

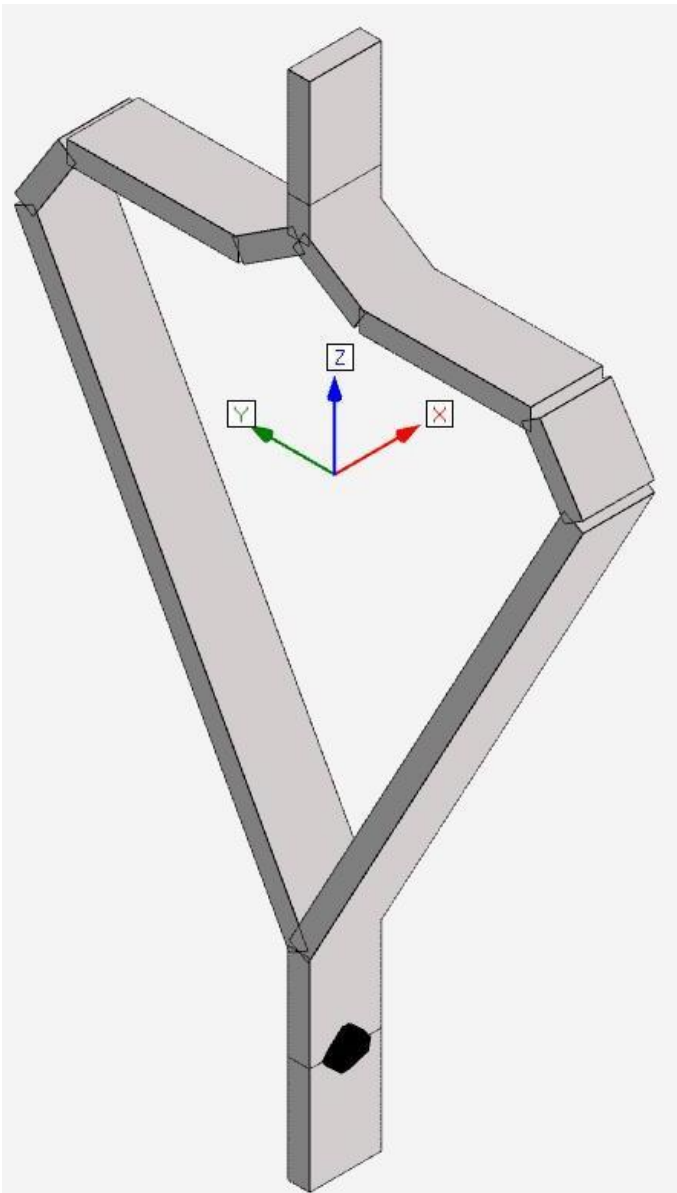


ASD
Route de Neuville
08460 LALOBBE
Tél.: +33 (0)3 24 59 41 91
Fax: +33 (0)3 24 59 01 97

Note de calcul : SP125

Date: vendredi 06 janvier 2023

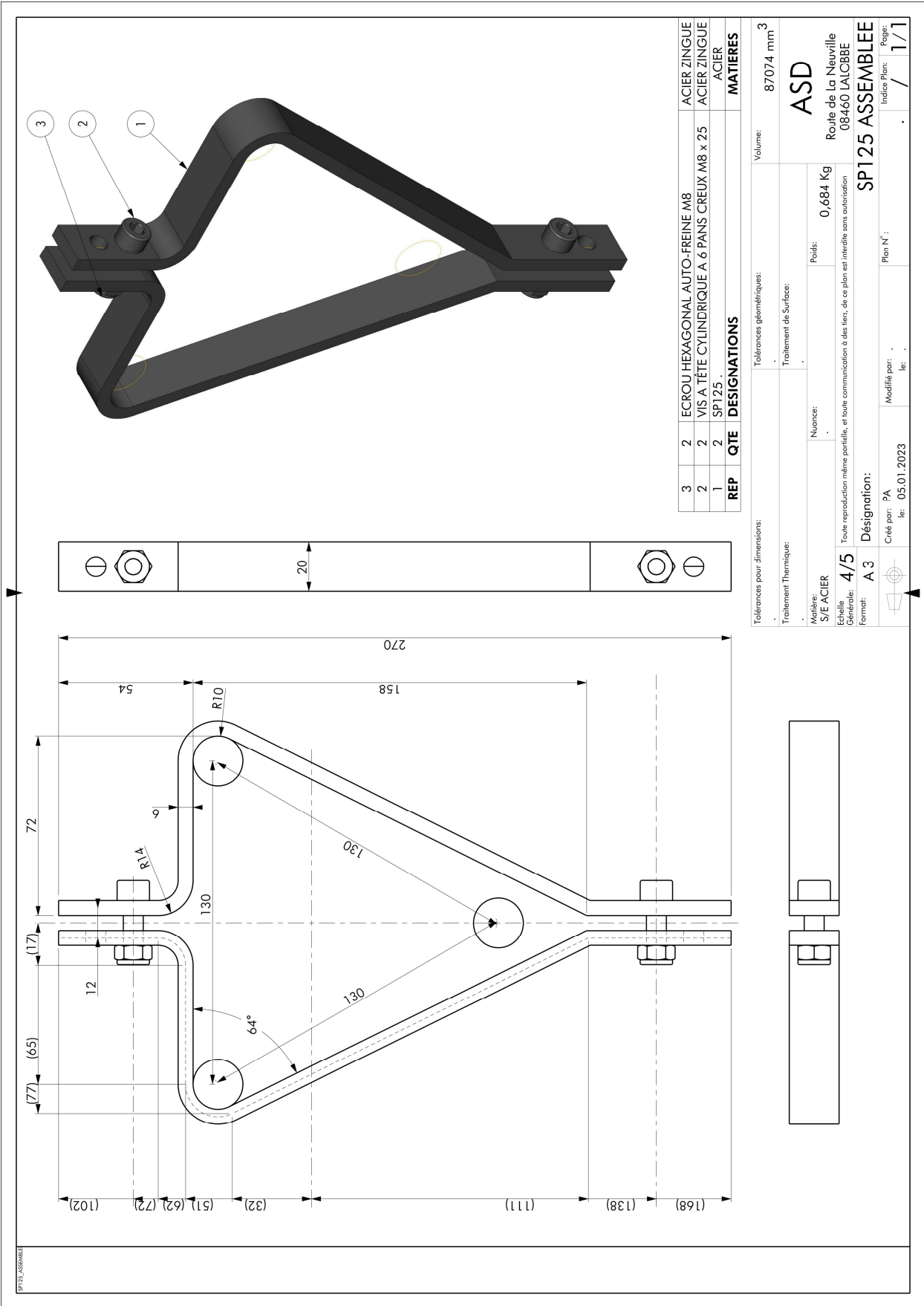
Concepteur: PA





Sommaire

Description SP125:	4
Caractéristiques - ACIER S235 :	4
Caractéristiques - Plat 20x6:	4
Paramètres du calcul du logiciel Freelem 11.0.0, conformément à l'Eurocode3	4
Hypothèses :	5
Plan de chargement PH:	5
Tableau des nœuds PH	6
Tableau des barres PH - PB.....	7
Caractéristiques matériaux.....	8
Caractéristiques profilés.....	8
Tableau des chargements PH	8
Tableau des combinaisons PH.....	8
Résultats PH:	9
Résultats déplacements 201 ELS - PH	9
Résultats contraintes 301 ELU - PH	10
Plan de chargement PB:.....	11
Tableau des nœuds PB	11
Tableau des chargements PB.....	11
Tableau des combinaisons PB.....	11
Résultats PB:	12
Résultats déplacements 201 ELS - PB.....	12
Résultats contraintes 301 ELU - PB	13
Calcul flexion-cisaillement de la vis M8 Classe 8.8 d'accroche du câble ou de la chaîne	14
Calcul en traction des 2 plats au niveau du trou $\varnothing 8$ d'accroche.....	14
Conclusion :	14



Description SP125:

La SP125 (suivant plan ci-dessus) est constituée de:

- 2 plats pliés, 20 x 6mm, en ACIER S235
- 2 vis H M8-30
- 2 écrous frein HM8

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 = $G = 80800MPa$

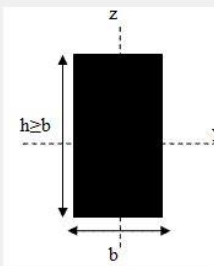
Coefficient _ de _ Poisson = $\nu = 0.3$

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

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

Caractéristiques - Plat 20x6:

Nom	PLAT 20-6	
Dimension h (D pour tube)	20	mm
Dimension b (D pour tube)	6	mm
Epaisseur âme	0	mm
Epaisseur ailes	0	mm
Aire	120	mm ²
Section réduite Y	100	mm ²
Section réduite Z	100	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	80	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	80	mm ²
Inertie de torsion	0.12	cm ⁴
Inertie Iy (flexion forte)	0.4	cm ⁴
Inertie Iz (flexion faible)	0.04	cm ⁴
Module de torsion	0.2	cm ³
Module de flexion élastique fort Wely	0.4	cm ³
Module de flexion plastique fort Wply	0.6	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	0.12	cm ³
Module de flexion plastique faible Wplz	0.18	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm ⁶)	0	cm ⁶ (EC3 - déversement)
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 : $N/A + Mfy/Wply + Mfz/Wplz \leq (1-\rho)fy$
pour les profilés de classe 3 et 4 : idem avec Wel au lieu de Wpl, avec $\rho \leq 0.9$
- 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 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), k_{ij} 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 de la SP125 n'est pas pris en compte
- Les 2 parties en plat 20x6 qui se touchent sont remplacées par 1 plat 20x6
- La SP125 est fixée par un câble ou une chaîne entre les 2 plats => les degrés de liberté sont bloqués en X, Y et Z (au nœud 19 ou 20)

Plan de chargement PH:

- PH = force $F_Z = 1000N$ ($2 \times 500N$) est appliquée via les 2 membrures SD150 à 65mm du milieu, sur les plats 20x6

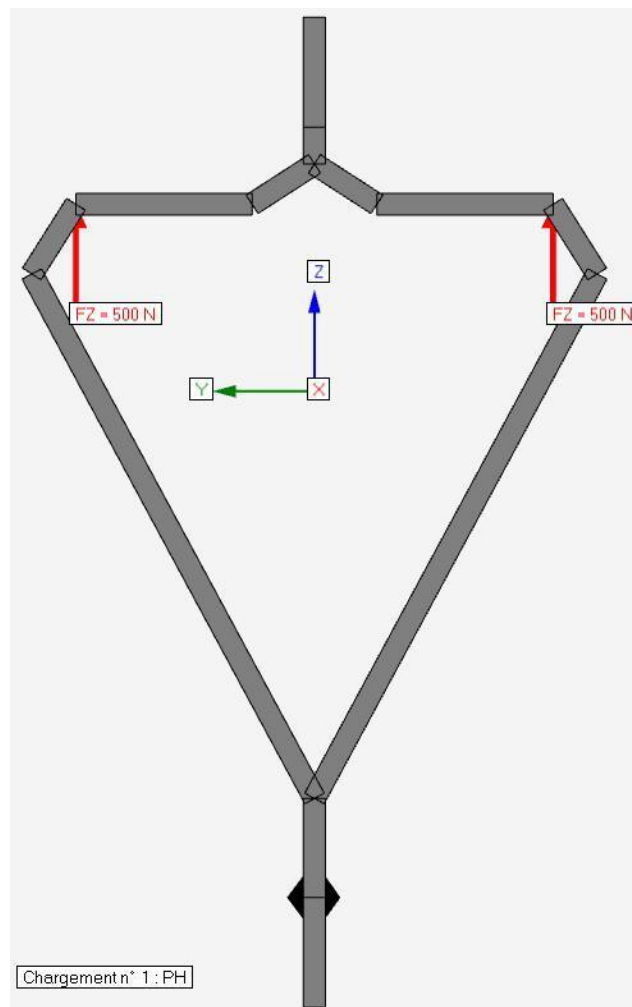


Tableau des nœuds PH

N°	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Appui
1	0	0	102	Libre
2	0	0	62	Libre
3	0	17	51	Libre
4	0	65	51	Libre
5	0	77	32	Libre
9	0	0	-111	Libre
10	0	0	-168	Libre
14	0	-77	32	Libre
15	0	-65	51	Libre
16	0	-17	51	Libre
19	0	0	72	Libre
20	0	0	-138	BlocageDX_DY_DZ_RX_RZ

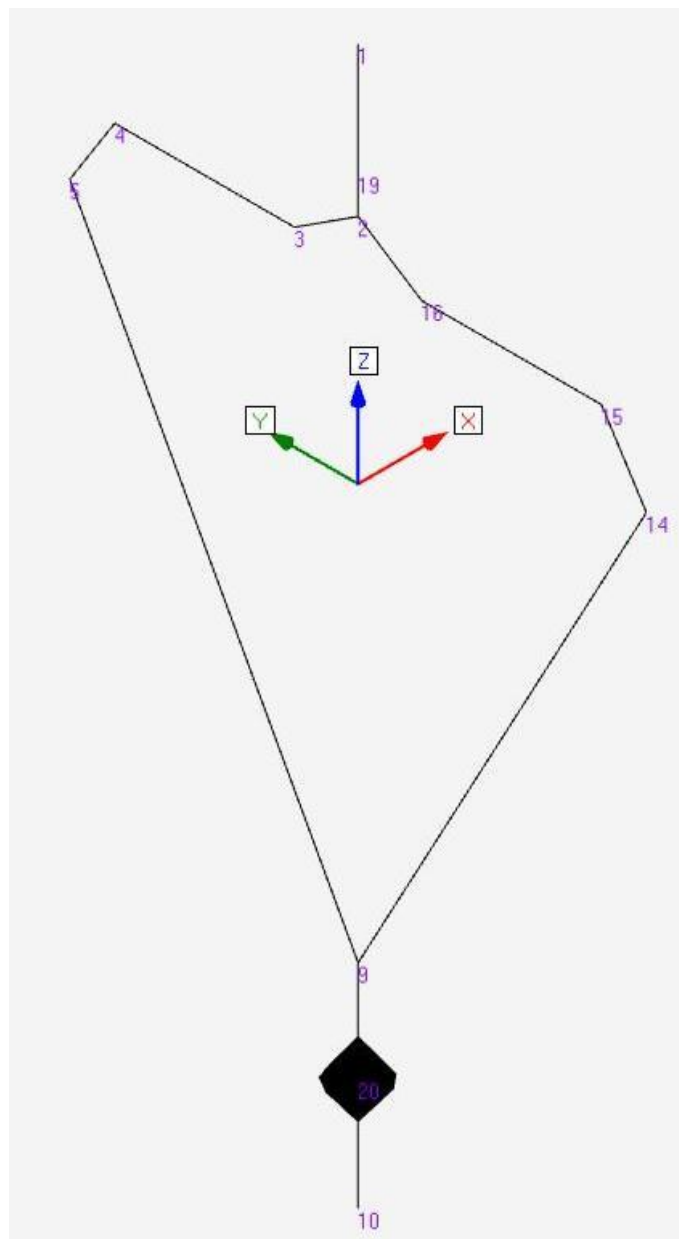
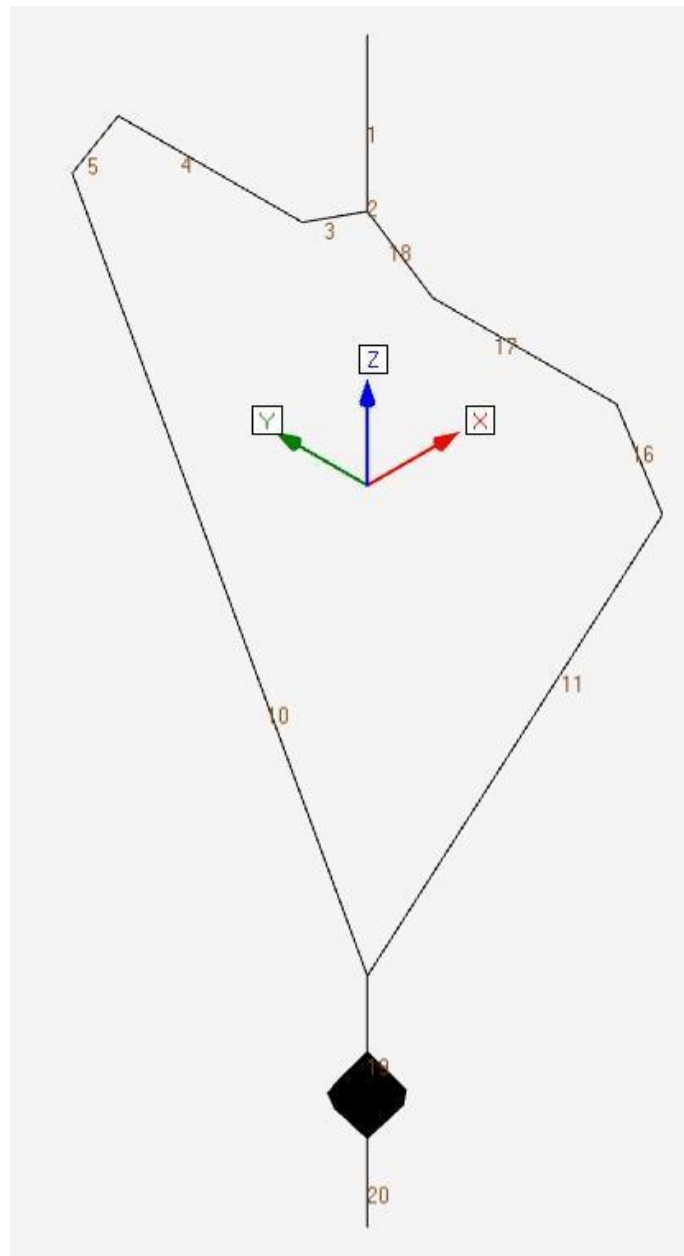


Tableau des barres PH - PB

N°	Noeud 1	Noeud 2	Profilé	Liaisons	Matériau	Angle (°)	Lfy (mm)	Lfz (mm)	Ldev (mm)	Modèle dévers.
1	1	19	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	0	30	30	30	Aucun-déversement
2	19	2	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	0	10	10	10	Aucun-déversement
3	2	3	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	90	20	20	20	Aucun-déversement
4	3	4	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	90	48	48	48	Aucun-déversement
5	4	5	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	90	22	22	22	Aucun-déversement
10	5	9	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	90	162	162	162	Aucun-déversement
11	9	14	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	90	162	162	162	Aucun-déversement
16	14	15	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	90	22	22	22	Aucun-déversement
17	15	16	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	90	48	48	48	Aucun-déversement
18	16	2	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	90	20	20	20	Aucun-déversement
19	9	20	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	0	27	27	27	Aucun-déversement
20	20	10	PLAT 20-6	Enc-Enc	ACIER S235	0	30	30	30	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 20-6	120	100	100	80	80	.1	.2	.4	.4	0	.12	1	.6	.18	0

Tableau des chargements PH

CasN°	Nom	Type	Localisation	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	Niveau Eurocode3
1	PH	Nodal	4/15	0 N	0 N	500 N	0 N.m	0 N.m	0 N.m	Exploitation

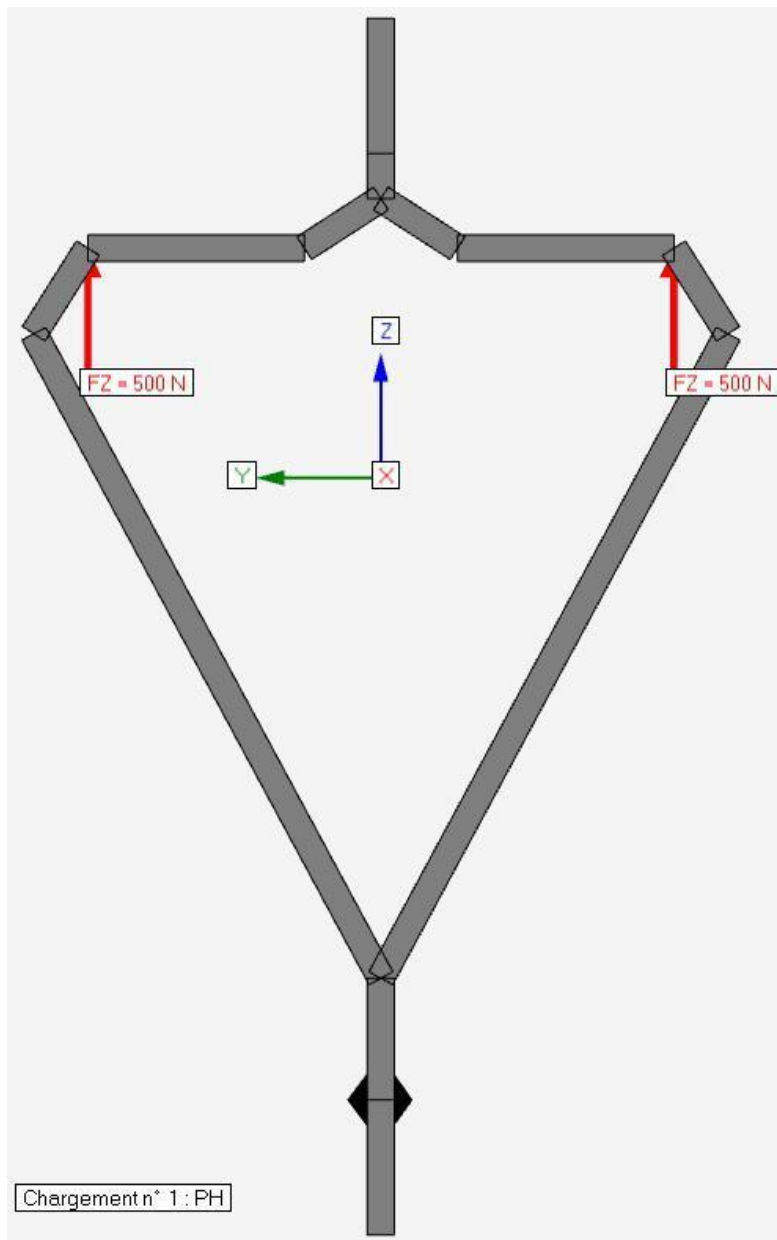


Tableau des combinaisons PH

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

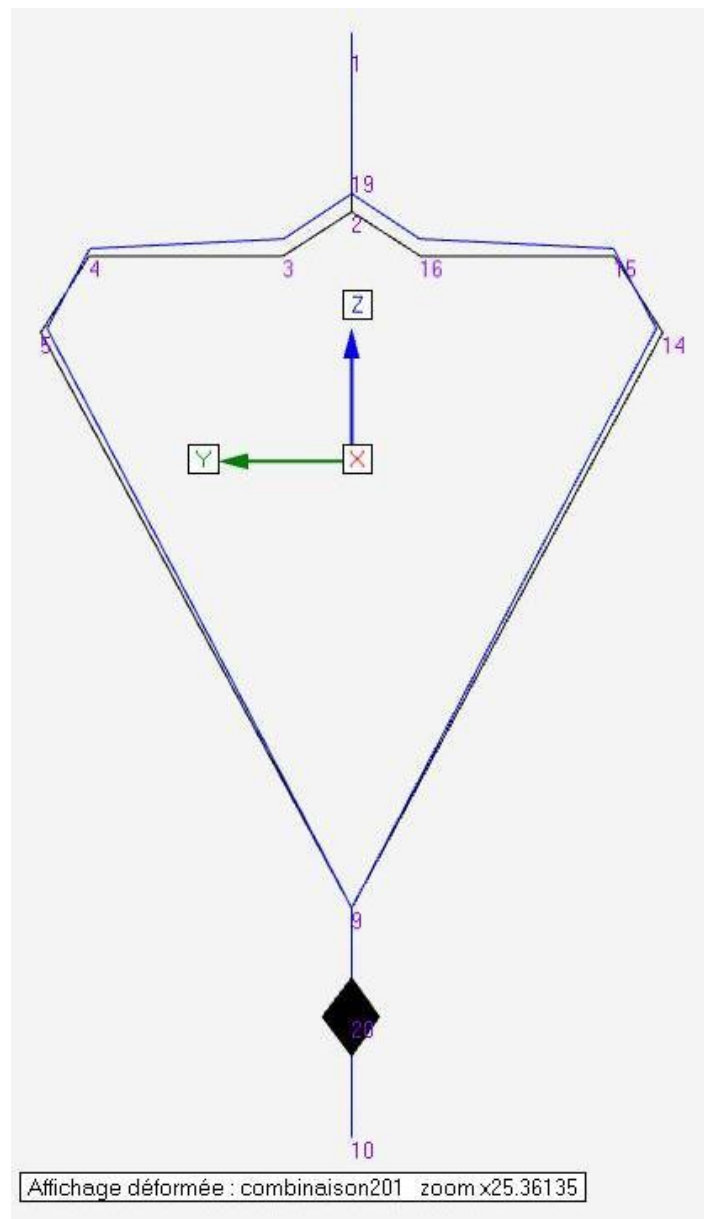
Résultats PH:

Résultats déplacements 201 ELS - PH

Noeud	Cas	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)
2	201	0.0	0.0	0.2	-0.0	0.0	0.0
19	201	0.0	0.0	0.2	-0.0	0.0	0.0
1	201	0.0	0.0	0.2	-0.0	0.0	0.0
16	201	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
3	201	0.0	-0.0	0.2	-0.0	0.0	-0.0
15	201	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
4	201	0.0	-0.0	0.1	-0.0	0.0	-0.0
14	201	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
5	201	0.0	-0.1	0.0	-0.0	0.0	-0.0
9	201	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
10	201	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	201	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Flèche verticale => $Dz = 0.2\text{mm} / 150\text{mm} = 1/750^{\text{ème}}$ => satisfaisant

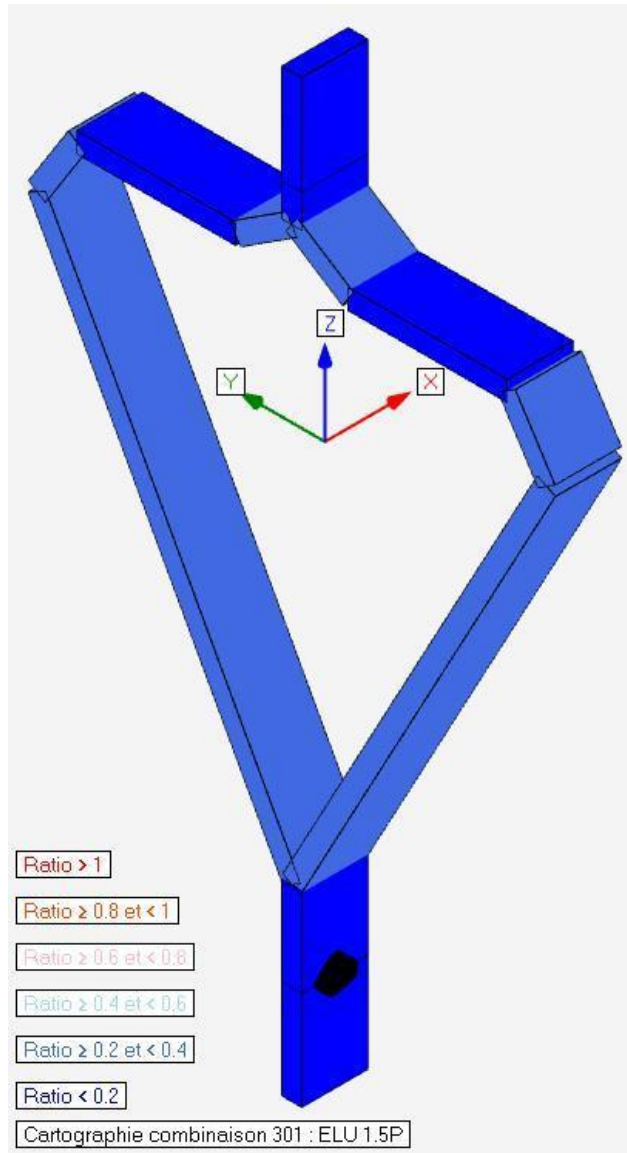
Vue déformée (amplifiée x 25)



Résultats contraintes 301 ELU - PH

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		
11	14	301	-6.7	0.0	54.0	1.2	0.0	0.0	60.7	1.2	60.7	0.03	0.01	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	
10	5	301	-6.7	0.0	54.0	1.2	0.0	0.0	60.7	1.2	60.7	0.03	0.01	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
16	14	301	-4.0	0.0	54.0	8.1	0.0	0.0	58.0	8.1	59.7	0.02	0.06	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
5	5	301	-4.0	0.0	54.0	8.1	0.0	0.0	58.0	8.1	59.7	0.02	0.06	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
3	2	301	2.1	0.0	45.1	2.0	0.0	0.0	47.2	2.0	47.3	0.01	0.01	0.20	0.01	0.01	0.00	0.12	0.20	0.20	0.20	
18	2	301	2.1	0.0	45.1	2.0	0.0	0.0	47.2	2.0	47.3	0.01	0.01	0.20	0.01	0.01	0.00	0.12	0.20	0.20	0.20	
11	9	301	-6.7	0.0	32.7	1.2	0.0	0.0	39.4	1.2	39.5	0.03	0.01	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
10	9	301	-6.7	0.0	32.7	1.2	0.0	0.0	39.4	1.2	39.5	0.03	0.01	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
5	4	301	-4.0	0.0	27.1	8.1	0.0	0.0	31.1	8.1	34.1	0.02	0.06	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
16	15	301	-4.0	0.0	27.1	8.1	0.0	0.0	31.1	8.1	34.1	0.02	0.06	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
4	4	301	2.5	0.0	27.1	0.0	0.0	0.0	29.5	0.0	29.5	0.01	0.00	0.13	0.01	0.01	0.00	0.08	0.13	0.13	0.13	
17	15	301	2.5	0.0	27.1	0.0	0.0	0.0	29.5	0.0	29.5	0.01	0.00	0.13	0.01	0.01	0.00	0.08	0.13	0.13	0.13	

Barre n° 10 et 11 (Plat 20x6 du triangle): Ratio maxi = 0.26 ≤ 1 => satisfaisant



Plan de chargement PB:

- PG-G :
 - force FZ = -500N est appliquée au nœud 5
 - Force FY = 1025N (due à l'angle de 64° du plat incliné) est appliquée au nœud 5
- PG-D :
 - force FZ = -500N est appliquée au nœud 14
 - Force FY = -1025N (due à l'angle de 64° du plat incliné) est appliquée au nœud 14

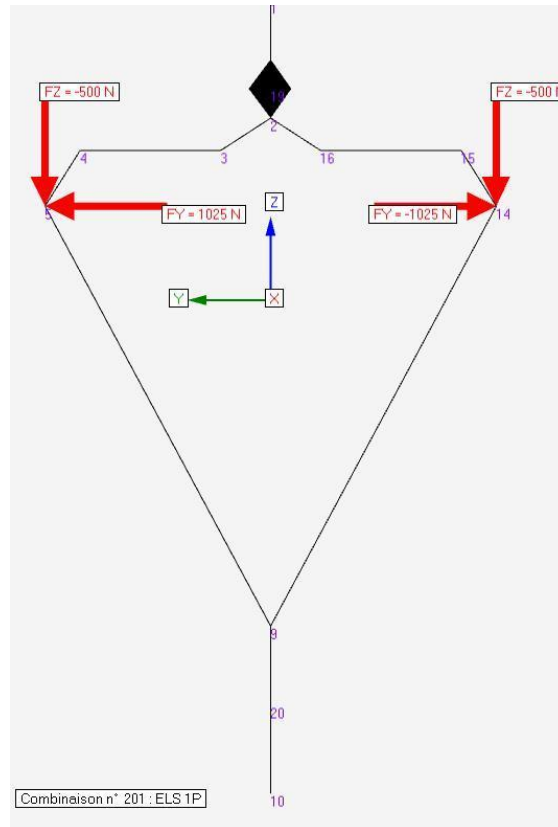


Tableau des nœuds PB

N°	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Appui
1	0	0	102	Libre
2	0	0	62	Libre
3	0	17	51	Libre
4	0	65	51	Libre
5	0	77	32	Libre
9	0	0	-111	Libre
10	0	0	-168	Libre
14	0	-77	32	Libre
15	0	-65	51	Libre
16	0	-17	51	Libre
19	0	0	72	BlocageDX_DY_DZ_RX_RZ
20	0	0	-138	Libre

Tableau des chargements PB

CasN°	Nom	Type	Localisation	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	Niveau Eurocode3
1	PB-G	Nodal	5	0 N	1025 N	-500 N	0 N.m	0 N.m	0 N.m	Exploitation
2	PB-D	Nodal	14	0 N	-1025 N	-500 N	0 N.m	0 N.m	0 N.m	Exploitation

Tableau des combinaisons PB

N°	Nom	Cas	Coef	Cas	Coef	Règle	Niveau Eurocode3
201	ELS 1P	1	1	2	1	Linéaire	ELS
301	ELU 1.5P	1	1.5	2	1.5	Linéaire	ELU

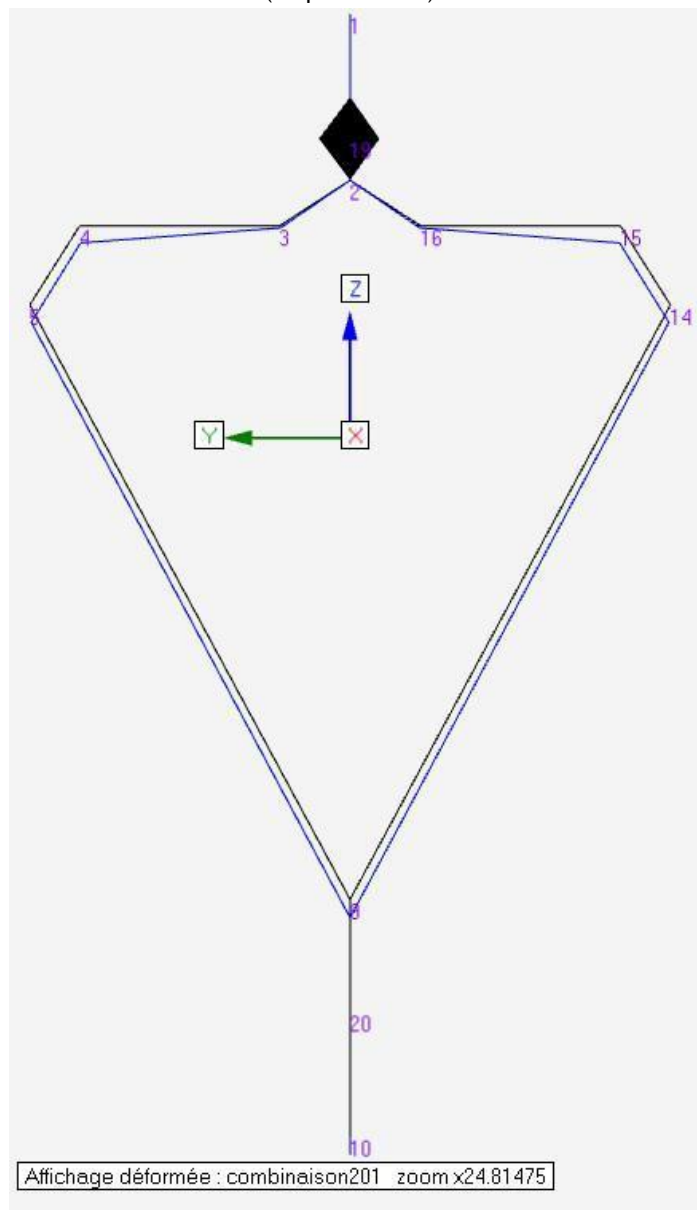
Résultats PB:

Résultats déplacements 201 ELS - PB

Noeud	Cas	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)
9	201	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.0	0.0
20	201	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.0	0.0
10	201	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.0	0.0
14	201	0.0	0.0	-0.2	-0.0	-0.0	0.0
5	201	0.0	-0.0	-0.2	0.0	-0.0	-0.0
15	201	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.0	0.0
4	201	0.0	-0.0	-0.2	-0.0	-0.0	-0.0
16	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
2	201	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
19	201	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
1	201	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0

Flèche verticale => $Dz = 0.2\text{mm} / 150\text{mm} = 1/750^{\text{ème}}$ => satisfaisant

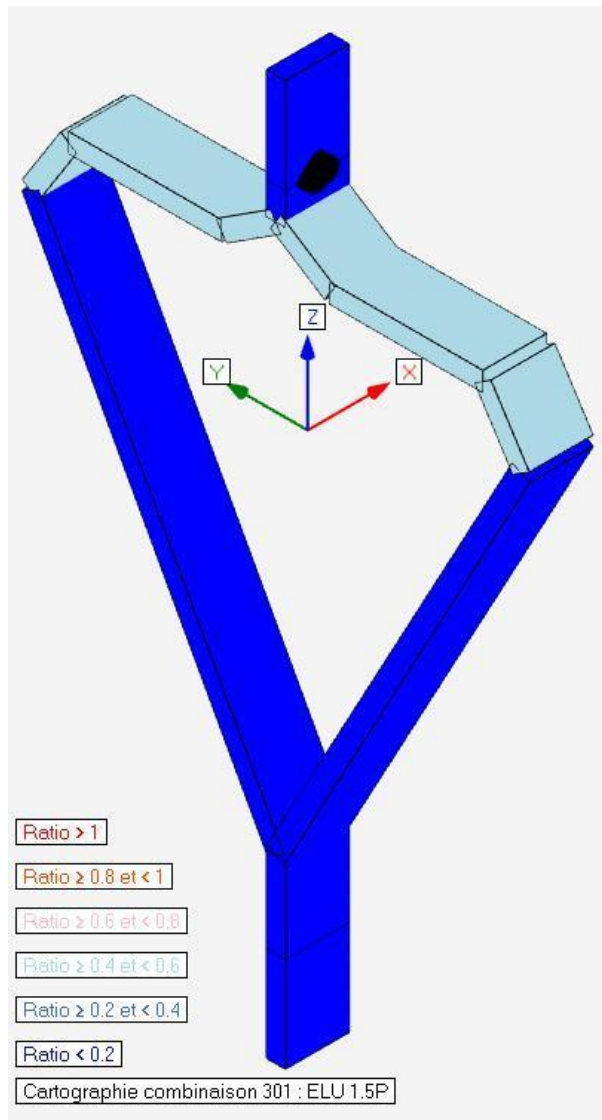
Vue déformée (amplifiée x 25)



Résultats contraintes 301 ELU - PB

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	
4	4	301	-12.8	0.0	110.7	9.4	0.0	0.0	123.5	9.4	124.6	0.05	0.07	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
17	15	301	-12.8	0.0	110.7	9.4	0.0	0.0	123.5	9.4	124.6	0.05	0.07	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
5	4	301	-12.1	0.0	110.7	11.2	0.0	0.0	122.9	11.2	124.4	0.05	0.08	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52
16	15	301	-12.1	0.0	110.7	11.2	0.0	0.0	122.9	11.2	124.4	0.05	0.08	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52
18	16	301	-14.1	0.0	89.3	2.6	0.0	0.0	103.4	2.6	103.5	0.06	0.02	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44
3	3	301	-14.1	0.0	89.3	2.6	0.0	0.0	103.4	2.6	103.5	0.06	0.02	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44
17	16	301	-12.8	0.0	89.3	9.4	0.0	0.0	102.1	9.4	103.4	0.05	0.07	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
4	3	301	-12.8	0.0	89.3	9.4	0.0	0.0	102.1	9.4	103.4	0.05	0.07	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
18	2	301	-14.1	0.0	66.2	2.6	0.0	0.0	80.4	2.6	80.5	0.06	0.02	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
3	2	301	-14.1	0.0	66.2	2.6	0.0	0.0	80.4	2.6	80.5	0.06	0.02	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
5	5	301	-12.1	0.0	1.5	11.2	0.0	0.0	13.6	11.2	23.7	0.05	0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
16	14	301	-12.1	0.0	1.5	11.2	0.0	0.0	13.6	11.2	23.7	0.05	0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08

Barre n° 4 et 17 (Plat 20x6 horizontaux): Ratio maxi = 0.53 ≤ 1 => satisfaisant



Calcul flexion-cisaillement de la vis M8 Classe 8.8 d'accroche du câble ou de la chaîne

Hypothèse: la chaîne ou le câble sont pris en sandwich entre les 2 plats 20x6 et serré par la vis M8

$$\text{Vis } M8 \text{ Classe } 8.8: A_s = 34.8 \text{ mm}^2 \quad A_v = \frac{A_s}{2} = 17.4 \text{ mm}^2 \quad f_{ub} = 800 \text{ MPa} \quad f_y = 640 \text{ MPa}$$

$$W_{pl} = 1.333 \times R^3 = 1.333 \times 4^3 = 85 \text{ mm}^3 \quad W_{el} = \frac{\pi \times R^3}{4} = \frac{\pi \times 4^3}{4} = 50 \text{ mm}^3$$

$$F_x = \frac{1000 \text{ N} \times 1.5}{2} = 750 \text{ N} \quad L = \frac{12 \text{ mm}}{2} = 6 \text{ mm}$$

$$\text{FLEXION: } F_x \times L = 750 \text{ N} \times 6 \text{ mm} = 4.5 \text{ mN} \leq M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{85 \times 640}{1} = 54.4 \text{ mN} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$\text{CISAILLEMENT: } F_x = 750 \text{ N} \leq F_{v,Rd} = \frac{0.6 \times f_{ub} \times A_v}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \times 800 \times 17.4}{1.25} = 6682 \text{ N} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Vérification boulon fléchi et cisailé:

$$\text{Moment de flexion: } M_f = F_x \times L = 750 \text{ N} \times 6 \text{ mm} = 4500 \text{ mmN}$$

$$\text{Contrainte flexion } \sigma = \frac{M_f}{W_{pl}} = \frac{4500}{85} = 53 \text{ MPa} \Rightarrow \text{ratio} = \frac{53}{640} = 0.08 < 1$$

$$\text{Contrainte cisaillement } \tau = \frac{F_x \times 1.5}{A_v} = \frac{750 \times 1.5}{17.4} = 65 \text{ MPa} < \frac{f_y}{\sqrt{3}} = \frac{640}{\sqrt{3}} = 369.5 \text{ MPa} \Rightarrow \text{ratio} = \frac{65}{369.5} = 0.18 < 1$$

$$\text{Contrainte Von-Mises } = \sqrt{\sigma^2 + 3 \times \tau^2} = \sqrt{53^2 + 3 \times 65^2} = 125 \text{ MPa} < 640 \text{ MPa} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Calcul en traction des 2 plats au niveau du trou ø8 d'accroche

$$2 \text{ Plats } 20 \times 6 \text{ trou } \phi 8: A_s = 2 \times (20 - 8) \times 6 = 144 \text{ mm}^2 \quad f_y = 235 \text{ MPa} \quad F_x = 1000 \text{ N} \times 1.5 = 1500 \text{ N}$$

$$\text{TRACTION: } F_x = 1500 \text{ N} \leq N_{pl,Rd} = \frac{A_s \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{144 \times 235}{1} = 33840 \text{ N} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Conclusion :

- La suspension SP125 est compatible pour une CMU de 100kg, pointe en haut et pointe en bas