



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 : ST500-ALU

Date: ..... vendredi 16 décembre 2016  
Concepteur: ..... PA  
Nom d'étude: ..... ST500-ALU  
Type d'analyse: ..... Static Adaptatif MonoPasse  
Type de modèle : ..... Structure  
Mode : ..... Natif - 3D  
Type d'interface : ..... Bloquée

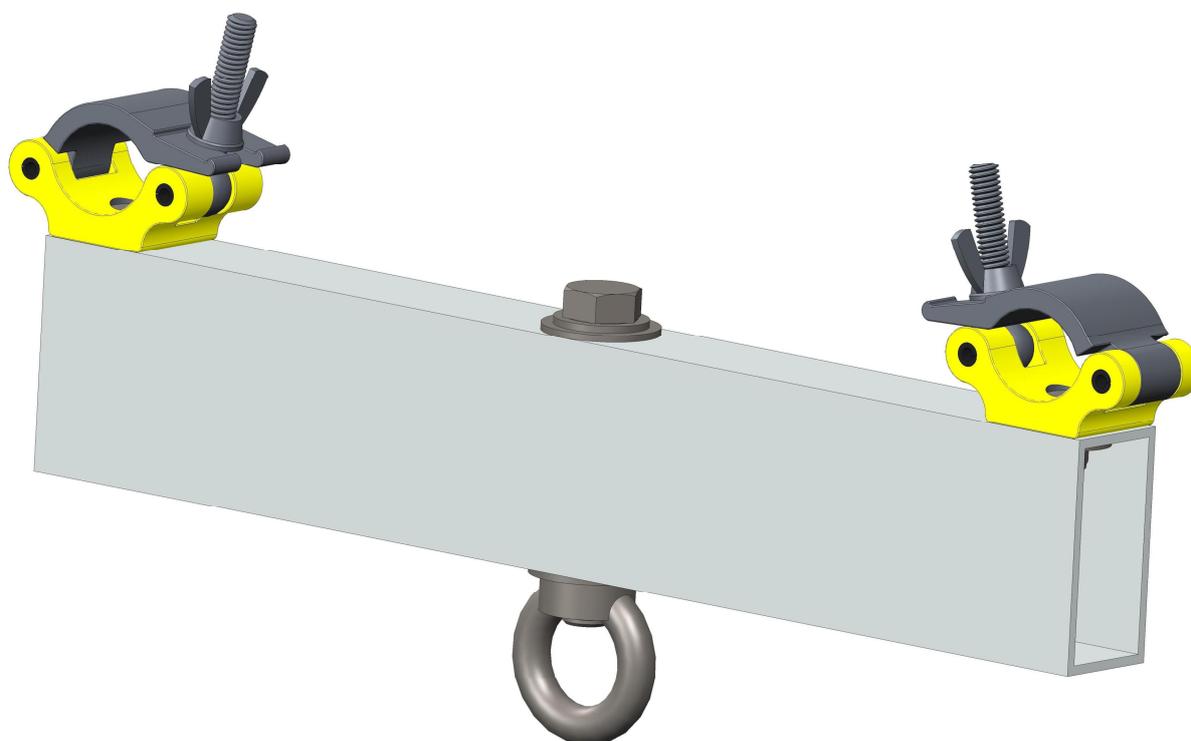
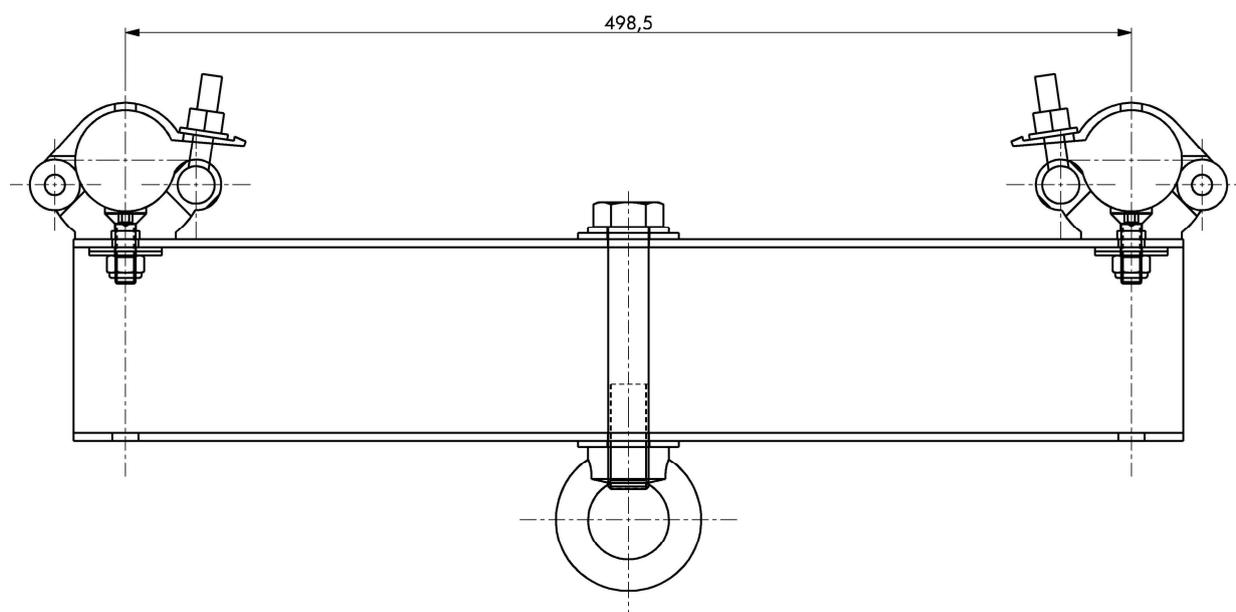
### Sommaire

Description ST500-ALU : .....	2
Caractéristiques tube rectangulaire Alu 100x50x4 - 6060-T6 : ....	3
Calcul en flexion simple : .....	3
Etude de résistance de la vis centrale M20.....	4
Etude de résistance des vis de bride M10.....	4
Unités :.....	4
Plan de charges : .....	5
Plan de mesures : .....	5
Données étude logiciel : .....	6
Résultats : .....	11
Mesures: .....	12
Contrainte Von Mises : .....	13
Flèche : .....	14
Conclusion : .....	14

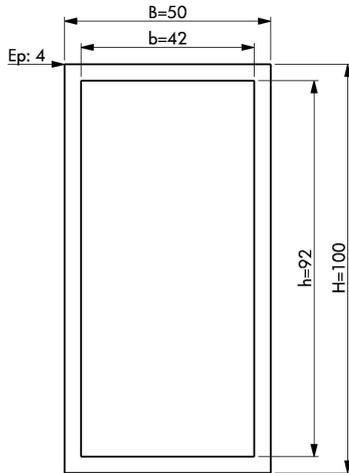
## Description ST500-ALU :

La suspension ST500-ALU est constituée de:

- un tube aluminium 100x50x4
- un anneau de levage 1T2 L'ETOILE
  - une vis centrale M20
- 2 brides KUPO KCP-831 500kg
  - 2 vis FHC M10



## Caractéristiques tube rectangulaire Alu 100x50x4 - 6060-T6 :



$$\text{Moment\_Inertie} = I_x = \frac{BH^3 - bh^3}{12} = \frac{50 \times 100^3 - 42 \times 92^3}{12} = 1441258 \text{mm}^4$$

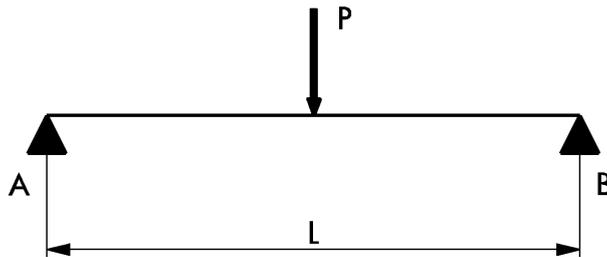
$$\text{Module\_Inertie} = W_x = \frac{BH^3 - bh^3}{6 \times H} = \frac{50 \times 100^3 - 42 \times 92^3}{6 \times 100} = 28825 \text{mm}^3$$

$$\text{Module\_de\_Young} = E = 79500 \text{MPa}$$

$$\text{Section} = S = 50 \times 100 - 42 \times 92 = 1136 \text{mm}^2$$

$$\text{Résistance\_élastique} = R_{p0,2} > 140 \text{MPa}$$

## Calcul en flexion simple :



$$\text{Charge\_Maxi\_Utile} = P = 1000 \text{kg} \times 1.5 = 1500 \text{kg} \times 9.81 = 14715 \text{N}$$

$$\text{Longueur\_poutre} = L = 500 \text{mm}$$

$$\text{Moment\_fléchissant} = M_f = \frac{P \times L}{4} = \frac{14715 \times 500}{4} = 1839375 \text{mmN}$$

$$\text{Contrainte\_flexion} = \sigma_f = \frac{M_f}{W_x} = \frac{1839375}{28825} = 63.8 \text{MPa}$$

$$\text{Flèche} = f = \frac{P \times L^3}{48 \times E \times I_x} = \frac{14715 \times 500^3}{48 \times 79500 \times 1441258} = 0.33 \text{mm} = \frac{1}{1515^{\text{ème}}} < \frac{1}{150^{\text{ème}}}$$

$$\text{Effort\_tranchant} = T = \frac{P}{2} = \frac{14715}{2} = 7358 \text{N}$$

$$\text{Contrainte\_cisaillement} = t_c = \frac{3 \times P}{2 \times S} = \frac{3 \times 14715}{2 \times 1136} = 30 \text{MPa}$$

$$\text{Contrainte\_composée} = \tau = 0.35 \sigma_f + 0.65 \sqrt{t_f^2 + 4 \times t_c^2} = 0.35 \times 63.8 + 0.65 \sqrt{63.8^2 + 4 \times 30^2} = 79.26 \text{MPa}$$

$$\text{Contrainte\_maxi} = 79.26 \text{MPa} < \text{contrainte\_admissible} = 140 \text{MPa} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Le tube 80x50x4 satisfait à l'utilisation.

Toutefois le trou central nécessite une étude approfondie pour calculer les concentrations de contraintes au milieu de la poutre et ainsi qu'aux appuis.

## Etude de résistance de la vis centrale M20

Vis M20x2.5, Classe 8.8,  $\varnothing$  noyau  $d_3=d-1.2268 \times \text{Pas}=16.933\text{mm}$ , Section noyau  $S=225\text{mm}^2$ ,  $Re=640\text{MPa}$

On vérifie que :  $1.25 \times \frac{P \times 5}{S} < Re \Rightarrow 1.25 \times \frac{14715 \times 5}{225} = 408.75\text{MPa} < 640\text{MPa} \Rightarrow \text{satisfaisant}$

## Etude de résistance des vis de bride M10

Vis M10x1.5, Classe 10.9,  $\varnothing$  noyau  $d_3=d-1.2268 \times \text{Pas}=8.16\text{mm}$ , Section noyau  $S=52.3\text{mm}^2$ ,  $Re=900\text{MPa}$

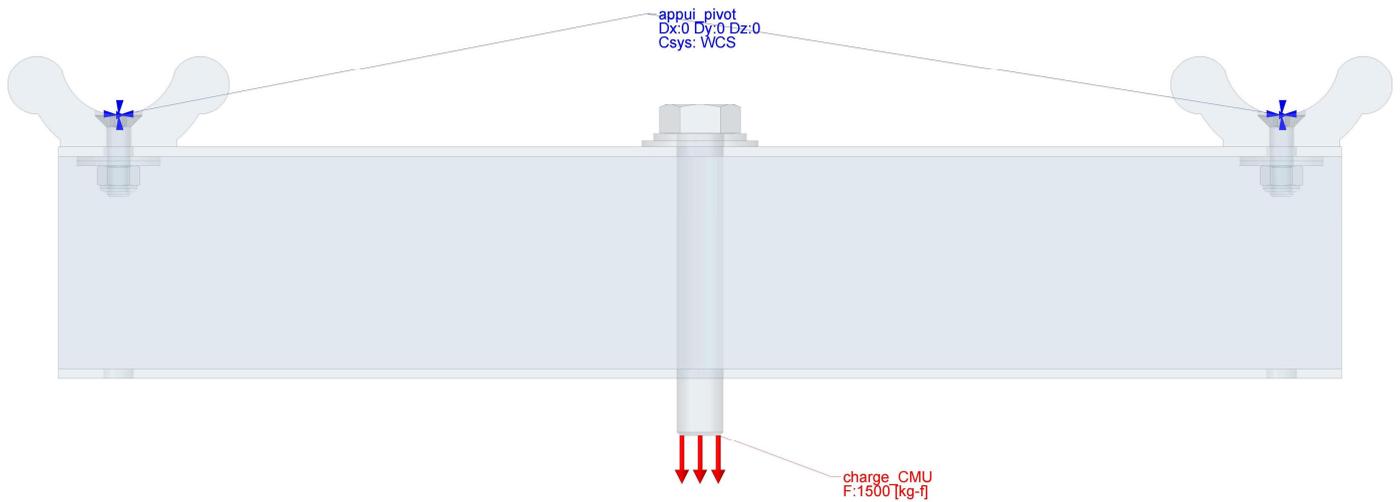
On vérifie que :  $1.25 \times \frac{T \times 5}{S} < Re \Rightarrow 1.25 \times \frac{7358 \times 5}{52.3} = 879\text{MPa} < 900\text{MPa} \Rightarrow \text{satisfaisant}$

## Unités :

<b>Système d'unités:</b>	SI (mmNs)
Longueur/Déplacement	mm
Charge appliquée	Kg-f ou N
Pression/Contrainte	MPa
Température	°Celsius
Vitesse angulaire	Rad/sec
Angle de rotation	Radian

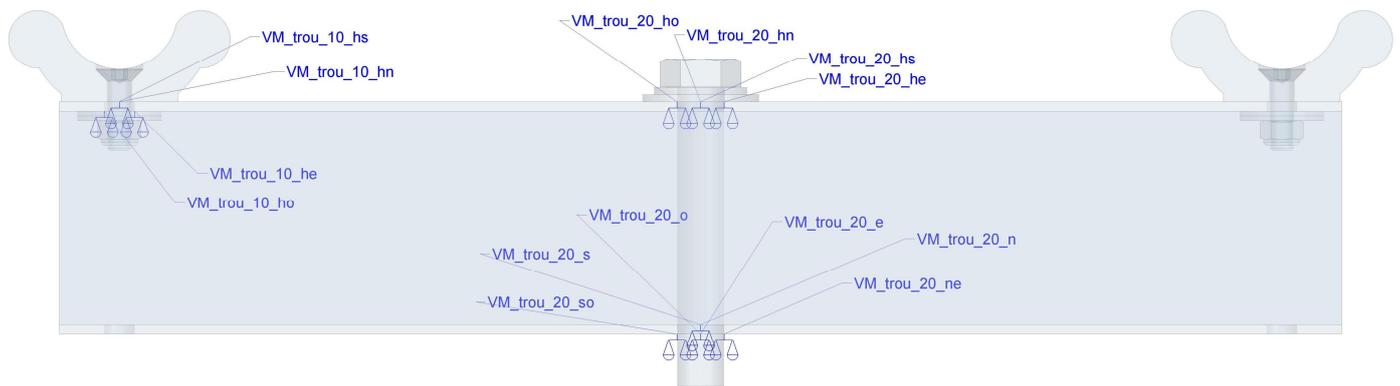
## Plan de charges :

La charges est appliquée sur la vis M20,  $F = 1500\text{kg}$   
Les appuis sont appliqués sur une arête du diamètre 50mm des ½ brides, afin de garder un DDL de pivotement autour du tube (axe Z)



## Plan de mesures :

Les mesures de contraintes Von-Mises concernent les bords des trous  $\varnothing 20$  et  $\varnothing 13$  du tube alu.



## Données étude logiciel :

ST500-ALU.ASM	
Mesures	
Mesure "VM_trou_20_n"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : extrémité de l'arête (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
Mesure "VM_trou_20_s"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : début de l'arête (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
Mesure "VM_trou_20_hn"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : début de l'arête (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
Mesure "VM_trou_20_hs"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : extrémité de l'arête (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
Mesure "VM_trou_10_hn"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : extrémité de l'arête (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
Mesure "VM_trou_10_hs"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : début de l'arête (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
Mesure "VM_trou_20_o"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : début de l'arête (TUBE_ST500.PRT)



Visible au niveau supérieur	Non
<b>Mesure "VM_trou_20_e"</b>	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : extrémité de l'arête (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
<b>Mesure "VM_trou_20_ho"</b>	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Point "PNT2" (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
<b>Mesure "VM_trou_20_he"</b>	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Point "PNT3" (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
<b>Mesure "VM_trou_20_ne"</b>	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Point "AFPNT1" (ST500-ALU.ASM)
Visible au niveau supérieur	Non
<b>Mesure "VM_trou_20_so"</b>	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Point "PNT0" (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
<b>Mesure "VM_trou_10_he"</b>	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Point "PNT7" (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
<b>Mesure "VM_trou_10_ho"</b>	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Point "PNT6" (TUBE_ST500.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non
<b>Charges/restrictions</b>	
<b>Charge structurelle "charge_CMU"</b>	

Type	Force/Moment
Références	Surface (VIS_H_M20_X_130_52.PRT)
Repère	WCS (ST500-ALU.ASM)
Distribution	Charge totale
Force Composants	X : 0 [kg-f] = 0 [N] Y : -1500 [kg-f] = -14710 [N] Z : 0 [kg-f] = 0 [N]
Moment Composants	X : 0 [mm N] Y : 0 [mm N] Z : 0 [mm N]
<b>Restriction de structure "appui_pivot"</b>	
Type	Déplacement
Références	Surface (BRIDE_KUPO_KCP-831.PRT) Surface (BRIDE_KUPO_KCP-831.PRT)
Repère	WCS (ST500-ALU.ASM)
Déplacement	X : Fixe Y : Fixe Z : Fixe
<b>Jeux de charges/jeux de restrictions</b>	
<b>Jeu de charges structurelles "LoadSet1"</b>	
Charges	charge_CMU
<b>Jeu de restrictions de structure "ConstraintSet1"</b>	
Restrictions	appui_pivot
TUBE_ST500.PRT	
<b>Matériaux</b>	
<b>Matériau "ALU_6060_T6" (attribué au modèle)</b>	
Type structurel	Isotrope
Densité	0.0027 [g / mm <sup>3</sup> ] = 2.7e-09 [tonne/mm <sup>3</sup> ]
Module de Young	6.95e+10 [Pa] = 69500 [MPa]
Coefficient de Poisson	0.33
Raideur en cisaillement	2.61278e+10 [Pa] = 26127.8 [MPa]
Critères de défaillance	Aucun
Dilatation thermique	2.34e-05 [/C]
Type thermique	Isotrope
Conductivité	2e+08 [mm g / (sec <sup>3</sup> C)] = 200 [mW/(mm C)]
Chaleur spécifique	0 [mm <sup>2</sup> /(sec <sup>2</sup> C)]
RONDELLE_L20_NFE_25-513.PRT	
<b>Matériaux</b>	
<b>Matériau "ACIER_S235" (attribué au modèle)</b>	
Type structurel	Isotrope
Densité	0.00785 [g / mm <sup>3</sup> ] = 7.85e-09 [tonne/mm <sup>3</sup> ]
Module de Young	2.1e+11 [Pa] = 210000 [MPa]
Coefficient de Poisson	0.33
Raideur en cisaillement	7.89474e+10 [Pa] = 78947.4 [MPa]
Critères de défaillance	Aucun
Dilatation thermique	0 [/C]
Type thermique	Isotrope
Conductivité	0 [mm g / (sec <sup>3</sup> C)] = 0 [mW/(mm C)]
Chaleur spécifique	0 [mm <sup>2</sup> /(sec <sup>2</sup> C)]
RONDELLE_M20_NFE_25-513.PRT	
<b>Matériaux</b>	

<b>Matériau "ACIER_S235" (attribué au modèle)</b>	
Type structurel	Isotrope
Densité	0.00785 [g / mm <sup>3</sup> ] = 7.85e-09 [tonne/mm <sup>3</sup> ]
Module de Young	2.1e+11 [Pa] = 210000 [MPa]
Coefficient de Poisson	0.33
Raideur en cisaillement	7.89474e+10 [Pa] = 78947.4 [MPa]
Critères de défaillance	Aucun
Dilatation thermique	0 [/C]
Type thermique	Isotrope
Conductivité	0 [mm g / (sec <sup>3</sup> C)] = 0 [mW/(mm C)]
Chaleur spécifique	0 [mm <sup>2</sup> /(sec <sup>2</sup> C)]
VIS_H_M20_X_130_52.PRT	
<b>Matériaux</b>	
<b>Matériau "ACIER_XC48" (attribué au modèle)</b>	
Type structurel	Isotrope
Densité	0.00785 [g / mm <sup>3</sup> ] = 7.85e-09 [tonne/mm <sup>3</sup> ]
Module de Young	2.1e+11 [Pa] = 210000 [MPa]
Coefficient de Poisson	0.3
Raideur en cisaillement	8.07692e+10 [Pa] = 80769.2 [MPa]
Critères de défaillance	Aucun
Dilatation thermique	0 [/C]
Type thermique	Isotrope
Conductivité	0 [mm g / (sec <sup>3</sup> C)] = 0 [mW/(mm C)]
Chaleur spécifique	0 [mm <sup>2</sup> /(sec <sup>2</sup> C)]
BRIDE_KUPO_KCP-831.PRT	
<b>Matériaux</b>	
<b>Matériau "ALU_6005A_T6" (attribué au modèle)</b>	
Type structurel	Isotrope
Densité	4e-09 [tonne/mm <sup>3</sup> ]
Module de Young	79500 [MPa]
Coefficient de Poisson	0.33
Raideur en cisaillement	29887.2 [MPa]
Critères de défaillance	Aucun
Dilatation thermique	0 [/C]
Type thermique	Isotrope
Conductivité	0 [mW/(mm C)]
Chaleur spécifique	0 [mm <sup>2</sup> /(sec <sup>2</sup> C)]
VIS_FHC_M10_X_35.PRT	
<b>Matériaux</b>	
<b>Matériau "ACIER_XC48" (attribué au modèle)</b>	
Type structurel	Isotrope
Densité	0.00785 [g / mm <sup>3</sup> ] = 7.85e-09 [tonne/mm <sup>3</sup> ]
Module de Young	2.1e+11 [Pa] = 210000 [MPa]
Coefficient de Poisson	0.3
Raideur en cisaillement	8.07692e+10 [Pa] = 80769.2 [MPa]
Critères de défaillance	Aucun
Dilatation thermique	0 [/C]
Type thermique	Isotrope
Conductivité	0 [mm g / (sec <sup>3</sup> C)] = 0 [mW/(mm C)]
Chaleur spécifique	0 [mm <sup>2</sup> /(sec <sup>2</sup> C)]
RONDELLE_LL10_NFE_25-513.PRT	



Matériaux	
<b>Matériau "ACIER_S235" (attribué au modèle)</b>	
Type structurel	Isotrope
Densité	0.00785 [g / mm <sup>3</sup> ] = 7.85e-09 [tonne/mm <sup>3</sup> ]
Module de Young	2.1e+11 [Pa] = 210000 [MPa]
Coefficient de Poisson	0.33
Raideur en cisaillement	7.89474e+10 [Pa] = 78947.4 [MPa]
Critères de défaillance	Aucun
Dilatation thermique	0 [/C]
Type thermique	Isotrope
Conductivité	0 [mm g / (sec <sup>3</sup> C)] = 0 [mW/(mm C)]
Chaleur spécifique	0 [mm <sup>2</sup> /(sec <sup>2</sup> C)]
ECROU_H_FR_M10.PRT	
<b>Matériaux</b>	
<b>Matériau "ACIER_XC48" (attribué au modèle)</b>	
Type structurel	Isotrope
Densité	0.00785 [g / mm <sup>3</sup> ] = 7.85e-09 [tonne/mm <sup>3</sup> ]
Module de Young	2.1e+11 [Pa] = 210000 [MPa]
Coefficient de Poisson	0.3
Raideur en cisaillement	8.07692e+10 [Pa] = 80769.2 [MPa]
Critères de défaillance	Aucun
Dilatation thermique	0 [/C]
Type thermique	Isotrope
Conductivité	0 [mm g / (sec <sup>3</sup> C)] = 0 [mW/(mm C)]
Chaleur spécifique	0 [mm <sup>2</sup> /(sec <sup>2</sup> C)]



## Résultats :

Unités : Masse en tonne, Charge en Newton, Moment d'inertie en mm<sup>4</sup>, Distance en mm.

Masse totale du modèle : 3.067555e-03

Coût total du modèle : 0.000000e+00

Moments principaux d'inertie par rapport à l'origine du repère universel :

Ixx : 8.04688e+00  
Ixy : -1.37363e-05 Iyy : 1.01971e+02  
Ixz : 4.06648e-07 Iyz : -2.74624e-07 Izz : 1.08214e+02

Moments principaux d'inertie et axes principaux par rapport à l'origine du repère universel :

Prin. max.	Prin. interm.	Prin. min.
1.08214e+02	1.01971e+02	8.04688e+00

WCS X : 4.05971e-09 -1.46249e-07 1.00000e+00  
Rep. univ. Y : -4.39905e-08 1.00000e+00 1.46249e-07  
Rep. univ. Z : 1.00000e+00 4.39905e-08 -4.05971e-09

Emplac. centre de gravité par rapport à origine rep. universel :  
( 7.38986e-05, 2.14345e+01, -8.40985e-07)

Moments principaux d'inertie par rapport au centre de gravité :

Ixx : 6.63752e+00  
Ixy : -8.87736e-06 Iyy : 1.01971e+02  
Ixz : 4.06647e-07 Iyz : -3.29920e-07 Izz : 1.06804e+02

Moments principaux d'inertie et axes principaux par rapport au Centre de gravité :

Prin. max.	Prin. interm.	Prin. min.
1.06804e+02	1.01971e+02	6.63752e+00

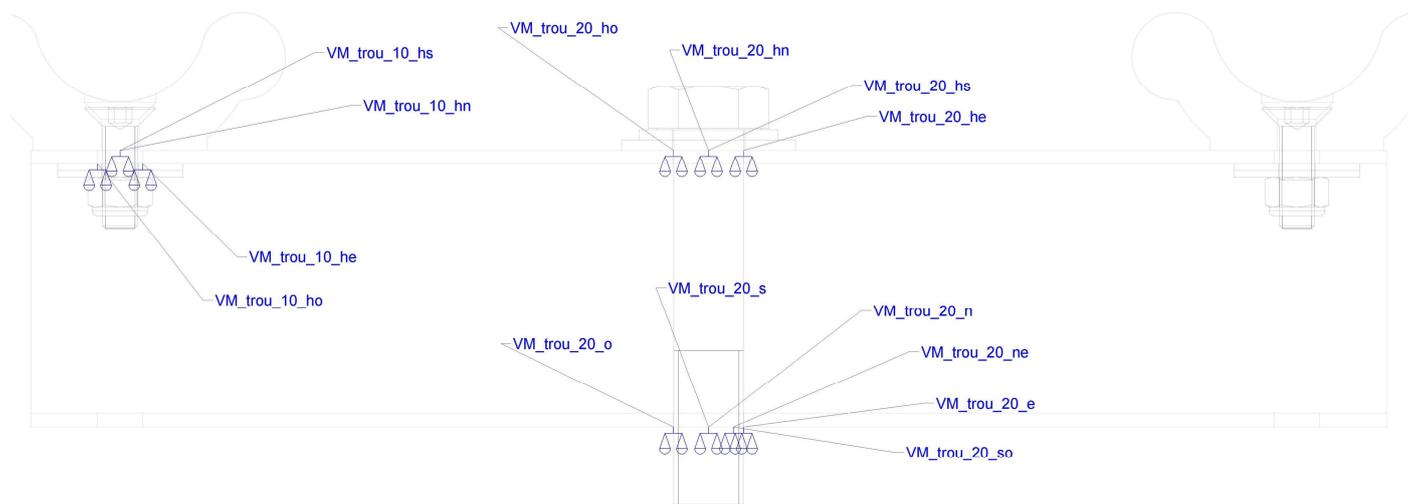
WCS X : 4.05971e-09 -9.31192e-08 1.00000e+00  
Rep. univ. Y : -6.82576e-08 1.00000e+00 9.31192e-08  
Rep. univ. Z : 1.00000e+00 6.82576e-08 -4.05970e-09

Jeu de restrictions : ConstraintSet1: ST500-ALU

Jeu de charges : LoadSet1: ST500-ALU

Charge résultante du modèle :  
dans la direction X globale : 3.874509e-09  
dans la direction Y globale : -1.470997e+04  
dans la direction Z globale : -1.475228e-09

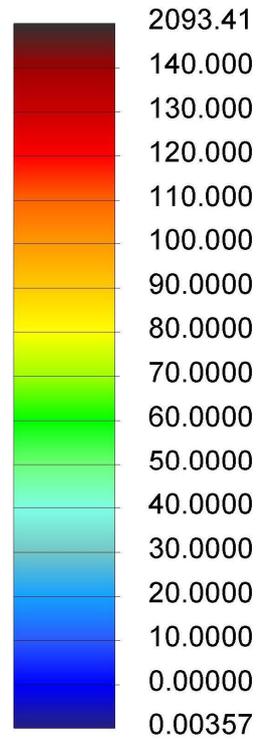
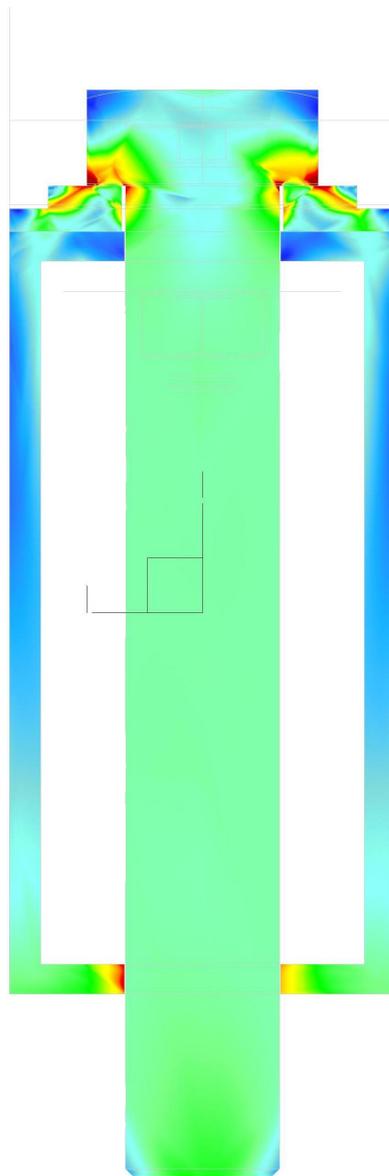
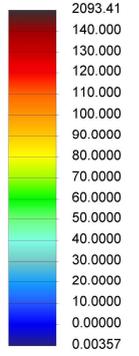
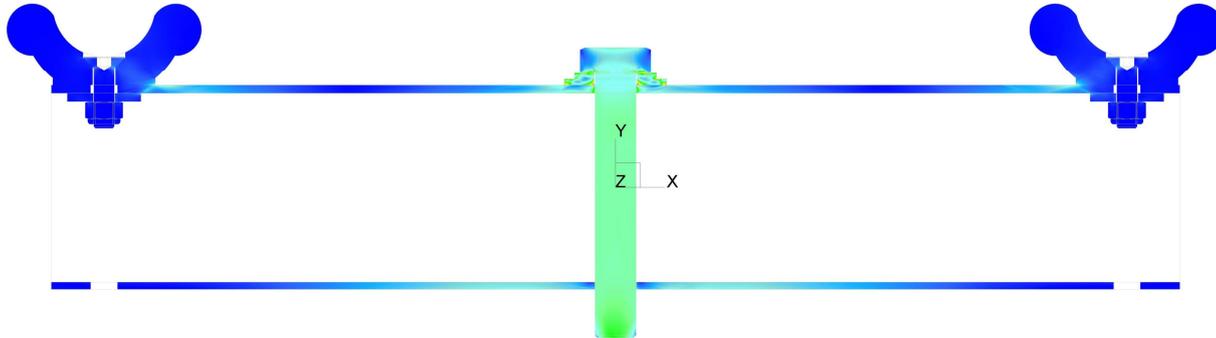
## Mesures:



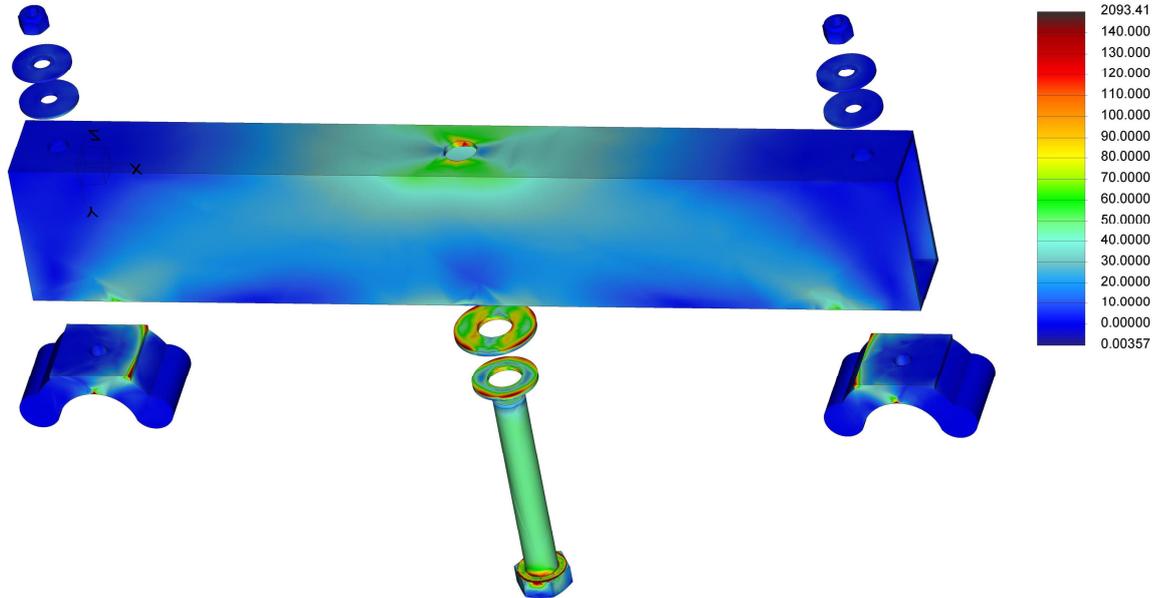
Mesures	Valeurs	Unités	Mesures	Valeurs	Unités
max_beam_bending (max $\sigma$ flexion):	0,0	MPa	VM_trou_10_he	6,6	MPa
max_beam_tensile (max $\sigma$ traction):	0,0	MPa	VM_trou_10_hn	5,2	MPa
max_beam_torsion (max $\sigma$ torsion):	0,0	MPa	VM_trou_10_ho	2,2	MPa
max_beam_total (max $\sigma$ total):	0,0	MPa	VM_trou_10_hs	3,5	MPa
max_disp_mag:	0,3	mm	VM_trou_20_e	99,2	MPa
max_disp_x:	0,1	mm	VM_trou_20_he	50,4	MPa
max_disp_y:	-0,3	mm	VM_trou_20_hn	20,8	MPa
max_disp_z:	-0,1	mm	VM_trou_20_ho	52,4	MPa
max_prin_mag:	2 357,5	MPa	VM_trou_20_hs	19,4	MPa
max_rot_mag:	0,0	rad	VM_trou_20_n	136,7	MPa
max_rot_x:	0,0	rad	VM_trou_20_ne	30,5	MPa
max_rot_y:	0,0	rad	VM_trou_20_o	93,7	MPa
max_rot_z:	0,0	rad	VM_trou_20_s	106,7	MPa
max_stress_prin:	2 357,5	MPa	VM_trou_20_so	22,8	MPa
max_stress_vm (max Von Mises):	2 093,4	MPa			
max_stress_xx:	1 740,8	MPa			
max_stress_xy:	1 049,6	MPa			
max_stress_xz:	283,3	MPa			
max_stress_yy:	1 438,2	MPa			
max_stress_yz:	-502,3	MPa			
max_stress_zz:	885,0	MPa			
min_stress_prin:	-1 455,0	MPa			
strain_energy (énergie totale déformation):	2 491,5	mJ			

## Contrainte Von Mises :

Stress von Mises (WCS)  
(MPa)  
Loadset: LoadSet1 : ST500-ALU



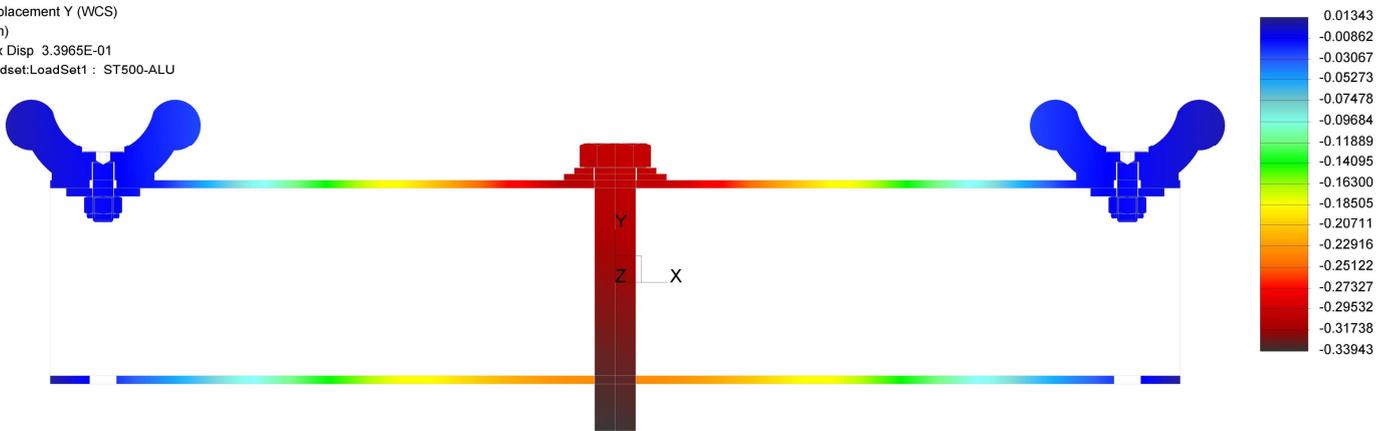
Stress von Mises (WCS)  
(MPa)  
Loadset:LoadSet1 : ST500-ALU



"Window1" - Static\_ST500\_ALU\_pivot - Static\_ST500\_ALU\_pivot

## Flèche :

Displacement Y (WCS)  
(mm)  
Max Disp 3.3965E-01  
Loadset:LoadSet1 : ST500-ALU



## Conclusion :

La contrainte VM maxi (2093MPa) concerne la vis M20, et représente une concentration de contrainte locale

Le tube en alu est contraint à 136.7MPa au bord du trou  $\varnothing 20$  < résistance élastique 140MPa => SATISFAISANT

Le tube en alu est contraint à 6.6MPa au bord du trou  $\varnothing 13$  < résistance élastique 140MPa => SATISFAISANT

La flèche maxi du tube en alu de 0.34mm est inférieure au maxi recommandé  $1/150^e$  => SATISFAISANT  
(0.34mm / 500mm = 1/1470<sup>e</sup>)