y_S	0.000	cm
Ordonnée centre de cisaillement S dans yOz	z_S	- 0.035	cm
Abscisse centre de cisaillement S dans YGZ	Y_S	0.173	cm
Ordonnée centre de cisaillement S dans YGZ	Z_S	0.000	cm
Inertie de torsion	I_t	21.505	cm ⁴
Inertie de gauchissement	I_w	0	cm ⁶
Valeur maximale de l'aire sectorielle	ω_{max}	0.347	cm ²
Valeur minimale de l'aire sectorielle	ω_{min}	- 0.350	cm ²
Triangle donnant ω_{max} *	$n_{\omega_{max}}$	1927	
Triangle donnant ω_{min} *	$n_{\omega_{min}}$	1329	
Inertie de rotation /S	I_{rS}	27.720	cm ⁴
Facteur de Wagner d'asymétrie /GZ	β_Y	- 0.293	cm
Facteur de Wagner d'asymétrie /GY	β_Z	- 0.001	cm

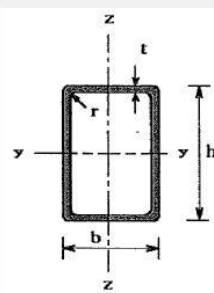
Caractéristiques - Profilé 491563 - Alu 6060 T6:

Nom	RAMP 491563	
Dimension h (D pour tube)	122.8	mm
Dimension b (D pour tube)	33.6	mm
Epaisseur âme	2.5	mm
Epaisseur ailes	2.5	mm
Aire	936.56	mm ²
Section réduite Y	150	mm ²
Section réduite Z	461	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	150	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	461	mm ²
Inertie de torsion	148.27	cm ⁴
Inertie Iy (flexion forte)	135.6064	cm ⁴
Inertie Iz (flexion faible)	12.6697	cm ⁴
Module de torsion	23.77	cm ³
Module de flexion élastique fort WelY	21.542	cm ³
Module de flexion plastique fort Wply	30.541	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible WelZ	7.149	cm ³
Module de flexion plastique faible Wplz	9.966	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm ⁶)	139.921	cm ⁶ (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	1	(EC3)



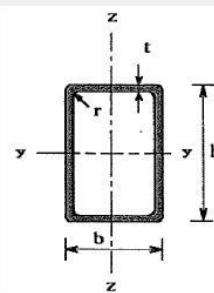
Caractéristiques - Tube Rectangulaire 50-35-4 R2 ASD:

Nom	RECT 50-35-4	
Dimension h (D pour tube)	50	mm
Dimension b (D pour tube)	35	mm
Epaisseur âme	4	mm
Epaisseur ailes	4	mm
Aire	614.4	mm ²
Section réduite Y	280	mm ²
Section réduite Z	400	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	233	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	333	mm ²
Inertie de torsion	22.494	cm ⁴
Inertie I _y (flexion forte)	19.659	cm ⁴
Inertie I _z (flexion faible)	10.906	cm ⁴
Module de torsion	10.087	cm ³
Module de flexion élastique fort W _{ely}	7.864	cm ³
Module de flexion plastique fort W _{ply}	9.921	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible W _{elz}	6.232	cm ³
Module de flexion plastique faible W _{plz}	7.623	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie I _w de gauchissement (cm ⁶)	1	cm ⁶ (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	1	(EC3)



Caractéristiques - Tube Rectangulaire 40-30-3 R2 ASD:

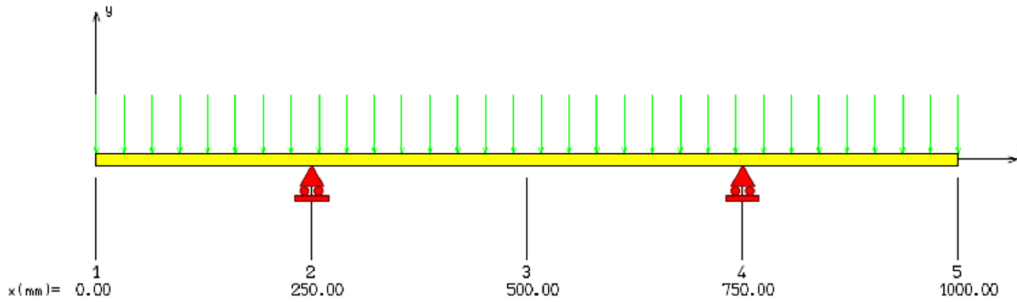
Nom	RECT 40-30-3	
Dimension h (D pour tube)	40	mm
Dimension b (D pour tube)	30	mm
Epaisseur âme	3	mm
Epaisseur ailes	3	mm
Aire	382.4	mm ²
Section réduite Y	180	mm ²
Section réduite Z	240	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	150	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	200	mm ²
Inertie de torsion	9.935	cm ⁴
Inertie I _y (flexion forte)	8.058	cm ⁴
Inertie I _z (flexion faible)	5.035	cm ⁴
Module de torsion	5.37	cm ³
Module de flexion élastique fort W _{ely}	4.029	cm ³
Module de flexion plastique fort W _{ply}	5.027	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible W _{elz}	3.357	cm ³
Module de flexion plastique faible W _{plz}	4.075	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie I _w de gauchissement (cm ⁶)	0	cm ⁶ (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	1	(EC3)



Calcul du profilé CRASH-BARRIERE creux 2mm - 6005A-T6:

Attention, la charge est appliquée horizontalement, suivant l'axe Y du profilé => on utilise le module d'inertie $W_{elz} = 5546\text{mm}^3$ du profilé

Calcul ELU en flexion simple :



$$\text{Charge } p = 5000\text{N/ml} \quad a = 250\text{mm} \quad l = 1000\text{mm}$$

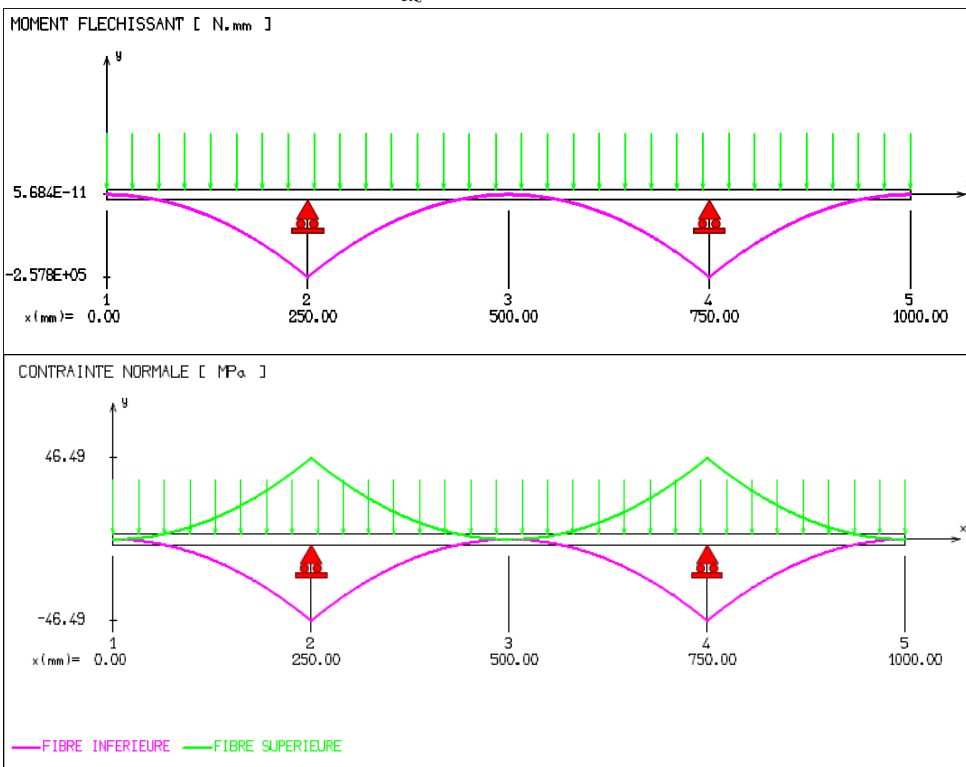
$$\text{Coefficient de pondération } s = 1.65 \Rightarrow F = 5000\text{N} \times 1.65 = 8250\text{N}$$

$$\text{Moment de flexion en } 2 \text{ } M_{yEd} = \frac{F \times a^2}{2 \times l} = \frac{8250 \times 250^2}{2 \times 1000} = 257812\text{mmN}$$

$$\text{Résistance plastique } M_{y,pRd} = \frac{W_{elz} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5546 \times 225}{1} = 1247850\text{mmN}$$

$$\text{Ratio } n = \frac{M_{yEd}}{M_{y,pRd}} = \frac{257812}{1247850} = 0.20 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$\text{Contrainte de flexion } \sigma_{fy} = \frac{M_{yEd}}{W_{elz}} = \frac{257812}{5546} = 46.5\text{MPa}$$



Contrainte ELU en cisaillement :

$$\text{Charge } p = 5000 \text{ N/ml } a = 250 \text{ mm } l = 1000 \text{ mm}$$

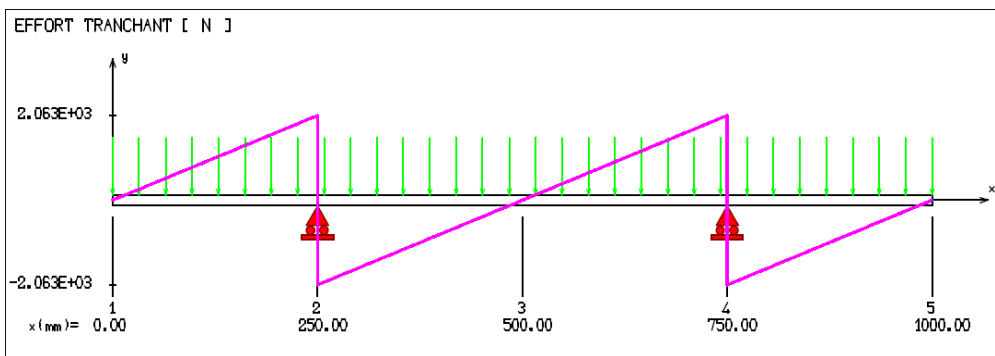
$$\text{Coefficient de pondération } s = 1.65 \Rightarrow F = 5000 \text{ N} \times 1.65 = 8250 \text{ N}$$

$$\text{Effort Tranchant en 2} : V_{Ed} = \frac{F}{2} = \frac{8250}{2} = 4125 \text{ N}$$

$$\text{Résistance cisaillement } V_{plRd} = \frac{A_{Vz} \times f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}} = \frac{250 \text{ mm}^2 \times 225}{\sqrt{3} \times 1} = 32476 \text{ N}$$

$$\text{Ratio } n = \frac{V_{Ed}}{V_{plRd}} = \frac{4125}{32476} = 0.127 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$\text{Contrainte de cisaillement } \tau_v = \frac{V_{Ed}}{A_{Vz}} = \frac{4125}{250} = 16.5 \text{ MPa}$$

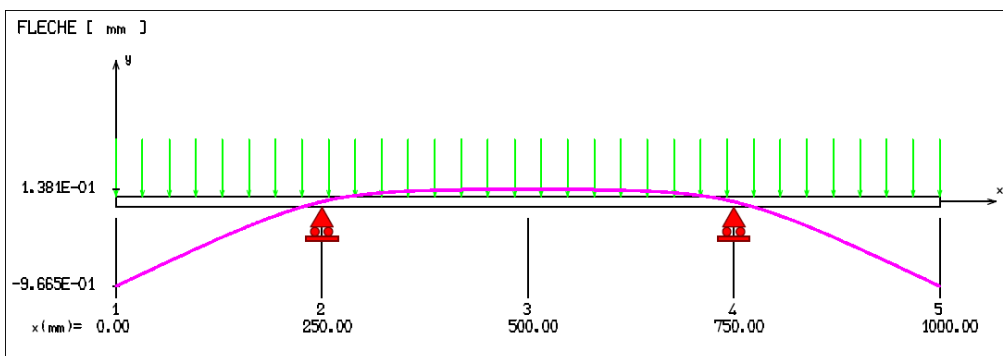


Contrainte composée ELU, Von-Mises :

$$\text{Contrainte Von-Mises } \sigma = \sqrt{\sigma_{fy}^2 + 3 \times (\tau_T + \tau_V)^2} = \sqrt{46.5^2 + 3 \times (0 + 16.5)^2} = 54.58 \text{ MPa}$$

$$\text{Ratio } n = \frac{\sigma}{f_y} = \frac{54.58}{225} = 0.24 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Calcul de la flèche en ELU :



$$\text{Charge } p = 5000 \text{ N/ml } a = 250 \text{ mm } l = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Coefficient de pondération } s = 1.65 \Rightarrow F = 5000 \text{ N} \times 1.65 = 8250 \text{ N}$$

$$\text{flèche en 1} = 0.96 \text{ mm} \Rightarrow \frac{1000}{0.96} = \frac{1}{1041} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Calcul de la jambe de force:

La structure étant symétrique, nous calculons 1 jambe de force, avec une force horizontale de 2500N et un coefficient de pondération de 1.2, conformément à la norme EN 13200-3

Nota : aucune force verticale n'est appliquée

RECT 50-35-4		RECT 40-30-3	
Nom	RECT 50-35-4	Nom	RECT 40-30-3
Dimension h (D pour tube)	50 mm	Dimension h (D pour tube)	40 mm
Dimension b (D pour tube)	35 mm	Dimension b (D pour tube)	30 mm
Epaisseur âme	4 mm	Epaisseur âme	3 mm
Epaisseur ailes	4 mm	Epaisseur ailes	3 mm
Aire	614.4 mm ²	Aire	382.4 mm ²
Section réduite Y	280 mm ²	Section réduite Y	180 mm ²
Section réduite Z	400 mm ²	Section réduite Z	240 mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	233 mm ²	Facteur de résistance au cisaillement Y	150 mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	333 mm ²	Facteur de résistance au cisaillement Z	200 mm ²
Inertie de torsion	22.494 cm ⁴	Inertie de torsion	9.935 cm ⁴
Inertie Iy (flexion forte)	19.659 cm ⁴	Inertie Iy (flexion forte)	8.058 cm ⁴
Inertie Iz (flexion faible)	10.906 cm ⁴	Inertie Iz (flexion faible)	5.035 cm ⁴
Module de torsion	10.087 cm ³	Module de torsion	5.37 cm ³
Module de flexion élastique fort Wely	7.864 cm ³	Module de flexion élastique fort Wely	4.029 cm ³
Module de flexion plastique fort Wply	9.921 cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)	Module de flexion plastique fort Wply	5.027 cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	6.232 cm ³	Module de flexion élastique faible Welz	3.357 cm ³
Module de flexion plastique faible Wplz	7.623 cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)	Module de flexion plastique faible Wplz	4.075 cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm ⁶)	1 cm ⁶ (EC3 - déversement)	Inertie Iw de gauchissement (cm ⁶)	0 cm ⁶ (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	1 (EC3)	Classe de section (flexion)	1 (EC3)

Paramètres du calcul du logiciel Freelem 11.0.0, conformément à l'Eurocode3

Code de calcul = NF EN 1993-1-1 de octobre 2005 - Calcul des structures en acier (+ annexe de mai 2007)

Les hypothèses de calculs EC3 sont :

- 1 - Pas d'étude de torsion spécifique (torsion intégrée au cisaillement dû aux efforts tranchants)
- 2 - Pas de calculs des caractéristiques efficaces des profilés de classe 4 (valeurs élastiques en lieu et place)
- 3 - Simplification pénalisante de l'écriture flexion+axial+cisaillement :
pour les profilés de classe 1 ou 2 : $N/A + Mfy/Wply + Mfz/Wplz \leq (1-p)fy$
pour les profilés de classe 3 et 4 : idem avec Wel au lieu de Wpl, avec $p \leq 0.9$
- 4 - Abus de notation en raisonnant directement sur contraintes et non sur efforts/moments (résultats inchangés)
 σ flexion calculée avec Wpl pour sections classe 1 et 2, Wel sinon
- 5 - Seul le flambement par flexion est étudié, suivant §6.3.1.1, §6.3.1.2 et §6.3.1.3
le flambement par flexion-torsion peut être dominant pour les U, les T et les cornières
le flambement par torsion peut être dominant pour les profilés cruciformes
les sections creuses (rond ou rectangle) sont considérées formées à froid, et les I/H laminés (non soudés)
- 6 - Déversement suivant §6.3.2.1 et §6.3.2.2_Cas général
charge considérée au niveau des ailes, vers centre de cisaillement, donc $z_g = +h/2$ (déstabilisant)
 M_{cr} calculé avec longueur = L_{dev} , $k = k_w = 1$ et $z_j = 0$
coef de réduction de déversement calculé uniquement sur I/H considérés laminés (non soudés), et sur U pour les autres profilés, le coefficient de réduction déversement est égal à 1
traverses : modèle conseillé = poutre bi-appuyée sous charge linéique
poteaux : modèle conseillé = moments aux extrémités
attention au modèle de moments : résultats de déversement fonction du maillage car M_{cr} dépend de C1 qui lui-même dépend du quotient des contraintes aux nœuds de la barre traitée
- 7 - Interactions flambement/déversement §6.3.3 (6.61) et (6.62), kij selon annexe A

Méthode de calcul des efforts de traction dans les chevilles d'ancrage

Equilibrage des moments par les entraxes entre chevilles (pas de prise en compte de compression sur béton)

Vérification des boulons suivant NF P 22-430 janvier 1982

Programmation de la vérification des boulons suivant NF EN 1993-1-8 décembre 2005 §3.6.1 à venir

Critères utilisés NF P 22-430 : (1 seul plan de cisaillement considéré)

$1.25 \times T / A_r \leq \sigma_{ADM}$

$1.54 \times C / A_r \leq \sigma_{ADM}$

$\sqrt{T^2 + 2.36 C^2} / A_r \leq \sigma_{ADM}$

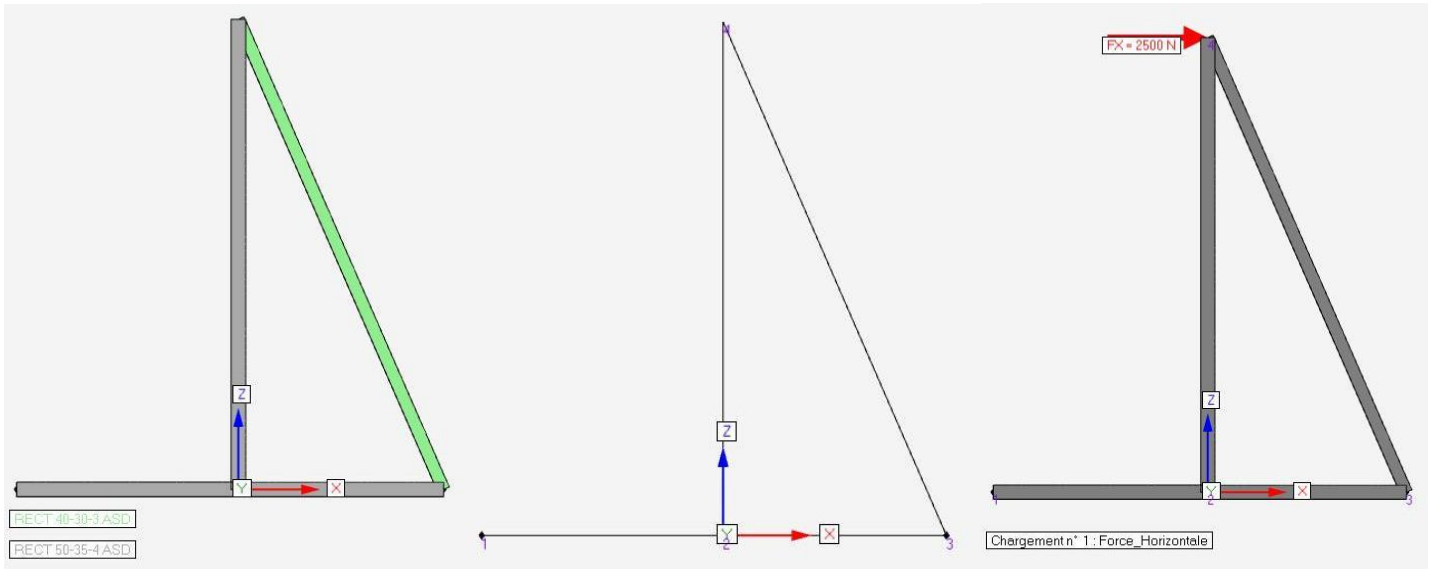


Tableau des nœuds

N°	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Appui
1	-534	0	0	BlocageDZ
2	0	0	0	Libre
3	494	0	0	BlocageDX_DY_DZ_RX
4	0	0	1135	Libre

Tableau des barres

Barre N°	Noeud 1	Noeud 2	Profilé	Liaisons	Matériau	Angle (°)	Lfy (mm)	Lfz (mm)	Ldev (mm)	Modèle dévers.
1	1	2	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	534	534	534	Moments
2	2	3	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	494	494	494	Moments
3	2	4	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	1135	1135	1135	Moments
4	3	4	RECT 40-30-3 ASD	Art-Art	6082-T5	90	1238	1238	1238	Zappuis-linéique

Caractéristiques matériaux

Matériau	E (MPa)	ρ (kg/m ³)	G (MPa)	f_y (MPa)	f_u (MPa)
6082-T5	70000	2700	27000	230	270

Caractéristiques profilés

Profilé	Aire (mm ²)	Aire réduite Ay (mm ²)	Aire réduite Az (mm ²)	Résistance cisaillement Wy (mm ²)	Résistance cisaillement Wz (mm ²)	Inertie Torsion It (cm ⁴)	Module Torsion Wt (cm ³)	Inertie Flexion Y Iy (cm ⁴)	Module Flexion Y Wely (cm ³)	Inertie Flexion Z Iz (cm ⁴)	Module Flexion Z Welz (cm ³)	Classe	Flexion Plastique Wply (cm ³)	Flexion Plastique Wplz (cm ³)	Inertie Gauchissement Iw (cm ⁶)
RECT 50-35-2 ASD	614	280	400	233	333	22.5	10.09	19.7	7.86	10.9	6.23	1	9.92	7.62	1
RECT 40-30-3 ASD	382	180	240	150	200	9.9	5.37	8.1	4.03	5	3.36	1	5.03	4.08	0

Tableau des chargements

Cas N°	Nom	Type	Localisation	X N/mm	Y N/mm	Z	Nature
1	Force_Horizontale	Nodal	2	2500 N			Exploitation

Tableau des combinaisons : 1 action variable

N°	Nom	Cas	Coef	Règle
301	ELU	1	1.2	Linéaire

Résultats efforts 301

Barre	Noeud	Cas	Fu (N)	Fv (N)	Fw (N)	Mu (N.m)	Mv (N.m)	Mw (N.m)
1	1	301	0	-3 312	-0	0	-0	0
1	2	301	0	3 312	0	0	0	-1 769
2	2	301	484	2 468	0	0	-0	1 219
2	3	301	-484	-2 468	-0	-0	0	0
3	2	301	-5 780	-484	0	0	-0	-550
3	4	301	5 780	484	-0	-0	0	0
4	3	301	6 304	0	0	-0	0	0
4	4	301	-6 304	0	0	0	0	0

Résultats réactions 301

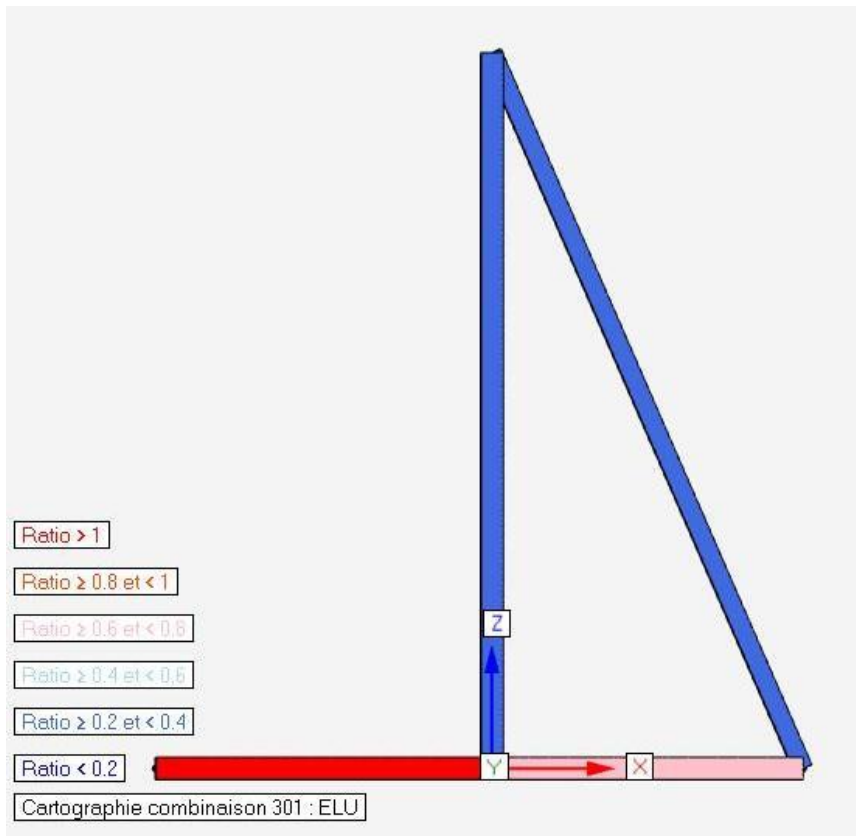
Noeud	Cas	Fx (N)	Fy (N)	Fz (N)	Mx (N.m)	My (N.m)	Mz (N.m)
1	301	0	0	-3 312	0	-0	0
3	301	-3 000	0	3 312	0	-0	0

Résultats contraintes 301

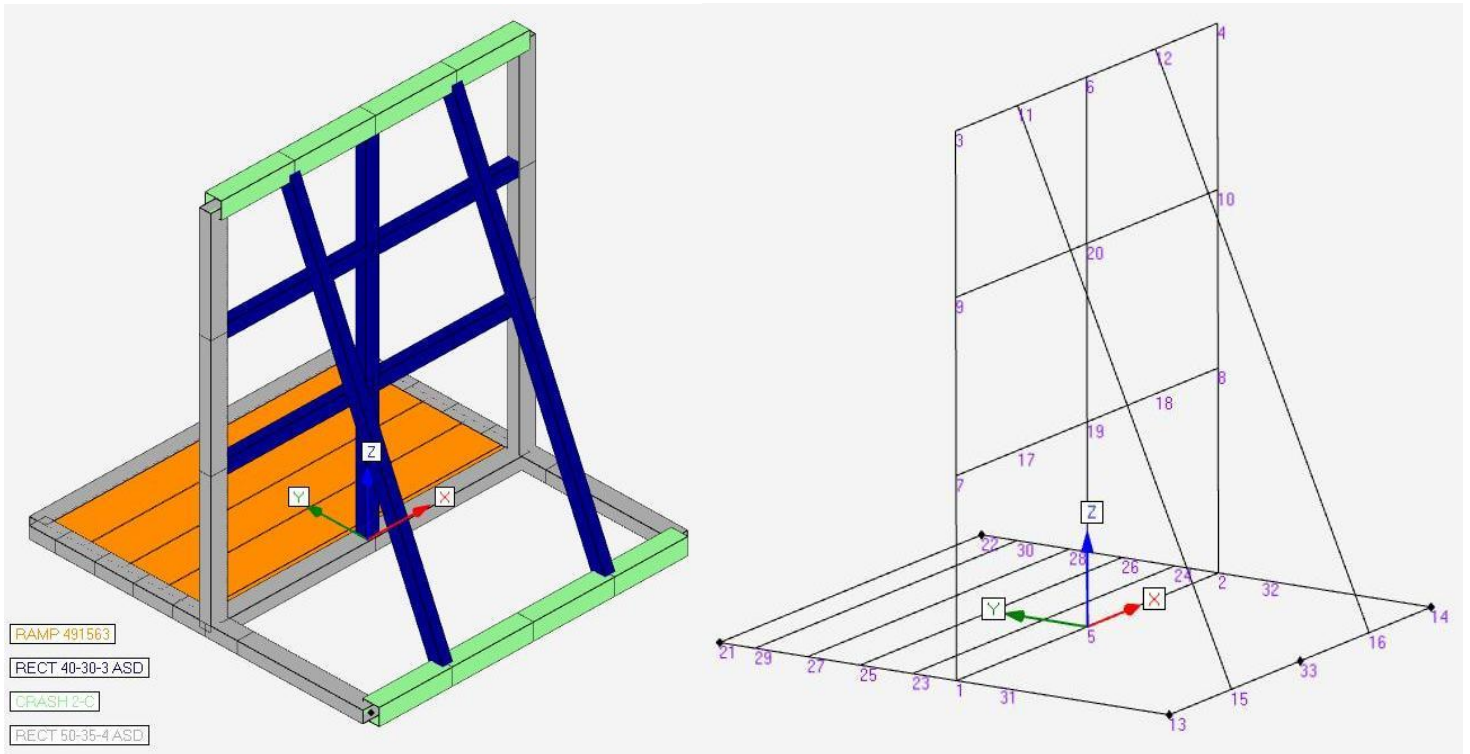
Barre	Noeud	Cas	Axial (MPa)	Flexion Y (MPa)	Flexion Z (MPa)	Cisaillem ^t Y (MPa)	Cisaillem ^t Z (MPa)	Torsion (MPa)	σ (MPa)	τ (MPa)	Von Mises (MPa)	Ratio axial	Ratio cisaillem ^t	Ratio flexion, flexion, axial et axial et cisaillem ^t	Ratio flambem ^t Y	Ratio flambem ^t Z	Ratio déversem ^t	Ratio (6.61)	Ratio (6.62)	Ratio max	
1	1	301	0.0	0.0	0.0	14.2	0.0	0.0	0.0	14.2	24.6	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
1	2	301	0.0	0.0	232.0	14.2	0.0	0.0	232.0	14.2	233.3	0.00	0.11	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01
2	2	301	0.8	0.0	159.9	10.6	0.0	0.0	160.7	10.6	161.7	0.00	0.08	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.55	0.70
2	3	301	0.8	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.8	10.6	18.4	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
3	2	301	-9.4	0.0	72.1	2.1	0.0	0.0	81.5	2.1	81.6	0.04	0.02	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35
3	4	301	-9.4	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	9.4	2.1	10.1	0.04	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
4	3	301	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5	0.0	16.5	0.07	0.00	0.07	0.24	0.36	0.00	0.24	0.36	0.36	0.36
4	4	301	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5	0.0	16.5	0.07	0.00	0.07	0.24	0.36	0.00	0.24	0.36	0.36	0.36

Jambe de force n° 4 => ratio max = 0.36 (flambement) => satisfaisant

Profil du cadre n° 1, 2 et 3 => ratio max = 1.01 (flexion) => satisfaisant



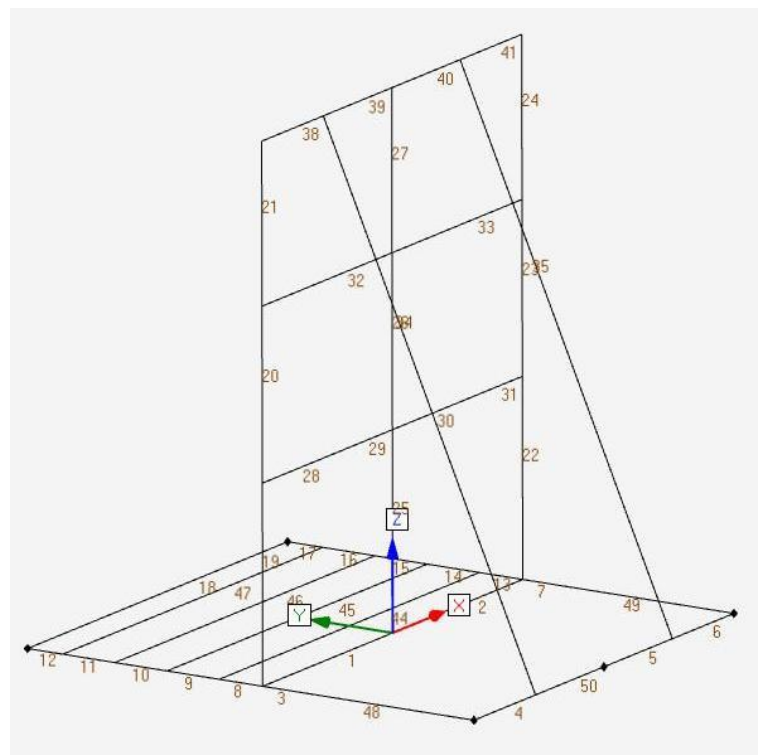
Calcul de la structure CRASH BARRIERE complète:



Calcul par logiciel FREELEM

Tableau des nœuds

N°	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Appui
1	-475	0	0	Libre
2	475	0	0	Libre
3	-475	0	1100	Libre
4	475	0	1100	Libre
5	0	0	0	Libre
6	0	0	1100	Libre
7	-475	0	410	Libre
8	475	0	410	Libre
9	-475	0	767	Libre
10	475	0	767	Libre
11	-250	0	1100	Libre
12	250	0	1100	Libre
13	-475	-486	0	BlocageDY_DZ
14	475	-486	0	BlocageDY_DZ
15	-250	-486	0	Libre
16	250	-486	0	Libre
17	-250	0	410	Libre
18	250	0	410	Libre
19	0	0	410	Libre
20	0	0	767	Libre
21	-475	541	0	BlocageDZ
22	475	541	0	BlocageDZ
23	-475	100	0	Libre
24	475	100	0	Libre
25	-475	220	0	Libre
26	475	220	0	Libre



27	-475	340	0	Libre
28	475	340	0	Libre
29	-475	460	0	Libre
30	475	460	0	Libre
31	-475	-100	0	Libre
32	475	-100	0	Libre
33	0	-486	0	BlocageDZ

Tableau des barres

N°	Noeud 1	Noeud 2	Profilé	Liaisons	Matériau	Angle (°)	Lfy(mm)	Lfz(mm)	Ldev (mm)	Modèle dévers.
1	1	5	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	475	475	475	Moments
2	5	2	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	475	475	475	Moments
3	31	1	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	100	100	100	Moments
4	13	15	CRASH 2-C	Enc-Enc	6005A-T6	90	225	225	225	Moments
5	33	16	CRASH 2-C	Enc-Enc	6005A-T6	90	250	250	250	Moments
6	16	14	CRASH 2-C	Enc-Enc	6005A-T6	90	225	225	225	Moments
7	32	2	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	100	100	100	Moments
8	1	23	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	100	100	100	Moments
9	23	25	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	120	120	120	Moments
10	25	27	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	120	120	120	Moments
11	27	29	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	120	120	120	Moments
12	29	21	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	81	81	81	Moments
13	2	24	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	100	100	100	Moments
14	24	26	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	120	120	120	Moments
15	26	28	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	120	120	120	Moments
16	28	30	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	120	120	120	Moments
17	30	22	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	81	81	81	Moments
18	21	22	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	950	950	950	Moments
19	1	7	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	410	410	410	Moments
20	7	9	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	357	357	357	Moments
21	9	3	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	333	333	333	Moments
22	2	8	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	410	410	410	Moments
23	8	10	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	357	357	357	Moments
24	10	4	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	333	333	333	Moments
25	5	19	RECT 40-30-3 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	410	410	410	Moments
26	19	20	RECT 40-30-3 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	357	357	357	Moments
27	20	6	RECT 40-30-3 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	333	333	333	Moments
28	7	17	RECT 40-30-3 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	225	225	225	Moments
29	17	19	RECT 40-30-3 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	250	250	250	Moments
30	19	18	RECT 40-30-3 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	250	250	250	Moments
31	18	8	RECT 40-30-3 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	225	225	225	Moments
32	9	20	RECT 40-30-3 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	475	475	475	Moments
33	20	10	RECT 40-30-3 ASD	Enc-Enc	6082-T5	0	475	475	475	Moments
34	15	11	RECT 40-30-3 ASD	Art-Art	6082-T5	0	1203	1203	1203	2appuis-linéique
35	16	12	RECT 40-30-3 ASD	Art-Art	6082-T5	0	1203	1203	1203	2appuis-linéique
38	3	11	CRASH 2-C	Enc-Enc	6005A-T6	0	225	225	225	Moments
39	11	6	CRASH 2-C	Enc-Enc	6005A-T6	0	250	250	250	Moments
40	6	12	CRASH 2-C	Enc-Enc	6005A-T6	0	250	250	250	Moments
41	12	4	CRASH 2-C	Enc-Enc	6005A-T6	0	225	225	225	Moments
44	23	24	RAMP 491563	Enc-Enc	6060-T6	90	950	950	950	Moments
45	25	26	RAMP 491563	Enc-Enc	6060-T6	90	950	950	950	Moments
46	27	28	RAMP 491563	Enc-Enc	6060-T6	90	950	950	950	Moments
47	29	30	RAMP 491563	Enc-Enc	6060-T6	90	950	950	950	Moments
48	13	31	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	386	386	386	Moments
49	14	32	RECT 50-35-4 ASD	Enc-Enc	6082-T5	90	386	386	386	Moments
50	15	33	CRASH 2-C	Enc-Enc	6005A-T6	90	250	250	250	Moments

Caractéristiques matériaux

Matériau	E (MPa)	ρ (kg/m3)	G (MPa)	f_y (MPa)	f_u (MPa)
6082-T5	70000	2700	27000	230	270
6005A-T6	79500	2700	27000	225	270
6060-T6	70000	2700	27000	140	170

Caractéristiques profilés

Profilé	Aire (mm ²)	Aire réduite Ay (mm ²)	Aire réduite Az (mm ²)	Résistance cisaillement Wy (mm ²)	Résistance cisaillement Wz (mm ²)	Inertie Torsion It (cm ⁴)	Module Torsion Wt (cm ³)	Inertie Flexion Y Iy (cm ⁴)	Module Flexion Y Wely (cm ³)	Inertie Flexion Z Iz (cm ⁴)	Module Flexion Z Welz (cm ³)	Classe	Flexion Plastique Wply (cm ³)	Flexion Plastique Wplz (cm ³)	Inertie Gauchissement Iw (cm ⁶)
RECT 50-35-4 ASD	614	280	400	233	333	22.5	10.09	19.7	7.86	10.9	6.23	1	9.92	7.62	1
CRASH 2-C	571	298	298	250	250	21.5	9.79	13.7	5.04	13.9	5.55	1	7.37	7.38	0
RECT 40-30-3 ASD	382	180	240	150	200	9.9	5.37	8.1	4.03	5	3.36	1	5.03	4.08	0
RAMP 491563	937	150	461	150	461	148.3	23.77	135.6	21.54	12.7	7.15	1	30.54	9.97	140

Tableau des chargements

Cas N°	Nom	Type	Localisation	X N/mm	Y N/mm	Z	Nature
1	CHARGE_HOR	Linéique	38/39/40/41		-5 N/mm		Exploitation
2	CHARGE_VER	Linéique	8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/44/45/46/47			-0.9 N/mm	Exploitation

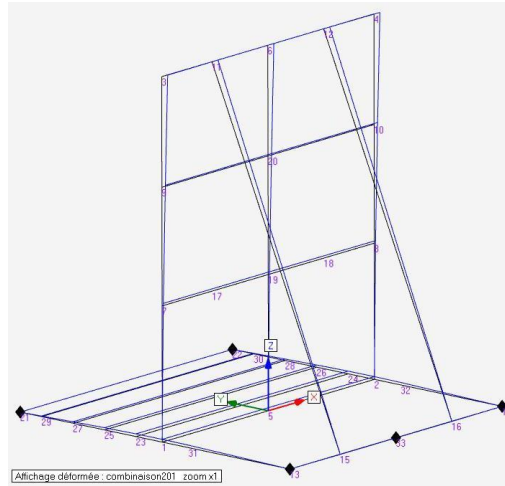
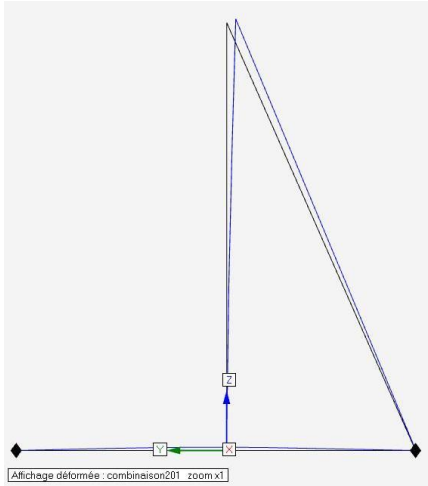
Tableau des combinaisons : 1 action variable

N°	Nom	Cas	Coef	Cas	Coef	Règle	Niveau EC3
201	ELS 1.0H + 1.0V	1	1	2	1	Linéaire	ELS
301	ELU 1.65H + 1.65V	1	1.65	2	1.65	Linéaire	ELU
302	ELU 1.2H + 1.2V	1	1.2	2	1.2	Linéaire	ELU
303	ELU 1.2H	1	1.2			Linéaire	ELU

Résultats déplacements 201

Noeud	Cas	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)
6	201	-0.6	-25.4	10.2	0.0	0.0	-0.0
12	201	-0.6	-25.2	10.1	0.0	0.0	0.0
11	201	-0.6	-25.2	10.1	0.0	-0.0	-0.0
4	201	-0.6	-25.1	9.4	0.0	0.0	0.0
3	201	-0.6	-25.1	9.4	0.0	-0.0	-0.0
20	201	-0.6	-15.1	10.2	0.0	0.0	-0.0
10	201	-0.6	-14.9	9.4	0.0	-0.0	0.0
9	201	-0.6	-14.9	9.4	0.0	0.0	-0.0
19	201	-0.6	-6.0	10.1	0.0	0.0	-0.0
18	201	-0.6	-5.9	9.7	0.0	0.0	0.0
17	201	-0.6	-5.9	9.7	0.0	-0.0	-0.0
7	201	-0.6	-5.7	9.3	0.0	-0.0	-0.0
8	201	-0.6	-5.7	9.3	0.0	0.0	0.0
33	201	-0.6	-1.4	0.0	0.0	-0.0	-0.0
16	201	-0.6	-0.9	-0.4	0.0	0.0	0.0
15	201	-0.6	-0.9	-0.4	0.0	-0.0	-0.0
22	201	-0.6	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0
30	201	-0.6	-0.0	2.1	-0.0	-0.0	-0.0

Main courante n° 3, 4, 6, 11, 12 => Dy max = 25.4mm => 1100/25.4 = 1/43e

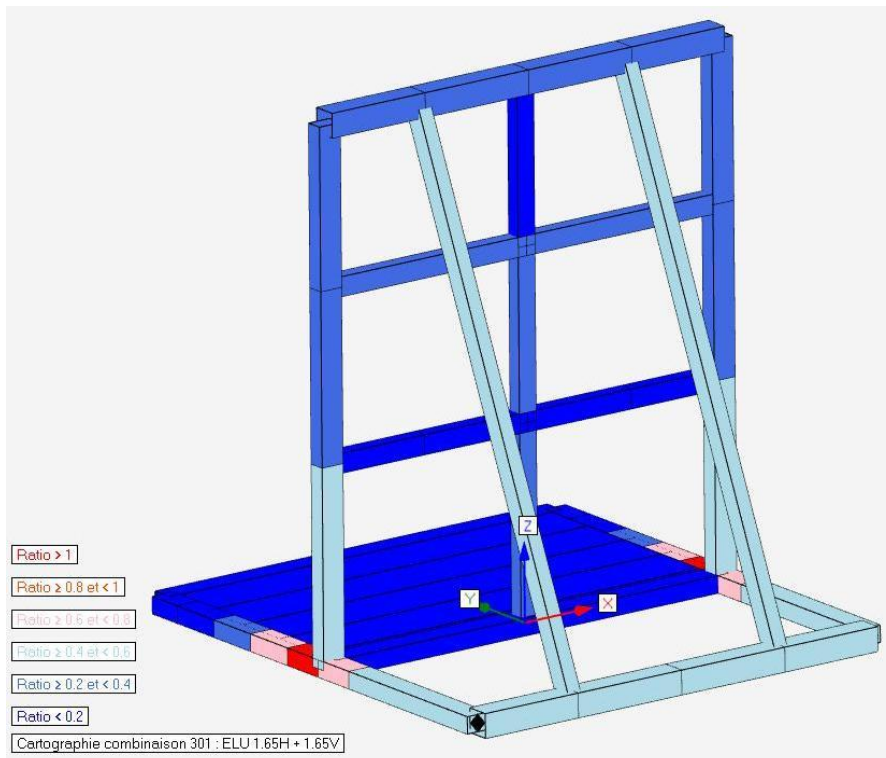


Résultats contraintes 301 (1.65H + 1.65V)

Barre	Noeud	Cas	Axial (MPa)	Flexion Y (MPa)	Flexion Z (MPa)	Cisaillem ^t Y (MPa)	Cisaillem ^t Z (MPa)	Torsion (MPa)	σ (MPa)	τ (MPa)	Von Mises (MPa)	Ratio axial	Ratio cisaillem ^t	Ratio flexion, axial et cisaillem ^t	Ratio flambem ^t Y	Ratio flambem ^t Z	Ratio déversem ^t	Ratio (6.61)	Ratio (6.62)	Ratio max	
13	2	301	0.0	12.5	238.7	22.0	2.5	15.2	251.2	37.3	259.3	0.00	0.28	1.09	0.00	0.00	0.05	0.62	1.01	1.09	
8	1	301	-0.0	12.5	238.7	22.0	2.5	15.2	251.2	37.3	259.3	0.00	0.28	1.09	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	1.09
13	24	301	0.0	4.1	172.4	21.4	2.5	15.2	176.5	36.6	187.6	0.00	0.27	0.77	0.00	0.00	0.02	0.43	0.72	0.77	
8	23	301	-0.0	4.1	172.4	21.4	2.5	15.2	176.5	36.6	187.6	0.00	0.27	0.77	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.77
14	24	301	0.0	2.9	172.4	18.3	0.9	8.4	175.3	26.8	181.3	0.00	0.20	0.76	0.00	0.00	0.01	0.42	0.70	0.76	
9	23	301	-0.0	2.9	172.4	18.3	0.9	8.4	175.3	26.8	181.3	0.00	0.20	0.76	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.76
7	2	301	1.1	16.6	143.8	9.7	3.8	5.6	161.4	15.8	163.7	0.00	0.12	0.70	0.00	0.00	0.07	0.42	0.64	0.70	
3	1	301	1.1	16.6	143.8	9.7	3.8	5.6	161.4	15.8	163.7	0.00	0.12	0.70	0.00	0.00	0.07	0.42	0.64	0.70	
50	33	301	-2.2	37.0	83.5	18.7	0.0	0.0	122.7	18.7	126.9	0.01	0.14	0.55	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.55
5	33	301	-2.2	37.0	83.5	18.7	0.0	0.0	122.7	18.7	126.9	0.01	0.14	0.55	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.55
6	16	301	1.1	3.7	114.2	9.7	3.8	5.6	119.0	15.8	122.1	0.00	0.12	0.52	0.00	0.00	0.02	0.30	0.49	0.52	
4	15	301	1.1	3.7	114.2	9.7	3.8	5.6	119.0	15.8	122.1	0.00	0.12	0.52	0.01	0.01	0.02	0.25	0.41	0.52	
5	16	301	1.1	3.7	114.2	9.7	3.8	5.6	119.0	15.8	122.1	0.00	0.12	0.52	0.00	0.00	0.02	0.30	0.49	0.52	
50	15	301	1.1	3.7	114.2	9.7	3.8	5.6	119.0	15.8	122.1	0.00	0.12	0.52	0.01	0.01	0.02	0.25	0.41	0.52	
7	32	301	-2.2	37.9	74.7	10.8	13.0	0.0	114.8	16.9	118.5	0.01	0.13	0.51	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.51
49	32	301	-2.2	37.9	74.7	10.8	13.0	0.0	114.8	16.9	118.5	0.01	0.13	0.51	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.51
3	31	301	-2.2	37.0	75.0	18.7	0.0	0.0	114.3	18.7	118.8	0.01	0.14	0.51	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.51
48	31	301	-2.2	37.0	75.0	18.7	0.0	0.0	114.3	18.7	118.8	0.01	0.14	0.51	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.51
34	11	301	-0.0	0.9	106.6	17.6	0.9	8.4	107.4	26.0	116.5	0.00	0.19	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
34	15	301	0.0	0.9	106.6	17.6	0.9	8.4	107.4	26.0	116.5	0.00	0.19	0.47	0.00	0.00	0.00	0.25	0.43	0.47	0.47
35	12	301	-0.0	0.3	106.6	14.5	0.0	4.7	106.8	19.3	111.9	0.00	0.14	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46
35	16	301	0.0	0.3	106.6	14.5	0.0	4.7	106.8	19.3	111.9	0.00	0.14	0.46	0.00	0.00	0.00	0.25	0.42	0.46	0.46
22	2	301	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	21.1	1.3	21.2	0.09	0.01	0.09	0.30	0.43	0.00	0.30	0.43	0.43	0.43
19	1	301	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	21.1	1.3	21.2	0.09	0.01	0.09	0.30	0.43	0.00	0.30	0.43	0.43	0.43
9	25	301	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	21.1	1.3	21.2	0.09	0.01	0.09	0.30	0.43	0.00	0.30	0.43	0.43	0.43
14	26	301	0.0	12.5	238.7	22.0	2.5	15.2	251.2	37.3	259.3	0.00	0.28	1.09	0.00	0.00	0.05	0.62	1.01	1.09	1.09

Tube rect 50-35-4 ASD n°8 et 13 => ratio élastique $251.2/230 = 1.09$ et ratio plastique $= 251.2/270 = 0.93$ => satisfaisant
 Jambe de force n° 34, 35 => ratio max = 0.47 => satisfaisant

Ratio 301



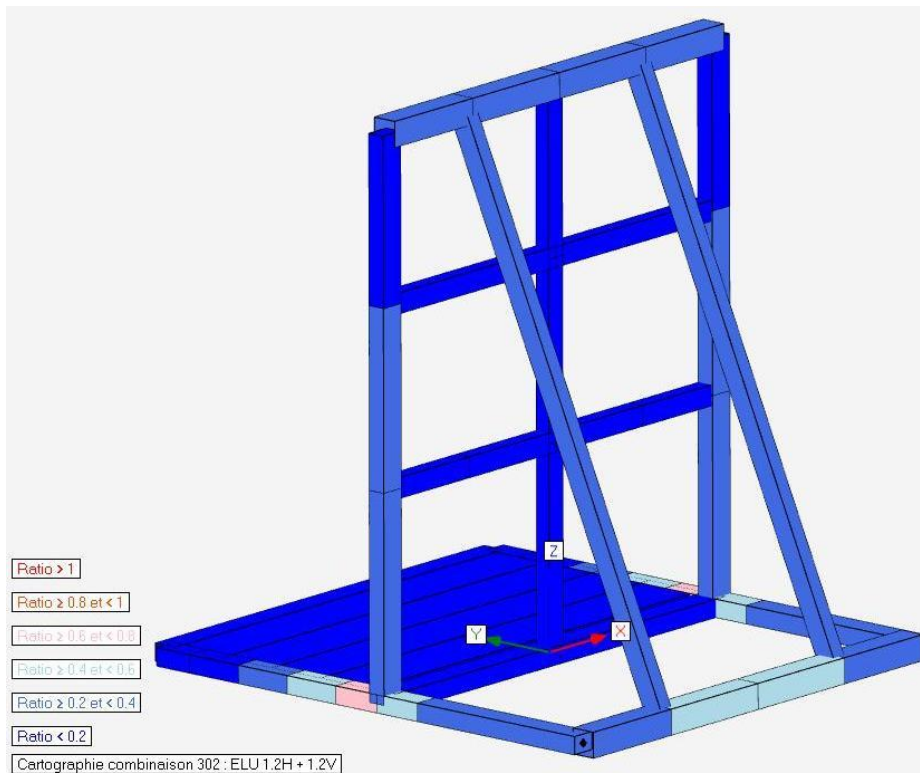
Résultats contraintes 302 (1.2H + 1.2V)

Barre	Noeud	Cas	Axial (MPa)	Flexion Y (MPa)	Flexion Z (MPa)	Cisaillem ^t Y (MPa)	Cisaillem ^t Z (MPa)	Torsion (MPa)	σ (MPa)	τ (MPa)	Von Mises (MPa)	Ratio axial	Ratio cisaillem ^t	Ratio flexion, axial et cisaillem ^t	Ratio flambem ^t Y	Ratio flambem ^t Z	Ratio déversem ^t	Ratio (6.61)	Ratio (6.62)	Ratio max	
13	2	302	0.0	9.1	173.6	16.0	1.8	11.0	182.7	27.1	188.6	0.00	0.20	0.79	0.00	0.00	0.04	0.45	0.73	0.79	
8	1	302	-0.0	9.1	173.6	16.0	1.8	11.0	182.7	27.1	188.6	0.00	0.20	0.79	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.79
13	24	302	0.0	3.0	125.4	15.5	1.8	11.0	128.4	26.6	136.4	0.00	0.20	0.56	0.00	0.00	0.01	0.31	0.52	0.56	0.56
8	23	302	-0.0	3.0	125.4	15.5	1.8	11.0	128.4	26.6	136.4	0.00	0.20	0.56	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.56
14	24	302	0.0	2.1	125.4	13.3	0.7	6.1	127.5	19.5	131.9	0.00	0.15	0.55	0.00	0.00	0.01	0.30	0.51	0.55	0.55
9	23	302	-0.0	2.1	125.4	13.3	0.7	6.1	127.5	19.5	131.9	0.00	0.15	0.55	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.55
7	2	302	0.8	12.1	104.6	7.0	2.8	4.1	117.4	11.5	119.1	0.00	0.09	0.51	0.00	0.00	0.05	0.30	0.46	0.51	0.51
3	1	302	0.8	12.1	104.6	7.0	2.8	4.1	117.4	11.5	119.1	0.00	0.09	0.51	0.00	0.00	0.05	0.30	0.46	0.51	0.51
50	33	302	-1.6	26.9	60.7	13.6	0.0	0.0	89.3	13.6	92.3	0.01	0.10	0.40	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.40
5	33	302	-1.6	26.9	60.7	13.6	0.0	0.0	89.3	13.6	92.3	0.01	0.10	0.40	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.40
7	32	302	0.8	2.7	83.0	7.0	2.8	4.1	86.5	11.5	88.8	0.00	0.09	0.38	0.00	0.00	0.01	0.22	0.35	0.38	0.38
49	32	302	0.8	2.7	83.0	7.0	2.8	4.1	86.5	11.5	88.8	0.00	0.09	0.38	0.00	0.00	0.01	0.18	0.29	0.38	0.38
3	31	302	0.8	2.7	83.0	7.0	2.8	4.1	86.5	11.5	88.8	0.00	0.09	0.38	0.00	0.00	0.01	0.22	0.35	0.38	0.38
48	31	302	0.8	2.7	83.0	7.0	2.8	4.1	86.5	11.5	88.8	0.00	0.09	0.38	0.00	0.00	0.01	0.18	0.29	0.38	0.38
6	16	302	-1.6	27.6	54.3	7.9	9.5	0.0	83.5	12.3	86.2	0.01	0.09	0.37	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.37
4	15	302	-1.6	27.6	54.3	7.9	9.5	0.0	83.5	12.3	86.2	0.01	0.09	0.37	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.37
5	16	302	-1.6	26.9	54.6	13.6	0.0	0.0	83.1	13.6	86.4	0.01	0.10	0.37	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.37
50	15	302	-1.6	26.9	54.6	13.6	0.0	0.0	83.1	13.6	86.4	0.01	0.10	0.37	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.37
9	25	302	-0.0	0.6	77.5	12.8	0.7	6.1	78.1	18.9	84.7	0.00	0.14	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
14	26	302	0.0	0.6	77.5	12.8	0.7	6.1	78.1	18.9	84.7	0.00	0.14	0.34	0.00	0.00	0.00	0.19	0.31	0.34	0.34
10	25	302	-0.0	0.2	77.5	10.6	0.0	3.4	77.7	14.0	81.4	0.00	0.11	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
15	26	302	0.0	0.2	77.5	10.6	0.0	3.4	77.7	14.0	81.4	0.00	0.11	0.34	0.00	0.00	0.00	0.18	0.30	0.34	0.34
34	11	302	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	15.3	1.0	15.4	0.07	0.01	0.07	0.21	0.32	0.00	0.21	0.32	0.32	0.32
34	15	302	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	15.3	1.0	15.4	0.07	0.01	0.07	0.21	0.32	0.00	0.21	0.32	0.32	0.32
35	12	302	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	15.3	1.0	15.4	0.07	0.01	0.07	0.21	0.32	0.00	0.21	0.32	0.32	0.32
35	16	302	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	15.3	1.0	15.4	0.07	0.01	0.07	0.21	0.32	0.00	0.21	0.32	0.32	0.32

Base : Tube rect 50-35-4 ASD n° 8 et 13 => ration max = 0.79 => satisfaisant

Jambe de force n° 34, 35 => ratio max = 0.34 => satisfaisant

Ratio 302

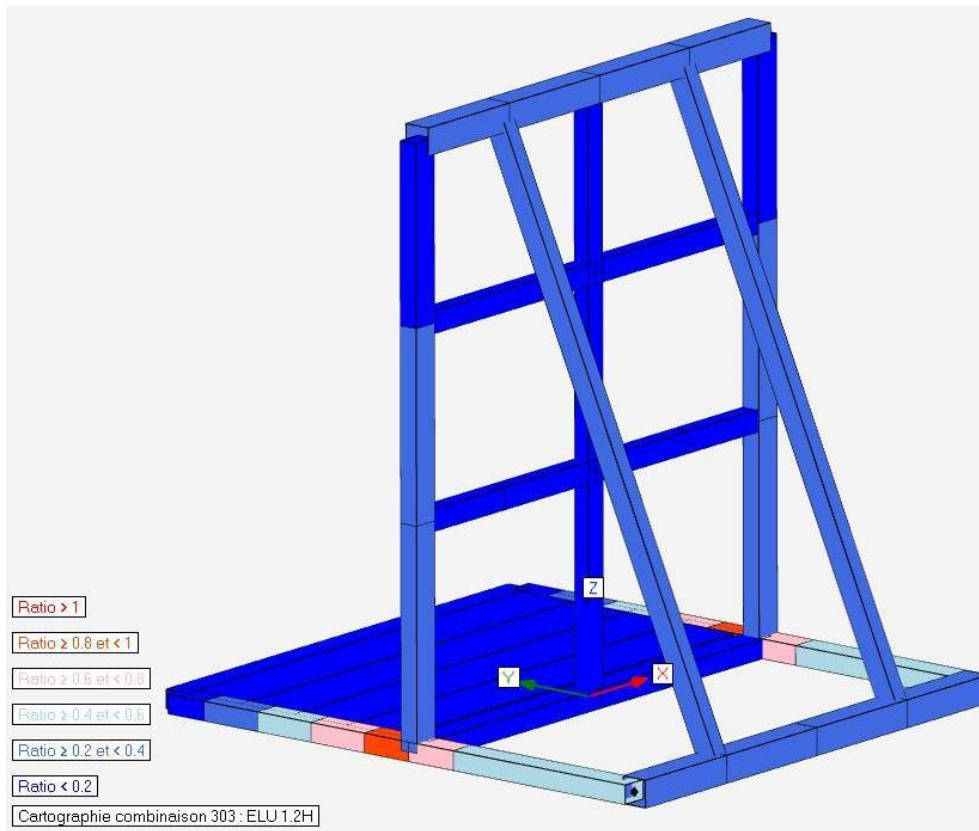


Résultats contraintes 303 (1.2H, suivant §A.1 norme EN13200-3)

Barre	Noeud	Cas	Axial (MPa)	Flexion Y (MPa)	Flexion Z (MPa)	Cisaillem ^t Y (MPa)	Cisaillem ^t Z (MPa)	Torsion (MPa)	σ (MPa)	τ (MPa)	Von Mises (MPa)	Ratio axial	Ratio cisaillem ^t	Ratio flexion, axial et cisaillem ^t	Ratio flambem ^t Y	Ratio flambem ^t Z	Ratio déversem ^t	Ratio (6.61)	Ratio (6.62)	Ratio max	
13	2	303	0.0	8.3	216.6	13.1	1.5	1.6	224.9	14.8	226.4	0.00	0.11	0.98	0.00	0.00	0.04	0.57	0.92	0.98	
8	1	303	-0.0	8.3	216.6	13.1	1.5	1.6	224.9	14.8	226.4	0.00	0.11	0.98	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.98
13	24	303	0.0	3.1	176.6	13.1	1.5	1.6	179.7	14.8	181.5	0.00	0.11	0.78	0.00	0.00	0.01	0.45	0.75	0.78	0.78
8	23	303	-0.0	3.1	176.6	13.1	1.5	1.6	179.7	14.8	181.5	0.00	0.11	0.78	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.78
14	24	303	0.0	2.1	176.6	13.1	0.7	0.9	178.7	14.0	180.4	0.00	0.10	0.78	0.00	0.00	0.01	0.43	0.73	0.78	0.78
9	23	303	-0.0	2.1	176.6	13.1	0.7	0.9	178.7	14.0	180.4	0.00	0.10	0.78	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.78
7	2	303	0.9	11.5	133.3	9.0	2.7	4.5	145.8	13.7	147.7	0.00	0.10	0.63	0.00	0.00	0.05	0.37	0.58	0.63	0.63
3	1	303	0.9	11.5	133.3	9.0	2.7	4.5	145.8	13.7	147.7	0.00	0.10	0.63	0.00	0.00	0.05	0.37	0.58	0.63	0.63
9	25	303	-0.0	0.5	128.5	13.1	0.7	0.9	129.1	14.0	131.3	0.00	0.10	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56
14	26	303	0.0	0.5	128.5	13.1	0.7	0.9	129.1	14.0	131.3	0.00	0.10	0.56	0.00	0.00	0.00	0.31	0.53	0.56	0.56
10	25	303	-0.0	0.2	128.5	13.1	0.0	0.5	128.7	13.6	130.8	0.00	0.10	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56
15	26	303	0.0	0.2	128.5	13.1	0.0	0.5	128.7	13.6	130.8	0.00	0.10	0.56	0.00	0.00	0.00	0.30	0.52	0.56	0.56
7	32	303	0.9	2.6	105.9	9.0	2.7	4.5	109.4	13.7	112.0	0.00	0.10	0.48	0.00	0.00	0.01	0.27	0.45	0.48	0.48
49	32	303	0.9	2.6	105.9	9.0	2.7	4.5	109.4	13.7	112.0	0.00	0.10	0.48	0.00	0.00	0.01	0.23	0.37	0.48	0.48
3	31	303	0.9	2.6	105.9	9.0	2.7	4.5	109.4	13.7	112.0	0.00	0.10	0.48	0.00	0.00	0.01	0.27	0.45	0.48	0.48
48	31	303	0.9	2.6	105.9	9.0	2.7	4.5	109.4	13.7	112.0	0.00	0.10	0.48	0.00	0.00	0.01	0.23	0.37	0.48	0.48
19	1	303	-7.2	9.8	73.7	2.5	1.3	2.1	90.7	4.8	91.1	0.03	0.04	0.39	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.39	0.39
22	2	303	-7.2	9.8	73.7	2.5	1.3	2.1	90.7	4.8	91.1	0.03	0.04	0.39	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.39	0.39
50	33	303	-1.6	25.9	57.8	13.0	0.0	0.0	85.2	13.0	88.1	0.01	0.10	0.38	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.38	0.38
5	33	303	-1.6	25.9	57.8	13.0	0.0	0.0	85.2	13.0	88.1	0.01	0.10	0.38	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.38	0.38
6	16	303	-1.6	26.4	51.8	7.6	9.1	0.0	79.8	11.9	82.4	0.01	0.09	0.35	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.35	0.35
4	15	303	-1.6	26.4	51.8	7.6	9.1	0.0	79.8	11.9	82.4	0.01	0.09	0.35	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.35	0.35
5	16	303	-1.6	25.9	52.1	13.0	0.0	0.0	79.5	13.0	82.6	0.01	0.10	0.35	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.35	0.35
50	15	303	-1.6	25.9	52.1	13.0	0.0	0.0	79.5	13.0	82.6	0.01	0.10	0.35	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.35	0.35
10	27	303	-0.0	0.2	80.5	13.1	0.0	0.5	80.7	13.6	84.0	0.00	0.10	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35

Base : Tube rect 50-35-4 ASD n° 8 et 13 => ration max = 0.98 => satisfaisant

Ratio 303



Calcul du panneau de remplissage :

Le panneau est constitué d'une tôle alu 6082-T6, épaisseur 3mm, perforée R10T18, soudée sur le cadre vertical de la barrière.

La dimension maxi d'une zone libre de panneau est de 321mm x 425mm

Afin de calculer la plaque, nous remplaçons la tôle perforée 3mm par une tôle non perforée, de résistance équivalente.

Dimension de la tôle perforée : Largeur $b = 425\text{mm}$ Epaisseur $h = 3\text{mm}$

Perforation de la tôle perforée : 22 trous $\phi_{10\text{mm}}$

$$\text{Module élastique de la tôle perforée : } W = \frac{b \times h^2}{6} - 22 \times \frac{\phi \times h^2}{6} = \frac{425 \times 3^2}{6} - 22 \times \frac{10 \times 3^2}{6} = 307\text{mm}^3$$

$$\text{Module élastique de la tôle équivalente : } \frac{b \times h^2}{6} = 307 \Rightarrow h = \sqrt{\frac{6 \times 307}{b}} = \sqrt{\frac{6 \times 307}{425}} = 2.1\text{mm}$$

Nous calculons une tôle de $321 \times 425 \times 2.1\text{mm}$

Pression $2000\text{N/m}^2 = 0.002\text{MPa}$

Coefficient de pondération 1.65 $\Rightarrow p = 0.002 \times 1.7 = 0.003\text{MPa}$

Calcul de la plaque avec RDM6 :

| RDM 6 - Éléments finis |

Nom du projet : panneau_430-322
Date : 15 avril 2019

| Flexion des plaques |

293 Noeuds
508 Éléments
1 Matériau(x)
76 Liaison(s) nodale(s)

Le cisaillement transversal est négligé

| Épaisseur(s) [mm] |

Épaisseur 11 : 2.100

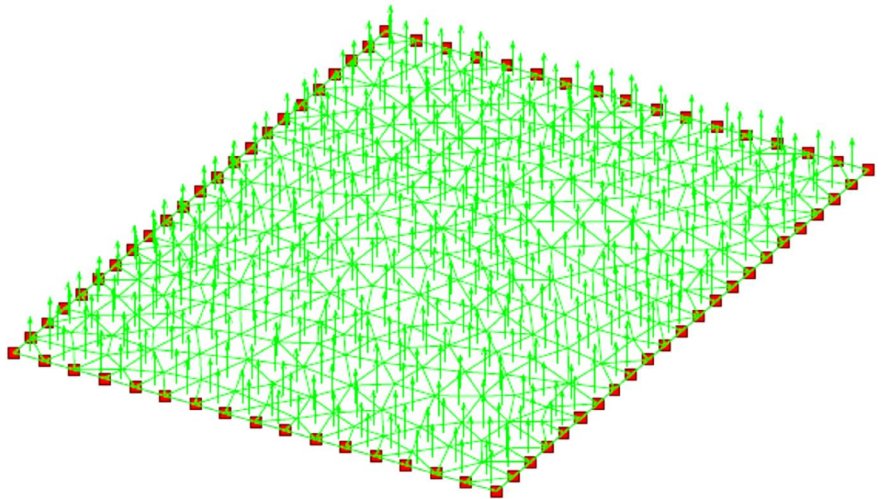
| Matériau(x) |

Matériau 11 : 6082-T6

Module de Young = 70000 MPa
Coefficient de Poisson = 0.30
Module de cisaillement = 26923 MPa
Limite élastique = 240.00 MPa
Masse volumique = 2700 kg/m³



Cas de charges 1



| Cas de charge(s) 1 |

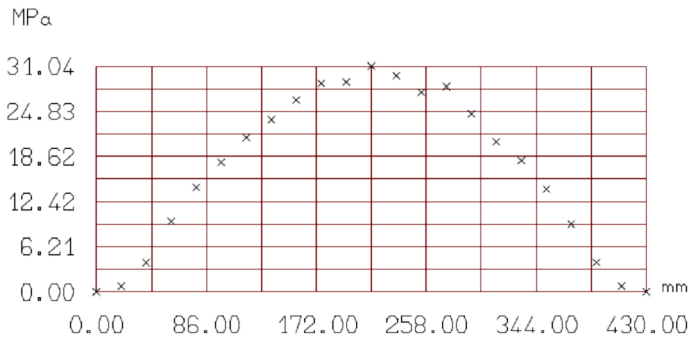
Charge(s) surfacique(s) [MPa]

$p_z = 0.003$ sur toute la structure

| Analyse dynamique |

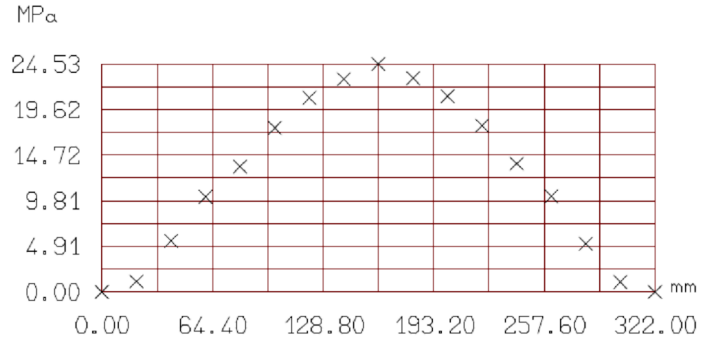
1 Mode(s) propre(s) demandé(s)
Hypothèse matrice masse consistante
Précision sur le calcul des pulsations = 1.00E-02

Contrainte Von-Mises sur le bord long



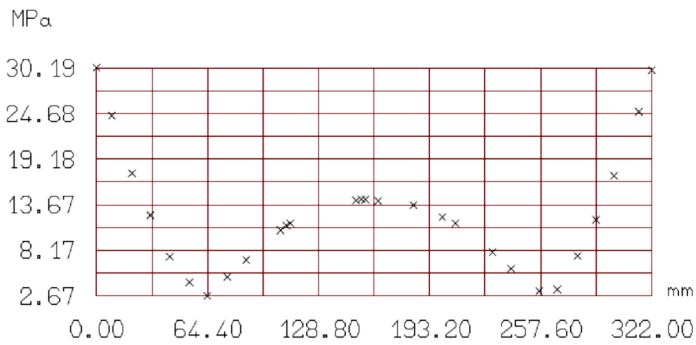
Contrainte équivalente de Von Mises	
MIN = 0.00 MPa	A 0.00 mm
MAX = 31.04 MPa	A 215.00 mm

Contrainte Von-Mises sur le bord court



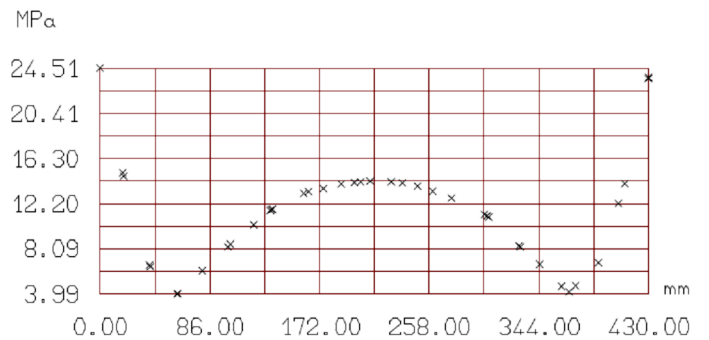
Contrainte équivalente de Von Mises	
MIN = 0.00 MPa	A 0.00 mm
MAX = 24.53 MPa	A 161.00 mm

Contrainte Von-Mises sur milieu vertical



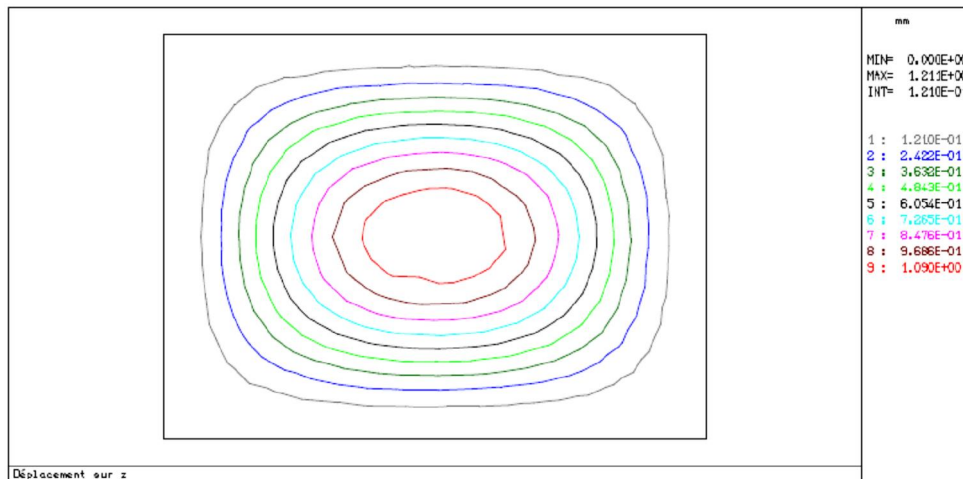
Contrainte équivalente de Von Mises	
MIN = 2.67 MPa	A 64.24 mm
MAX = 30.19 MPa	A 0.00 mm

Contrainte Von-Mises sur milieu horizontal



Contrainte équivalente de Von Mises	
MIN = 3.99 MPa	A 60.34 mm
MAX = 24.51 MPa	A 0.00 mm

Déplacement sur Z : flèche=1.21mm => $321/1.21 = 1/265^e$ => satisfaisant



Le panneau de remplissage, en ALU 6082-T6, épaisseur 3mm, perforé R10T18 est satisfaisant

Conclusion:

- Suivant la norme EN13200-3, de février 2006, « Installations pour spectateurs - Partie 3 : éléments de séparation - Exigences »
- Suivant les résultats des calculs ci-dessus, en particulier l'essai 303
- La structure CRASH-BARRIERE est satisfaisante comme « Barrières de sécurité pour place debout »
 - Charge d'exploitation horizontale : $5\text{kN/ml} \Rightarrow 5000\text{N}$ (509.6kg)
 - Charge d'épreuve horizontale: $1.2 \times 5000\text{N} = 6000\text{N}$
 - Charge uniformément répartie sur le panneau de remplissage : 2000N/m^2