

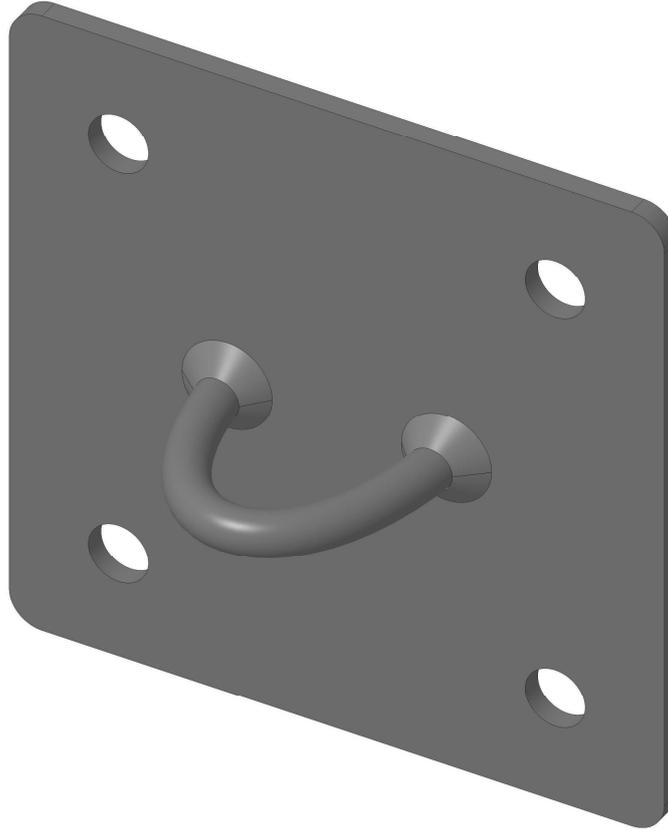


ASD
Route de Neuville
08460 LALOBBE
Tél.: +33 (0)3 24 59 41 91
Fax: +33 (0)3 24 59 01 97

Note de calcul : SUE

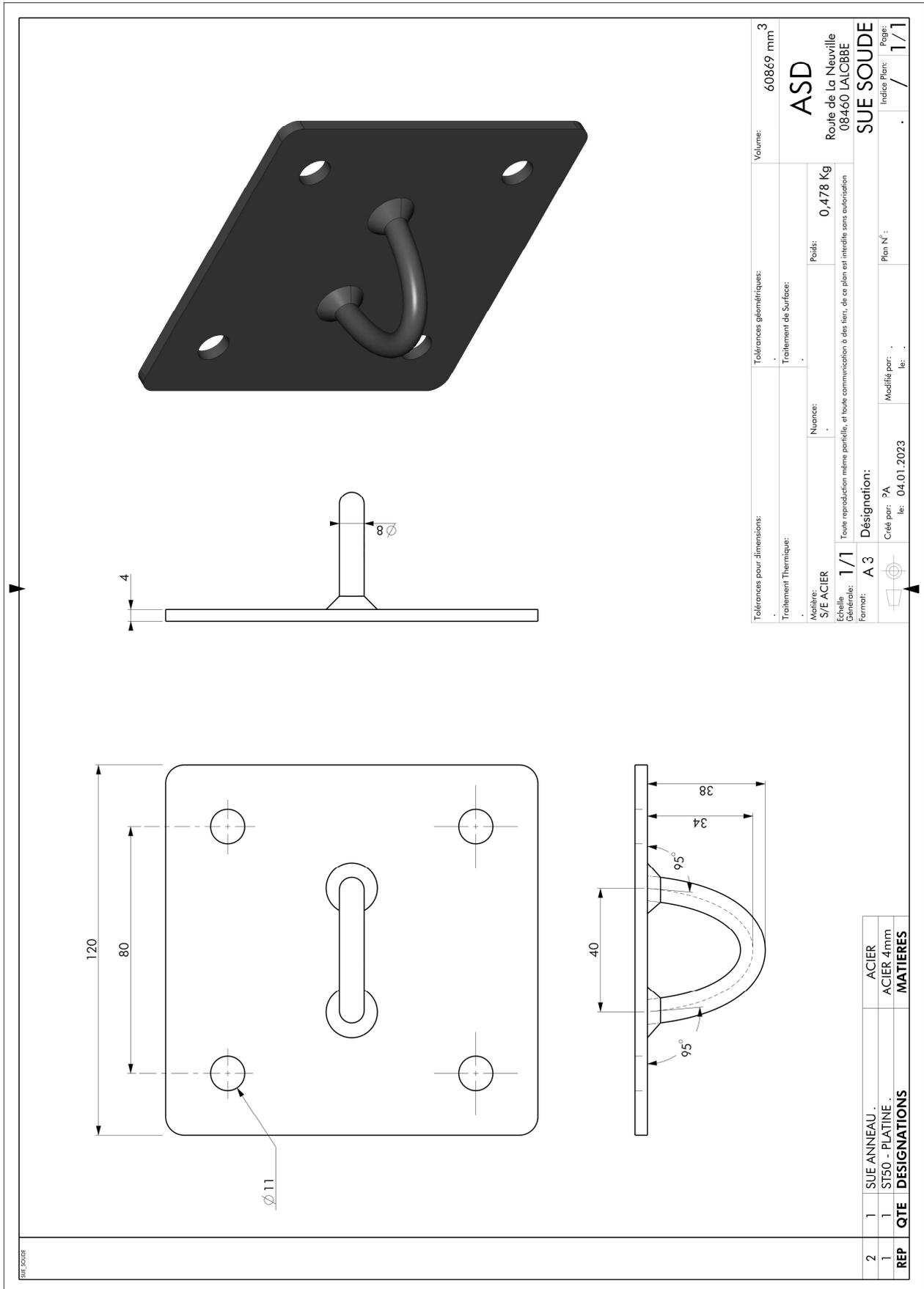
Date: mercredi 1 février 2023

Concepteur: PA



Sommaire

Description SUE:	3
Caractéristiques - ACIER S235 :	3
Caractéristiques - Rond ø8:	3
Paramètres du calcul du logiciel Freelem 11.0.0, conformément à l'Eurocode3	3
Hypothèses :	4
Plan de chargement :	4
Tableau des nœuds	4
Tableau des barres.....	5
Caractéristiques matériaux.....	5
Caractéristiques profilés.....	5
Tableau des chargements.....	5
Tableau des combinaisons.....	5
Résultats :	6
Résultats déplacements 201 ELS	6
Résultats contraintes 301 ELU	6
Calcul SUE entier avec logiciel CAO 3D:.....	7
Essai ELU réel:	8
Conclusion:	8



Description SUE:

La platine SUE (suivant plan ci-dessus) est constitué de:

- 1 platine tôle 4mm, en ACIER S235
- 1 anneau soudé ø8mm, en ACIER S235

Caractéristiques - ACIER S235 :

Limite _ d' élasticité = $f_y > 235MPa$

Résistance _ traction = $f_u > 355MPa$

Résistance _ au _ cisaillement = $R_t > 140MPa$

Module _ d' élasticité _ longitudinale = $E = 210000MPa$

Module _ d' élasticité _ transversale = $G = 80800MPa$

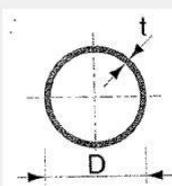
Coefficient _ de _ Poisson = $\nu = 0.3$

Coefficient _ de _ dilatation = $\alpha = 12 \times 10^{-6} (/ K)$

Masse _ volumique = $\rho = 7850kg / m^3$

Caractéristiques - Rond ø8:

Nom	ROND 8	
Dimension h (D pour tube)	8	mm
Dimension b (D pour tube)	8	mm
Epaisseur âme	4	mm
Epaisseur ailes	4	mm
Aire	50.27	mm ²
Section réduite Y	25.13	mm ²
Section réduite Z	25.13	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	25.13	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	25.13	mm ²
Inertie de torsion	0.04	cm ⁴
Inertie Iy (flexion forte)	0.02	cm ⁴
Inertie Iz (flexion faible)	0.02	cm ⁴
Module de torsion	0.1	cm ³
Module de flexion élastique fort Wely	0.05	cm ³
Module de flexion plastique fort Wply	0.09	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	0.05	cm ³
Module de flexion plastique faible Wply	0.09	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm ⁶)	0	cm ⁶ (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	1	(EC3)



$$Ax = \pi \times (Re^2 - Ri^2)$$

$$Ay = Az = Wy = Wz = \frac{1}{2} Ax$$

$$It = \frac{1}{2} \pi \times (Re^4 - Ri^4)$$

$$Iy = Iz = \frac{1}{2} It$$

$$Wt = \frac{It}{Re}$$

$$Wely = Welz = \frac{1}{2} Wt$$

$$Wply = Wplz = 1.333(Re^3 - Ri^3)$$

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)
Mcr calculé avec longueur = Ldev, $k = kw = 1$ et $zj = 0$
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 C_1 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)

$1.25 \times T / A_r \leq \text{Sigma ADM}$

$1.54 \times C / A_r \leq \text{Sigma ADM}$

$\text{racine}(T^2 + 2.36 C^2) / A_r \leq \text{Sigma ADM}$

Hypothèses :

- Le poids de la SUE n'est pas pris en compte
- La SUE est fixée par 4 vis M10 + 4 rondelles $\varnothing 20\text{mm}$
- Nous calculons uniquement l'anneau $\varnothing 8$ avec FREELEM => les degrés de liberté sont bloqués en X, Y et Z

Plan de chargement :

- 1 force $P = 300\text{kg}$ (2943N) est appliquée au nœud 17, en haut de l'anneau

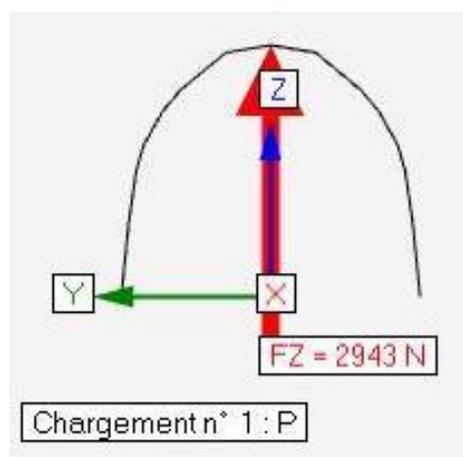
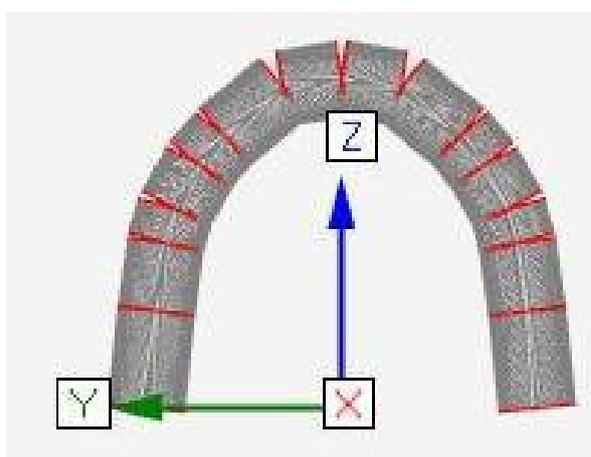


Tableau des nœuds

N°	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Appui
1	0	20	0	Encastrement
2	0	-20	0	Encastrement
3	0	19.4	5	Libre
4	0	-19.4	5	Libre
5	0	18.6	10	Libre
6	0	-18.6	10	Libre
7	0	17.3	15	Libre
8	0	-17.3	15	Libre
9	0	15.6	20	Libre
10	0	-15.6	20	Libre
11	0	13.1	25	Libre
12	0	-13.1	25	Libre
13	0	9.2	30	Libre
14	0	-9.2	30	Libre
15	0	4.7	33	Libre
16	0	-4.7	33	Libre
17	0	0	34	Libre

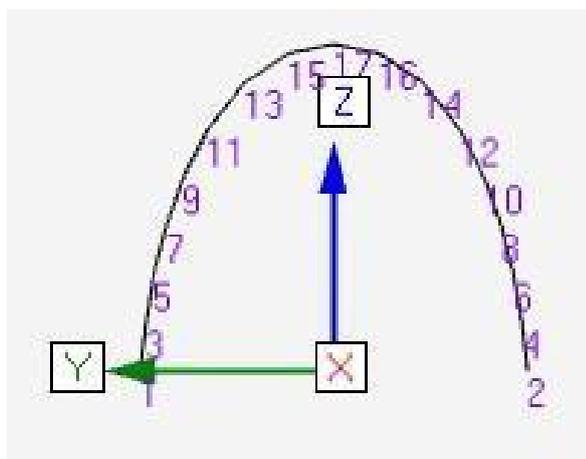
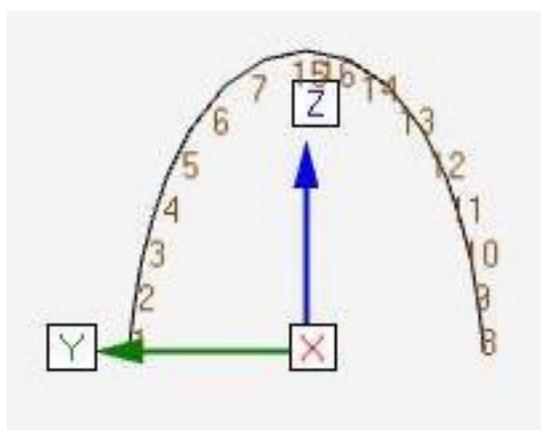


Tableau des barres

N°	Noeud 1	Noeud 2	Profilé	Liaisons	Matériau	Angle (°)	Lfy (mm)	Lfz (mm)	Ldev (mm)	Modèle dévers.
1	1	3	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
2	3	5	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
3	5	7	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
4	7	9	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
5	9	11	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	6	6	6	Aucun-déversement
6	11	13	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	6	6	6	Aucun-déversement
7	13	15	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
8	2	4	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
9	4	6	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
10	6	8	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
11	8	10	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
12	10	12	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	6	6	6	Aucun-déversement
13	12	14	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	6	6	6	Aucun-déversement
14	14	16	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
15	15	17	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement
16	16	17	ROND 8	Enc-Enc	ACIER S235	0	5	5	5	Aucun-déversement



Caractéristiques matériaux

Matériau	E (MPa)	ρ (kg/m ³)	G (MPa)	Re (MPa)	Rm (MPa)
ACIER S235	210000	7850	80769	235	340

Caractéristiques profilés

Profilé	Ax (mm ²)	Ay (mm ²)	Az (mm ²)	Wy (mm ²)	Wz (mm ²)	It (cm ⁴)	Wt (cm ³)	Iy (cm ⁴)	Wely (cm ³)	Iz (cm ⁴)	Welz (cm ³)	Cl.	Wply (cm ³)	Wplz (cm ³)	Iw (cm ⁶)
ROND 8	50	25	25	25	25	0	.1	0	.05	0	.05	1	.09	.09	0

Tableau des chargements

CasN°	Nom	Type	Localisation	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	Niveau Eurocode3
1	P	Nodal	17			2943 N				Exploitation

Tableau des combinaisons

N°	Nom	Cas	Coef	Règle	Niveau Eurocode3
201	ELS_1P	1	1	Linéaire	ELS
301	ELU_1.5P	1	1.5	Linéaire	ELU

Résultats :

Résultats déplacements 201 ELS

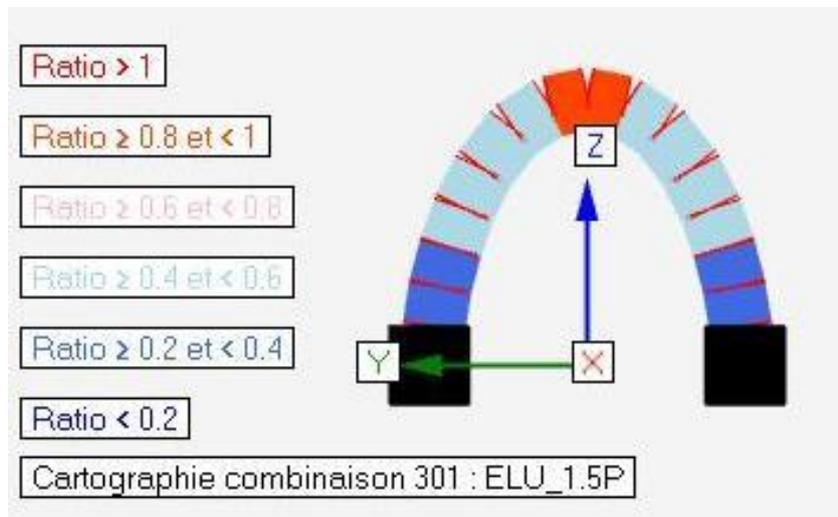
Noeud	Cas	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)
17	201	0.00	-0.00	0.01	-0.00	0.00	0.00
16	201	0.00	-0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
15	201	0.00	0.00	0.01	-0.00	0.00	0.00
14	201	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
13	201	0.00	-0.00	0.01	-0.00	0.00	0.00
12	201	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
11	201	0.00	-0.01	0.00	-0.00	0.00	0.00
10	201	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
9	201	0.00	-0.01	0.00	-0.00	0.00	0.00
8	201	0.00	0.01	0.00	-0.00	0.00	0.00
7	201	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
6	201	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
5	201	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	201	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
3	201	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	201	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	201	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Flèche verticale => Dz = 0.1 => satisfaisant

Résultats contraintes 301 ELU

Barre	Noeud	Cas	Axial (MPa)	Flexion Y (MPa)	Flexion Z (MPa)	Cisaillement Y (MPa)	Cisaillement Z (MPa)	Torsion (MPa)	σ (MPa)	τ (MPa)	Von Mises (MPa)	Ratio axial	Ratio cisaillement	Ratio flexion, axial et cisaillement	Ratio flambement Y	Ratio flambement Z	Ratio déversement	Ratio (6.61)	Ratio (6.62)	Ratio max
15	17	301	-30.1	158.8	0.0	0.0	77.0	0.0	188.8	77.0	231.2	0.13	0.56	0.82	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.82
16	17	301	-30.1	158.8	0.0	0.0	77.0	0.0	188.8	77.0	231.2	0.13	0.56	0.82	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.82
15	15	301	-30.1	55.4	0.0	0.0	77.0	0.0	85.5	77.0	158.4	0.13	0.56	0.37	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.56
16	16	301	-30.1	55.4	0.0	0.0	77.0	0.0	85.5	77.0	158.4	0.13	0.56	0.37	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.56
1	1	301	-46.1	74.6	0.0	0.0	32.0	0.0	120.8	32.0	132.9	0.20	0.24	0.51	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.51
8	2	301	-46.1	74.6	0.0	0.0	32.0	0.0	120.8	32.0	132.9	0.20	0.24	0.51	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.51
12	10	301	-48.8	56.5	0.0	0.0	1.0	0.0	105.3	1.0	105.4	0.21	0.01	0.45	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.45
5	9	301	-48.8	56.5	0.0	0.0	1.0	0.0	105.3	1.0	105.4	0.21	0.01	0.45	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.45
11	10	301	-48.5	56.5	0.0	0.0	12.3	0.0	105.0	12.3	107.1	0.21	0.09	0.45	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.45
4	9	301	-48.5	56.5	0.0	0.0	12.3	0.0	105.0	12.3	107.1	0.21	0.09	0.45	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.45

Barre n° 5/16 (en haut): Ratio maxi = 0.82 ≤ 1 => satisfaisant



Calcul SUE entier avec logiciel CAO 3D:

Système d'unités principal : Millimètre Newton Seconde (mmNs)

Longueur : mm
Force : N
Temps : sec
Température : C

Type de modèle : En trois dimensions

Points : 215
Arêtes : 946
Faces : 1246
Solides : 519
Eléments : 519

Masse totale du modèle : 4.802107e-04 tonnes

Moments principaux d'inertie par rapport à l'origine du repère universel :

I_{xx} : 5.40966e-01
 I_{yy} : 5.50827e-01
 I_{zz} : 1.05052e+00
 I_{xy} : -8.27087e-09
 I_{yz} : 5.76914e-10
 I_{xz} : -5.19887e-08

Moments principaux d'inertie et axes principaux par rapport à l'origine du repère universel :

Prin. max.	Prin. interm.	Prin. min.
1.05052e+00	5.50827e-01	5.40966e-01

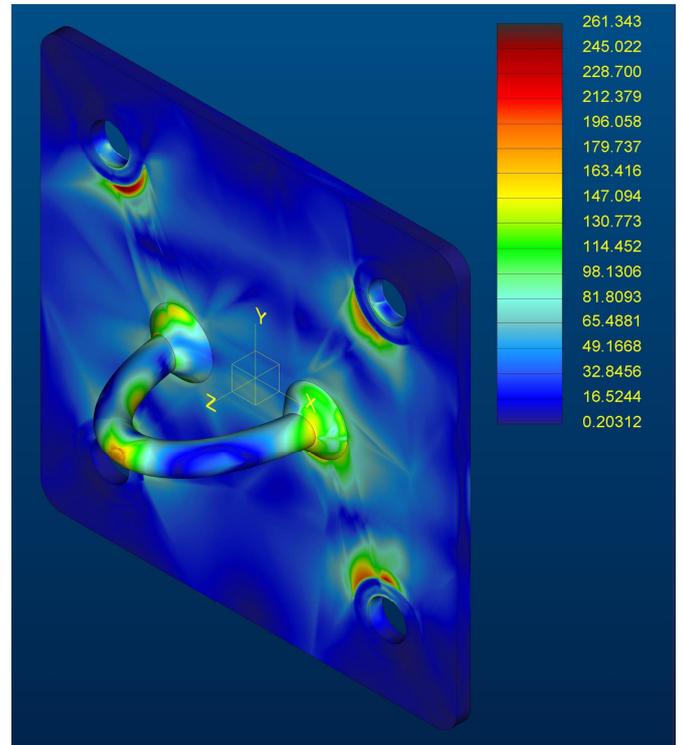
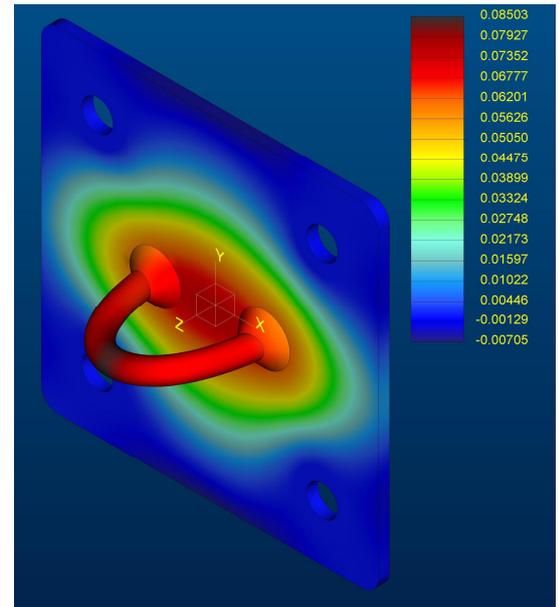
Emplac. centre de gravité par rapport à origine rep. universel :
(4.90902e-06, 1.10459e-06, 1.58835e+00)

Charge résultante du modèle :

dans la direction X globale : 2.564966e-10 N
dans la direction Y globale : -1.883735e-10 N
dans la direction Z globale : 4.414493e+03 N

Mesures :

max_disp_mag:	8.50836e-02
max_disp_x:	-7.85533e-03
max_disp_y:	5.56609e-03
max_disp_z:	8.50298e-02
max_prin_mag:	-4.65783e+02
max_stress_prin:	2.99156e+02
max_stress_vm:	2.61343e+02
max_stress_xx:	-3.45371e+02
max_stress_xy:	6.57703e+01
max_stress_xz:	8.71418e+01
max_stress_yy:	-3.20870e+02
max_stress_yz:	-1.29598e+02
max_stress_zz:	-3.23672e+02
min_stress_prin:	-4.65783e+02
strain_energy:	1.86075e+02



Contrainte Von-Mises maxi = 261MPa (au bord de la rondelle) => superficielle => satisfaisant

Contrainte Von-Mises sur l'anneau = 225MPa (au centre) => satisfaisant

Essai ELU réel:

- La bride SUE est chargée en ELU avec une masse de 457kg pendant 1 heure
 - 325kg lest + 6 x 22kg embase = 457kg
- Résultat: aucune déformation de la bride après déchargement



Conclusion:

- La platine SUE est compatible pour une CMU de 300kg