



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

---

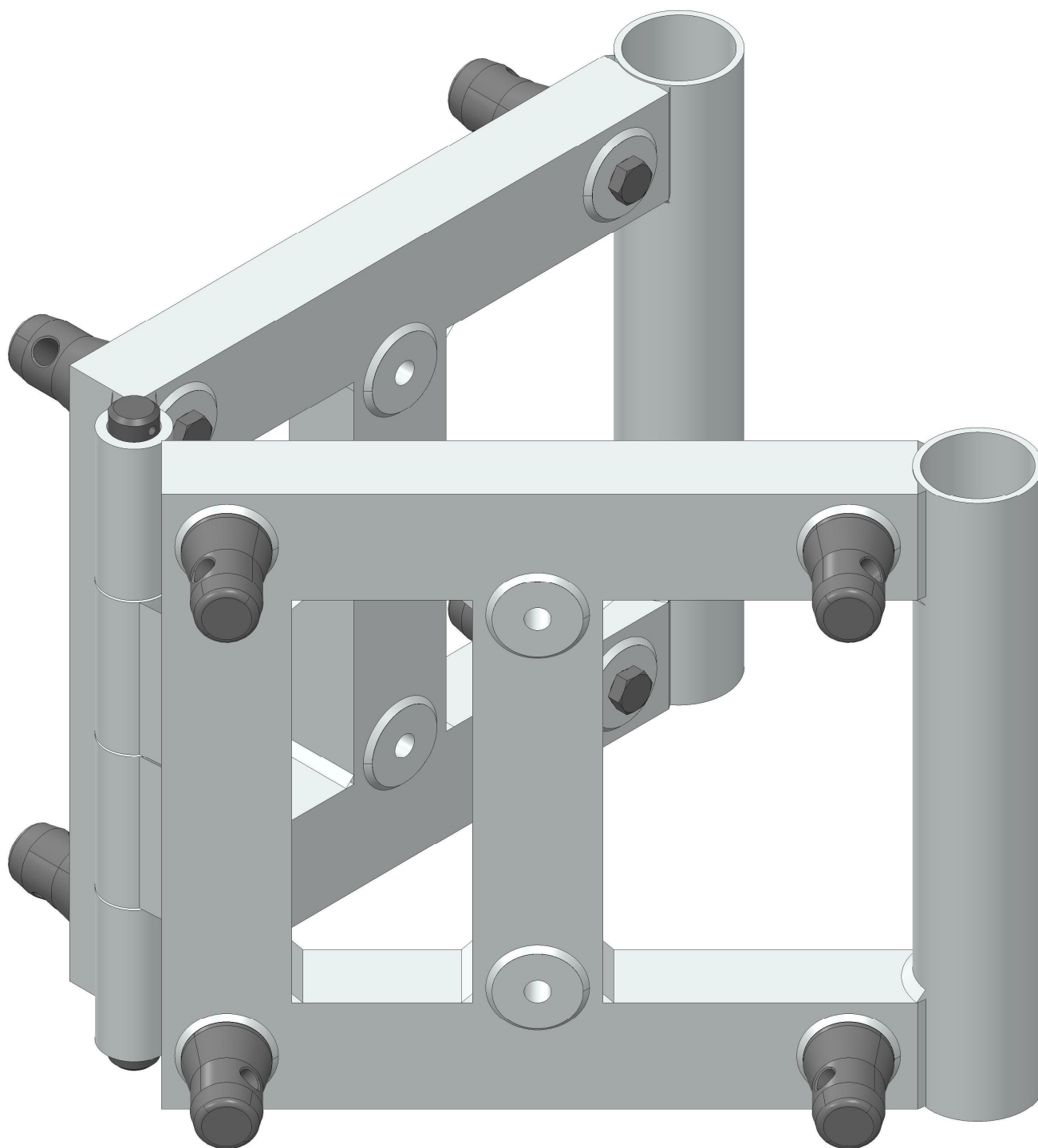
## Note de calcul : ANGV259 - ALU

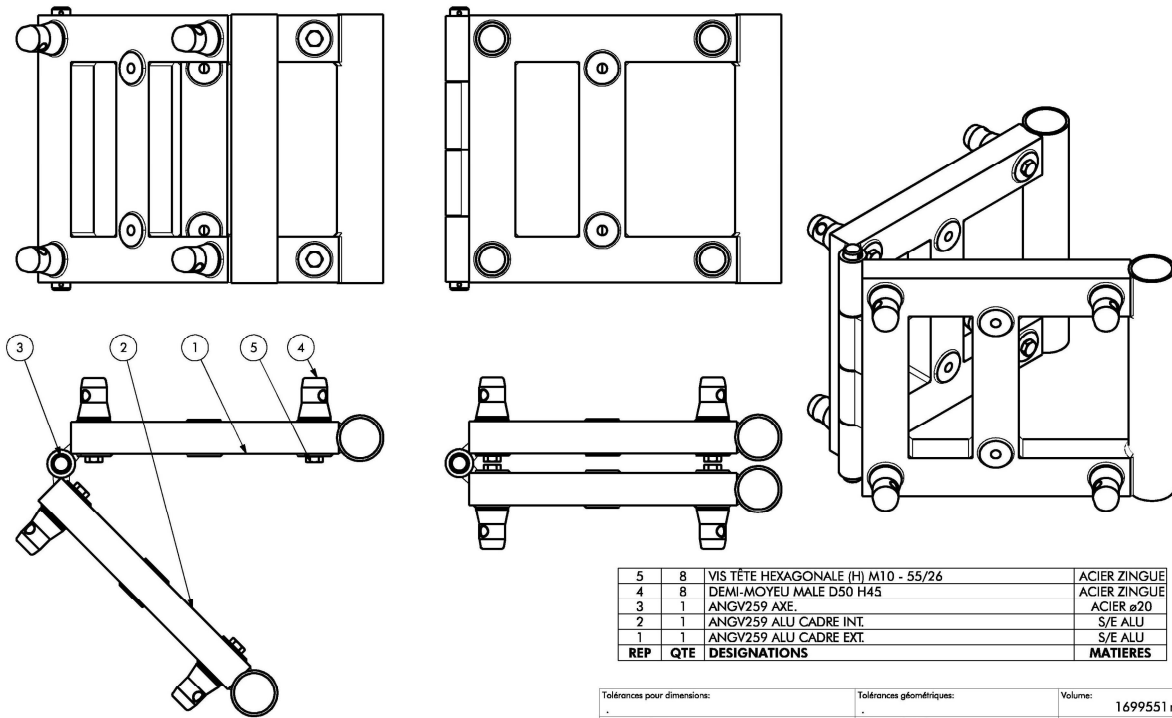
Date: ..... samedi 17 novembre 2018

Concepteur: ..... PA

### Sommaire

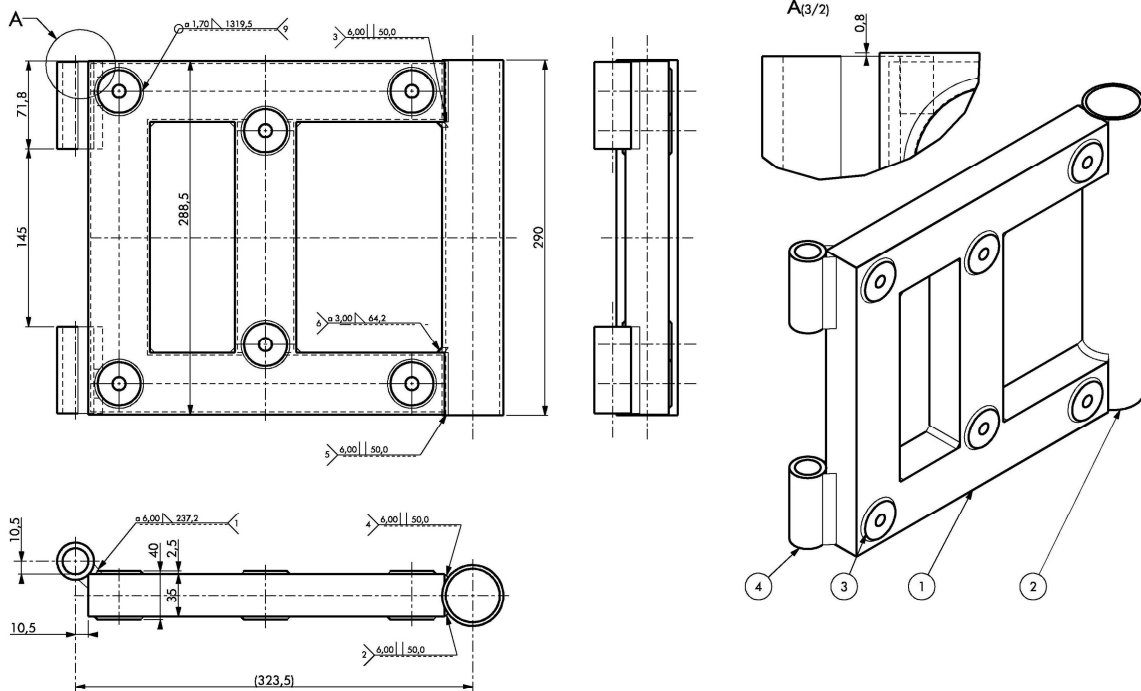
Description ANGV259 ALU:.....	4
Caractéristiques - ALU 6060-T6 : .....	4
Caractéristiques - Alu 6005A-T6 : .....	4
Caractéristiques - ACIER S235 : .....	5
Caractéristiques - Tube Alu Rectangulaire 50-35-2 : .....	5
Caractéristiques - Tube ø50-3 .....	5
Caractéristiques - Rond ø20 : .....	6
Paramètres du calcul du logiciel Freelem 11.0.0, conformément à l'Eurocode3 .....	6
Hypothèses : .....	7
Plan de chargement : .....	7
Calcul ANGV259 ALU .....	8
Tableau des nœuds .....	8
Tableau des barres.....	8
Caractéristiques matériaux.....	9
Caractéristiques profilés.....	9
Tableau des chargements.....	9
Tableau des combinaisons.....	9
Résultats : .....	10
Résultats déplacements ELS 201 .....	10
Résultats réactions ELU 301 .....	11
Résultats contraintes ELU 301 .....	12
Conclusion : .....	13





REP	QTE	DESIGNATIONS	MATIERES
5	8	VIS TÊTE HEXAGONALE (H) M10 - 55/26	ACIER ZINGUE
4	8	DEMI-MOYEU MALE D50 H45	ACIER ZINGUE
3	1	ANGV259 AXE	ACIER ø20
2	1	ANGV259 ALU CADRE INT.	S/E ALU
1	1	ANGV259 ALU CADRE EXT.	S/E ALU

Tolérances pour dimensions:	Tolérances géométriques:	Volume: 1699551 mm <sup>3</sup>
Traitement Thermique:	Traitement de Surface:	<b>ASD</b>
Matière: S/E ALU	Nuance:	Poids: 6,420 Kg
Route de La Neuville 08460 LALOBBE		
Échelle: 3/10 Toute reproduction même partielle, et toute communication à des tiers, de plan est interdite sans autorisation		
Format: A3 Désignation: ANGV259 ALU ASSEMBLE		Indice Plan: 1 / 5
Créé par: PA	Modifié par:	Plan N°:
le: 06.11.2018	le:	



REP	QTE	DESIGNATIONS	MATIERES
4	2	ANGV259 ALU TUBE CHARNIERE	ALU
3	6	ANGV259 ALU TUBE FIXE MOYEU	ALU
2	1	TUBE ALU ø50.3 L=0290	ALU
1	1	ANGV259 ALU CHASSIS	ALU 50-35-2

ANGV259 ALU CADRE EXT . / 2/5

## Description ANGV259 ALU:

Le cadre ext ANGV259 ALU (suivant plan ci-dessus) est constitué de:

- 1 cadre, en tube alu rectangulaire de 50-35-2, en ALU 6005A-T6
- 1 tube central, en tube alu rectangulaire de 50-35-2, en ALU 6005A-T6
- 1 tube vertical extérieur, en tube alu  $\varnothing 50-3$ , en ALU 6005A-T6
- 2 tubes charnière, en tube alu  $\varnothing 30-4.5$  L=71mm, en ALU 6060-T6
- 6 bossages, en rond alu  $\varnothing 35$ , en ALU 6060-T6

Le cadre int ANGV259 ALU (suivant plan ci-dessus) est constitué de:

- 1 cadre, en tube alu rectangulaire de 50-35-2, en ALU 6005A-T6
- 1 tube central, en tube alu rectangulaire de 50-35-2, en ALU 6005A-T6
- 1 tube vertical extérieur, en tube alu  $\varnothing 50-3$ , en ALU 6005A-T6
- 2 tubes charnière, en tube alu  $\varnothing 30-4.5$  L=71mm, en ALU 6060-T6
- 6 bossages, en rond alu  $\varnothing 35$ , en ALU 6060-T6

L'ANGV259 ALU est assemblé par :

- 1 axe, en rond  $\varnothing 20$ , en ACIER S235
- 2 goupilles  $\varnothing 4$ mm

## Caractéristiques - ALU 6060-T6 :

*Limite\_d'élasticité* =  $f_y > 140\text{MPa}$

*Résistance\_traction* =  $f_u > 170\text{MPa}$

*Allongement\_50mm* =  $A_{50} > 6\%$

*Dureté\_HB2.5/62.5* > 90HB

*Module\_d'élasticité\_longitudinale* =  $E = 79500\text{MPa}$

*Module\_d'élasticité\_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 - Alu 6005A-T6 :

*Limite\_d'élasticité* =  $f_y > 225\text{MPa}$

*Résistance\_traction* =  $f_u > 270\text{MPa}$

*Allongement\_50mm* =  $A_{50} > 6\%$

*Dureté\_HB2.5/62.5* > 90HB

*Module\_d'élasticité\_longitudinale* =  $E = 79500\text{MPa}$

*Module\_d'élasticité\_transversale* =  $G = 27800\text{MPa}$

*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 - 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 =  $G = 80800MPa$

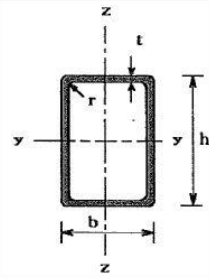
Coefficient \_ de \_ Poisson =  $\nu = 0.3$

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

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

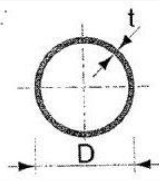
## Caractéristiques - Tube Alu Rectangulaire 50-35-2 :

Nom	RECT 50-35-2	
Dimension h (D pour tube)	50	mm
Dimension b (D pour tube)	35	mm
Epaisseur âme	2	mm
Epaisseur ailes	2	mm
Aire	324	mm <sup>2</sup>
Section réduite Y	140	mm <sup>2</sup>
Section réduite Z	200	mm <sup>2</sup>
Facteur de résistance au cisaillement Y	116.67	mm <sup>2</sup>
Facteur de résistance au cisaillement Z	166.67	mm <sup>2</sup>
Inertie de torsion	12.39	cm <sup>4</sup>
Inertie Iy (flexion forte)	11.31	cm <sup>4</sup>
Inertie Iz (flexion faible)	6.44	cm <sup>4</sup>
Module de torsion	6.34	cm <sup>3</sup>
Module de flexion élastique fort Wely	4.52	cm <sup>3</sup>
Module de flexion plastique fort Wply	5.48	cm <sup>3</sup> (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	3.68	cm <sup>3</sup>
Module de flexion plastique faible Wplz	4.26	cm <sup>3</sup> (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm <sup>6</sup> )	0	cm <sup>6</sup> (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	1	(EC3)



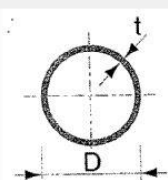
## Caractéristiques - Tube ø50-3

Nom	TUBE 50-3 AL	
Dimension h (D pour tube)	50	mm
Dimension b (D pour tube)	50	mm
Epaisseur âme	3	mm
Epaisseur ailes	3	mm
Aire	442.96	mm <sup>2</sup>
Section réduite Y	265.78	mm <sup>2</sup>
Section réduite Z	265.78	mm <sup>2</sup>
Facteur de résistance au cisaillement Y	265.78	mm <sup>2</sup>
Facteur de résistance au cisaillement Z	265.78	mm <sup>2</sup>
Inertie de torsion	24.56	cm <sup>4</sup>
Inertie Iy (flexion forte)	12.28	cm <sup>4</sup>
Inertie Iz (flexion faible)	12.28	cm <sup>4</sup>
Module de torsion	9.82	cm <sup>3</sup>
Module de flexion élastique fort Wely	4.91	cm <sup>3</sup>
Module de flexion plastique fort Wply	6.63	cm <sup>3</sup> (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	4.91	cm <sup>3</sup>
Module de flexion plastique faible Wplz	6.63	cm <sup>3</sup> (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm <sup>6</sup> )	0	cm <sup>6</sup> (EC3 - déversement)
Classe de section (flexion)	1	(EC3)



## Caractéristiques - Rond ø20 :

Nom	ROND 20	
Dimension h (D pour tube)	20	mm
Dimension b (D pour tube)	20	mm
Epaisseur âme	10	mm
Epaisseur ailes	10	mm
Aire	314.16	mm <sup>2</sup>
Section réduite Y	157.08	mm <sup>2</sup>
Section réduite Z	157.08	mm <sup>2</sup>
Facteur de résistance au cisaillement Y	157.08	mm <sup>2</sup>
Facteur de résistance au cisaillement Z	157.08	mm <sup>2</sup>
Inertie de torsion	1.57	cm <sup>4</sup>
Inertie Iy (flexion forte)	0.79	cm <sup>4</sup>
Inertie Iz (flexion faible)	0.79	cm <sup>4</sup>
Module de torsion	1.57	cm <sup>3</sup>
Module de flexion élastique fort Wely	0.79	cm <sup>3</sup>
Module de flexion plastique fort Wply	1.33	cm <sup>3</sup> (EC3 - flexion classes 1/2)
Module de flexion élastique faible Welz	0.79	cm <sup>3</sup>
Module de flexion plastique faible Wplz	1.33	cm <sup>3</sup> (EC3 - flexion classes 1/2)
Inertie Iw de gauchissement (cm <sup>6</sup> )	0	cm <sup>6</sup> (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)  
 $\sigma$  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  $z_j = 0$   
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 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)

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

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

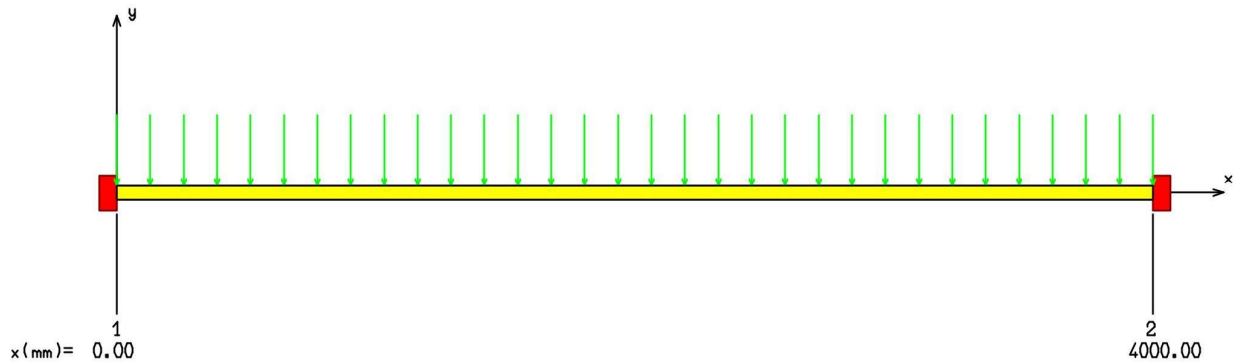
$\text{racine}(T^2 + 2.36 C^2) / Ar \leq \text{Sigma ADM}$

### Hypothèses :

- Le poids de l'ANGV259 n'est pas pris en compte
- Nous calculons le cadre EXT uniquement => les 2 tubes charnière sont bloqués en X, Y et Z
- Nous supposons le cadre INT fixé au mur par 4 vis M10

### Plan de chargement :

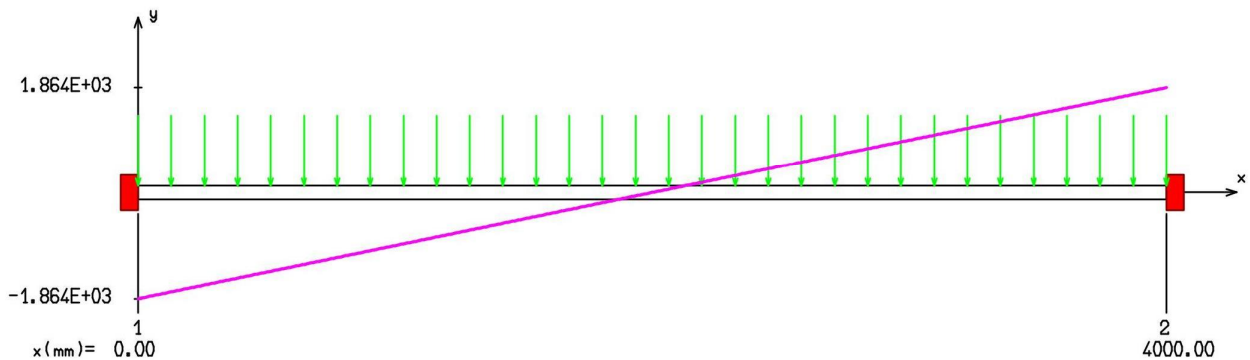
- Nous utilisons une poutre SC300 de longueur 4ml, avec une charge répartie de 381kg/ml
  - Nous divisons cette charge par 4 => 95kg/ml => P = 380kg
  - Nous considérons la poutre encastree aux 2 extremités



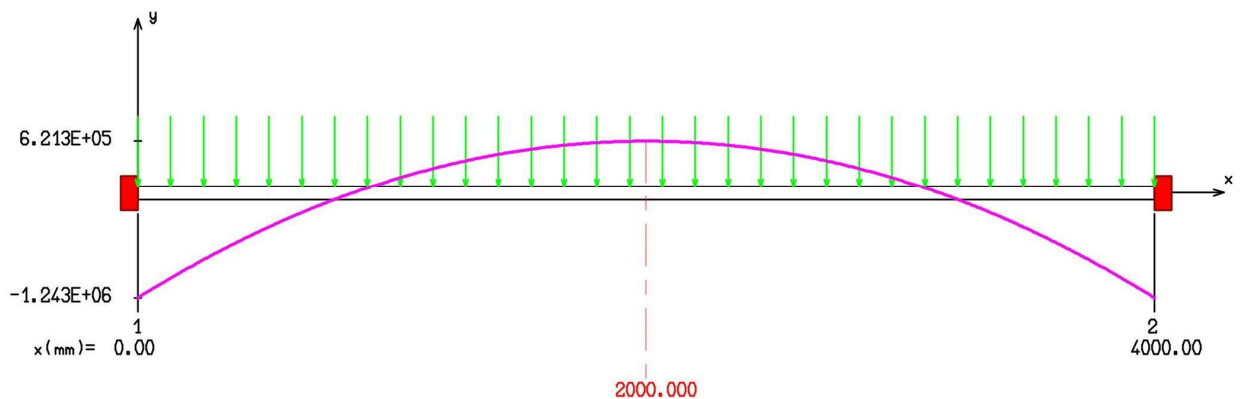
$$R_1 = \frac{P}{2} = \frac{380kg}{2} = 190kg = 1864N$$

$$M_1 = \frac{P \times L}{12} = \frac{380kg \times 4m}{12} = 127m.kg = 1243mN = 1243000mmN$$

EFFORT TRANCHANT [ N ]

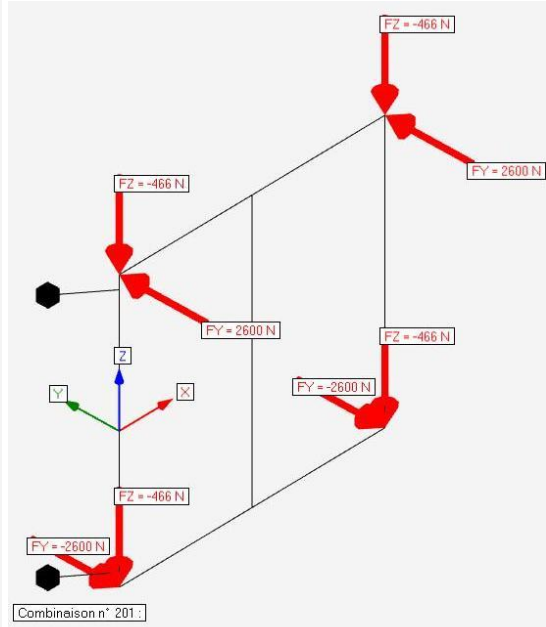
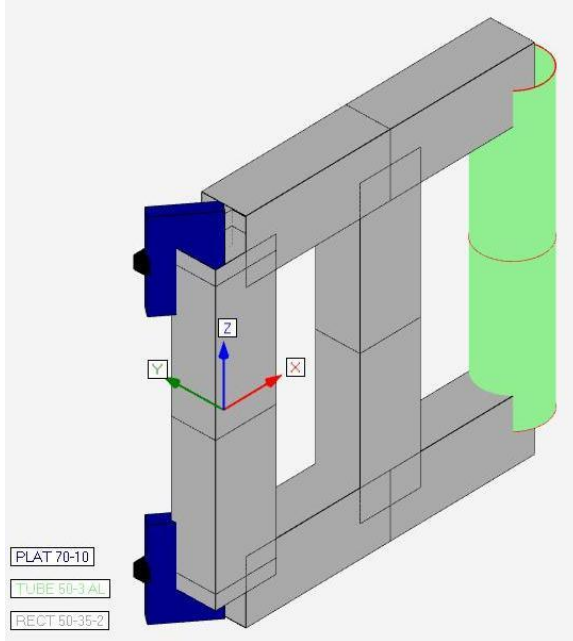


MOMENT FLECHISSANT [ N.mm ]



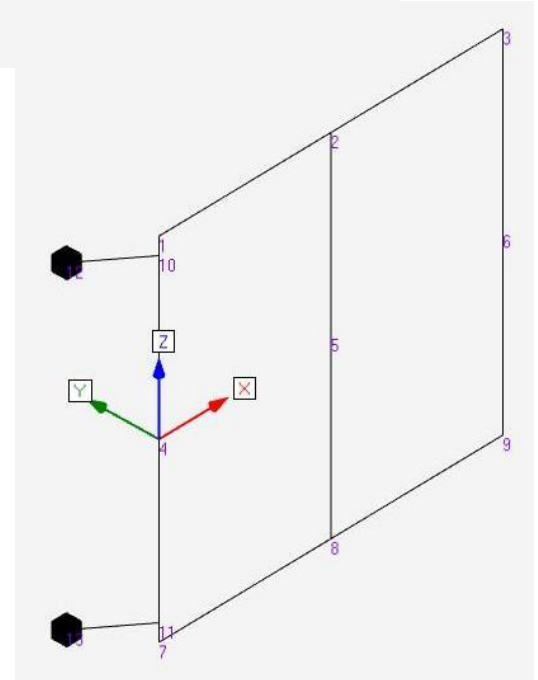
- Nous appliquons une force verticale  $R_{1z}$  de  $1864\text{N} / 4 = 466\text{N}$  sur les 4 bossages de la poutre SC300
- Nous appliquons une force horizontale  $M1x+$  de  $1243000\text{mmN} / 239\text{mm} = 5200\text{N} / 2 = 2600\text{N}$  sur les 2 bossages supérieurs
- Nous appliquons une force horizontale  $M1x-$  de  $1243000\text{mmN} / 239\text{mm} = 5200\text{N} / 2 = -2600\text{N}$  sur les 2 bossages inférieurs

## Calcul ANGV259 ALU



## Tableau des nœuds

N°	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Appui
1	0	0	119.5	Libre
2	119.5	0	119.5	Libre
3	239	0	119.5	Libre
4	0	0	0	Libre
5	119.5	0	0	Libre
6	239	0	0	Libre
7	0	0	-119.5	Libre
8	119.5	0	-119.5	Libre
9	239	0	-119.5	Libre
10	0	0	108	Libre
11	0	0	-108	Libre
12	-35	28	108	Encastrement
13	-35	28	-108	Encastrement

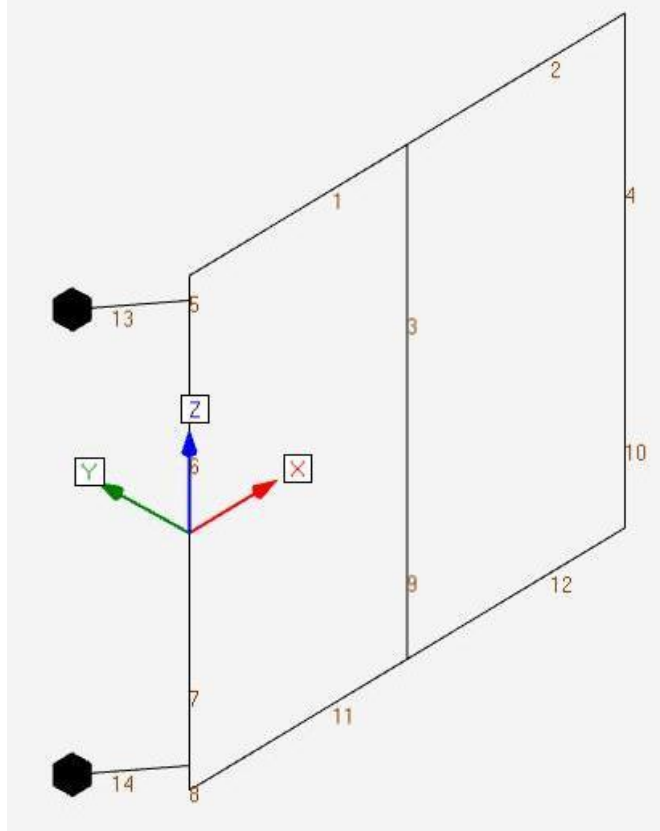


## Tableau des barres

N°	Noeud 1	Noeud 2	Profilé	Liaisons	Matériau	Angle (°)	Lfy (mm)	Lfz (mm)	Ldev (mm)	Modèle dévers.
1	1	2	RECT 50-35-2	Enc-Enc	6005A-T6	0	120	120	120	Aucun-déversement
2	2	3	RECT 50-35-2	Enc-Enc	6005A-T6	0	120	120	120	Aucun-déversement
3	2	5	RECT 50-35-2	Enc-Enc	6005A-T6	0	120	120	120	Aucun-déversement
4	3	6	TUBE 50-3 AL	Enc-Enc	6005A-T6	0	120	120	120	Aucun-déversement



5	1	10	RECT 50-35-2	Enc-Enc	6005A-T6	0	12	12	12	Aucun-déversement
6	10	4	RECT 50-35-2	Enc-Enc	6005A-T6	0	108	108	108	Aucun-déversement
7	4	11	RECT 50-35-2	Enc-Enc	6005A-T6	0	108	108	108	Aucun-déversement
8	11	7	RECT 50-35-2	Enc-Enc	6005A-T6	0	12	12	12	Aucun-déversement
9	5	8	RECT 50-35-2	Enc-Enc	6005A-T6	0	120	120	120	Aucun-déversement
10	6	9	TUBE 50-3 AL	Enc-Enc	6005A-T6	0	120	120	120	Aucun-déversement
11	7	8	RECT 50-35-2	Enc-Enc	6005A-T6	0	120	120	120	Aucun-déversement
12	8	9	RECT 50-35-2	Enc-Enc	6005A-T6	0	120	120	120	Aucun-déversement
13	10	12	PLAT 70-10	Enc-Enc	6060-T6	0	45	45	45	Aucun-déversement
14	11	13	PLAT 70-10	Enc-Enc	6060-T6	0	45	45	45	Aucun-déversement



### Caractéristiques matériaux

Matériau	E (MPa)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	G (MPa)	Re (MPa)	Rm (MPa)
6060-T6	70000	2700	27000	140	170
6005A-T6	79500	2700	27000	225	270

### Caractéristiques profilés

Profilé	Ax (mm <sup>2</sup> )	Ay (mm <sup>2</sup> )	Az (mm <sup>2</sup> )	Wy (mm <sup>2</sup> )	Wz (mm <sup>2</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )	Wt (cm <sup>3</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wely (cm <sup>3</sup> )	Iz (cm <sup>4</sup> )	Welz (cm <sup>3</sup> )	Cl.	Wply (cm <sup>3</sup> )	Wplz (cm <sup>3</sup> )	Iw (cm <sup>6</sup> )
RECT 50-35-2	324	140	200	117	167	12.4	6.34	11.3	4.52	6.4	3.68	1	5.48	4.26	0
TUBE 50-3 AL	443	266	266	266	266	24.6	9.82	12.3	4.91	12.3	4.91	1	6.63	6.63	0
PLAT 70-10	700	583	583	467	467	2.1	2.12	28.6	8.17	.6	1.17	1	12.25	1.75	0

### Tableau des chargements

CasN°	Nom	Type	Localisation	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	Niveau Eurocode3
1	R1z	Nodal	1/3/7/9			-466 N				Exploitation
2	M1x+	Nodal	1/3		2600 N					Exploitation
3	M1x-	Nodal	7/9		-2600 N					Exploitation

### Tableau des combinaisons

N°	Nom	Cas	Coef	Cas	Coef	Cas	Coef	Règle	Niveau Eurocode3
201	1Q	1	1	2	1	3	1	Linéaire	ELS
301	1.65Q	1	1.65	2	1.65	3	1.65	Linéaire	ELU

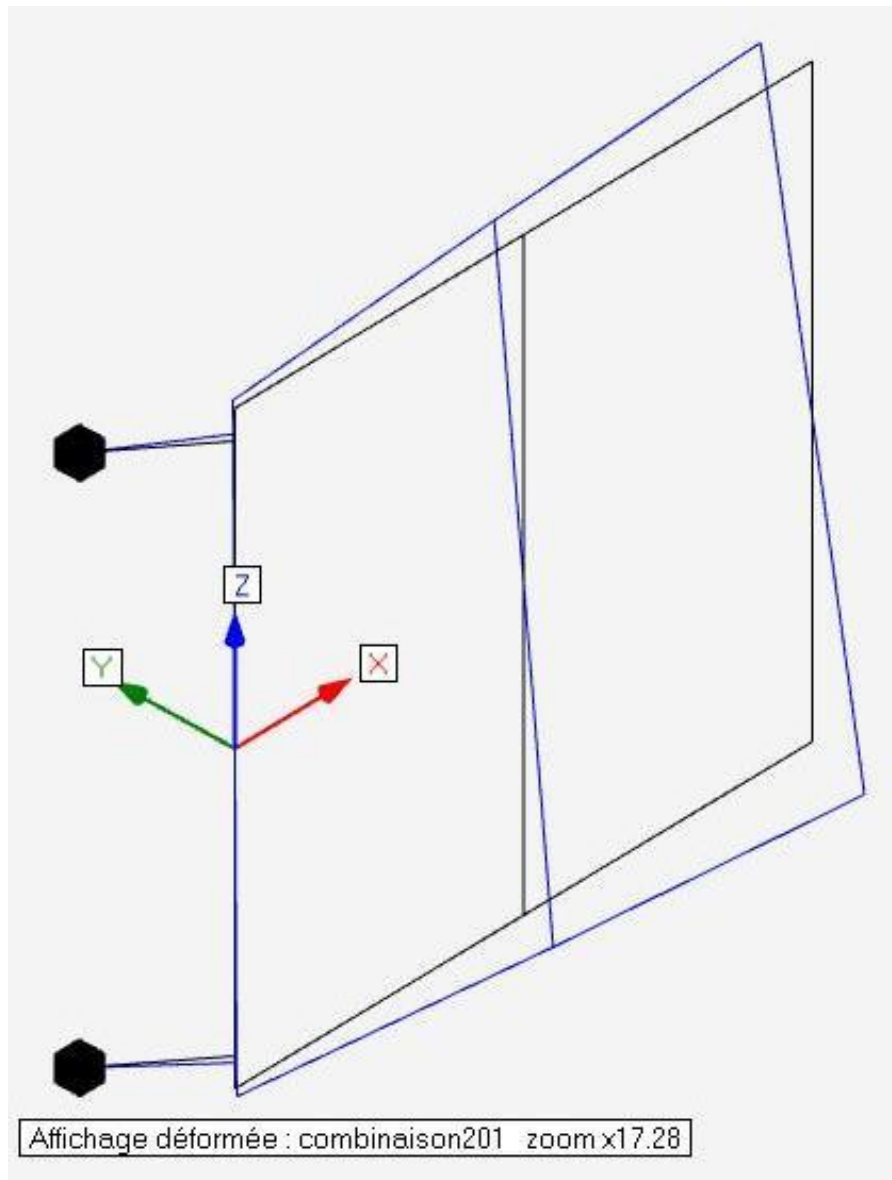
## Résultats :

### Résultats déplacements ELS 201

Noeud	Cas	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)
3	201	0.14	1.33	-0.35	-0.01	0.00	0.00
2	201	0.14	0.81	-0.18	-0.01	0.00	0.00
1	201	0.14	0.18	0.00	-0.00	0.00	0.01
10	201	0.12	0.15	0.00	-0.00	0.00	0.00
12	201	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	201	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	201	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
5	201	-0.00	-0.00	-0.18	-0.01	0.00	-0.00
6	201	-0.00	-0.00	-0.35	-0.01	0.00	-0.00
11	201	-0.12	-0.15	0.00	-0.00	0.00	-0.00
7	201	-0.14	-0.18	0.00	-0.00	0.00	-0.01
8	201	-0.14	-0.81	-0.18	-0.01	0.00	-0.00
9	201	-0.14	-1.33	-0.35	-0.01	0.00	-0.00

Flèche horizontale au coin du cadre =>  $Dy = 1.33\text{mm} / 239\text{mm} = 1/180^{\text{ème}}$  => satisfaisant

Vue déformée (amplifiée x 17)



## 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)
12	301	-2 458	-8 261	1 538	90	28	-250	0	0
13	301	2 458	8 261	1 538	90	28	250	0	0

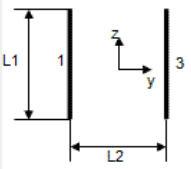
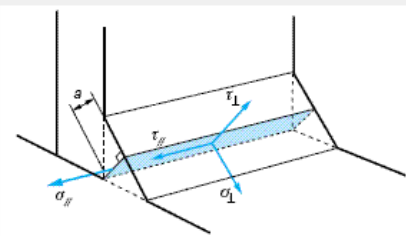
Les forces Fx, Fy et Fz (aux nœuds 12 et 13) sont appliquées aux soudures des tubes charnière:

**Vérification des soudures**

http://www.freelem.com/tutorial/analyse/assembleage/soudage.htm

Distribution selon techniques ingénieur BM 5 187 (Alain Michel)  
Critère norme NF-P 22-470

2 cordons //  
4 cordons (// 2 à 2)  
Cordon circulaire

**Torseur**

Fx (N) =       Mx (N.m) =

Fy (N) =       My (N.m) =

Fz (N) =       Mz (N.m) =

**Géométrie**

a (mm) =

L1 (mm) =

L2 (mm) =

**Matériau (acier)**

oe (MPa) =

Exécution

**Résultats**

k = 0.7      τ(perp) (MPa) = 54.53

σ(perp) (MPa) = 54.53      τ(para) (MPa) = 23.29

*La contrainte totale est comparée à la limite élastique. C'est acceptable si le torseur est issu de chargements pondérés. Dans le cas contraire, il est préférable de diminuer la contrainte admissible (pondération minorant la limite élastique).*

$k \cdot \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \times (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)}$  (MPa) = 81.4      **Soudure justifiée**

Les forces Fx et Fy (aux nœuds 12 et 13) sollicitent les tubes charnière:

$$Force\_equivalente\_F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2458^2 + 8261^2} = 8619N$$

Cisaillement\_tube\_charnière:

$$Section\_tube\_charnière\_A_v = \frac{0.6 \times \pi (D^2 - d^2)}{4} = \frac{0.6 \times \pi (30^2 - 21^2)}{4} = 216.3mm^2$$

$$Force\_admissible\_F_{v,Rd} = \frac{A_v \times f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}} = \frac{216.3 \times 140}{\sqrt{3} \times 1} = 17483N$$

$$Ratio\_n = \frac{8619}{17483} = 0.49 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$Pression\_de\_Hertz\_P_{max} = 0.418 \sqrt{\frac{F \times E}{r_r \times l}} = 0.418 \sqrt{\frac{8619 \times 79500}{210 \times 71}} = 90MPa < 350MPa \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$Avec\_ \frac{1}{r_r} = \frac{1}{10} - \frac{1}{10.5} = 0.005 \Rightarrow r_r = 210$$

Les forces Fx et Fy (aux nœuds 12 et 13) sollicitent l'axe acier ø20:

$$Force\_equivalente\_F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2458^2 + 8261^2} = 8619N$$

Cisaillement\_axe:

$$Section\_axe\_A_v = \frac{\pi \times d^2}{2 \times 4} = \frac{\pi \times 20^2}{8} = 157mm^2$$

$$Force\_admissible\_F_{v,Rd} = \frac{A_v \times f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}} = \frac{157 \times 235}{\sqrt{3} \times 1} = 21301N$$

$$Ratio\_n = \frac{8619}{21301} = 0.41 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Flexion\_axe:

$$Moment\_Flechissant\_M_{Ed} = 8619N \times \frac{71mm}{2} = 305975mmN$$

$$Moment\_Resistant\_M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1330 \times 235}{1} = 312550mmN$$

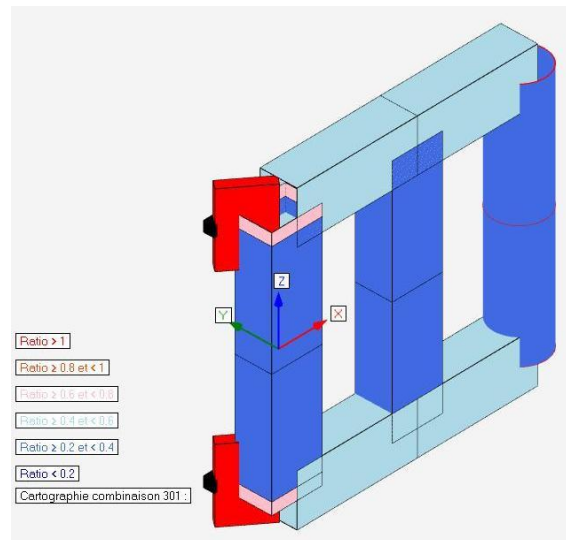
$$Ratio\_n = \frac{305975}{312550} = 0.98 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

## 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
13	12	301	4.6	6.4	143.1	17.1	3.3	25.0	154.1	42.2	170.5	0.0	0.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.7	1.1	1.1
14	13	301	-4.6	6.4	143.1	17.1	3.3	25.0	154.1	42.2	170.5	0.0	0.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
8	7	301	-4.7	7.0	47.0	59.2	7.3	21.6	58.8	81.1	152.2	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
8	11	301	-4.7	9.6	65.7	59.2	7.3	21.6	80.0	81.1	161.6	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
5	1	301	4.7	7.0	47.0	59.2	7.3	21.6	58.8	81.1	152.2	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.6
5	10	301	4.7	9.6	65.7	59.2	7.3	21.6	80.0	81.1	161.6	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.6
13	10	301	4.6	12.0	61.5	17.1	3.3	25.0	78.1	42.2	107.0	0.0	0.5	0.6	0.0	0.0	0.1	0.4	0.6	0.6
14	11	301	-4.6	12.0	61.5	17.1	3.3	25.0	78.1	42.2	107.0	0.0	0.5	0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6
1	1	301	-3.8	7.0	32.1	22.4	4.6	31.6	42.8	54.2	103.2	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
1	2	301	-3.8	9.8	41.2	22.4	4.6	31.6	54.7	54.2	108.7	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
11	7	301	3.8	7.0	32.1	22.4	4.6	31.6	42.8	54.2	103.2	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4
11	8	301	3.8	9.8	41.2	22.4	4.6	31.6	54.7	54.2	108.7	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.4
12	8	301	1.5	6.4	10.7	23.6	4.6	28.9	18.6	52.7	93.2	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4
12	9	301	1.5	10.3	66.7	23.6	4.6	28.9	78.5	52.7	120.4	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4
2	2	301	-1.5	6.4	10.7	23.6	4.6	28.9	18.6	52.7	93.2	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
2	3	301	-1.5	10.3	66.7	23.6	4.6	28.9	78.5	52.7	120.4	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
7	4	301	0.0	0.0	0.0	11.6	7.5	38.5	0.0	50.7	87.8	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
7	11	301	0.0	24.5	34.4	11.6	7.5	38.5	58.9	50.7	105.7	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4
6	10	301	0.0	24.5	34.4	11.6	7.5	38.5	58.9	50.7	105.7	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4
6	4	301	0.0	0.0	0.0	11.6	7.5	38.5	0.0	50.7	87.8	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4

Barres 13 et 14, plat de 70x10 = liaisons tubes charnières / axe ø20: Ratio maxi = 1.1 => satisfaisant

Barres 5 et 8, tube 50-35-2 = soudures tubes charnières / cadre: Ratio maxi = 0.6 => satisfaisant



## Conclusion :

- L'ANGV259 ALU est compatible avec :
  - une charge verticale maxi de 190kg
  - un moment fléchissant maxi de 127m.kg

Rappel : \_Poutre\_ encastrée\_ aux\_ 2\_ extrémités\_ avec\_ une\_ charge\_ répartie\_  $P_{(kg)}$  :

$$\text{Charge}_\text{verticale} = \frac{P_{(kg)}}{2} \text{ et } \text{Moment}_\text{fléchissant} = \frac{P_{(kg)} \times L_{(m)}}{12}$$