



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

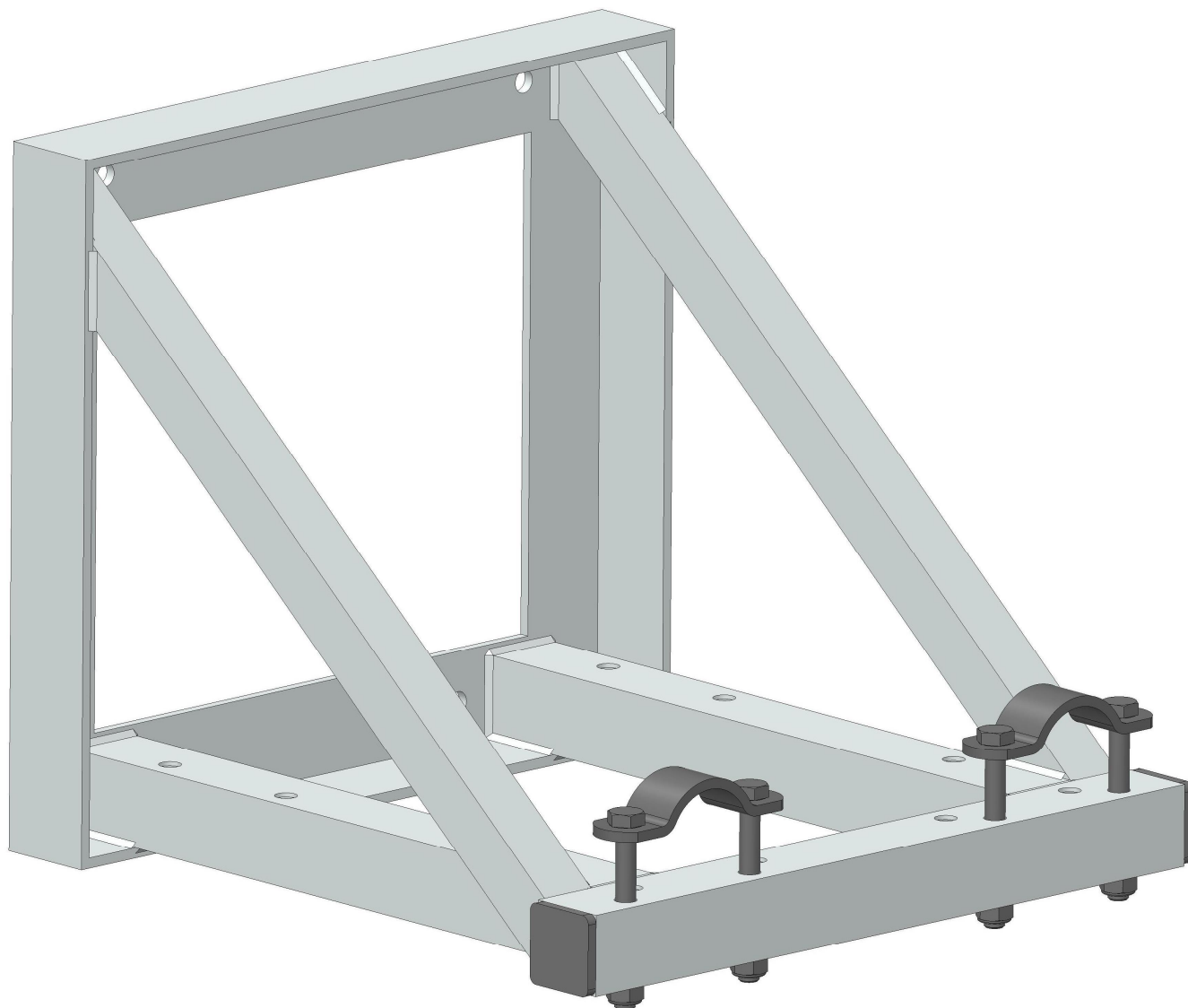
Note de calcul : FM29 - ALU - 500kg

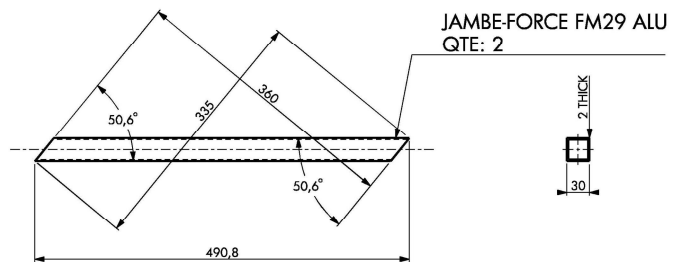
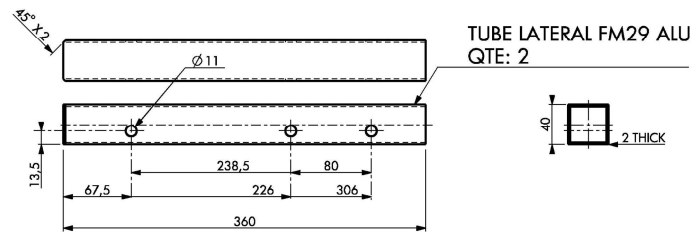
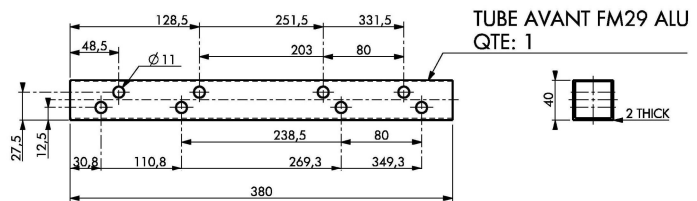
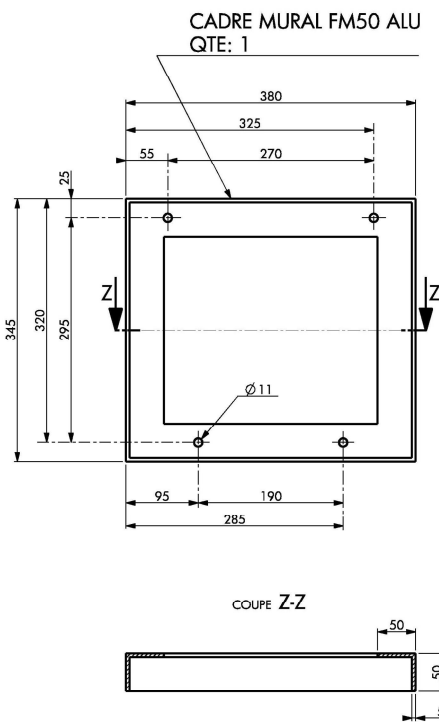
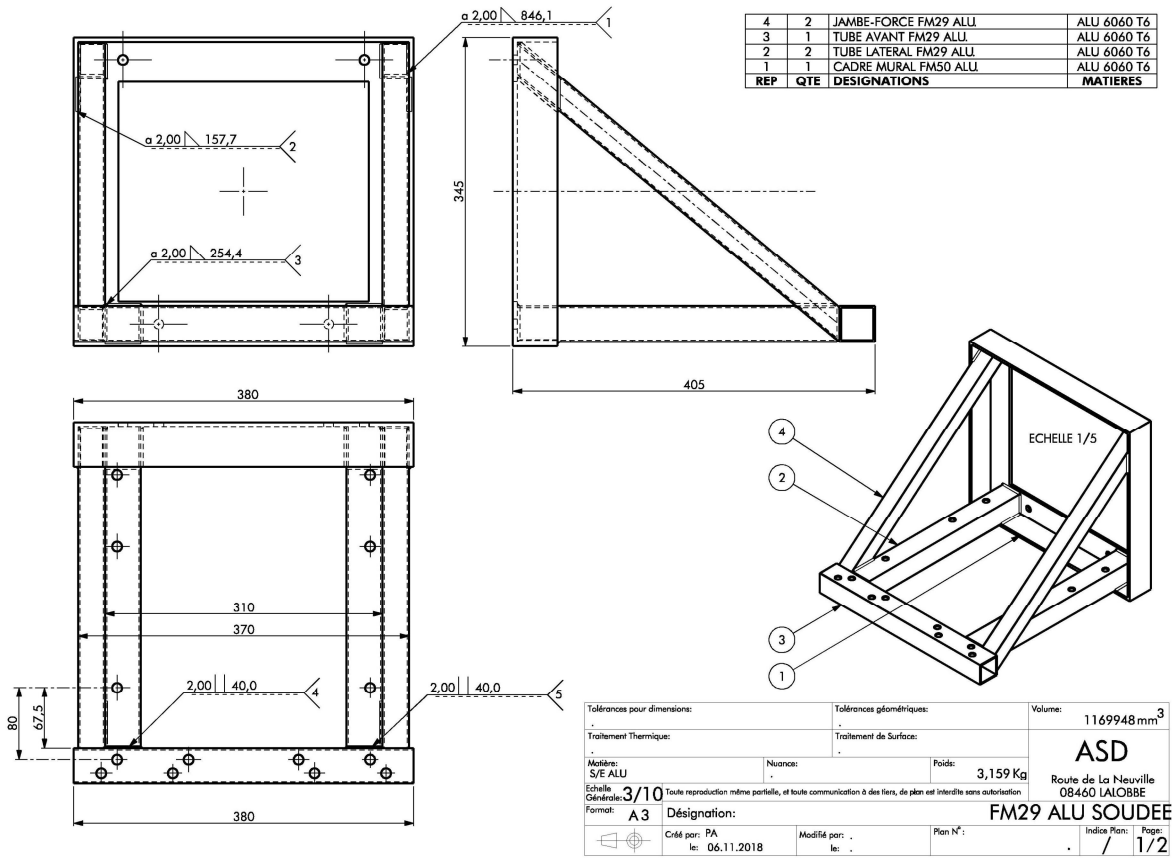
Date: vendredi 16 novembre 2018

Concepteur: PA

Sommaire

Description FM29 ALU:.....	4
Caractéristiques - ALU 6060-T6 :	4
Caractéristiques - Cornière 50-50-5 :	4
Caractéristiques - Tube 40-40-2	5
Caractéristiques - Tube 30-30-2 :	5
Paramètres du calcul du logiciel Freelem 11.0.0, conformément à l'Eurocode3	6
Hypothèses :	6
Plan de chargement :	6
Tableau des nœuds	7
Tableau des barres.....	7
Caractéristiques matériaux.....	8
Caractéristiques profilés.....	8
Tableau des chargements.....	8
Tableau des combinaisons.....	8
Résultats :	9
Résultats déplacements ELS 201	9
Résultats réactions ELU 301	9
Résultats contraintes ELU 301	10
Conclusion :	10





FM29 ALU SOUDEE . / 2/2

Description FM29 ALU:

La FM29 (suivant plan ci-dessus) est constituée de:

- 1 cadre mural, en cornière alu de 50-50-5, en ALU 6060-T6
- 2 tubes horizontaux, en tube alu carré de 40-40-2, en ALU 6060-T6
- 1 tube avant, en tube alu carré de 40-40-2, en ALU 6060-T6
- 2 tubes renfort, en tube alu carré de 30-2, en ALU 6060-T6

Caractéristiques - ALU 6060-T6 :

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

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

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

Dureté_HB2.5/62.5 > 90HB

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

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

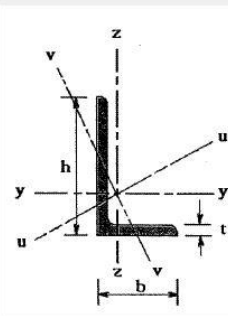
Coefficient_de_Poisson = $\nu = 0.30$

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

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

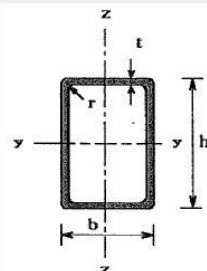
Caractéristiques - Cornière 50-50-5 :

Nom	L 050 x 050 x 5	
Dimension h (D pour tube)	50	mm
Dimension b (D pour tube)	50	mm
Épaisseur âme	5	mm
Épaisseur ailes	5	mm
Aire	490.258	mm ²
Section réduite Y	250	mm ²
Section réduite Z	250	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	250	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	250	mm ²
Inertie de torsion	0.39583	cm ⁴
Inertie Iy (flexion forte)	10.96	cm ⁴
Inertie Iz (flexion faible)	10.96	cm ⁴
Module de torsion	0.826	cm ³
Module de flexion élastique fort Wely	3.05	cm ³
Module de flexion plastique fort Wply	3.05	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	3.05	cm ³
Module de flexion plastique faible Wplz	3.05	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm ⁶)	0	cm ⁶ (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	3	(EC3)



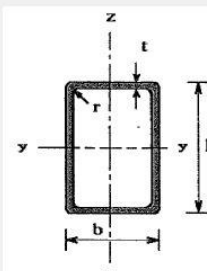
Caractéristiques - Tube 40-40-2

Nom	CARRE 40-2 A	
Dimension h (D pour tube)	40	mm
Dimension b (D pour tube)	40	mm
Epaisseur âme	2	mm
Epaisseur ailes	2	mm
Aire	304	mm ²
Section réduite Y	160	mm ²
Section réduite Z	160	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	133.33	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	133.33	mm ²
Inertie de torsion	10.97	cm ⁴
Inertie Iy (flexion forte)	7.34	cm ⁴
Inertie Iz (flexion faible)	7.34	cm ⁴
Module de torsion	5.78	cm ³
Module de flexion élastique fort Wely	3.67	cm ³
Module de flexion plastique fort Wply	4.34	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	3.67	cm ³
Module de flexion plastique faible Wplz	4.34	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm ⁶)	0	cm ⁶ (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	1	(EC3)



Caractéristiques - Tube 30-30-2 :

Nom	CARRE 30-2 A	
Dimension h (D pour tube)	30	mm
Dimension b (D pour tube)	30	mm
Epaisseur âme	2	mm
Epaisseur ailes	2	mm
Aire	224	mm ²
Section réduite Y	120	mm ²
Section réduite Z	120	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	120	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	120	mm ²
Inertie de torsion	4.39	cm ⁴
Inertie Iy (flexion forte)	2.94	cm ⁴
Inertie Iz (flexion faible)	2.94	cm ⁴
Module de torsion	3.14	cm ³
Module de flexion élastique fort Wely	1.96	cm ³
Module de flexion plastique fort Wply	2.36	cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	1.96	cm ³
Module de flexion plastique faible Wplz	2.36	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)
 Mcr calculé avec longueur = $Ldev$, $k = kw = 1$ et $zj = 0$
coef de réduction de déversement calculé uniquement sur I/H considérés laminés (non soudés), et sur U pour les autres profilés, le coefficient de réduction déversement est égal à 1
traverses : modèle conseillé = poutre bi-appuyée sous charge linéique
poteaux : modèle conseillé = moments aux extrémités
attention au modèle de moments : résultats de déversement fonction du maillage car Mcr 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)

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

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

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

Hypothèses :

- Le poids de la fixation murale n'est pas pris en compte
- La FM29 est fixée au mur par 4 vis M10 => les degrés de liberté sont bloqués en X, Y et Z

Plan de chargement :

2 forces FZ (-2452N) sont appliquées sur le tube avant (soit 500kg au total)

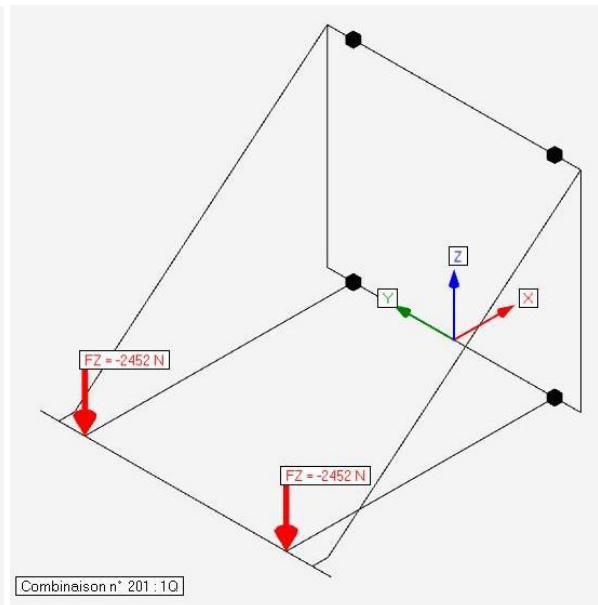
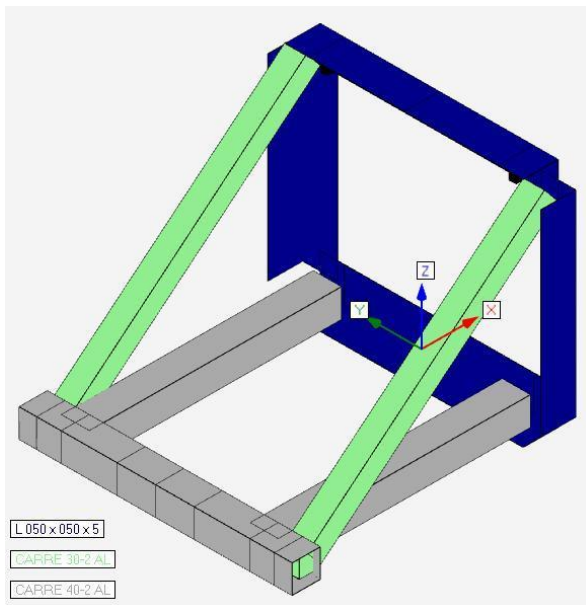


Tableau des nœuds

N°	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Appui
3	0	135	0	Encastrement
4	0	-135	0	Encastrement
5	0	0	0	Libre
8	0	135	280	Encastrement
9	0	-135	280	Encastrement
10	0	0	280	Libre
11	-339	170	0	Libre
12	-339	-170	0	Libre
13	-360	135	0	Libre
14	-360	-135	0	Libre
15	-360	0	0	Libre
18	0	170	280	Libre
19	0	-170	280	Libre
20	-360	170	0	Libre
21	-360	-170	0	Libre
24	-360	195	0	Libre
25	-360	-195	0	Libre
26	-360	55	0	Libre
27	-360	-55	0	Libre
28	0	170	0	Libre
29	0	-170	0	Libre

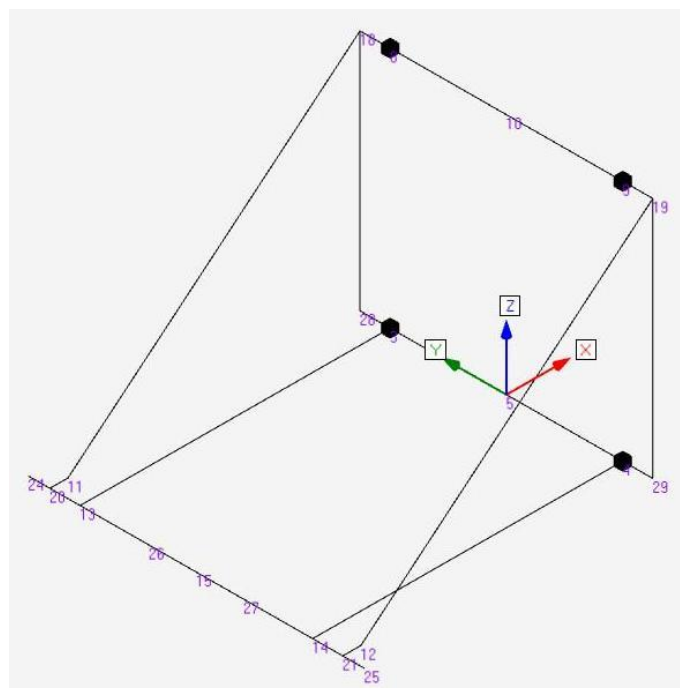
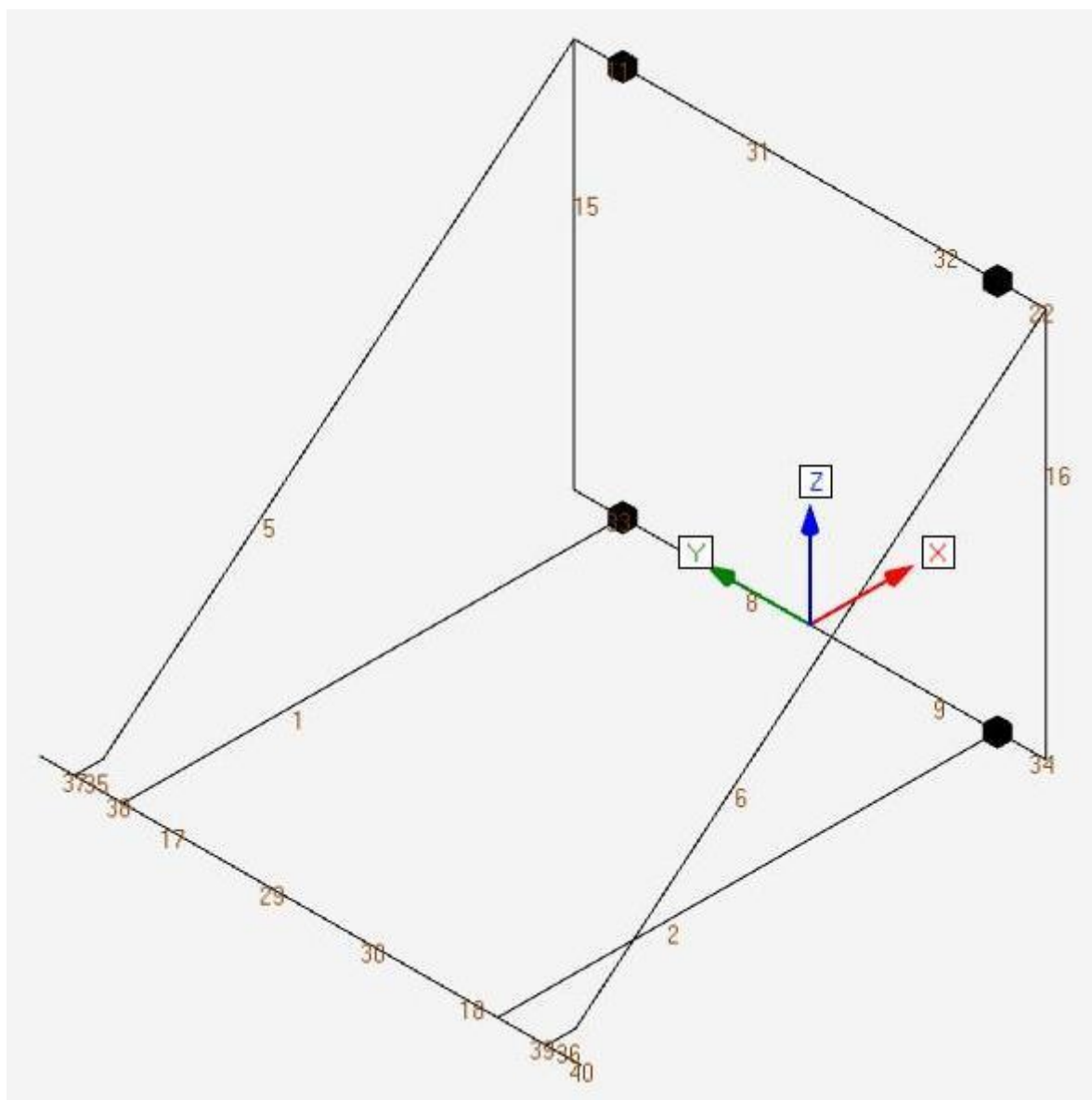


Tableau des barres

N°	Noeud 1	Noeud 2	Profilé	Liaisons	Matériau	Angle (°)	Lfy (mm)	Lfz (mm)	Ldev (mm)	Modèle dévers.
1	3	13	CARRE 40-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	0	360	360	360	Aucun-déversement
2	4	14	CARRE 40-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	0	360	360	360	Aucun-déversement
5	18	11	CARRE 30-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	0	440	440	440	Aucun-déversement
6	19	12	CARRE 30-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	0	440	440	440	Aucun-déversement
8	3	5	L 050 x 050 x 5	Enc-Enc	6060-T6	90	135	135	135	Aucun-déversement
9	5	4	L 050 x 050 x 5	Enc-Enc	6060-T6	90	135	135	135	Aucun-déversement
11	18	8	L 050 x 050 x 5	Enc-Enc	6060-T6	180	35	35	35	Aucun-déversement
15	28	18	L 050 x 050 x 5	Enc-Enc	6060-T6	270	280	280	280	Aucun-déversement
16	29	19	L 050 x 050 x 5	Enc-Enc	6060-T6	0	280	280	280	Aucun-déversement
17	26	13	CARRE 40-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	90	80	80	80	Aucun-déversement
18	27	14	CARRE 40-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	90	80	80	80	Aucun-déversement
22	9	19	L 050 x 050 x 5	Enc-Enc	6060-T6	180	35	35	35	Aucun-déversement
29	15	26	CARRE 40-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	90	55	55	55	Aucun-déversement
30	15	27	CARRE 40-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	90	55	55	55	Aucun-déversement
31	8	10	L 050 x 050 x 5	Enc-Enc	6060-T6	180	135	135	135	Aucun-déversement
32	10	9	L 050 x 050 x 5	Enc-Enc	6060-T6	180	135	135	135	Aucun-déversement
33	28	3	L 050 x 050 x 5	Enc-Enc	6060-T6	90	35	35	35	Aucun-déversement
34	4	29	L 050 x 050 x 5	Enc-Enc	6060-T6	90	35	35	35	Aucun-déversement
35	11	20	CARRE 30-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	90	21	21	21	Aucun-déversement
36	12	21	CARRE 30-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	90	21	21	21	Aucun-déversement
37	24	20	CARRE 40-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	90	25	25	25	Aucun-déversement
38	20	13	CARRE 40-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	90	35	35	35	Aucun-déversement
39	14	21	CARRE 40-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	90	35	35	35	Aucun-déversement
40	21	25	CARRE 40-2 AL	Enc-Enc	6060-T6	90	25	25	25	Aucun-déversement



Caractéristiques matériaux

Matériau	E (MPa)	ρ (kg/m ³)	G (MPa)	Re (MPa)	Rm (MPa)
6060-T6	70000	2700	27000	140	170

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)
CARRE 40-2 AL	304	160	160	133	133	11	5.78	7.3	3.67	7.3	3.67	1	4.34	4.34	0
CARRE 30-2 AL	224	120	120	120	120	4.4	3.14	2.9	1.96	2.9	1.96	1	2.36	2.36	0
L 050 x 050 x 5	480	250	250	250	250	.4	.83	11	3.05	11	3.05	3	3.05	3.05	0

Tableau des chargements

CasN°	Nom	Type	Localisation	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	Niveau Eurocode3
1	Q	Nodal	13/14			-2452 N				Exploitation

Tableau des combinaisons

N°	Nom	Cas	Coef	Règle	Niveau Eurocode3
201	1Q	1	1	Linéaire	ELS
301	1.7Q	1	1.7	Linéaire	ELU

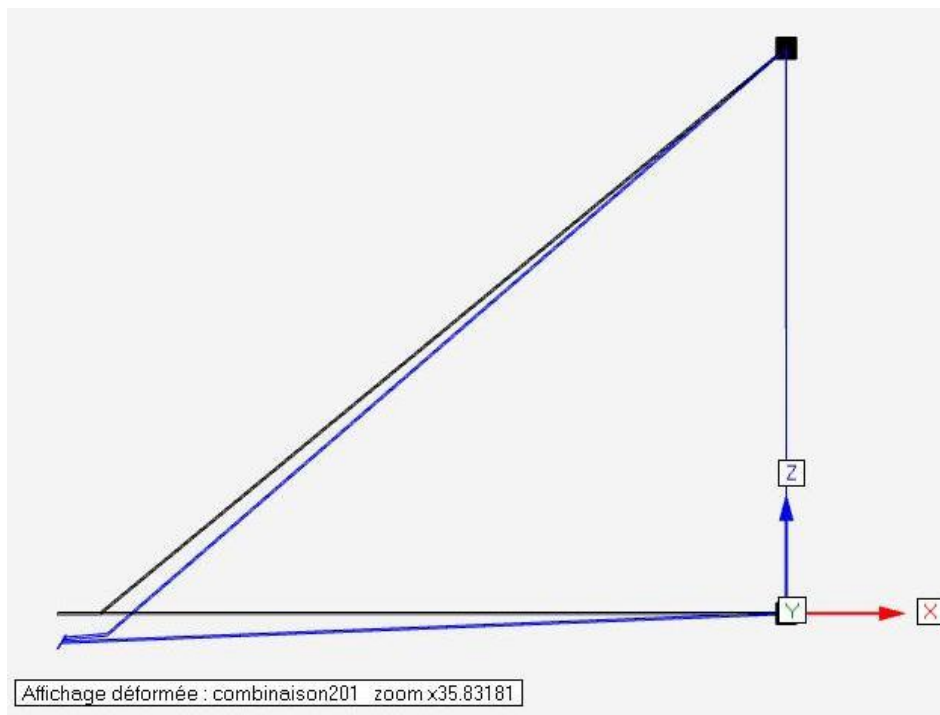
Résultats :

Résultats déplacements ELS 201

Noeud	Cas	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)
15	201	-0.01	0.00	-0.50	-0.00	-0.00	-0.00
26	201	0.00	0.00	-0.48	0.00	-0.00	-0.00
27	201	0.00	-0.00	-0.48	-0.00	-0.00	0.00
13	201	0.05	0.00	-0.40	0.00	-0.00	-0.00
14	201	0.05	-0.00	-0.40	-0.00	-0.00	0.00
20	201	0.09	0.00	-0.35	0.00	-0.00	-0.00
21	201	0.09	-0.00	-0.35	-0.00	-0.00	0.00
24	201	0.12	0.00	-0.30	0.00	-0.00	-0.00
25	201	0.12	-0.00	-0.30	-0.00	-0.00	0.00
11	201	0.09	-0.02	-0.29	0.00	-0.00	-0.00

Flèche verticale au centre du tube avant => Dz = 0.50mm / 360mm = 1/720^{ème} => satisfaisant

Vue déformée (amplifiée x 36)



Résultats réactions ELU 301

Noeud	Cas	Fx (N)	Fy (N)	Fz (N)	Mx (N.m)	My (N.m)	Mz (N.m)	Traction max (N)	Cisaillement max (N)
3	301	-5 145	482	669	-10	60	-44	0	0
4	301	-5 145	-482	669	10	60	44	0	0
8	301	5 145	17	3 499	108	-0	-194	0	0
9	301	5 145	-17	3 499	-108	-0	194	0	0

Les forces Fx et Fz (aux nœuds 8 et 9) sont appliquées aux vis M10 supérieures:

Vis_M10_Classe_4.6: $A_s = 58\text{mm}^2$, $f_{ub} = 400\text{MPa}$

$$\text{TRACTION: } F_{t,Ed} = F_x = 5145\text{N} \leq F_{t,Rd} = \frac{0.9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \times 400 \times 58}{1.25} = 16704\text{N} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$\text{CISAILLEMENT: } F_{v,Ed} = F_z = 3499\text{N} \leq F_{v,Rd} = \frac{0.6 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \times 400 \times 58}{1.25} = 16128\text{N} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

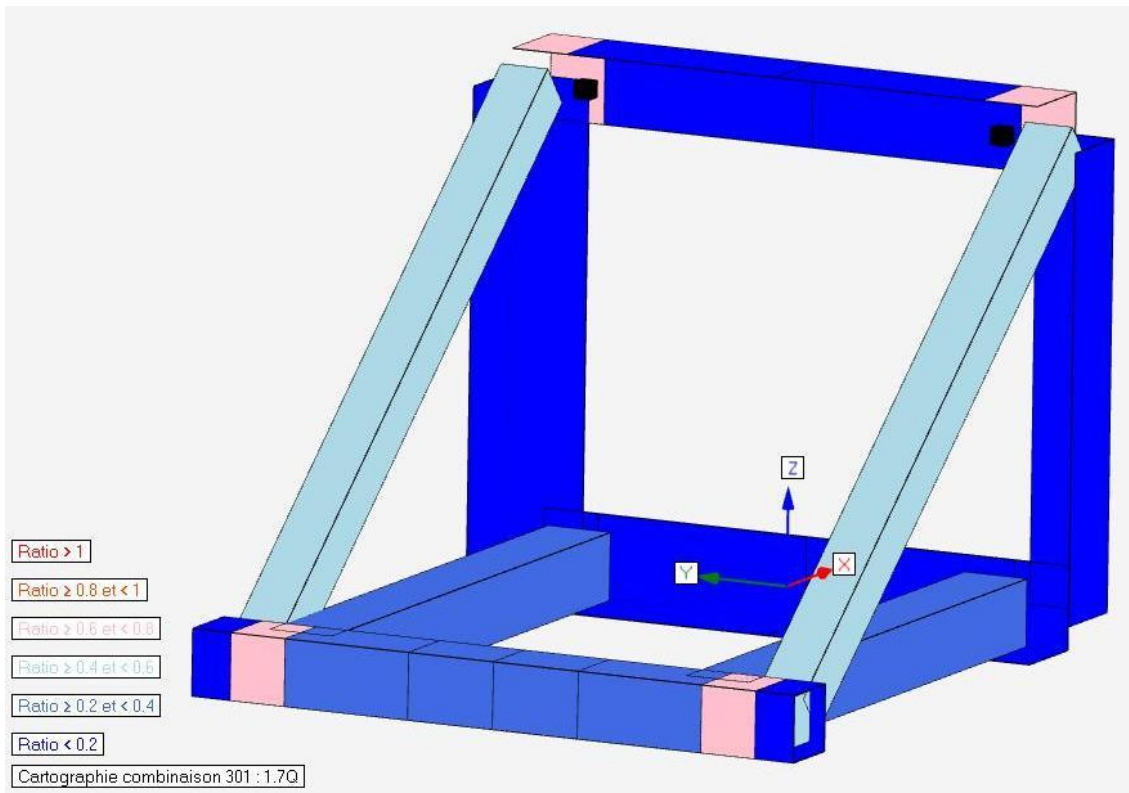
Vérification_boulon_cisaillé_et_tendu:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1.4 \times F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \Rightarrow \frac{5145}{1.4 \times 16704} + \frac{3499}{16128} = 0.44 \leq 1 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Résultats contraintes ELU 301

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
22	9	301	0.04	35.57	63.56	20.58	14.00	0.13	99.16	24.99	108.20	0.00	0.31	0.71	0.00	0.00	0.25	0.71	0.71	0.71
11	8	301	0.04	35.57	63.56	20.58	14.00	0.13	99.16	24.99	108.20	0.00	0.31	0.71	0.00	0.00	0.25	0.71	0.71	0.71
39	21	301	-0.47	8.55	6.98	30.89	38.76	7.27	16.00	55.43	97.34	0.00	0.68	0.13	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.68
39	14	301	-0.47	33.12	26.24	30.89	38.76	7.27	59.82	55.43	113.13	0.00	0.68	0.49	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.68
38	13	301	-0.47	33.12	26.24	30.89	38.76	7.27	59.82	55.43	113.13	0.00	0.68	0.49	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.68
38	20	301	-0.47	8.55	6.98	30.89	38.76	7.27	16.00	55.43	97.34	0.00	0.68	0.13	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.68
36	21	301	-23.07	15.72	17.81	34.32	1.18	9.65	56.61	43.98	94.91	0.16	0.54	0.41	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.54
36	12	301	-23.07	14.46	18.83	34.32	1.18	9.65	56.36	43.98	94.77	0.16	0.54	0.41	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.54
35	20	301	-23.07	15.72	17.81	34.32	1.18	9.65	56.61	43.98	94.91	0.16	0.54	0.41	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.54
35	11	301	-23.07	14.46	18.83	34.32	1.18	9.65	56.36	43.98	94.77	0.16	0.54	0.41	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.54
6	12	301	-29.50	18.83	19.32	1.18	0.96	0.52	67.65	1.95	67.74	0.21	0.02	0.48	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.48
5	11	301	-29.50	18.83	19.32	1.18	0.96	0.52	67.65	1.95	67.74	0.21	0.02	0.48	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.48
1	13	301	17.00	9.69	19.80	2.68	0.37	3.50	46.49	6.19	47.71	0.12	0.08	0.33	0.13	0.13	0.07	0.28	0.31	0.33
2	14	301	17.00	9.69	19.80	2.68	0.37	3.50	46.49	6.19	47.71	0.12	0.08	0.33	0.13	0.13	0.07	0.28	0.31	0.33
22	19	301	0.04	4.58	4.52	20.58	14.00	0.13	9.14	24.99	44.24	0.00	0.31	0.07	0.00	0.00	0.03	0.07	0.07	0.31

Cornière supérieure, au niveau des vis M10 : Ratio maxi = 0.71 \leq 1 => satisfaisant



Conclusion :

- La fixation murale FM29 ALU est compatible avec une CMU de 500kg
- Les vis ou chevilles de fixation au mur devront résister à :
 - Traction/Arrachement : 525kg
 - Cisaillement : 350kg