

NOTE DE CALCUL

Projet: 02722-NC1

TL500

Note de calculs référence :02722-NC1.rtd

du: 14/12/22

B.E:



Tél: 0324594191

Fax: 0324590197

Mail: tchenot@alusd.com

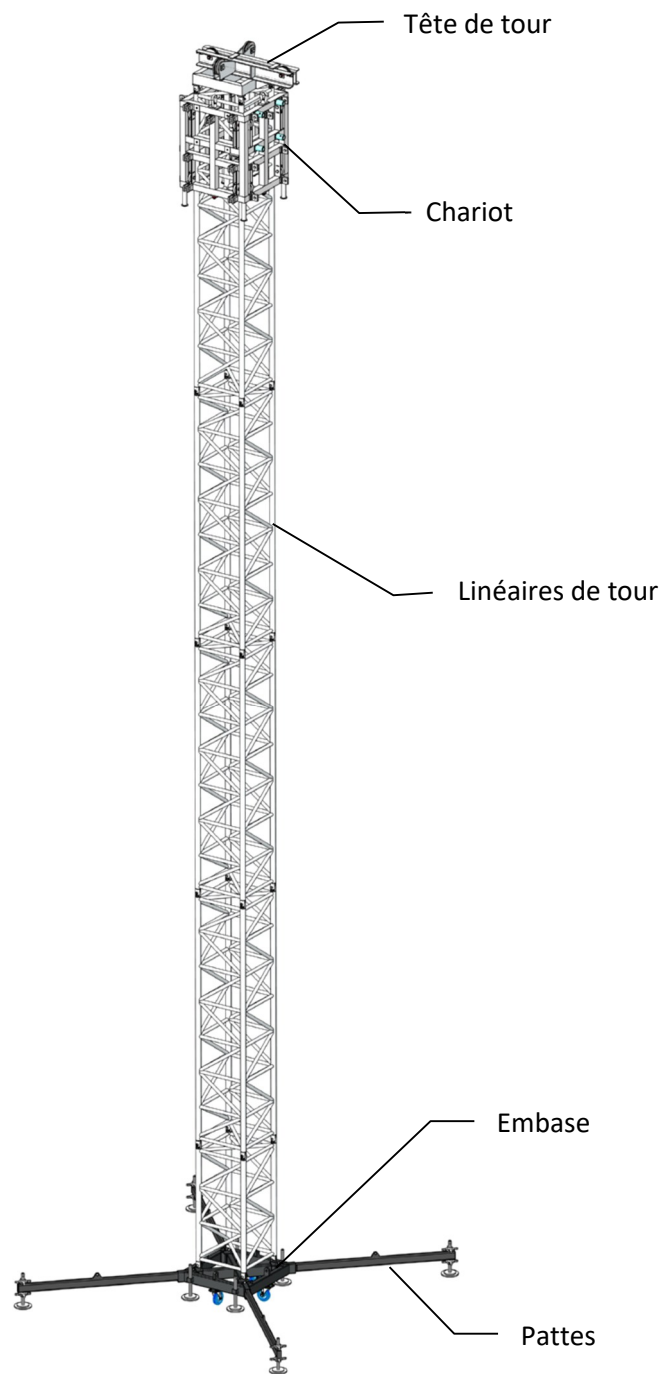
POUR:

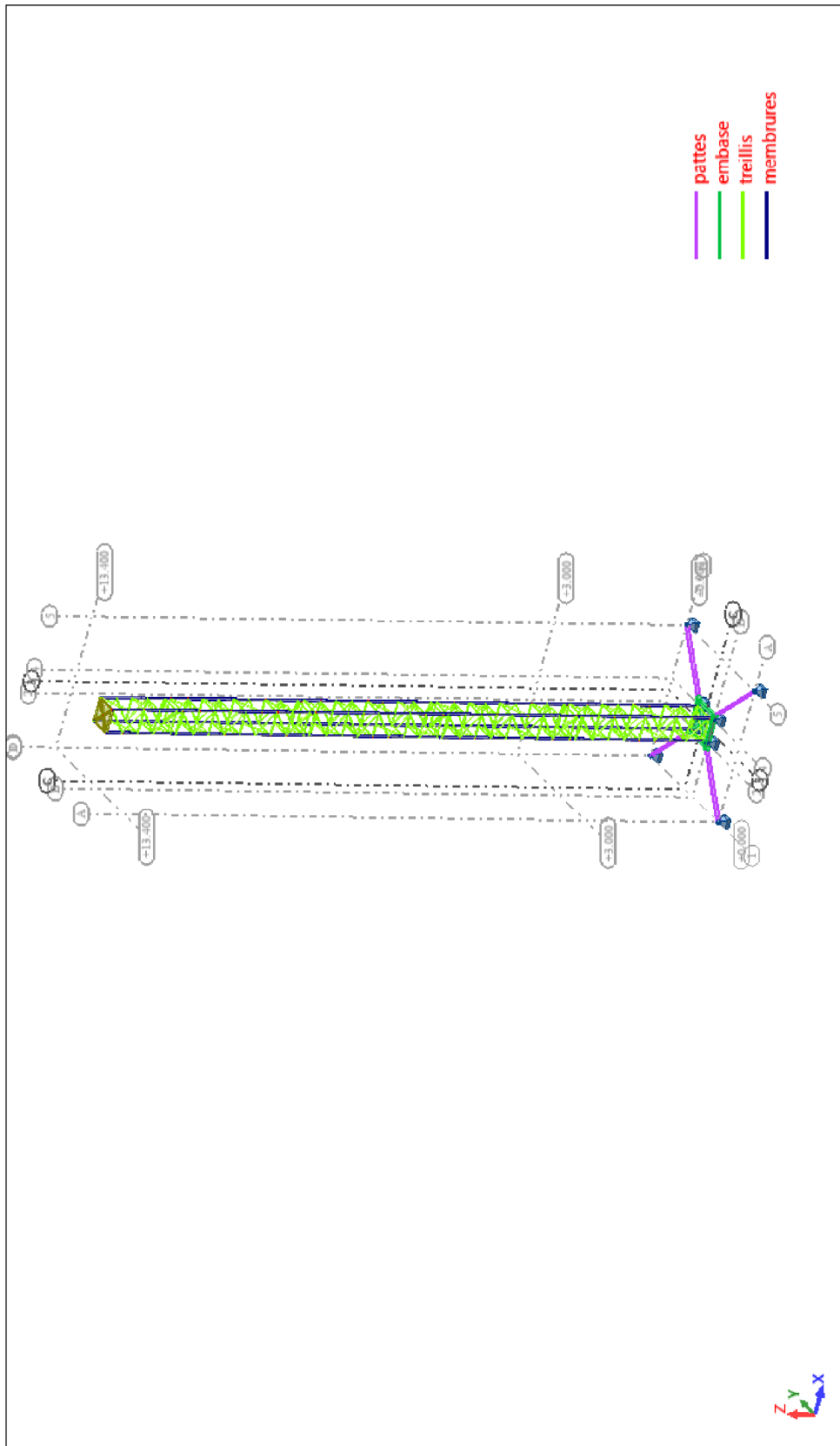
Client: -

Auteur: S.CHRISMENT

1.	VUE D'ENSEMBLE	3
2.	HYPOTHESES DE CALCULS.....	5
3.	NOTE DE CALCUL	6
4.	PROPRIETES DES PROFILES	8
5.	PONDERATIONS	9
6.	CARACTERISTIQUES - BARRES.....	10
7.	CARACTERISTIQUES - MATERIAUX.....	10
8.	CHARGES.....	11
9.	COMBINAISONS	12
10.	DEP ELS - DEFORMEE EXACTE; CAS: 7A9	13
11.	SIGMA ELU - S MAX;S MIN; CAS: 4A6	14
12.	FX MEMBRURES ELS - FX;FORCES DE REACTION(DAN); CAS: 7A9	15
12.1.	CONTROLE DES AXES CHAPES DE LINEAIRE DE TOUR.....	16
13.	FLAMBEMENT GENERALISE DE LA TOUR VALEURS : COEFFICIENT CRITIQUE	18
14.	FLAMBEMENT ELU DEPL. - DEFORMEE; CAS: 11 (EFF/6=PP*1.00 + RET5T*1.70) MODES: 1	19
15.	FZ MIN/MAX ELS - FORCES DE REACTION(DAN); CAS: 7A9	20
16.	CONTROLE DES VERINS D'EMBASE :	21
16.1.	CONTROLE A LA COMPRESSION	21
16.2.	CONTROLE DES SOUDURES.....	22
17.	ETUDE LA TETE DE TOUR	23
17.1.	LEVAGE 2T.	23
17.1.1.	Chargement	23
17.1.2.	Contrainte de von mises.....	23
17.1.3.	Coefficient de sécurité.....	24
17.1.4.	Resistance de la vis de poulie.....	24
17.1.5.	Contrôle des roulements :	25
17.2.	RETENUE D'EXPLOITATION DE 5T.	26
17.2.1.	Chargement	26
17.2.2.	Contrainte de von mises.....	26
17.2.3.	Coefficient de sécurité.....	27
17.2.4.	Resistance de la vis de poulie.....	27
17.2.5.	Contrôle des roulements :	28
18.	ETUDE DU CHARIOT	29
18.1.	CHARGEMENT	30
18.2.	CONTRAINTES DE VON MISES	30
18.3.	DEPLACEMENTS.....	31
18.4.	COEFFICIENT DE SECURITE.....	32
18.5.	CONTROLE DE LA SOUDURE D'UNE CHAPE	33
18.6.	ELINGUAGE	34
18.6.1.	Anneau de levage :	34
18.6.2.	Elingue de mise en sécurité :	34
18.6.3.	Tige filetée en traction	34
19.	ETUDE DE L'EMBASE.....	35
19.1.	CHARGEMENT	35
19.2.	CONTRAINTES DE VON MISES	36
19.3.	COEFFICIENT DE SECURITE.....	36
20.	CONCLUSION	37
21.	ANNEXE1 : PLAN D'ENSEMBLE DE LA TOUR.....	38
22.	ANNEXE2 : NŒUDS.....	39
23.	ANNEXE3 : BARRES.....	43

1. Vue d'ensemble





2. Hypothèses de calculs

Tour de levage ASD TL500 suivant plan 02722-0E1 du 21/11/22 repris en Annexe1 en page 38.

Défaut d'aplomb toléré de la tour : $1/200^\circ$ (déplacement en tête $\leq 67\text{mm}$)

Réactions de la tour sur les 4 vérins d'embase, les pattes ne servant qu'à reprendre que les moments éventuels dû aux chargements excentrés.

Résumé des poids :

Elément :	Poids (kgs)
Embase + 4 pattes std	144
Linéaires de tours SC50xFCE (1x1.2 + 3x3.0 + 1x2.5ml)	206
Chariot	80
Tête de tour	45
Total :	475 kgs

Tableau 1

Chargement :

Utilisation par 4 tours TL500 minimum (pour retenue horizontale en tête) suivant principe de la Figure 1 ci-dessous pour une hauteur maximale hors tout de 13.4m (soit une hauteur $\leq 12\text{m}$ sous un pont SR8050).

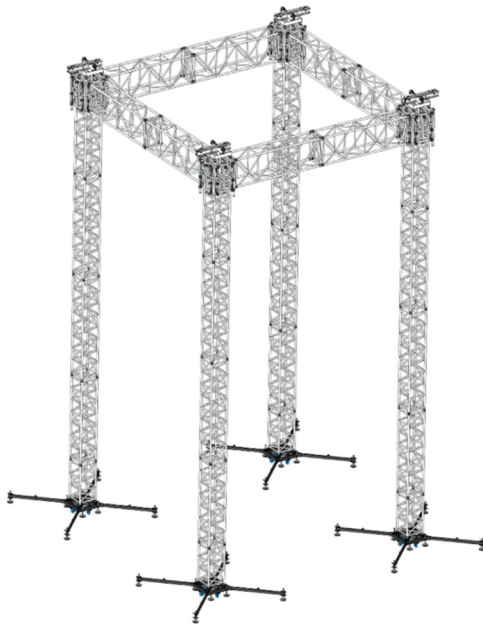


Figure 1

Exclu de cette étude :

- Utilisation extérieure
- Utilisation en tour isolée ou pont
- Etude des linéaires de ponts de liaison inter-tours

Deux modes de chargement sera étudié :

1. Mode Levage : Cmu de 2t sur chariot avec levage mouflé à l'aide d'un palan de 1t embarqué sur le chariot :
 - a. Montée d'un rigger de 100kgs maxi, le long de la tour pour mise en sécurité de la tête de tour et relâchement du palan. (Installation de la chaîne de sécu pour exploitation de 5t)
 - b. Capacité maximale le levage : 2t
2. Mode exploitation : Cmu de 5t sur chariot (palan relâché) :
 - a. Après étape 1.a, la tour sera capable de reprendre une cmu de 5t par tour en vue d'un levage de grill secondaire, accroche son ...
 - b. Utilisation impérative avec tête de tour sur élingue de sécurité pour exploitation de 5t

Note 1

3. Note de calcul

Propriétés du projet: **02722-NC1**

Type de structure: Portique spatial

Coordonnées du centre de gravité de la structure:

X = 0.000 (m)

Y = -0.000 (m)

Z = 4.940 (m)

Moments d'inertie centraux de la structure:

Ix = 6146.503 (kg*m²)

Iy = 6146.170 (kg*m²)

Iz = 116.059 (kg*m²)

Masse = 303.071 (kg)

Description de la structure

Nombre de noeuds:	202
Nombre de barres:	329
Eléments finis linéiques:	501
Eléments finis surfaciques:	0
Eléments finis volumiques:	0
Nbre de degrés de liberté stat.:	1188
Cas:	11
Combinaisons:	2

Liste de cas de charges/types de calculs

Cas 1 : PP
Type d'analyse: Statique linéaire

Cas 2 : LEV2T
Type d'analyse: Statique linéaire

Cas 3 : RET5T
Type d'analyse: Statique linéaire

Cas 4 : EFF
Type d'analyse:

Cas 5 : EFF+
Type d'analyse:

Cas 6 : EFF-
Type d'analyse:

Cas 7 : DEP
Type d'analyse:

Cas 8 : DEP+
Type d'analyse:

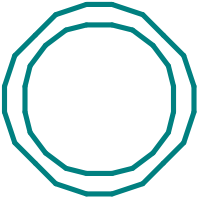
Cas 9 : DEP-
Type d'analyse:

Cas 10 : $EFF/5=PP*1.00 + LEV2T*1.70$
Type d'analyse: Combinaison de cas de flambement

Cas 11 : $EFF/6=PP*1.00 + RET5T*1.70$
Type d'analyse: Combinaison de cas de flambement

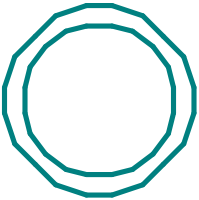
4. propriétés des profilés

RONDE_50x5



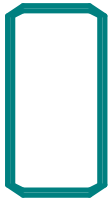
HY=50.0, HZ=50.0 [mm]
AX=7.07 [cm²]
IX=36.23, IY=18.11, IZ=18.11 [cm⁴]
Matériau=6106-T6

RONDE_30x3



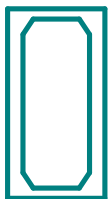
HY=30.0, HZ=30.0 [mm]
AX=2.54 [cm²]
IX=4.69, IY=2.35, IZ=2.35 [cm⁴]
Matériau=6106-T6

RECF 100x50x3



HY=50.0, HZ=100.0 [mm]
AX=8.41 [cm²]
IX=88.60, IY=106.00, IZ=36.00 [cm⁴]
Matériau=ACIER E24 Soudé

TREC 80x40x5



HY=40.0, HZ=80.0 [mm]
AX=10.88 [cm²]
IX=65.05, IY=82.38, IZ=26.17 [cm⁴]
Matériau=ACIER E24 Soudé

5. Pondérations

Pondérations suivant le règlement :
AL 76 Avril 2000

Paramètres de la création des pondérations

Type de pondérations : complètes

Liste de cas actifs :

1: PP	permanente	G1	1.00	PP
2: LEV2T	d'exploitation	Q1	1.00	LEV2T
3: RET5T	d'exploitation	Q1	1.00	RET5T

Liste de modèles de combinaison :

EFF	normale (1 charge variable)
EFF	normale (2 charges variables)
EFF	normale (3 charges variables)
DEP	Déplacement

Liste de groupes définis :

permanente:	G1	et,
d'exploitation:	Q1	ou excl.,

Liste de relations définies :

permanente:	G1
d'exploitation:	Q1

6. Caractéristiques - Barres

Nom de la section	Liste des barres	AX [cm ²]	AY [cm ²]	AZ [cm ²]	IX [cm ⁴]	IY [cm ⁴]	IZ [cm ⁴]
RONDE_50x5	1A6 85 86 153A156 223A226 293A295 306	7.07	5.96	5.96	36.23	18.11	18.11
RONDE_30x3	7A72 87A152 157A222 227A- 292 297A305 315A317 321A3- 24 329A331 335A338 343A34- 5 349A352 357A359	2.54	2.15	2.15	4.69	2.35	2.35
RECF 100x50x3	73A79P2 81A84	8.41	3.00	6.00	88.60	106.00	36.00
TREC 80x40x5	74A80P2	10.88	4.84	4.84	65.05	82.38	26.17

7. Caractéristiques - Matériaux

	Matériau	E [daN- /mm ²]	G [daN- /mm ²]	NU	LX [1/°C]	RO [daN/m ³]	Re [daN/mm ²]
1	6106-T6	6950.00	2780.00	0.33	0.00	2700.0	20.00
2	ACIER E24 Soudé	21000.00	8080.00	0.30	0.00	7701.0	23.50

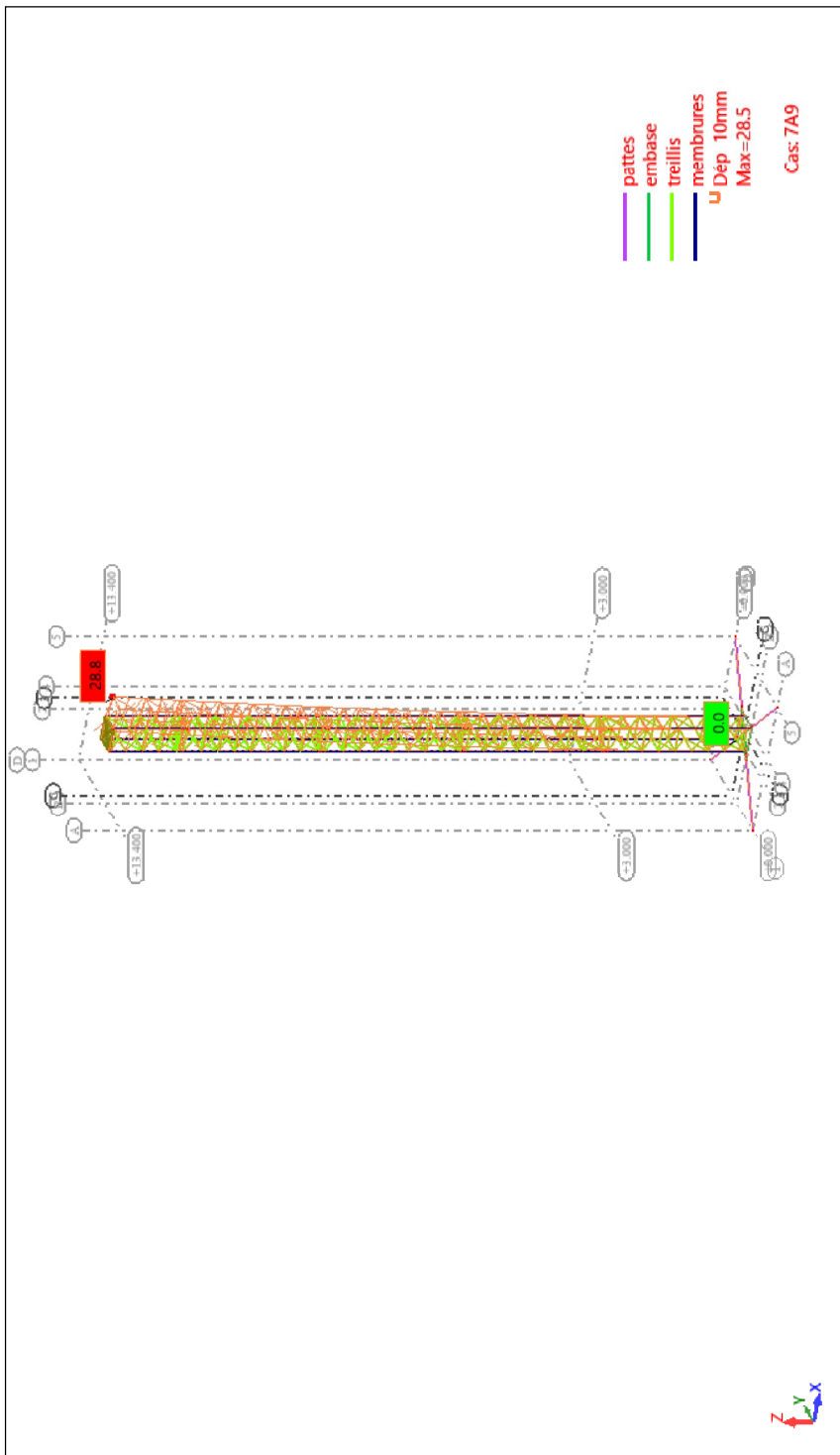
8. charges

Cas	Préfixe	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge	Remarques utilisateur
1	PP	poids propre	1A295 297-A306 315A-317 321A3-24 329A331 335A338 3-43A345 34-9A352 357-A359	PZ Moins Coef=1.00	
1	PP	force nodale	182	FZ=-80.0[daN]	chariot
1	PP	force nodale	182	FZ=-45.0[daN]	tête de tour
1	PP	force nodale	49	FX=0.0[daN] FY=0.0[daN] FZ=-53.0[daN] Alpha=0.0[Deg] Bêta=0.0[Deg] Gamma=0.0[Deg]	complément embase
2	LEV2T	force nodale	182	FZ=-2000.0[daN] CY=134.00[daNm]	levage 2t 1/200e
2	LEV2T	force nodale	182	FX=15.0[daN] FZ=-150.0[daN] CY=100.00[daNm]	Rigger
3	RET5T	force nodale	182	FZ=-5000.0[daN] CY=335.00[daNm]	

9. combinaisons

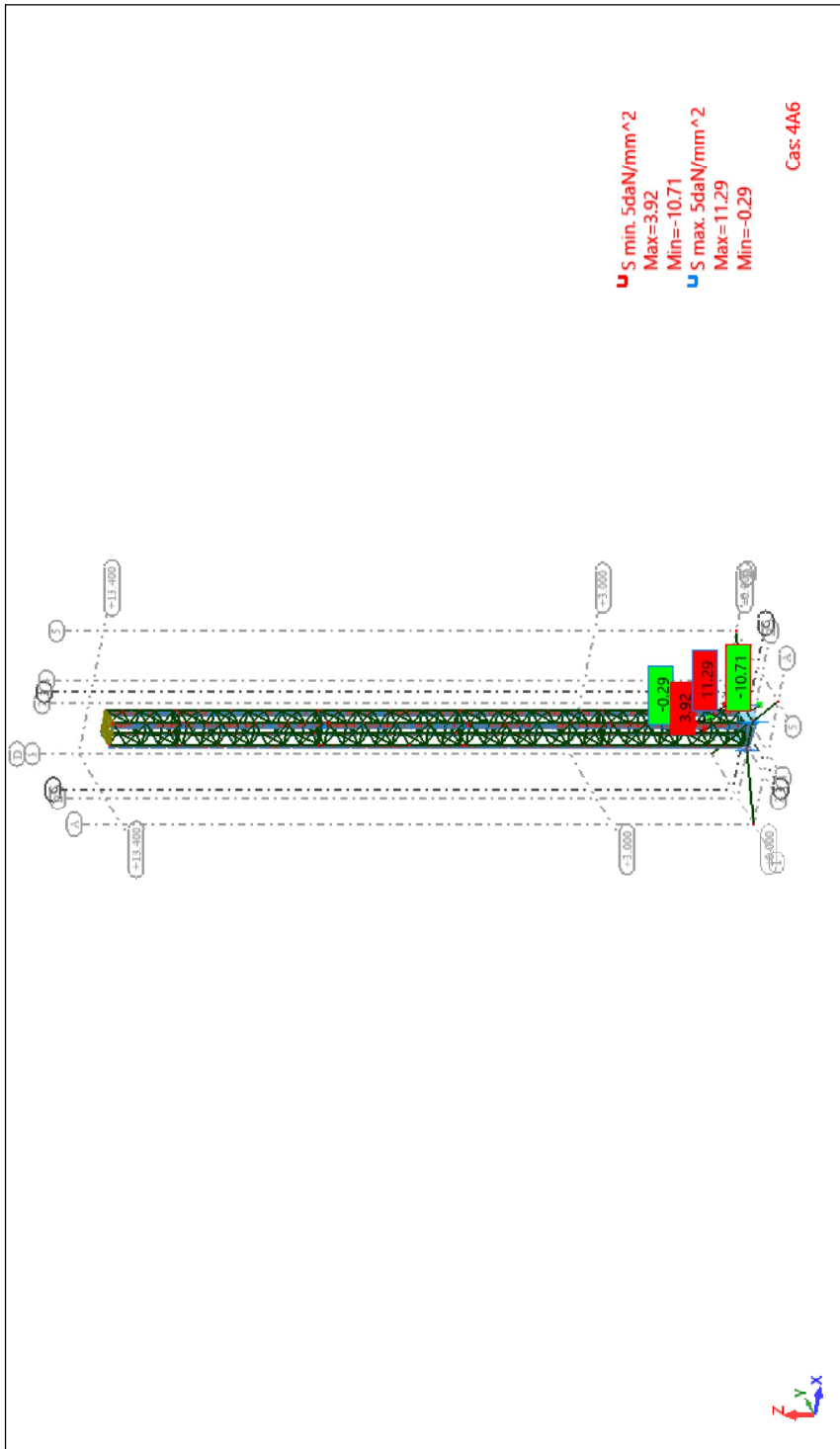
Combinaison/Comp.	Définition
EFF/ 1	PP*1.50
EFF/ 2	PP*1.50 + LEV2T*1.70
EFF/ 3	PP*1.50 + RET5T*1.70
EFF/ 4	PP*1.00
EFF/ 5	PP*1.00 + LEV2T*1.70
EFF/ 6	PP*1.00 + RET5T*1.70
DEP/ 1	PP*1.00
DEP/ 2	PP*1.00 + LEV2T*1.00
DEP/ 3	PP*1.00 + RET5T*1.00

10. DEP ELS - Déformée exacte; Cas: 7A9



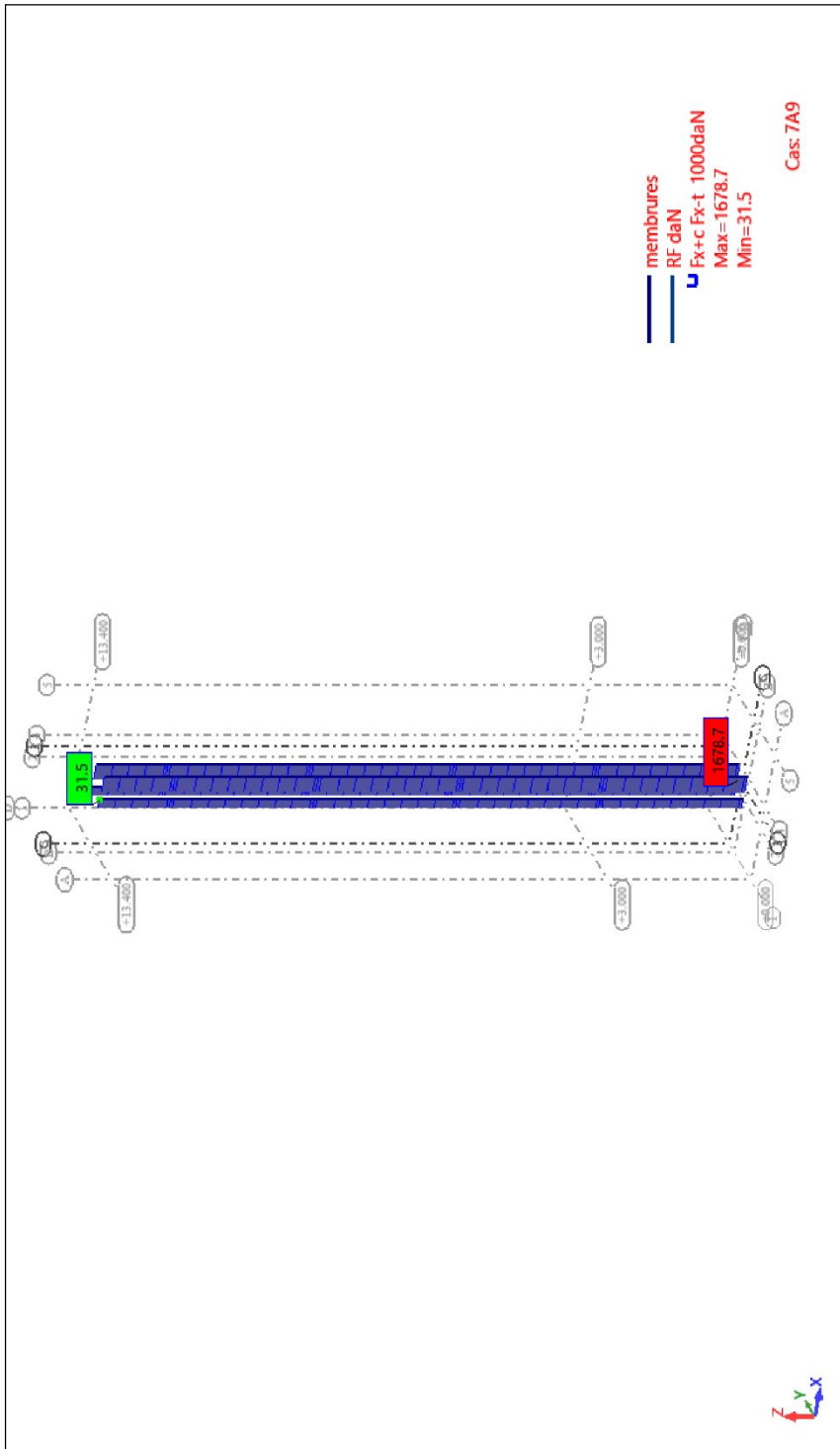
Déplacement de $29/13400 = 1/460^e$; correct

11. SIGMA ELU - S max;S min; Cas: 4A6



11.3 < 20 < 23.5daN/mm² ; correct

12. Fx Membres ELS - FX;Forces de réaction(daN); Cas: 7A9



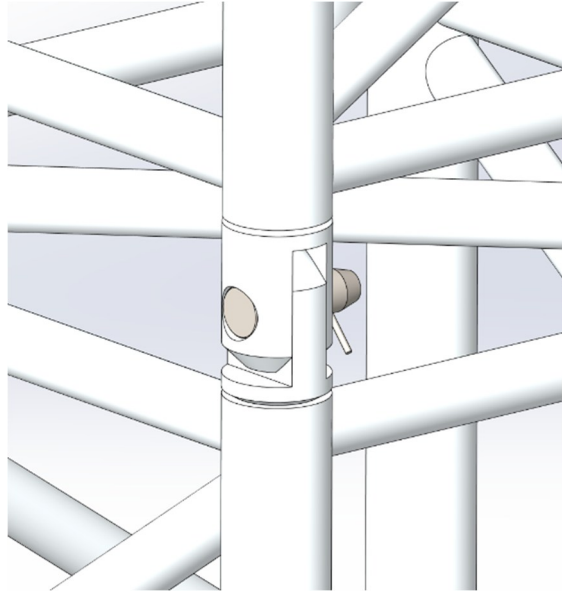
Les membrures de tour ne sont sollicitées qu'à la compression ($F_x > 0$).

12.1. Contrôle des axes chapes de linéaire de tour

L'effort de compression maxi dans les membrures est de 1680 daN (ELS)

Nous étudierons la résistance des axes de chapes des linéaires de tour au cisaillement

Matière axes : Acier S300pb



EN1999-1-1:2007/A1:2010+A2:2014	Critères de calculs pour les attaches articulées mixte ALU/ACIER		Articles
Valeurs de reference			
$F_{o,min}$	200 N/mm2	Limite d'élasticité la plus faible de la pièce attachée	EN1999-1-1 Tabl 3.2
F_{op}	375 N/mm2	Limite d'élasticité de l'axe d'articulation	EN1999-1-1/A1 Tabl 8.7
F_{up}	460 N/mm2	Limite de résistance ultime à la traction de l'axe d'articulation	EN1999-1-1/A1 Tabl 8.7
d	20 mm	diamètre de l'axe d'articulation	
A	314 mm2	Aire de l'axe d'articulation	
d_0	20.5 mm	diamètre du trou de passage	
E_p	210 000 N/mm2	module d'élasticité longitudinal de l'axe/goupille	EN1999-1-1/A1 §8.5.14.3
E_{pl}	69 500 N/mm2	module d'élasticité longitudinal des toles ou chapes	EN1999-1-1/A1 §8.5.14.3
I_y	7854 mm4	Moment d'inertie de flexion de l'axe suivant l'axe y	
W_{ey}	785 mm3	Module de résistance élastique de la section suivant l'axe y	
$a \geq$	14 mm	cote d'éloignement minimal entre le trou d_0 et le bord de piece dans le sens de l'effort $F_{v,Ed}$	EN1999-1-1/A1 §8.5.14.2
$c \geq$	7 mm	cote d'éloignement minimal entre le trou d_0 et le bord de piece perpendiculaire à l'effort $F_{v,Ed}$	figure 8.12
γ_{M1}	1.10	Coefficient partiel de sécurité des barres à l'instabilité	EN1999-1-1 Tabl 6.1
γ_{Mp}	1.25	Coefficient partiel de sécurité des attaches articulées à l'ELU	EN1999-1-1 Tabl 8.1
$\gamma_{M6,ser}$	1.00	Coefficient partiel de sécurité d'assemblage des axes d'articulation à l'ELS	EN1999-1-1 Tabl 8.1
RESISTANCE AU CISAILLEMENT DE L'AXE			
F_v	1 680 N	Effort de cisaillement réel appliqué sur l'axe d'articulation	
Y_Q	1.5	Coefficient partiel de sécurité de l'effort aux ELU	EN1990/NA:2011 TabA1.2
Y_{Gk}	1.1	Coefficient partiel de sécurité de l'effort aux ELS	EN1990/NA:2011 TabA1.2
$F_{v,Ed}$	2 520 N	Effort de cisaillement de calcul sur l'axe à l'ELU	
$F_{v,Ed,ser}$	1 848 N	Effort de cisaillement de calcul sur l'axe à l'ELS	
n_p	2	Nombre de plan de cisaillement sur l'axe	
$F_{v,Rd,np}$	69 366 N	Resistance au cisaillement par plan de cisaillement de l'axe à l'ELU	EN1999-1-1/A1 Tabl 8.7
$F_{v,Rd}$	138 733 N	Resistance au cisaillement de l'axe à l'ELU	
$F_{v,Ed,ser} \leq F_{v,Rd}$	CORRECT	Vérification au cisaillement de l'axe à l'ELU	
Si l'axe doit etre remplaçable			
$F_{v,Rd,ser}$	141 372 N	Resistance au cisaillement de l'axe à l'ELS	EN1999-1-1/A1 Tabl 8.7
$F_{v,Ed,ser} \leq F_{v,Rd,ser}$	CORRECT	Vérification au cisaillement de l'axe à l'ELS	

RESISTANCE A LA PRESSION DIAMETRALE DE L'AXE ET PLAQUES			
t	20,0 mm	Somme mini de largeur de plaque(s) transmettant à elles seules l'effort $F_{b,Ed}$	EN1999-1-1/A1 Tabl 8.7
$F_{b,Rd}$	109 091 N	Resistance en pression diamétrale de la plaque dans une liaison par axe	
$F_{b,Ed}$	2 520 N	Valeur de calcul de l'effort de matage sur la plaque à l'ELU	
$F_{b,Ed} \leq F_{b,Rd}$	CORRECT	vérification à la pression diamétrale de la plaque avec axe NON remplaçable	
Si l'axe doit être remplaçable			
$F_{b,Rd,ser}$	48 000 N	Resistance en pression diamétrale de l'axe (axe remplaçable)	EN1999-1-1/A1 Tabl 8.7
$F_{b,Ed,ser}$	1 848 N	Valeur de calcul de l'effort de matage à transmettre sur la plaque et l'axe à l'ELS	
$F_{b,Ed,ser} \leq F_{b,Rd,ser}$	CORRECT	vérification en pression diamétrale de la plaque et axe remplaçable	
$F_{h,Rd}$	500 N/mm ²	Résistance admissible à la contrainte de pression diamétrale	EN1999-1-1/A1 §8.5.14.3
$\sigma_{h,Ed}$	65 N/mm ²	Valeur de calcul de contrainte de pression diamétrale	
$\sigma_{h,Ed} \leq F_{h,Rd}$	CORRECT	vérification de la contrainte de pression diamétrale de la plaque et axe remplaçable	
RESISTANCE A LA FLEXION DE L'AXE			
M_{Rd}	401 624 N.mm	Moment de résistance à la flexion de l'axe à l'ELU	EN1999-1-1/A1/A2 Tabl 8.7
F_{Ed}	2 520 N	Effort de flexion centré sur l'axe à l'ELU	
l	20 mm	Largeur intérieure de la chape femelle	
M_{Ed}	6 300 N.mm	Valeur de calcul du moment de flexion maxi à l'ELU	
$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	CORRECT	vérification à la flexion de l'axe NON démontable	
Si l'axe doit être remplaçable			
$M_{Rd,ser}$	235 619 N.mm	Moment de résistance à la flexion de l'axe à l'ELS	
$M_{Ed,ser}$	4 620 N.mm	Valeur de calcul du moment de flexion maxi à l'ELS	
$M_{Ed,ser} \leq M_{Rd,ser}$	CORRECT	vérification à la flexion de l'axe démontable	
RESISTANCE DE L'AXE AU CISAILEMENT+FLEXION COMBINE			
$(M_{Ed}/M_{Rd})^2 + (F_{v,Ed}/F_{v,Rd})^2 \leq 1$	CORRECT	vérification au calcul à la traction et cisaillement combiné	EN1999-1-1/A1 Tabl 8.7

13. Flambement généralisé de la tour Valeurs : coefficient critique

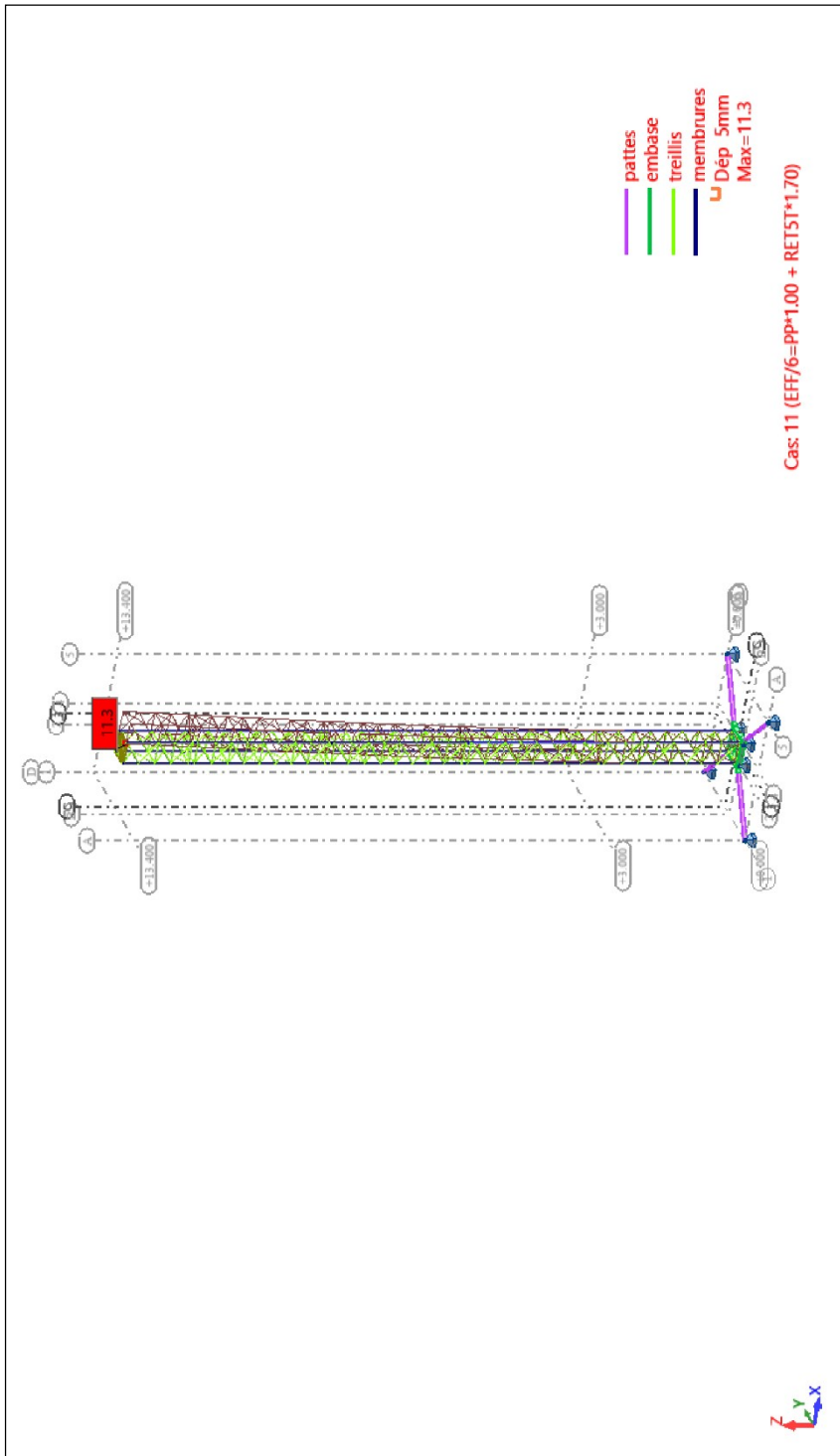
Nous étudierons les cas 10 et 11 les plus défavorables aux ELU pour contrôler la stabilité de la tour au flambement généralisé.

Cas/Mode	Coef.crit.
11/ 1	1.83951e+00
11/ 2	1.85012e+00
10/ 1	4.15701e+00
10/ 2	4.17846e+00
11/ 3	1.48083e+01
11/ 4	1.48209e+01
11/ 5	2.32707e+01
11/ 6	2.33322e+01
11/ 7	2.33447e+01
11/ 8	2.34205e+01
11/ 9	2.34454e+01
11/ 10	2.35322e+01
10/ 3	3.25888e+01
10/ 4	3.32415e+01
10/ 5	3.78593e+01
10/ 6	3.79874e+01
10/ 7	3.98408e+01
10/ 8	3.99934e+01
10/ 9	4.21852e+01
10/ 10	4.23336e+01

C'est la cas 11 en mode 1 qui est le plus sollicité.

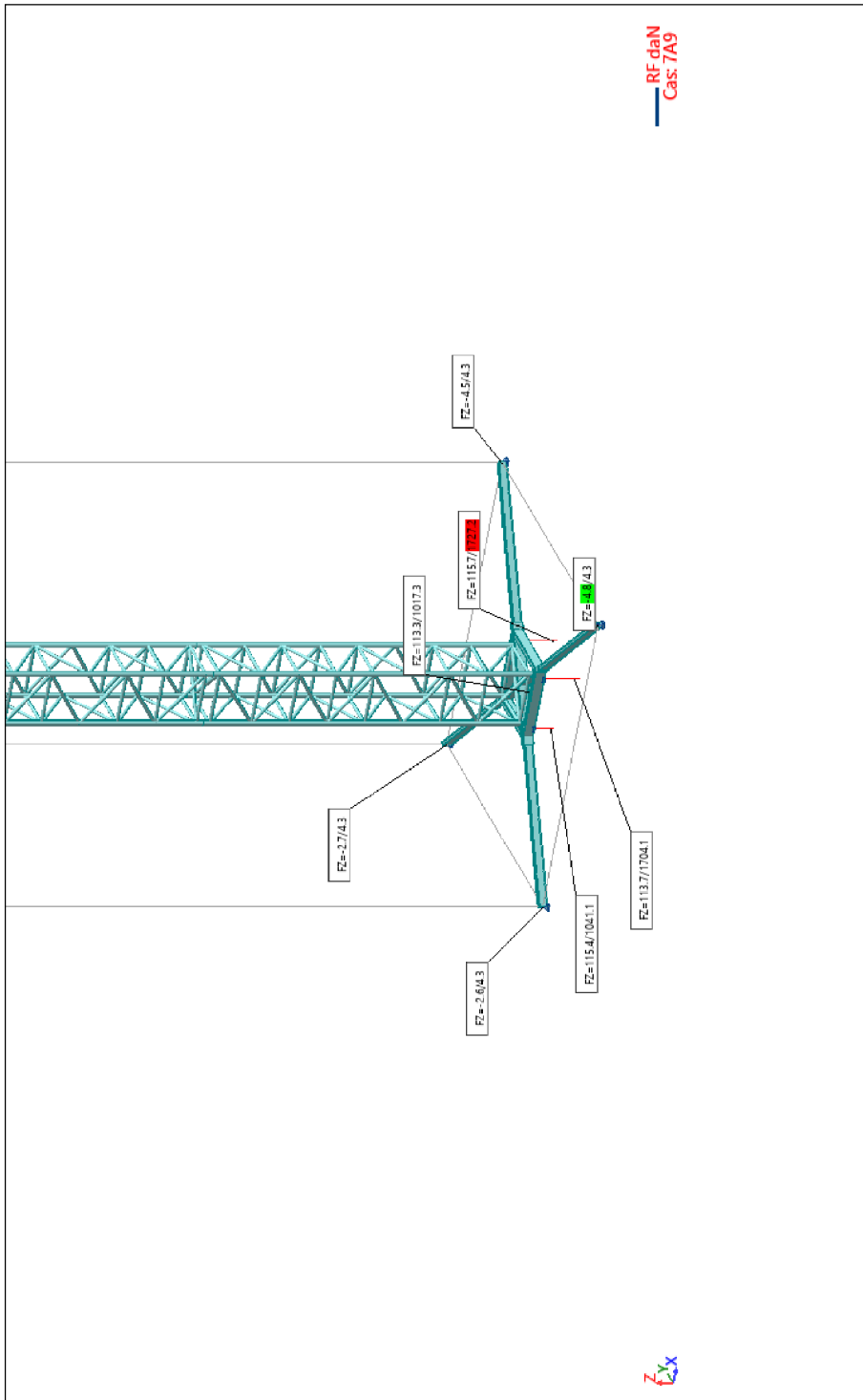
Nous remarquons un coefficient mini d'éloignement de l'état critique à l'ELU de 1.83. > 1.0 ; correct

**14. Flambement ELU depl. - Déformée; Cas: 11 (EFF/6=PP*1.00 + RET5T*1.70)
Modes: 1**



Allure de déplacement de tour du cas 11 dans son mode 1 de flambement.

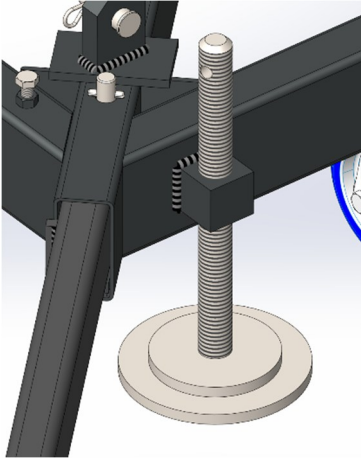
15. FZ min/max ELS - Forces de réaction(daN); Cas: 7A9



Nous remarquons une réaction maximale de 1730 daN sur les vérins d'embase.
Nous étudierons leur résistance à la compression dans le chapitre suivant.

16. Contrôle des vérins d'embase :

Vérin acier au pas trapézoïdal M28x5 ; Diamètre de noyau : $\varnothing 22.5$ soit section nette de Anet : 398mm^2 et $I_{z,\text{min}}$ de 1.26cm^4 et $N= 17\ 300\text{N}$



16.1. Contrôle à la compression

EN1993-1-1:2005	Résistance à l'ELU §6		Articles
ACIER et Coefficients			
f_y	235 N/mm ²	Résistance nominale élastique à la flexion/traction/compression	EN1993-1-1 Tabl 3.1
f_u	360 N/mm ²	Résistance nominale ultime à la traction/compression	EN1993-1-1 Tabl 3.1
ϵ	1.00	Coefficient dépendant de f_y	EN1993-1-1 Tabl 5.2
ϵ^2	1.00	Coefficient dépendant de f_y	EN1993-1-1 Tabl 5.2
E	210 000 N/mm ²	Module d'élasticité longitudinal	EN1993-1-1 §3.2.6
G	81 000 N/mm ²	Module de cisaillement	EN1993-1-1 §3.2.6
γ_{M0}	1.00	Coefficient partiel pour résistance des sections transversales, quelle que soit la classe de section	EN1999-1-1 §6.1
γ_{M1}	1.00	Coefficient partiel pour résistance aux instabilités de barres	EN1999-1-1 §6.1
γ_{M2}	1.25	Coefficient partiel pour résistance de résistance à la rupture des sections transversales en traction	EN1999-1-1 §6.1
Section			
A	637 mm ²	Aire de section transversale brute	EN1993-1-1 §6.2.2.1
A_{net}	398 mm ²	Aire de la section nette: Section transversale brute moins la déduction des trous, ouvertures	EN1993-1-1 §6.2.2.2
A_{eff}	398 mm ²	Aire de la section efficace des sections transversale de classe4	EN1993-1-1 §6.2.2.5
$I_{z,\text{min}}$	1.26 cm ⁴	Inertie la plus faible de la section	
i	0.4 cm	rayon de giration de la section composée suivant l'inertie la plus faible	
Effort normal			
N	17 300 N	Effort normal réel appliqué	EN1990:2002 §6.3
YQ	1.5	Coefficient partiel de sécurité de l'effort à l'ELU	EN1990/NA:2011 TabA1.2
N_{Ed}	25 950 N	Valeur de calcul de l'effort normal	EN1990:2002 §6.3
Compression			
$N_{u,\text{Rd}}$	149 695 N	Résistance pour la compression uniforme d'une section brute ou trous remplis par fixation	EN1993-1-1 §6.2.4
$N_{u,\text{Rd}}$	93 530 N	Résistance pour la compression uniforme dans les autres sections (sur A_{eff})	EN1993-1-1 §6.2.4
$N_{c,\text{Rd}}$	93 530 N	Résistance de calcul pour la compression uniforme de la section transversale	EN1993-1-1 §6.2.4
$N_{\text{Ed}} \leq N_{c,\text{Rd}}$	CORRECT		EN1993-1-1 §6.2.4
Résistance au flambement des barres uniformes			
l_0	330 mm	longueur réelle au flambement de la barre	
Kl	1	coefficient de correction de longueur de flambement	
l_{cr}	330 mm	longueur de calcul de barre de flambement par flexion	
N_{cr}	93 530 N	Effort normal critique d'Euler ou max= $N_{c,\text{Rd}}$	
$N_{\text{Ed}}/N_{\text{cr}}$	0.28		
$\bar{\lambda}$	0.8	Elancement réduit pour les sections de classes 1;2;3 (A)	
	0.6	Elancement réduit pour les sections de classes 4 (Aeff)	EN1993-1-1 §6.3.1.2
Courbe c			
α	0.49	Facteur d'imperfection relative à la courbe de flambement de la section transversale	EN1993-1-1 §6.3.1.2 Tab6.2
ϕ	1.0	Coefficient intermédiaire pour déterminer χ de sections de classes 1;2;3	
	0.8	Coefficient intermédiaire pour déterminer χ de sections de classe 4	EN1993-1-1 §6.3.1.2
χ	0.668	Coefficient de réduction pour mode de flambement approprié de sections de classes 1;2;3	
	0.771	Coefficient de réduction pour mode de flambement approprié de sections de classe 4	EN1993-1-1 §6.3.1.2
$N_{b,\text{Rd}}$	100 054 N	Résistance de calcul d'une barre comprimée au flambement de sections de classes 1;2;3	
	62 514 N	Résistance de calcul d'une barre comprimée au flambement de sections de classe 4	EN1993-1-1 §6.3.1.1
$N_{\text{Ed}} \leq N_{b,\text{Rd}}$	CORRECT		

16.2. Contrôle des soudures

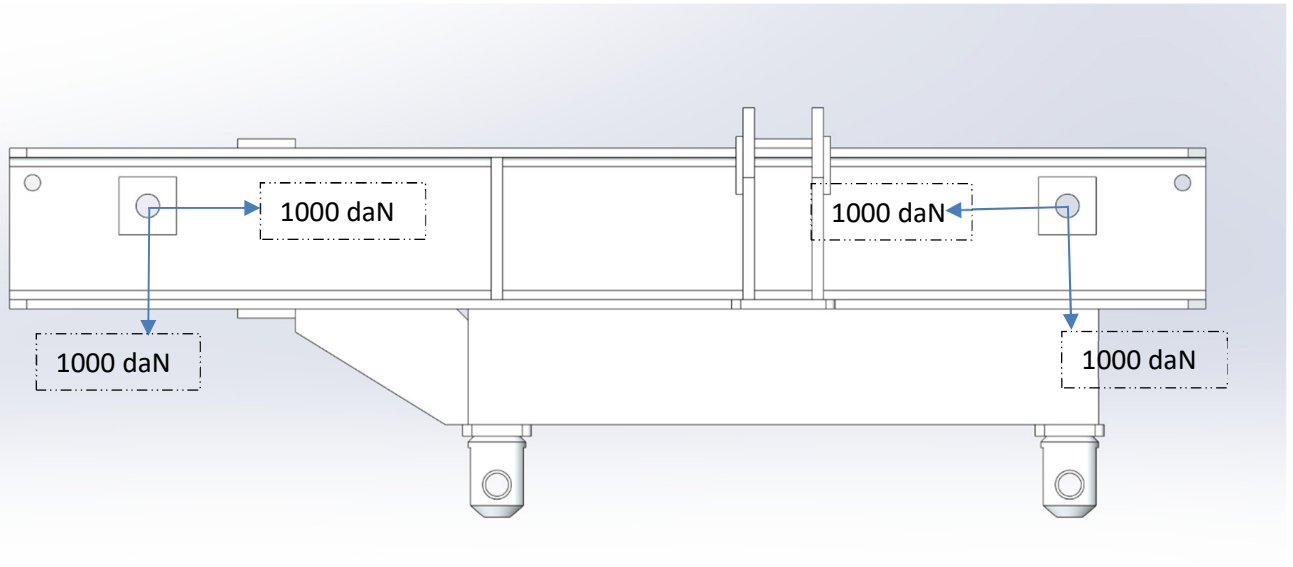
EN1993-1-1:2005		Résistance des soudures d'angle par méthode simplifiée EN1993-1-8 §4.5.3.3	Articles
Valeurs de reference			
a	3 mm	gorge utile de la soudure(mini a=3)	EN1993-1-8 §4.5.2
ep	3 mm	epaisseur mini des pieces à souder (mini 4)	EN1993-1-8 §4.1
Lw	174 mm	longueur d'une soudure d'angle (>= 6a mini)	
	1	nb de cordon(s)	
l _{eff}	174 mm	longueur efficace de l'ensemble des cordons soudure d'angle	EN1993-1-8 §4.5.1
Fw	17 300 N	Effort pondéré appliqué sur la soudure	
F _{w,Ed}	99 N/mm	Valeur de calcul de l'effort exercé dans la soudure par unité de longueur	EN1993-1-8 §4.5.3.3
F _u	360 N/mm ²	Resistance nominale ultime à la traction de la piece la plus faible	EN1993-1-8 §4.5.3.2
γM ₂	1.25	Coefficient partiel de sécurité à la rupture des sections transversales à la traction	EN1993-1-8 §2.2
β _w	0.8	Facteur de corrélation pour les soudures d'angle	EN1993-1-8 §4.5.3.2
f _{vw,d}	208 N/mm ²	Résistance de calcul au cisaillement de la soudure	EN1993-1-8 §4.5.3.3
F _{w,Rd}	624 N/mm	Résistance de calcul de la soudure par unité de longueur	EN1993-1-8 §4.5.3.3
F _{w,Ed} ≤ F _{w,Rd}	CORRECT	Validation de la résultante des efforts par unité de longueur	EN1993-1-8 §4.5.3.3

17. Etude la tête de tour

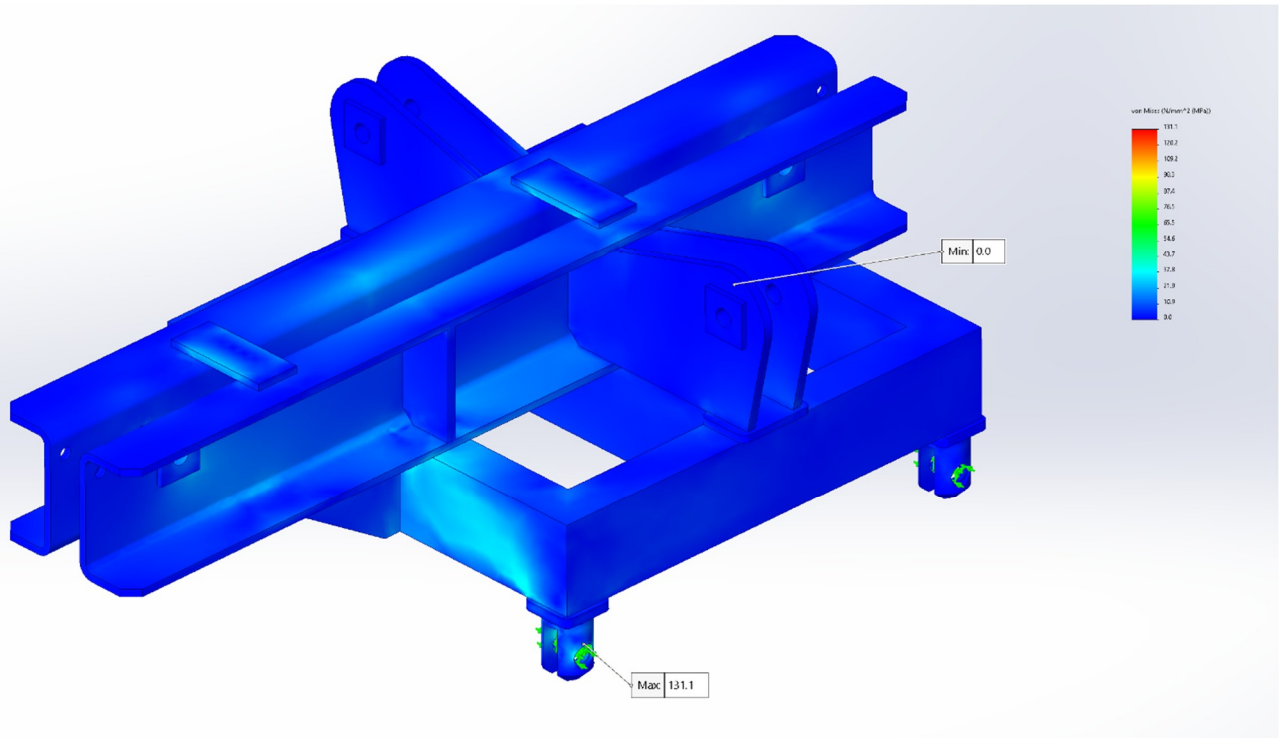
17.1. Levage 2t.

Cette analyse a été réalisée par éléments finis. Nous reprenons ci-après la synthèse des résultats de cette étude.

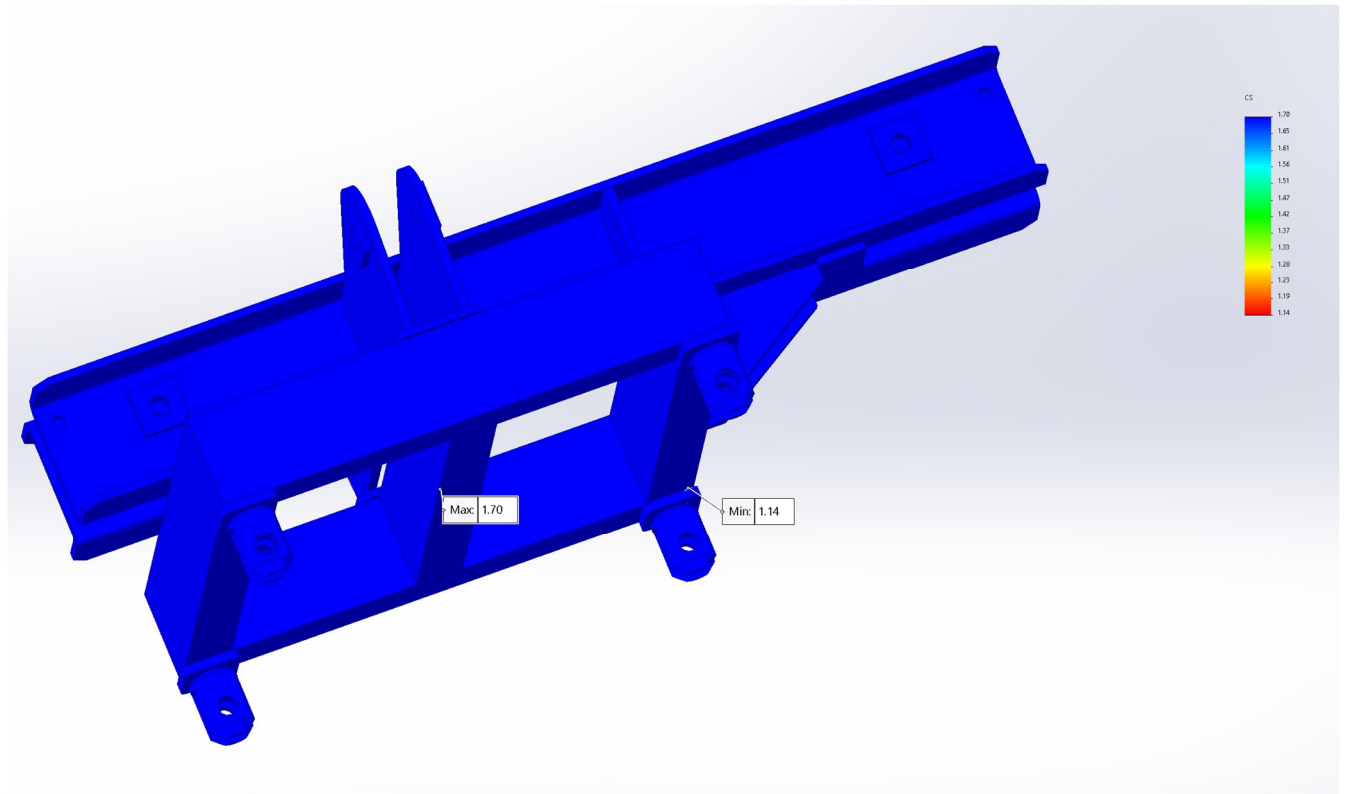
17.1.1. Chargement



17.1.2. Contrainte de von mises



17.1.3. Coefficient de sécurité



Nous constatons que le coefficient majeur de l'étude > 1.7 ; correct
 La très faible zone de singularité de contraintes de 1.14 est négligeable.

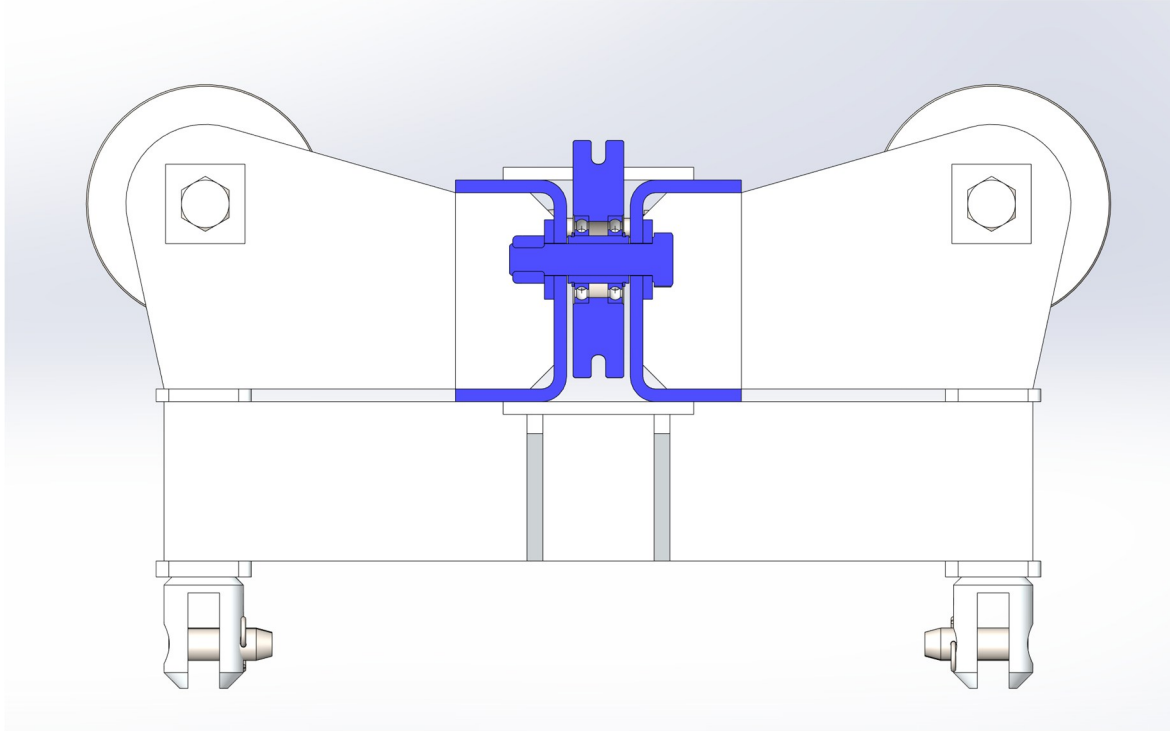
17.1.4. Résistance de la vis de poulie

$F_v = 1000/\sin 45 = 1414 \text{ daN} = 14140 \text{ N}$, Vis M20 classe 8.8, $A_s = 245 \text{ mm}^2$

EN1993-1-1:2005		Résistance de groupe 4 sur boulons,écrous et rondelle	Articles
Valeurs de reference			
F_{yb}	640 N/mm2	Limite élastique du boulon	EN1993-1-8 Tabl 3.1
F_{ub}	800 N/mm2	Limite de résistance ultime à la traction du boulon	EN1993-1-8 Tabl 3.1
$F_{t,d}$	190 N/mm2	Resistance nominale ultime à la traction de la piece la plus faible boulonnée	EN1993-1-1 Tabl 3.1
d	20 mm	diamètre nominal du boulon	
A_s	245.0 mm2	section résistante du boulon	
d_b	20.5 mm	diamètre de perçage pour le boulon	
γ_{M2}	1.25	Coefficient partiel de sécurité du matériau à la rupture des sections transversales à la traction	
AU CISAILEMENT			
F_v	14 140 N	Effort de cisaillement réel appliqué par boulon	
γ_Q	1.5	Coefficient partiel de sécurité de l'effort aux ELU	
$F_{v,Ed}$	21 210 N	Effort de cisaillement de calcul par boulon à l'état à l'ELU	EN1993-1-8 §3.6.1
$F_{v,Ed,ser}$	15 554 N	Effort de cisaillement de calcul par boulon à l'état à l'ELS	
n_p	2	Nombre de plan de cisaillement par boulon	
α_v	0.6	facteur de classe de qualité de boulon	
$F_{v,Rd,np}$	94 080 N	Resistance au cisaillement par plan de cisaillement de boulon	EN1993-1-8 §3.6.1
$F_{v,Rd}$	188 160 N	Resistance au cisaillement par boulon	
t	28 mm	Somme de largeur mini de plaque(s) transmettant à elles seules l'effort $F_{v,Ed}$	
$F_{b,Rd}$	173 008 N	Resistance de calcul individuel en pression diamétrale par trou std	EN1993-1-8 §3.6.1
	138 407 N	Resistance de calcul individuel en pression diamétrale par trou surdimensionné	
	103 805 N	Resistance de calcul individuel en pression diamétrale par trous oblongs	
$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	CORRECT	vérification au calcul de pression diamétrale par boulon std	EN1993-1-8 §3.4.2
	CORRECT	vérification au calcul de pression diamétrale par trous surdimensionnés	
	CORRECT	vérification au calcul de pression diamétrale par trous oblongs	

17.1.5. Contrôle des roulements :

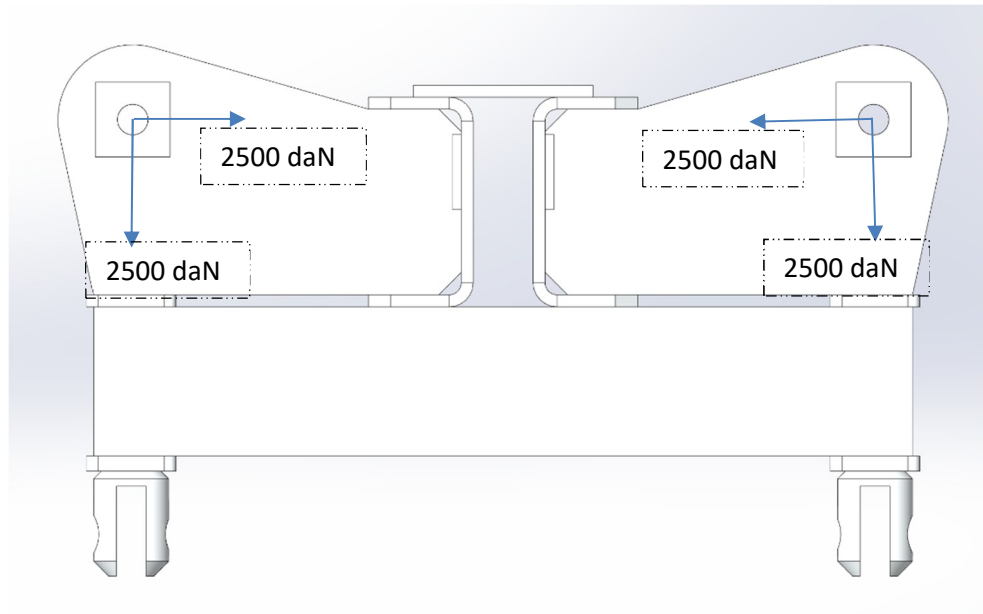
Chaque poulie est mise en rotation par 2 roulements 16006-2RS ; 10x55x9 ; C dyn =11.2kN/u



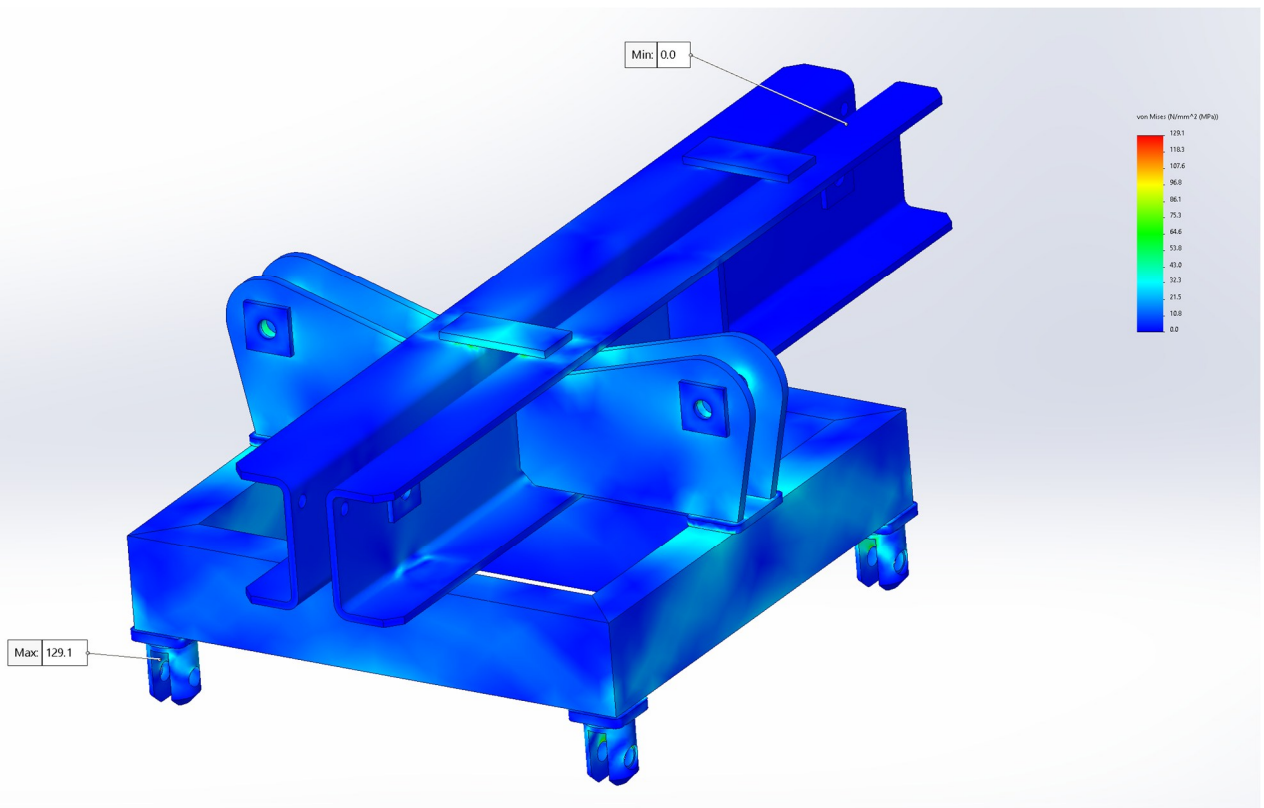
$C_{dyn} = 11.2 \times 2 = 22.4 \text{ kN} > F_{v,Ed,ser} = 15.5 \text{ kN}$; correct

17.2. Retenue d'exploitation de 5t.

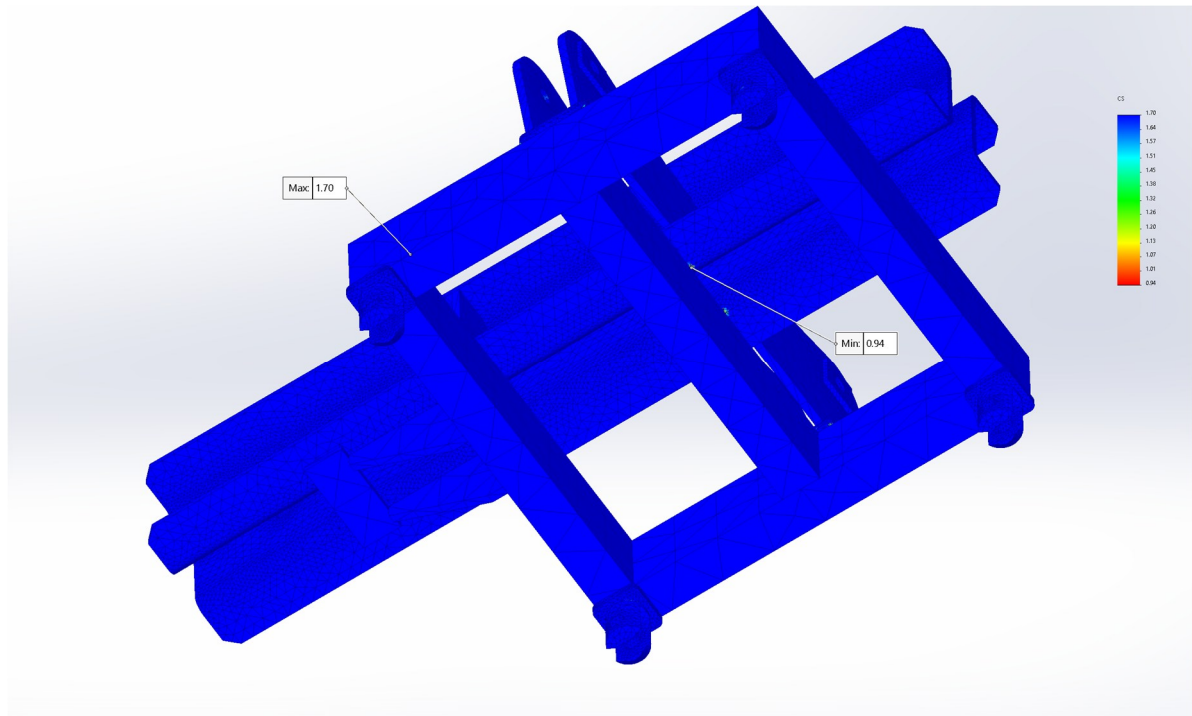
17.2.1. Chargement



17.2.2. Contrainte de von mises



17.2.3. Coefficient de sécurité



Nous constatons que le coefficient majeur de l'étude > 1.7 ; correct
 La très faible zone de singularité de contraintes de 0.94 est négligeable.

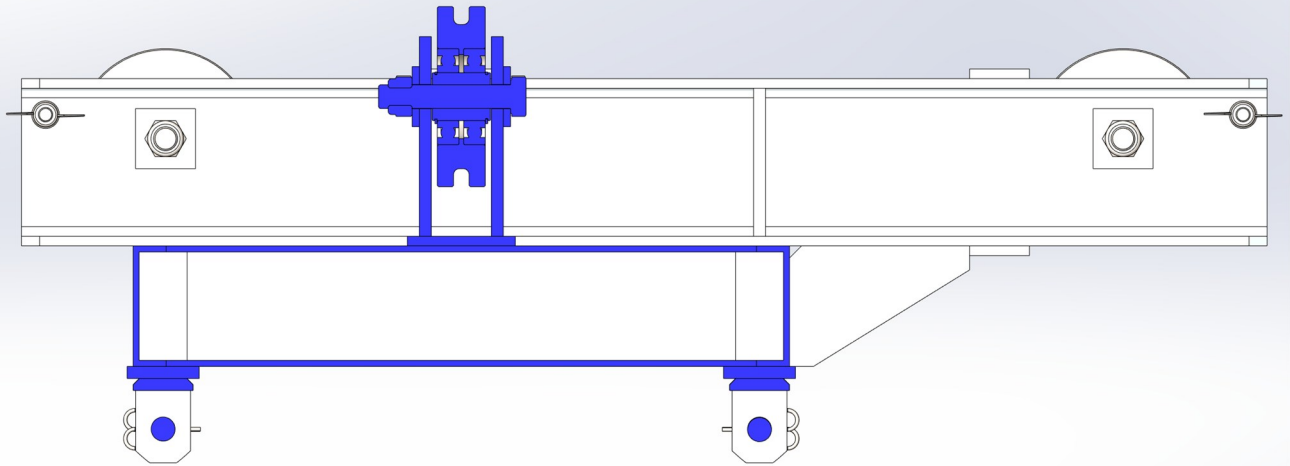
17.2.4. Resistance de la vis de poulie

$$F_v = 2500 / \sin 45 = 3535 \text{ daN} = 35\,350 \text{ N, Vis M20 classe 8.8, } A_s = 245 \text{ mm}^2$$

EN1993-1-1:2005		Résistance de groupe 4 sur boulons,écrous et rondelle	Articles
Valeurs de reference			
F_{yb}	640 N/mm ²	Limite élastique du boulon	EN1993-1-8 Tabl 3.1
F_{ub}	800 N/mm ²	Limite de résistance ultime à la traction du boulon	EN1993-1-8 Tabl 3.1
F_{td}	190 N/mm ²	Resistance nominale ultime à la traction de la piece la plus faible boulonnée	EN1993-1-1 Tabl 3.1
d	20 mm	diamètre nominal du boulon	
A_s	245.0 mm ²	section résistante du boulon	
d_p	20.5 mm	diamètre de perçage pour le boulon	
γ_{M2}	1.25	Coefficient partiel de sécurité du matériau à la rupture des sections transversales à la traction	
AU CISAILEMENT			
F_v	35 350 N	Effort de cisaillement réel appliqué par boulon	
γ_Q	1.5	Coefficient partiel de sécurité de l'effort aux ELU	
$F_{v,Ed}$	53 025 N	Effort de cisaillement de calcul par boulon à l'état à l'ELU	EN1993-1-8 §3.6.1
$F_{v,Ed,ser}$	38 885 N	Effort de cisaillement de calcul par boulon à l'état à l'ELS	
n_p	2	Nombre de plan de cisaillement par boulon	
α_v	0.6	facteur de classe de qualité de boulon	
$F_{v,Rd,np}$	94 080 N	Resistance au cisaillement par plan de cisaillement de boulon	EN1993-1-8 §3.6.1
$F_{v,Rd}$	188 160 N	Resistance au cisaillement par boulon	
t	28 mm	Somme de largeur mini de plaque(s) transmettant à elles seules l'effort $F_{v,Ed}$	
$F_{b,Rd}$	173 008 N	Resistance de calcul individuel en pression diamétrale par trou std	EN1993-1-8 §3.6.1
	138 407 N	Resistance de calcul individuel en pression diamétrale par trou surdimensionné	
	103 805 N	Resistance de calcul individuel en pression diamétrale par trous oblongs	
$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	CORRECT	vérification au calcul de pression diamétrale par boulon std	EN1993-1-8 §3.4.2
	CORRECT	vérification au calcul de pression diamétrale par trous surdimensionnés	
	CORRECT	vérification au calcul de pression diamétrale par trous oblongs	

17.2.5. Contrôle des roulements :

Chaque poulie de sécurité est mise en rotation par 2 roulements 6208-2RS ; 40x80x18 ; C dyn =29.1kN/u

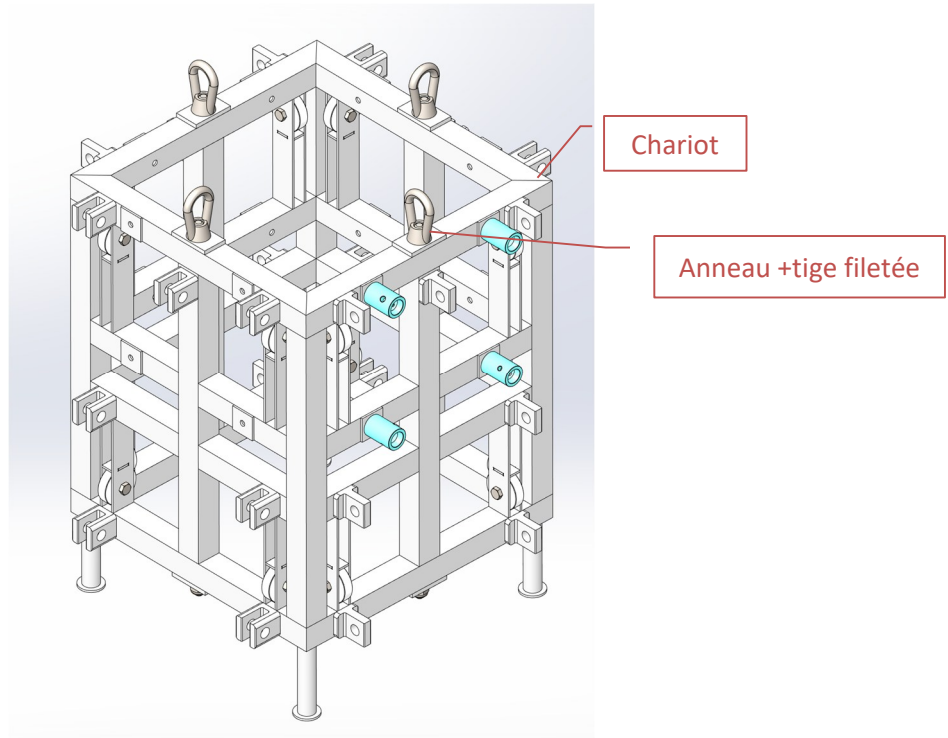


$C_{dyn} = 29.1 \times 2 = 58.2 \text{ kN} > F_{v,Ed,ser} = 38.8 \text{ kN}$; correct

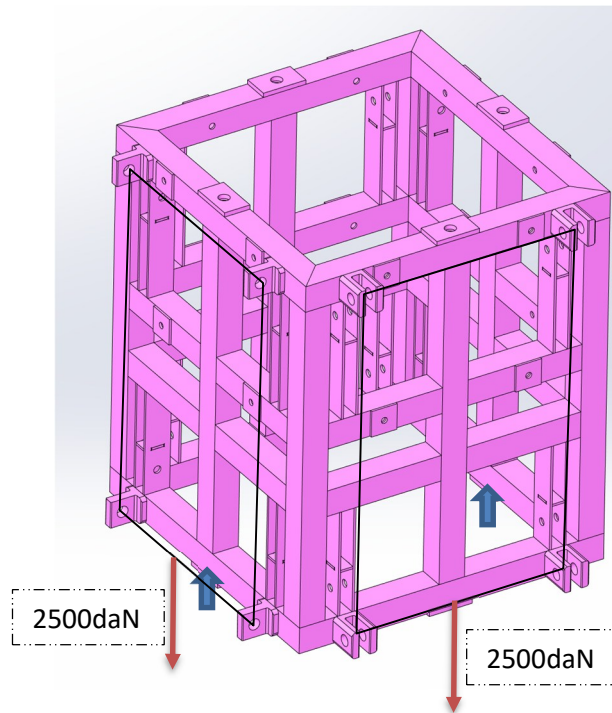
18. Etude du chariot

Cette analyse a été réalisée par éléments finis. Nous reprenons ci-après la synthèse des résultats de cette étude.

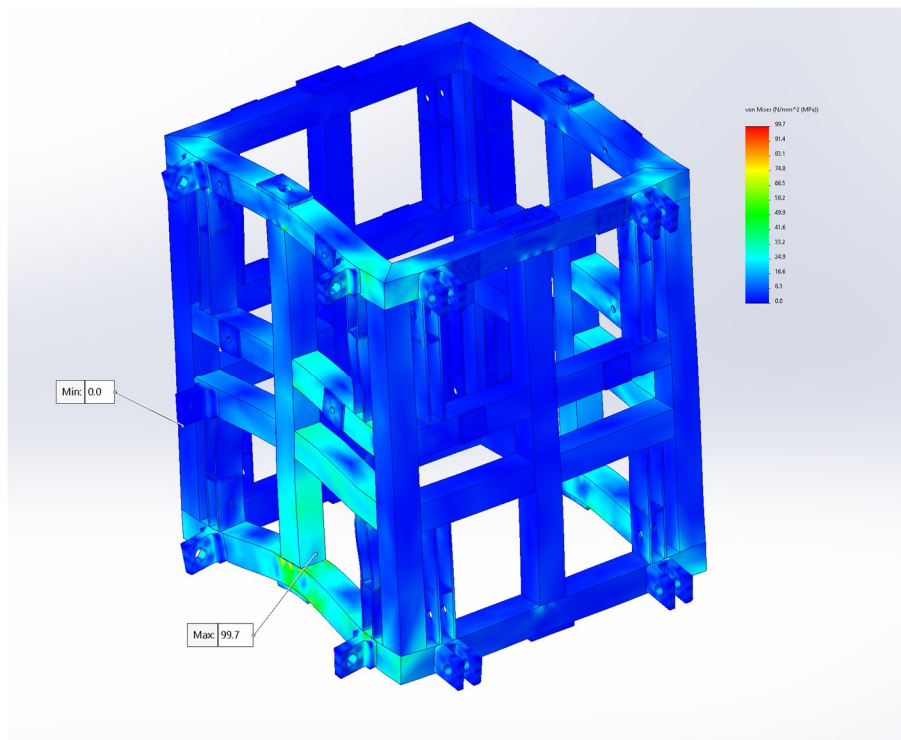
Le cas plus défavorable étant le chargement de 2 faces à 90° du chariot sous une retenue d'exploitation de 5t.



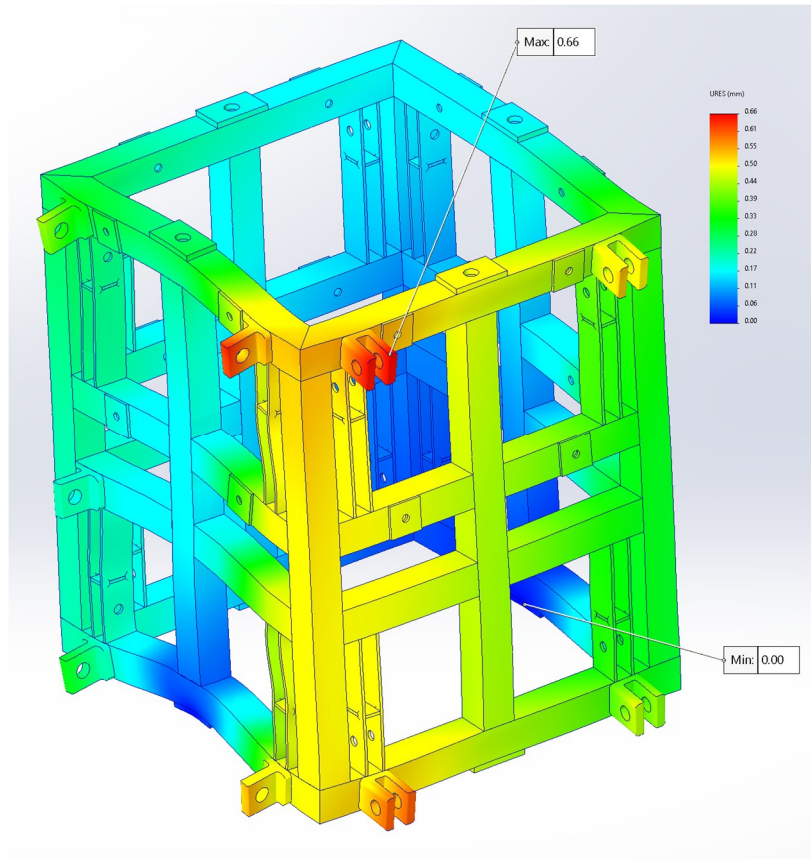
18.1. Chargement



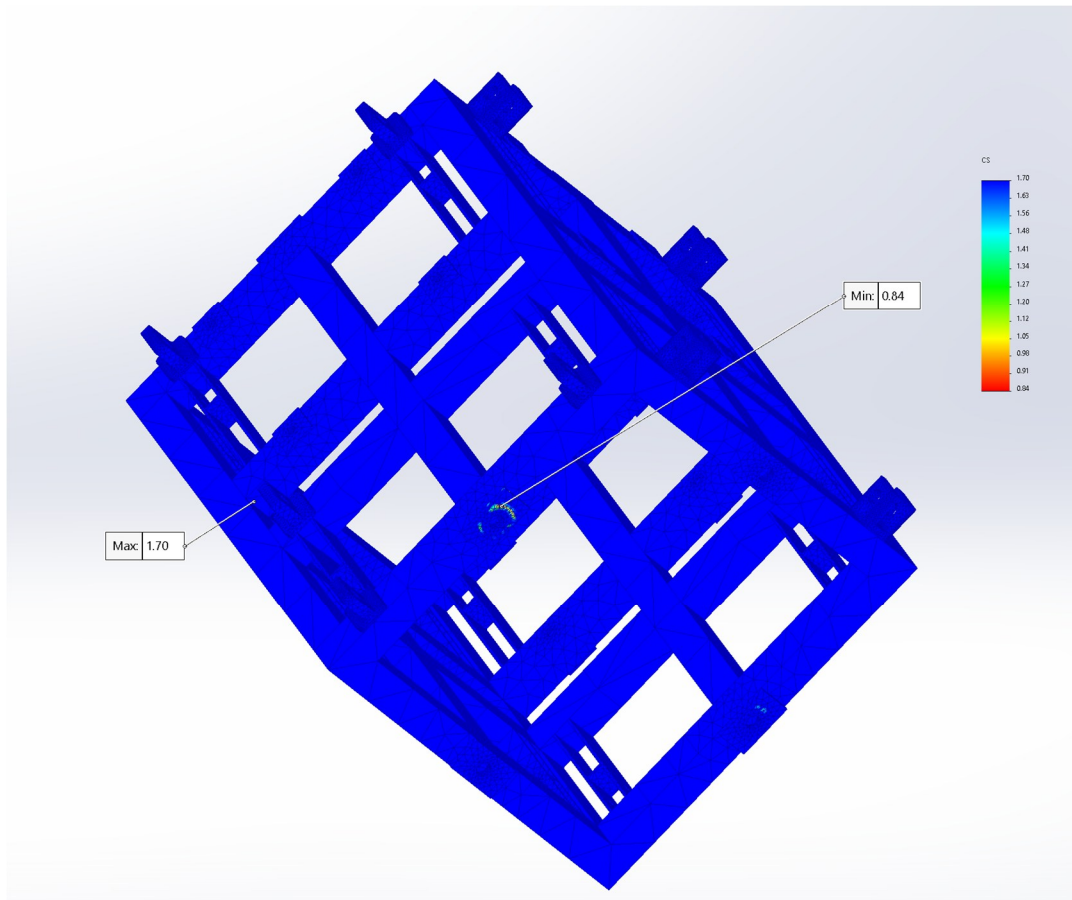
18.2. Contrainte de von mises



18.3. Déplacements



18.4. Coefficient de sécurité



Nous constatons que le coefficient majeur de l'étude > 1.7 ; correct
La très faible zone de singularité de contraintes de 0.84 est négligeable.

18.5. Contrôle de la soudure d'une chape

On reparti la charge verticale d'une face de chariot sur 4 chapes :
 Section d'une chape : 60x60 ; a=3 ; soudure périphérique

EN1999-1-1:2007		Résistance des liaisons soudées avec soudure d'angles §8.6.3.3		Articles
Cordon de soudure				
f_w	160 N/mm2	Résistance caractéristique du métal soudé avec métal d'apport 5356/5056/5356A/5556AouB/5183/5183A		EN1999-1-1 TabI 8.8
t	60 mm	Largeur de l'élément soudé		
h	60 mm	Hauteur de l'élément soudé		
a	3 mm	épaisseur efficace de gorge (cordon)		
L_{WH}	120 mm	longueur totale des soudures d'angle horizontales		
L_{WV}	120 mm	longueur totale des soudures d'angle verticales		
L_w	240 mm	longueur totale des soudures d'angle longitudinales >8a mini		
$L_{w,eff}$	240 mm	longueur efficace des soudures d'angle longitudinales >8a mini		
f_w/γ_{Mw}	128 N/mm2	valeur de calcul de la résistance caractéristique du métal soudé		
A_{th}	3600 mm2	Section de l'élément soudé		
A_{gH}	360 mm2	Section de gorge totale(s) Horizontale(s)		
A_{gV}	360 mm2	Section de gorge totale(s) Verticale(s)		
A_g	720 mm2	Section de gorge totale(s)		
Coefficients partiels				
γ_Q	1.5	Coefficient partiel de sécurité de l'effort aux ELU		EN1990/NA:2011 TabA1.2
γ_{Mw}	1.25	Coefficient partiel de sécurité pour les assemblages soudés		EN1999-1-1/A1 §8.1 TabI 8.1
Effort tranchant				
F_v	6 250 N	Effort tranchant réel appliqué au cordon		EN1999-1-1 §8.6.3.3
$F_{v,Ed}$	9 375 N	Valeur de calcul de l'effort tranchant appliqué au cordon		eq 8.36
Validation d'un assemblage soudé à cordon double chargé parallèlement à l'axe de soudure				
τ_{Ed}	3 N/mm2	Contrainte de cisaillement dans l'élément relié		
a_{mini}	1.0 mm	épaisseur de gorge mini		EN1999-1-1 §8.6.3.3
$a > a_{mini}$	CORRECT	Contrôle de l'épaisseur de cordon mini		eq 8.35
Contrôle des contraintes sur la section de gorge				
$\tau_{ Ed}$	26 N/mm2	Contrainte de cisaillement dans la section de gorge(s) verticale(s)		
$\tau_{\perp Ed}$	21 N/mm2	Composante perpendiculaire de la contrainte de cisaillement dans la section de gorge(s) horizontale(s)		
$\sigma_{\perp Ed}$	21 N/mm2	Composante perpendiculaire de la contrainte normale dans la section de gorge(s) horizontale(s)		
$RACINE(\sigma_{\perp Ed}^2 + 3 * (\tau_{\perp Ed}^2 + \tau_{ Ed}^2))$	62 N/mm2	Valeur de calcul des contraintes de cisaillement et normale combinées		EN1999-1-1 §8.6.3.3
$RACINE(\sigma_{\perp Ed}^2 + 3 * (\tau_{\perp Ed}^2 + \tau_{ Ed}^2)) \leq f_w / \gamma_{Mw}$	CORRECT			eq 8.32
Effort normal				
F_n	0 N	Effort normal réel appliqué au cordon		EN1999-1-1 §8.6.3.3
$F_{n,Ed}$	0 N	Valeur de calcul de l'effort normal appliqué au cordon		eq 8.34
Validation d'une assemblage soudé à cordon double chargé perpendiculairement à l'axe de soudure				
σ_{Ed}	0 N/mm2	Contrainte normale dans l'élément relié		
a_{mini}	0.0 mm	épaisseur de gorge mini		EN1999-1-1 §8.6.3.3
$a > a_{mini}$	CORRECT			eq 8.33
contrôle des contraintes sur la section de gorge				
$\tau_{ Ed}$	0 N/mm2	Contrainte de cisaillement dans la section de gorge(s) verticale(s)		
$\tau_{\perp Ed}$	0 N/mm2	Composante perpendiculaire de la contrainte de cisaillement dans la section de gorge totale		
$\sigma_{\perp Ed}$	0 N/mm2	Composante perpendiculaire de la contrainte normale dans la section de gorge totale		
$RACINE(\sigma_{\perp Ed}^2 + 3 * (\tau_{\perp Ed}^2 + \tau_{ Ed}^2))$	0 N/mm2	Valeur de calcul des contraintes de cisaillement et normale combinées		EN1999-1-1 §8.6.3.3
$RACINE(\sigma_{\perp Ed}^2 + 3 * (\tau_{\perp Ed}^2 + \tau_{ Ed}^2)) \leq f_w / \gamma_{Mw}$	CORRECT			eq 8.32
Résistance de calcul de la zone affectée thermiquement (HAZ)				
Alliage EN-AW de la HAZ 6060-T6 ROND		Alliage dans la zone HAZ		EN1999-1-1 TabI 3.2
Suivant effort normal au plan de rupture (traction)				
$f_{u,HAZ}$	100 N/mm2	Valeur de résistance ultime en traction dans la zone affectée thermiquement (HAZ)		EN1999-1-1 TabI 3.2
$\sigma_{HAZ,Ed}$	0 N/mm2	Contrainte normale de calcul perpendiculaire à la section de gorge totale		EN1999-1-1 §8.6.3.4
$\sigma_{HAZ,Ed} \leq f_{u,HAZ} / \gamma_{Mw}$	CORRECT			eq 8.38
Suivant effort tranchant au plan de rupture (cisaillement)				
$f_{v,HAZ}$	58 N/mm2	Valeur de résistance caractéristique au cisaillement de la HAZ		EN1999-1-1 §8.6.2
$\tau_{HAZ,Ed}$	26 N/mm2	Contrainte de calcul de cisaillement parallèle à la section de gorge totale		EN1999-1-1 §8.6.3.4
$\tau_{HAZ,Ed} \leq f_{v,HAZ} / \gamma_{Mw}$	CORRECT			eq 8.40
Suivant efforts de traction et cisaillement combinés				
$RACINE((\sigma_{HAZ,Ed}^2 + 3 * (\tau_{HAZ,Ed}^2))$	45 N/mm2	Valeur de calcul des contraintes de cisaillement et normale combinées de la HAZ		EN1999-1-1 §8.6.3.4
$RACINE((\sigma_{HAZ,Ed}^2 + 3 * (\tau_{HAZ,Ed}^2)) \leq f_{u,HAZ} / \gamma_{Mw}$	CORRECT			eq 8.41

18.6. Elinguage

La mise en sécurité d'exploitation du chariot est soumise à un effort de traction de $5000daN/2=2500daN$ (mouflage)

18.6.1. Anneau de levage :

L'anneau de départ est un anneau de levage du commerce : ECROU A OEIL 266-3-24 CMU 2t7 ZINGUE de chez l'étoile

$2700daN < 2500daN$; correct

18.6.2. Elingue de mise en sécurité :

L'élingue sera réalisée par une chaîne de levage HR avec maille de 11.3x31mm ou 10x30 et d'une cmu de 3.15t minimum

$3150 < 2500daN$; correct

18.6.3. Tige filetée en traction

Une tige filetée M24 relie charge anneau de levage traverse toute la hauteur du chariot

Tige filetée M24 ; classe 8.8 ; $A_s = 353mm^2$

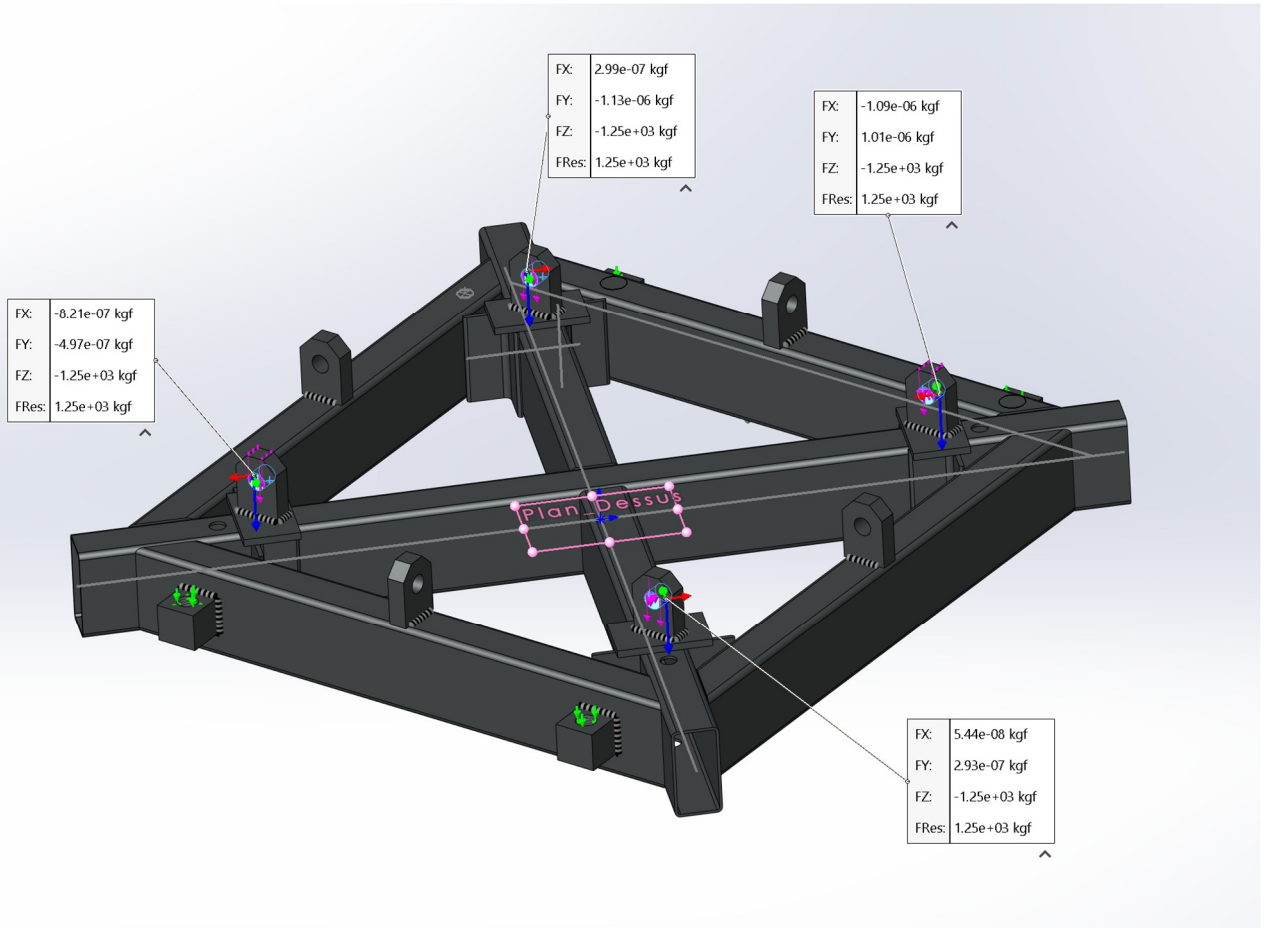
EN1993-1-1:2005			Résistance de groupe 4 sur boulons,écrous et rondelle	Articles
Valeurs de reference				
f_{yb}	640	N/mm ²	Limite élastique du boulon	EN1993-1-8 Tabl 3.1
f_{ub}	800	N/mm ²	Limite de résistance ultime à la traction du boulon	EN1993-1-8 Tabl 3.1
f_y	160	N/mm ²	Limite d'élasticité de la pièce la plus faible boulonnée	EN1993-1-1 Tabl 3.1
f_u	215	N/mm ²	Résistance nominale ultime à la traction de la pièce la plus faible boulonnée	EN1993-1-1 Tabl 3.1
d	24	mm	diamètre nominal du boulon	
A_s	353.0	mm ²	section résistante du boulon	
d_o	25	mm	diamètre de perçage pour le boulon	
γ_{M2}	1.25		Coefficient partiel de sécurité pour les assemblages boulonnés	EN1993-8-1 Tabl 2.1
γ_{M3}	1.25		Coefficient partiel de sécurité du matériau au glissement à l'ELU (catégorie C)	EN1993-8-1 Tabl 2.1
$\gamma_{M3,pr}$	1.10		Coefficient partiel de sécurité du matériau au glissement à l'ELS (catégorie B)	EN1993-8-1 Tabl 2.1
A LA TRACTION				
F_t	25 000	N	Effort de traction réel par boulon à l'ELS	EN1993-1-8 §3.6.1
γ_Q	1.5		Coefficient partiel de sécurité de l'effort pour l'ELU	
$F_{t,ed}$	37 500	N	Effort de traction de calcul par boulon à l'état à l'ELU	
k ₂	0.9		facteur de tête	
$F_{t,Rd}$	203 328	N	Résistance à la traction par boulon	
résistance au poinçonnement				
dm	50	mm	diamètre moyen mini d'appui de la tête ou écrou	
tp	10	mm	épaisseur mini de la plaque d'appui tête/écrou du boulon	
$B_{p,Rd}$	162 106	N	Résistance au poinçonnement par boulon	
CAT D) boulon non pré contraint (cl4.6 à 10.9)				
$F_{t,ed} \leq F_{t,Rd}$		CORRECT	vérification au calcul à la traction	EN1993-1-8 §3.4.2
$F_{t,ed} \leq B_{p,Rd}$		CORRECT	vérification au calcul à la traction au poinçonnement	EN1993-1-8 §3.4.2
CAT E) boulon pré contraint (cl8.8 à 10.9)				
$F_{t,ed} \leq F_{t,Rd}$		CORRECT	vérification au calcul à la traction	EN1993-1-8 §3.4.2
$F_{t,ed} \leq B_{p,Rd}$		CORRECT	vérification au calcul à la traction au poinçonnement	EN1993-1-8 §3.4.2

19. Etude de l'embase

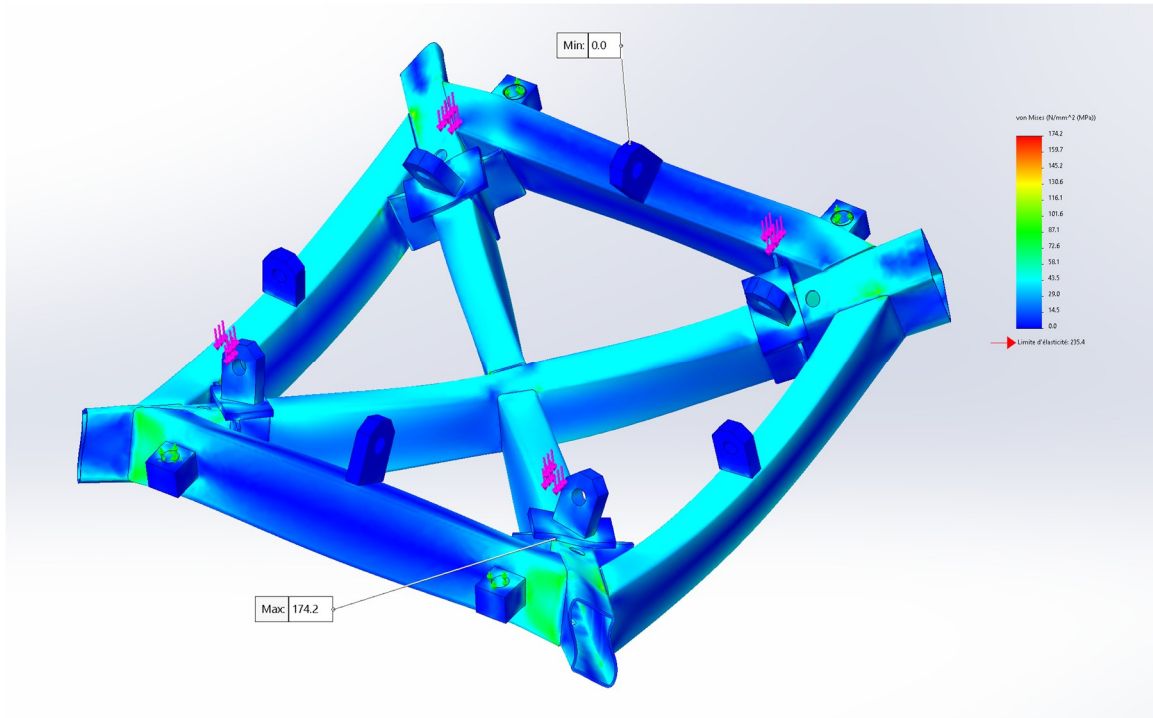
Cette analyse a été réalisée par éléments finis. Nous reprenons ci-après la synthèse des résultats de cette étude sous l'effet d'un effort de 5t.

19.1. Chargement

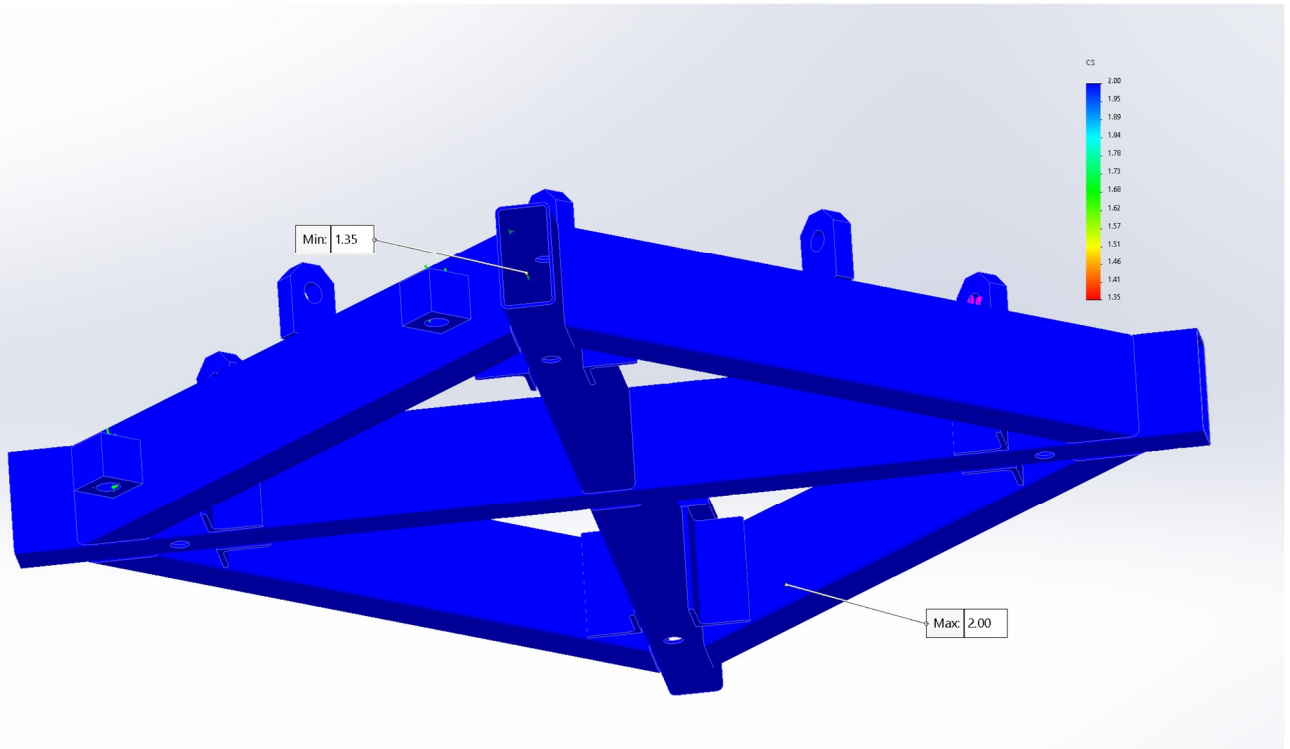
Nous appliquerons un effort FRes de 1250daN= 1250kgf sur chaque oreille de départ.



19.2. Contrainte de von mises



19.3. Coefficient de sécurité



Nous constatons que le coefficient majeur de l'étude > 1.5 (acier) ; correct
La très faible zone de singularité de contraintes de 1.35 est négligeable.

20. Conclusion

Au vu et respect des hypothèses de calculs de la page 5 et des résultats ci-dessus, la tour TL500 est correctement dimensionnée.

Son chargement est décliné en deux phases et capacités de chargements :

- Levage :2t
- Exploitation après mise en sécurité :5t

La Note 1 de la page 5, décrit précisément ces deux phases.

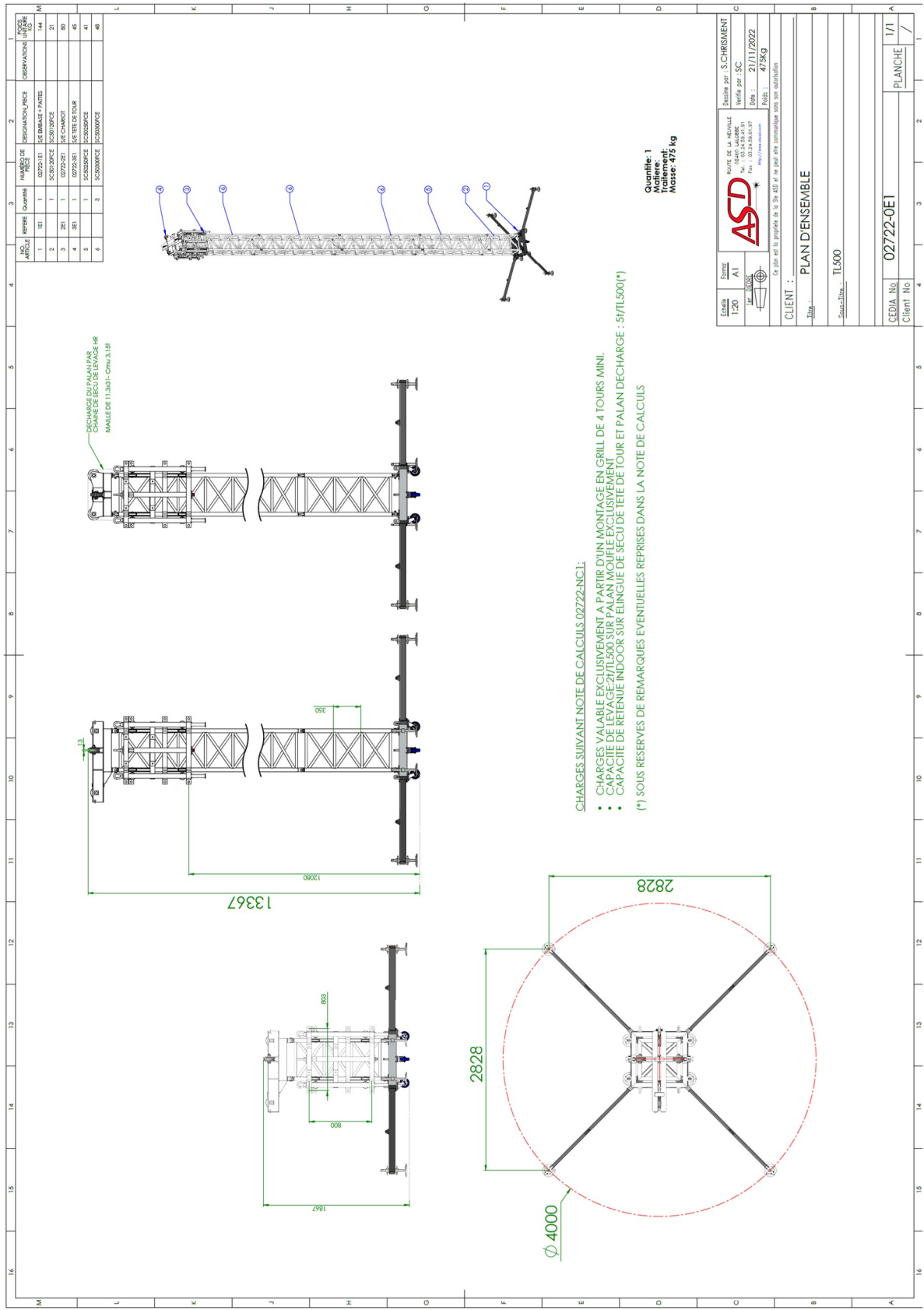
Ces modes de chargements ne requièrent pas l'installation de jambes de force optionnelles.

L'élingue de mise en sécurité d'exploitation devra respecter les critères du § 18.6.2 en page 34:

L'élingue sera réalisée par une chaîne de levage HR avec maille de 11.3x31mm ou 10x30 et d'une cmu de 3.15t minimum

Un défaut d'aplomb maximal de la tour est toléré : $1/200^{\circ}$ (déplacement en tête $\leq 67\text{mm}$)

21. Annexe1 : plan d'ensemble de la tour



22. Annexe2 : Nœuds

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
1	-0.248	-0.248	6.000		
2	-0.248	0.248	6.000		
3	0.248	0.248	6.000		
4	0.248	-0.248	6.000		
5	-0.249	-0.249	0.0		
6	-0.249	-0.249	3.000		
7	-0.249	0.249	0.0		
8	-0.249	0.249	3.000		
9	0.249	0.249	0.0		
10	0.249	0.249	3.000		
11	0.249	-0.249	0.0		
12	0.249	-0.249	3.000		
13	-0.249	-0.249	0.062		
14	0.249	-0.249	0.062		
15	0.249	0.249	0.062		
16	-0.249	0.249	0.062		
17	0.249	-0.249	0.450		
18	0.249	0.249	0.800		
19	0.249	-0.249	1.150		
20	0.249	0.249	1.500		
21	0.249	-0.249	1.850		
22	0.249	0.249	2.200		
23	0.249	-0.249	2.550		
24	0.249	0.249	2.938		
25	0.249	-0.249	2.938		
26	-0.249	-0.249	2.938		
27	-0.249	0.249	2.938		
28	0.249	0.249	0.450		
29	0.249	-0.249	0.800		
30	0.249	-0.249	1.500		
31	0.249	0.249	1.850		
32	0.249	-0.249	2.200		
33	0.249	0.249	2.550		
34	-0.249	0.249	0.800		
35	0.249	0.249	1.150		
36	-0.249	0.249	1.500		
37	-0.249	0.249	2.200		
38	-0.249	0.249	0.450		
39	-0.249	0.249	1.850		
40	-0.249	0.249	2.550		
41	-0.249	-0.249	0.800		
42	-0.249	0.249	1.150		
43	-0.249	-0.249	1.500		
44	-0.249	-0.249	2.200		
45	-0.249	-0.249	0.450		
46	-0.249	-0.249	1.850		
47	-0.249	-0.249	2.550		
48	-0.249	-0.249	1.150		
49	0.0	0.0	0.0		
50	-0.389	-0.389	0.0		
51	-1.414	-1.414	0.0	bbblll	Rotule
52	0.389	-0.389	0.0		
53	1.414	-1.414	0.0	bbblll	Rotule
54	0.389	0.389	0.0		
55	1.414	1.414	0.0	bbblll	Rotule

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
56	-0.389	0.389	0.0		
57	-1.414	1.414	0.0	bbblll	Rotule
58	-0.330	-0.330	0.0		
59	0.330	-0.330	0.0		
60	-0.330	0.330	0.0		
61	0.330	0.330	0.0		
62	-0.250	-0.330	0.0	bbblll	Rotule
63	0.250	-0.330	0.0	bbblll	Rotule
64	0.248	0.330	0.0	bbblll	Rotule
65	-0.250	0.330	0.0	bbblll	Rotule
66	-0.248	-0.248	3.062		
67	0.248	-0.248	3.062		
68	0.248	0.248	3.062		
69	-0.248	0.248	3.062		
70	0.248	-0.248	3.450		
71	0.248	0.248	3.800		
72	0.248	-0.248	4.150		
73	0.248	0.248	4.500		
74	0.248	-0.248	4.850		
75	0.248	0.248	5.200		
76	0.248	-0.248	5.550		
77	0.248	0.248	5.938		
78	0.248	-0.248	5.938		
79	-0.248	-0.248	5.938		
80	-0.248	0.248	5.938		
81	0.248	0.248	3.450		
82	0.248	-0.248	3.800		
83	0.248	-0.248	4.500		
84	0.248	0.248	4.850		
85	0.248	-0.248	5.200		
86	0.248	0.248	5.550		
87	-0.248	0.248	3.800		
88	0.248	0.248	4.150		
89	-0.248	0.248	4.500		
90	-0.248	0.248	5.200		
91	-0.248	0.248	3.450		
92	-0.248	0.248	4.850		
93	-0.248	0.248	5.550		
94	-0.248	-0.248	3.800		
95	-0.248	0.248	4.150		
96	-0.248	-0.248	4.500		
97	-0.248	-0.248	5.200		
98	-0.248	-0.248	3.450		
99	-0.248	-0.248	4.850		
100	-0.248	-0.248	5.550		
101	-0.248	-0.248	4.150		
102	-0.248	-0.248	9.000		
103	-0.248	0.248	9.000		
104	0.248	0.248	9.000		
105	0.248	-0.248	9.000		
106	-0.248	-0.248	6.062		
107	0.248	-0.248	6.062		
108	0.248	0.248	6.062		
109	-0.248	0.248	6.062		
110	0.248	-0.248	6.450		
111	0.248	0.248	6.800		
112	0.248	-0.248	7.150		

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
113	0.248	0.248	7.500		
114	0.248	-0.248	7.850		
115	0.248	0.248	8.200		
116	0.248	-0.248	8.550		
117	0.248	0.248	8.938		
118	0.248	-0.248	8.938		
119	-0.248	-0.248	8.938		
120	-0.248	0.248	8.938		
121	0.248	0.248	6.450		
122	0.248	-0.248	6.800		
123	0.248	-0.248	7.500		
124	0.248	0.248	7.850		
125	0.248	-0.248	8.200		
126	0.248	0.248	8.550		
127	-0.248	0.248	6.800		
128	0.248	0.248	7.150		
129	-0.248	0.248	7.500		
130	-0.248	0.248	8.200		
131	-0.248	0.248	6.450		
132	-0.248	0.248	7.850		
133	-0.248	0.248	8.550		
134	-0.248	-0.248	6.800		
135	-0.248	0.248	7.150		
136	-0.248	-0.248	7.500		
137	-0.248	-0.248	8.200		
138	-0.248	-0.248	6.450		
139	-0.248	-0.248	7.850		
140	-0.248	-0.248	8.550		
141	-0.248	-0.248	7.150		
142	-0.248	-0.248	12.000		
143	-0.248	0.248	12.000		
144	0.248	0.248	12.000		
145	0.248	-0.248	12.000		
146	-0.248	-0.248	9.062		
147	0.248	-0.248	9.062		
148	0.248	0.248	9.062		
149	-0.248	0.248	9.062		
150	0.248	-0.248	9.450		
151	0.248	0.248	9.800		
152	0.248	-0.248	10.150		
153	0.248	0.248	10.500		
154	0.248	-0.248	10.850		
155	0.248	0.248	11.200		
156	0.248	-0.248	11.550		
157	0.248	0.248	11.938		
158	0.248	-0.248	11.938		
159	-0.248	-0.248	11.938		
160	-0.248	0.248	11.938		
161	0.248	0.248	9.450		
162	0.248	-0.248	9.800		
163	0.248	-0.248	10.500		
164	0.248	0.248	10.850		
165	0.248	-0.248	11.200		
166	0.248	0.248	11.550		
167	-0.248	0.248	9.800		
168	0.248	0.248	10.150		
169	-0.248	0.248	10.500		

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
170	-0.248	0.248	11.200		
171	-0.248	0.248	9.450		
172	-0.248	0.248	10.850		
173	-0.248	0.248	11.550		
174	-0.248	-0.248	9.800		
175	-0.248	0.248	10.150		
176	-0.248	-0.248	10.500		
177	-0.248	-0.248	11.200		
178	-0.248	-0.248	9.450		
179	-0.248	-0.248	10.850		
180	-0.248	-0.248	11.550		
181	-0.248	-0.248	10.150		
182	0.0	0.0	13.500		
186	-0.248	-0.248	12.062		
187	0.248	-0.248	12.062		
188	0.248	0.248	12.062		
189	-0.248	0.248	12.062		
190	0.248	-0.248	12.450		
191	0.248	0.248	12.800		
192	0.248	-0.248	13.150		
193	0.248	0.248	13.500		
201	0.248	0.248	12.450		
202	0.248	-0.248	12.800		
203	0.248	-0.248	13.500		
207	-0.248	0.248	12.800		
208	0.248	0.248	13.150		
209	-0.248	0.248	13.500		
211	-0.248	0.248	12.450		
214	-0.248	-0.248	12.800		
215	-0.248	0.248	13.150		
216	-0.248	-0.248	13.500		
218	-0.248	-0.248	12.450		
221	-0.248	-0.248	13.150		

23. Annexe3 : Barres

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre	Élément de construction
1	6	1	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
2	8	2	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
3	5	6	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
4	7	8	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
5	9	10	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
6	11	12	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
7	13	14	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
8	14	15	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
9	15	16	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
10	16	13	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
11	13	15	RONDE_30x3	6106-T6	0.703	0.0	Treillis_reels	Barre
12	15	17	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
13	17	18	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
14	18	19	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
15	19	20	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
16	20	21	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
17	21	22	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
18	22	23	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
19	23	24	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
20	24	25	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
21	25	26	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
22	26	27	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
23	27	24	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
24	27	25	RONDE_30x3	6106-T6	0.703	0.0	Treillis_reels	Barre
25	17	28	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
26	29	18	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
27	30	20	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
28	21	31	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
29	32	22	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
30	23	33	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
31	16	28	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
32	28	34	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
33	34	35	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
34	35	36	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
35	36	31	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
36	31	37	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
37	37	33	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
38	33	27	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
39	28	38	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
40	18	34	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
41	20	36	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
42	31	39	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
43	22	37	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
44	33	40	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
45	13	38	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
46	38	41	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
47	41	42	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
48	42	43	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre	Élément de construction
49	43	39	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
50	39	44	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
51	44	40	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
52	40	26	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
53	38	45	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
54	34	41	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
55	36	43	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
56	39	46	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
57	37	44	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
58	40	47	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
59	14	45	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
60	45	29	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
61	29	48	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
62	48	30	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
63	30	46	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
64	46	32	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
65	32	47	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
66	47	25	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
67	45	17	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
68	41	29	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
69	43	30	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
70	46	21	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
71	44	32	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
72	47	23	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
73	49	50	RECF 100x50x3	ACIER E24 Soudé	0.550	0.0	EMBASE	Barre
74	50	51	TREC 80x40x5	ACIER E24 Soudé	1.450	0.0	EMBASE	Barre
75	49	52	RECF 100x50x3	ACIER E24 Soudé	0.550	0.0	EMBASE	Barre
76	52	53	TREC 80x40x5	ACIER E24 Soudé	1.450	0.0	EMBASE	Barre
77	49	54	RECF 100x50x3	ACIER E24 Soudé	0.550	0.0	EMBASE	Barre
78	54	55	TREC 80x40x5	ACIER E24 Soudé	1.450	0.0	EMBASE	Barre
79	49	56	RECF 100x50x3	ACIER E24 Soudé	0.550	0.0	EMBASE	Barre
80	56	57	TREC 80x40x5	ACIER E24 Soudé	1.450	0.0	EMBASE	Barre
81	58	59	RECF 100x50x3	ACIER E24 Soudé	0.660	0.0	EMBASE	Barre
82	60	58	RECF 100x50x3	ACIER E24 Soudé	0.660	0.0	EMBASE	Barre
83	61	60	RECF 100x50x3	ACIER E24 Soudé	0.660	0.0	EMBASE	Barre
84	59	61	RECF 100x50x3	ACIER E24 Soudé	0.660	0.0	EMBASE	Barre
85	10	3	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
86	12	4	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
87	66	67	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
88	67	68	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
89	68	69	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
90	69	66	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
91	66	68	RONDE_30x3	6106-T6	0.703	0.0	Treillis_reels	Barre
92	68	70	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
93	70	71	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
94	71	72	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre	Élément de construction
95	72	73	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
96	73	74	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
97	74	75	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
98	75	76	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
99	76	77	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
100	77	78	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
101	78	79	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
102	79	80	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
103	80	77	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
104	80	78	RONDE_30x3	6106-T6	0.703	0.0	Treillis_reels	Barre
105	70	81	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
106	82	71	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
107	83	73	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
108	74	84	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
109	85	75	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
110	76	86	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
111	69	81	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
112	81	87	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
113	87	88	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
114	88	89	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
115	89	84	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
116	84	90	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
117	90	86	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
118	86	80	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
119	81	91	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
120	71	87	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
121	73	89	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
122	84	92	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
123	75	90	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
124	86	93	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
125	66	91	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
126	91	94	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
127	94	95	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
128	95	96	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
129	96	92	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
130	92	97	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
131	97	93	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
132	93	79	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
133	91	98	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
134	87	94	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
135	89	96	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
136	92	99	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
137	90	97	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
138	93	100	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
139	67	98	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
140	98	82	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
141	82	101	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
142	101	83	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
143	83	99	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
144	99	85	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
145	85	100	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
146	100	78	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
147	98	70	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
148	94	82	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
149	96	83	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
150	99	74	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
151	97	85	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre	Élément de construction
152	100	76	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
153	1	102	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
154	2	103	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
155	3	104	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
156	4	105	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
157	106	107	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
158	107	108	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
159	108	109	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
160	109	106	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
161	106	108	RONDE_30x3	6106-T6	0.703	0.0	Treillis_reels	Barre
162	108	110	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
163	110	111	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
164	111	112	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
165	112	113	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
166	113	114	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
167	114	115	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
168	115	116	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
169	116	117	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
170	117	118	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
171	118	119	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
172	119	120	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
173	120	117	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
174	120	118	RONDE_30x3	6106-T6	0.703	0.0	Treillis_reels	Barre
175	110	121	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
176	122	111	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
177	123	113	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
178	114	124	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
179	125	115	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
180	116	126	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
181	109	121	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
182	121	127	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
183	127	128	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
184	128	129	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
185	129	124	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
186	124	130	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
187	130	126	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
188	126	120	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
189	121	131	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
190	111	127	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
191	113	129	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
192	124	132	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
193	115	130	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
194	126	133	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
195	106	131	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
196	131	134	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
197	134	135	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
198	135	136	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
199	136	132	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
200	132	137	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
201	137	133	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
202	133	119	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
203	131	138	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
204	127	134	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
205	129	136	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre	Élément de construction
206	132	139	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
207	130	137	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
208	133	140	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
209	107	138	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
210	138	122	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
211	122	141	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
212	141	123	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
213	123	139	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
214	139	125	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
215	125	140	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
216	140	118	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
217	138	110	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
218	134	122	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
219	136	123	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
220	139	114	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
221	137	125	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
222	140	116	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
223	102	142	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
224	103	143	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
225	104	144	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
226	105	145	RONDE_50x5	6106-T6	3.000	0.0	Membrures 35-0	Barre
227	146	147	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
228	147	148	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
229	148	149	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
230	149	146	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
231	146	148	RONDE_30x3	6106-T6	0.703	0.0	Treillis_reels	Barre
232	148	150	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
233	150	151	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
234	151	152	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
235	152	153	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
236	153	154	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
237	154	155	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
238	155	156	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
239	156	157	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
240	157	158	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
241	158	159	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
242	159	160	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
243	160	157	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
244	160	158	RONDE_30x3	6106-T6	0.703	0.0	Treillis_reels	Barre
245	150	161	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
246	162	151	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
247	163	153	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
248	154	164	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
249	165	155	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
250	156	166	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
251	149	161	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
252	161	167	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
253	167	168	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
254	168	169	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
255	169	164	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
256	164	170	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
257	170	166	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
258	166	160	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
259	161	171	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre	Élément de construction
260	151	167	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
261	153	169	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
262	164	172	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
263	155	170	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
264	166	173	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
265	146	171	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
266	171	174	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
267	174	175	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
268	175	176	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
269	176	172	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
270	172	177	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
271	177	173	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
272	173	159	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
273	171	178	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
274	167	174	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
275	169	176	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
276	172	179	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
277	170	177	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
278	173	180	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
279	147	178	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
280	178	162	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
281	162	181	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
282	181	163	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
283	163	179	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
284	179	165	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
285	165	180	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
286	180	158	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
287	178	150	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
288	174	162	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
289	176	163	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
290	179	154	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
291	177	165	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
292	180	156	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
293	143	209	RONDE_50x5	6106-T6	1.500	0.0	Membrures 35-0	Barre
294	144	193	RONDE_50x5	6106-T6	1.500	0.0	Membrures 35-0	Barre
295	145	203	RONDE_50x5	6106-T6	1.500	0.0	Membrures 35-0	Barre
297	186	187	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
298	187	188	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
299	188	189	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
300	189	186	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
301	186	188	RONDE_30x3	6106-T6	0.703	0.0	Treillis_reels	Barre
302	188	190	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
303	190	191	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
304	191	192	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
305	192	193	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
306	142	216	RONDE_50x5	6106-T6	1.500	0.0	Membrures 35-0	Barre
315	190	201	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
316	202	191	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
317	203	193	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
321	189	201	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
322	201	207	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
323	207	208	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
324	208	209	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
329	201	211	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre	Élément de construction
330	191	207	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
331	193	209	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
335	186	211	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
336	211	214	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
337	214	215	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
338	215	216	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
343	211	218	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
344	207	214	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
345	209	216	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
349	187	218	RONDE_30x3	6106-T6	0.631	0.0	Treillis_reels	Barre
350	218	202	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
351	202	221	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
352	221	203	RONDE_30x3	6106-T6	0.608	0.0	Treillis_reels	Barre
357	218	190	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
358	214	202	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre
359	216	203	RONDE_30x3	6106-T6	0.497	0.0	Treillis_reels	Barre

