

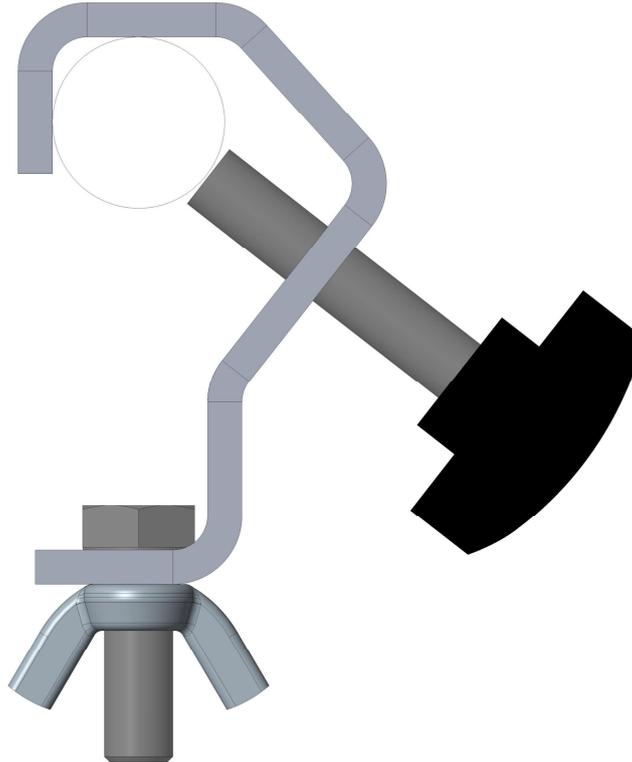


ASD
 Route de Neuville
 08460 LALOBBE
 Tél.: +33 (0)3 24 59 41 91
 Fax: +33 (0)3 24 59 01 97

Note de calcul : CR20

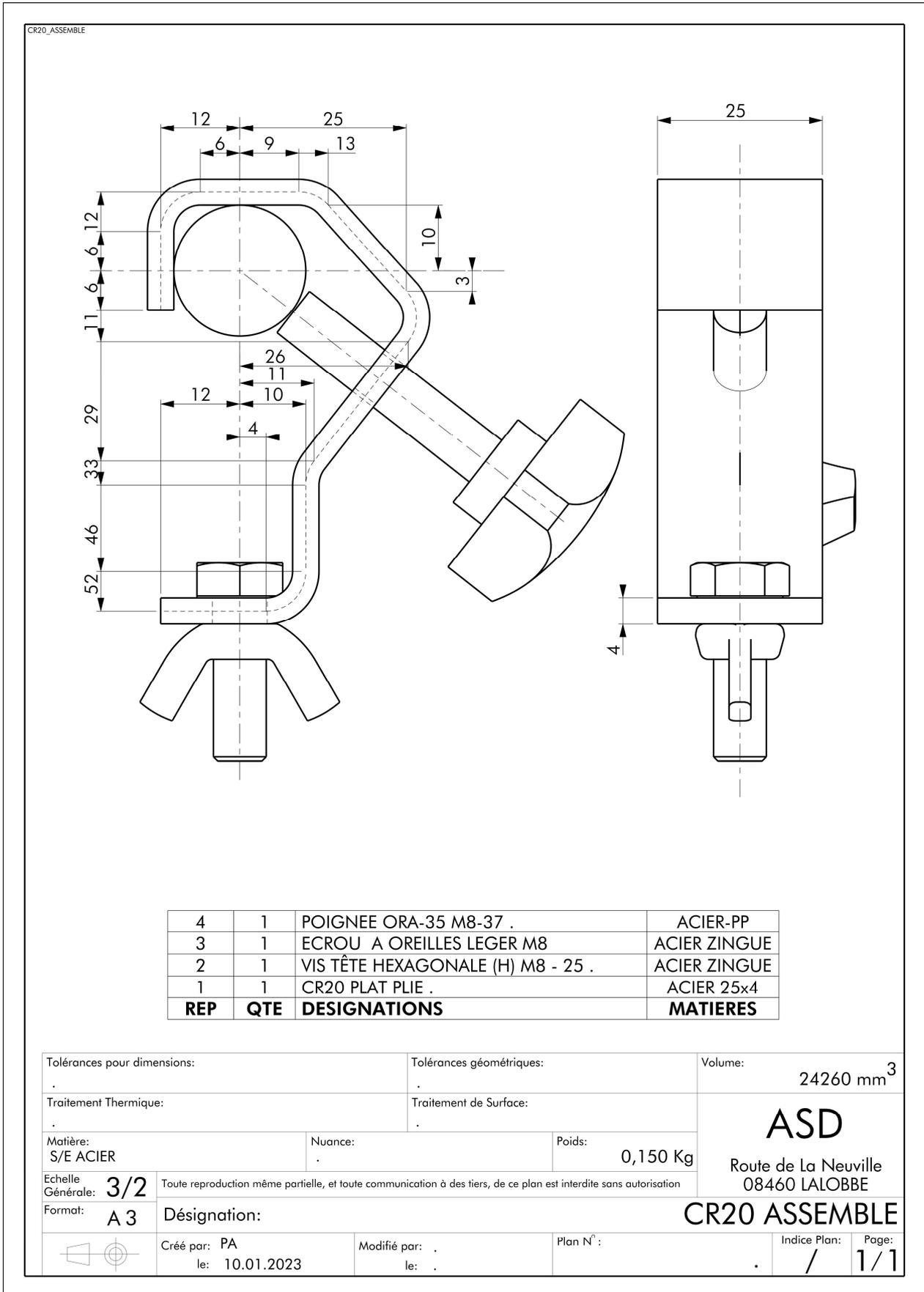
Date: mardi 10 janvier 2023

Concepteur: PA



Sommaire

Description CR20:	3
Caractéristiques - ACIER S235 :	3
Caractéristiques - Plat 25x4:	3
Paramètres du calcul du logiciel Freelem 11.0.0, conformément à l'Eurocode3	3
Hypothèses :	4
Plan de chargement :	4
Tableau des nœuds	5
Tableau des barres.....	5
Caractéristiques matériaux.....	5
Caractéristiques profilés.....	6
Tableau des chargements.....	6
Tableau des combinaisons.....	6
Résultats :	6
Résultats déplacements 201 ELS	6
Résultats contraintes 301 ELU	7
Calcul en traction de la vis H M8 Classe 8.8 en ELU	7
Calcul en cisaillement du plat au niveau de la vis, en ELU.....	7
Conclusion:	7



Description CR20:

Le crochet CR20 (suivant plan ci-dessus) est constitué de:

- 1 plat plié, 25 x 4mm, en ACIER S235
- 1 vis H M8-25, classe 8.8
- 1 écrou à oreilles M8, norme ASME B18.17, classe 4
- 1 poignée ORA TRIO-35 M8-37

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 = $G = 80800MPa$

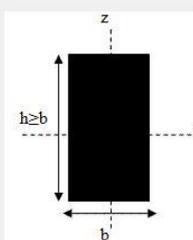
Coefficient _de _Poisson = $\nu = 0.3$

Coefficien _de _dilatation = $\alpha = 12 \times 10^{-6} (/ K)$

Masse _volumique = $\rho = 7850kg / m^3$

Caractéristiques - Plat 25x4:

Nom	PLAT 25-4	
Dimension h (D pour tube)	25	mm
Dimension b (D pour tube)	4	mm
Epaisseur âme	0	mm
Epaisseur ailes	0	mm
Aire	100	mm ²
Section réduite Y	83.33	mm ²
Section réduite Z	83.33	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	66.67	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	66.67	mm ²
Inertie de torsion	0.05	cm ⁴
Inertie Iy (flexion forte)	0.52	cm ⁴
Inertie Iz (flexion faible)	0.01	cm ⁴
Module de torsion	0.12	cm ³
Module de flexion élastique fort Wely	0.42	cm ³
Module de flexion plastique fort Wply	0.62	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	0.07	cm ³
Module de flexion plastique faible Wplz	0.1	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm ⁶)	0	cm ⁶ (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	1	(EC3)



$$A_x = h \times b$$

$$A_y = A_z = \frac{5}{6} A_x$$

$$W_y = W_z = \frac{2}{3} A_x$$

$$I_t = \frac{h \times b^3}{16} \left[\frac{16}{3} - 3.36 \frac{b}{h} \left(1 - \frac{b^4}{12h^4} \right) \right]$$

$$I_y = \frac{h^3 \times b}{12} \text{ et } I_z = \frac{b^3 \times h}{12}$$

$$W_t = \frac{h \times b^2}{3 \left[1 + 0.6095 \frac{b}{h} + 0.8865 \left(\frac{b}{h} \right)^2 - 1.8023 \left(\frac{b}{h} \right)^3 + 0.91 \left(\frac{b}{h} \right)^4 \right]}$$

$$W_{ely} = \frac{h^2 \times b}{6} \text{ et } W_{elz} = \frac{b^2 \times h}{6}$$

$$W_{ply} = 0.25b \times h^2 \text{ et } W_{plz} = 0.25h \times b^2$$

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, $k = k_w = 1$ 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)

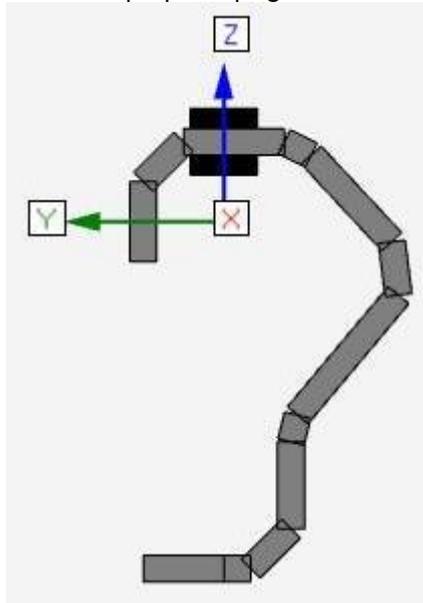
$1.25 \times T / A_r \leq \sigma_{ADM}$

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

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

Hypothèses :

- Le poids du CR20 n'est pas pris en compte
- Le CR20 est fixé en haut sur le tube $\varnothing 20$ et bloqué par la poignée M8 => les degrés de liberté sont bloqués en X, Y et Z



Plan de chargement :

- 1 force $P = 20\text{kg}$ (196N) est appliquée au nœud 13, en bas sur le plat plié

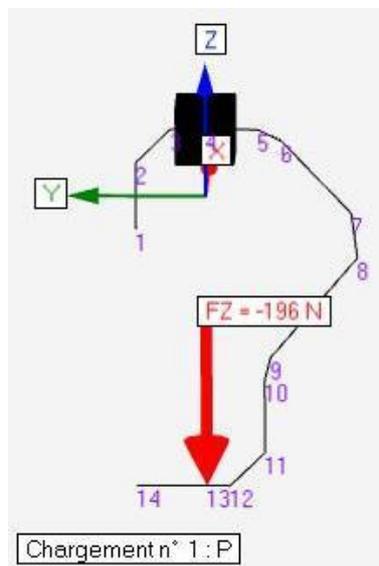


Tableau des nœuds

N°	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Appui
1	0	12	-6	Libre
2	0	12	6	Libre
3	0	6	12	Libre
4	0	0	12	Encastrement
5	0	-9	12	Libre
6	0	-13	10	Libre
7	0	-25	-3	Libre
8	0	-26	-11	Libre
9	0	-11	-29	Libre
10	0	-10	-33	Libre
11	0	-10	-46	Libre
12	0	-4	-52	Libre
13	0	0	-52	Libre
14	0	12	-52	Libre

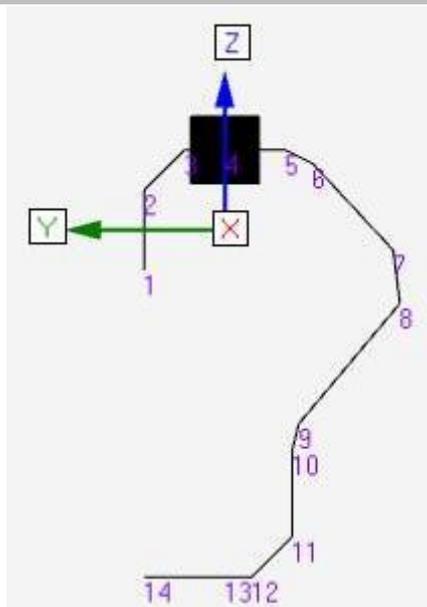
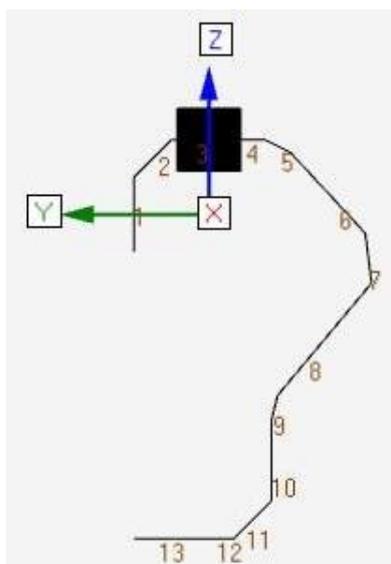


Tableau des barres

N°	Noeud 1	Noeud 2	Profilé	Liaisons	Matériau	Angle (°)	Lfy (mm)	Lfz (mm)	Ldev (mm)	Modèle dévers.
1	1	2	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	0	12	12	12	Aucun-déversement
2	2	3	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	8	8	8	Aucun-déversement
3	3	4	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	6	6	6	Aucun-déversement
4	4	5	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	9	9	9	Aucun-déversement
5	5	6	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	4	4	4	Aucun-déversement
6	6	7	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	18	18	18	Aucun-déversement
7	7	8	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	8	8	8	Aucun-déversement
8	8	9	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	23	23	23	Aucun-déversement
9	9	10	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	4	4	4	Aucun-déversement
10	10	11	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	0	13	13	13	Aucun-déversement
11	11	12	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	8	8	8	Aucun-déversement
12	12	13	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	4	4	4	Aucun-déversement
13	13	14	PLAT 25-4	Enc-Enc	ACIER S235	90	12	12	12	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)
PLAT 25-4	100	83	83	67	67	.1	.12	.5	.42	0	.07	1	.62	.1	0

Tableau des chargements

CasN°	Nom	Type	Localisation	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	Niveau Eurocode3
1	P	Nodal	13			-196 N				Exploitation

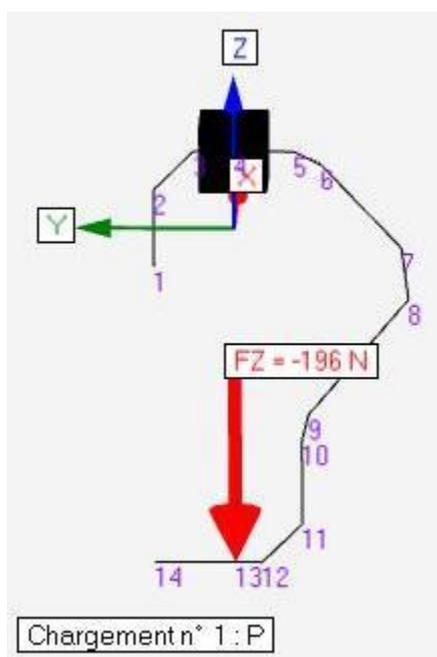


Tableau des combinaisons

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

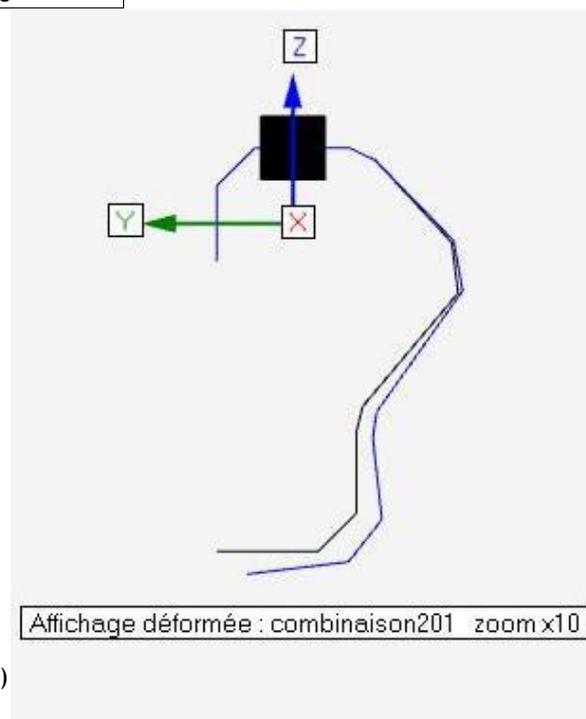
Résultats :

Résultats déplacements 201 ELS

Noeud	Cas	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)
1	201	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	201	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	201	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	201	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	201	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
6	201	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0
7	201	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0
8	201	0.0	-0.1	0.0	-0.0	-0.0	0.0
9	201	0.0	-0.2	-0.1	-0.0	-0.0	0.0
10	201	0.0	-0.3	-0.1	-0.0	-0.0	0.0
11	201	0.0	-0.4	-0.1	-0.0	-0.0	0.0
12	201	0.0	-0.5	-0.2	-0.0	-0.0	0.0
13	201	0.0	-0.5	-0.2	-0.0	-0.0	0.0
14	201	0.0	-0.5	-0.4	-0.0	-0.0	0.0

Flèche verticale => Dz = 0.4 => satisfaisant

Flèche horizontale => Dy = 0.5 => 1/128^{ème} => satisfaisant

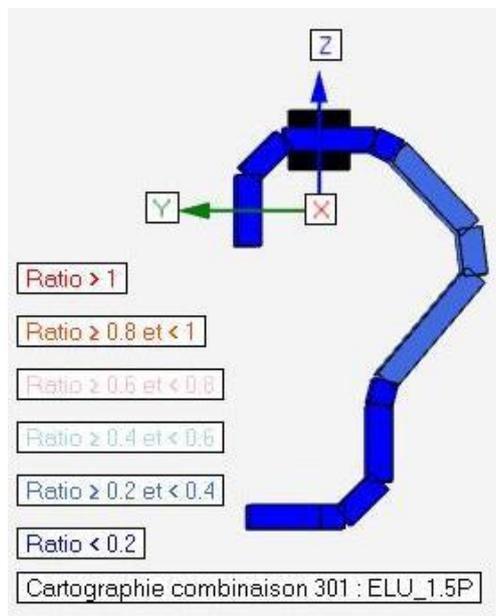


Vue déformée (amplifiée x 10)

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	
7	8	301	-2.9	0.0	76.4	0.5	0.0	0.0	79.4	0.5	79.4	0.01	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
8	8	301	-2.3	0.0	76.4	2.8	0.0	0.0	78.7	2.8	78.9	0.01	0.02	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
7	7	301	-2.9	0.0	73.5	0.5	0.0	0.0	76.4	0.5	76.4	0.01	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
6	7	301	-2.2	0.0	73.5	3.0	0.0	0.0	75.7	3.0	75.8	0.01	0.02	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
6	6	301	-2.2	0.0	38.2	3.0	0.0	0.0	40.4	3.0	40.7	0.01	0.02	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
5	6	301	-1.3	0.0	38.2	3.9	0.0	0.0	39.5	3.9	40.1	0.01	0.03	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
9	9	301	-2.9	0.0	32.3	1.1	0.0	0.0	35.2	1.1	35.2	0.01	0.01	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
8	9	301	-2.3	0.0	32.3	2.8	0.0	0.0	34.6	2.8	34.9	0.01	0.02	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
10	11	301	-2.9	0.0	29.4	0.0	0.0	0.0	32.3	0.0	32.3	0.01	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
10	10	301	-2.9	0.0	29.4	0.0	0.0	0.0	32.3	0.0	32.3	0.01	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14

Barre n° 7 (au pli de droite à 90°): Ratio maxi = 0.34 ≤ 1 => satisfaisant



Calcul en traction de la vis H M8 Classe 8.8 en ELU

$$\text{Vis_M8_Classe_8.8: } A_s = 34.7 \text{ mm}^2 \quad f_{ub} = 800 \text{ MPa} \quad f_y = 640 \text{ MPa}$$

$$F_{t,Ed} = 20 \text{ kg} \times 1.5 = 295 \text{ N}$$

$$\text{TRACTION: } F_{t,Ed} = 295 \text{ N} \leq F_{t,Rd} = \frac{0.9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} \times 2(\text{vis}) = \frac{0.9 \times 800 \times 34.7}{1.25} = 19987 \text{ N} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Calcul en cisaillement du plat au niveau de la vis, en ELU

$$\text{Plat_25} \times 4 \text{_Classe_8.8: } A_{net} = (25 - 8) \times 4 = 68 \text{ mm}^2 \quad f_u = 360 \text{ MPa} \quad f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$N_{t,Ed} = 20 \text{ kg} \times 1.5 = 295 \text{ N}$$

$$\text{CISAILLEMENT: } N_{t,Ed} = 295 \text{ N} \leq N_{u,Rd} = \frac{0.9 \times f_u \times A_{net}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \times 360 \times 68}{1.25} = 17625 \text{ N} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Conclusion:

- Le crochet CR20 est compatible pour une CMU de 20kg