



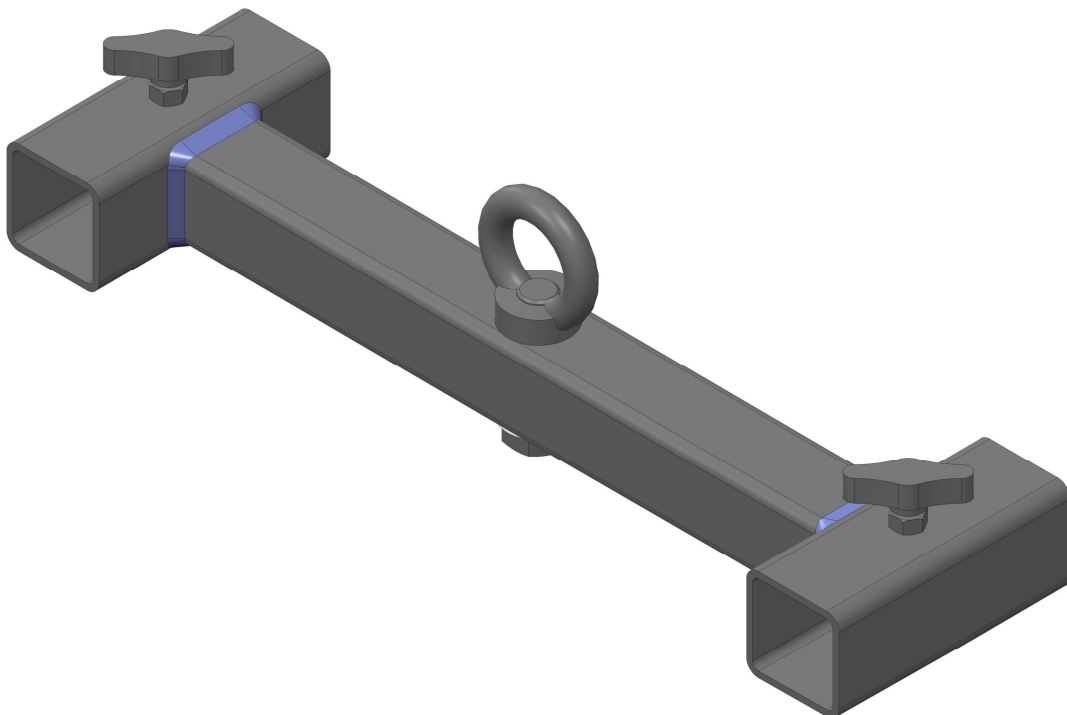
ASD
Route de Neuville
08460 LALOBBE
Tél.: +33 (0)3 24 59 41 91
Fax: +33 (0)3 24 59 01 97

Note de calcul : SUPPORT BUMPER

Date: mercredi 29 novembre 2017
Concepteur: PA
Nom d'étude: SUPPORT_BUMPER
Type d'analyse: Static Adaptatif MonoPasse
Type de modèle : Structure
Mode : Natif - 3D
Type d'interface : Bloquée

Sommaire

Descriptif SUPPORT BUMPER:	2
Calcul en flexion simple :	4
Etude de résistance de la vis centrale M20.....	5
Calcul par logiciel :	6
Mesures:	11
Conclusion :	12



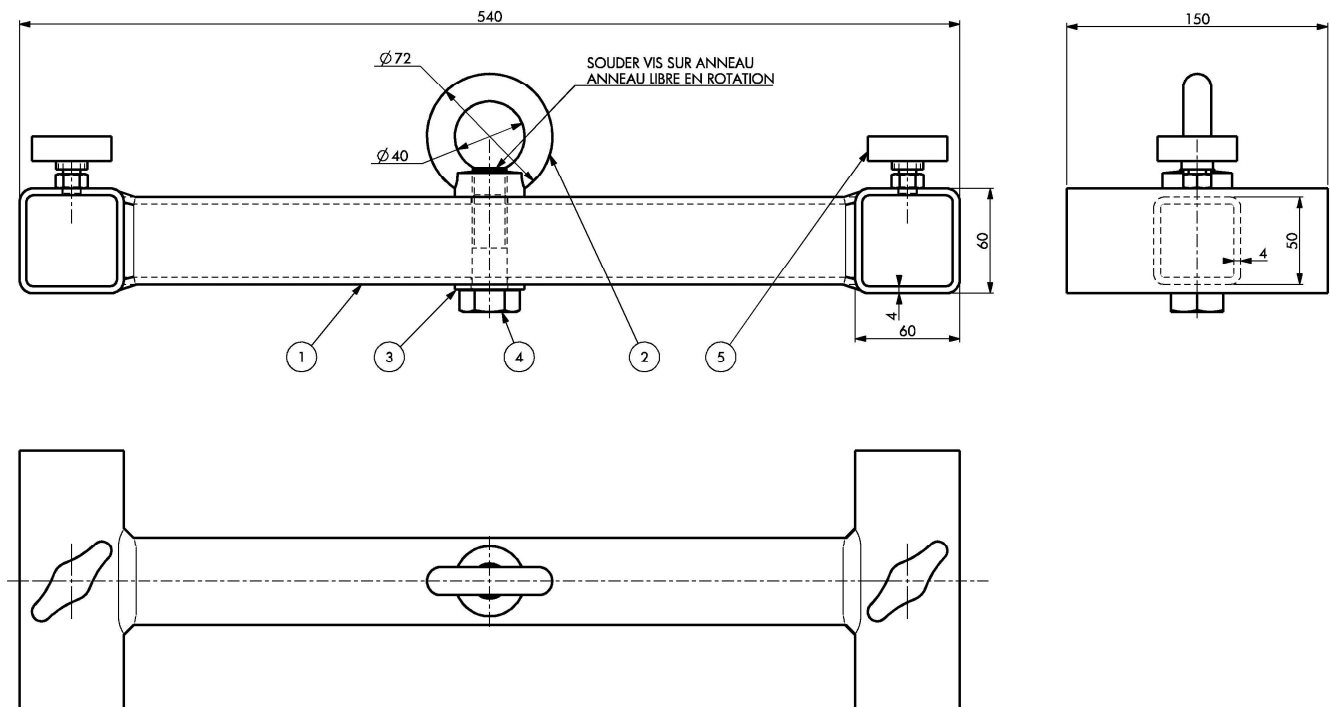
Descriptif SUPPORT BUMPER:

Le SUPPORT BUMPER est constitué de:

- un tube central acier 50-50-4
- deux tubes latéraux acier 60-60-4
- un anneau de levage M20 femelle 1.2T L'ETOILE
- une vis centrale H M20-70, soudée sur l'anneau et libre en rotation
- 2 vis papillon M10 cotés latéraux

La structure sera calculée suivant EN 1993-1-1 :2005:

- CMU de **300kg**
- Flèche maxi : **$1/150^{\text{ème}}$**
- Coefficient de sécurité :
 - $Y_{M0} = 1$
 - $Y_{M1} = 1$
 - $Y_{M2} = 1.25$
- Structure acier :
 - ELS : Action variable dominante $Q_{K,1} = 1$
 - ELU : Action variable dominante $Q : \gamma_{Q,1} = 1.5$



REP	QTE	DESIGNATIONS	MATIERES
5	2	VIS PAILLON M10 L=15	ACIER
4	1	VIS TÊTE HEXAGONALE (H) M20 - 70 46	ACIER ZINGUE
3	1	RONDELLE PLATE M20 sans chanfrein NFE 25-513	ACIER ZINGUE
2	1	ANNEAU DE LEVAGE M20	ACIER
1	1	SUPPORT BUMPER SOUDEE	S/E

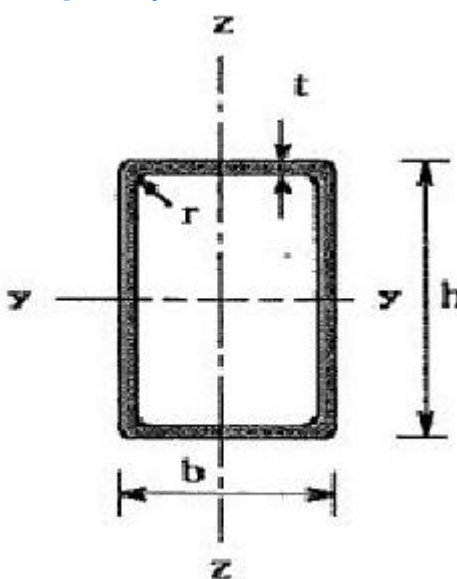
Tolérances pour dimensions:	Tolérances géométriques:	Volumes:
-	-	658171 mm ³
Traitement Thermique:	Traitement de Surface:	
-	-	
Matière:	Nuance:	Poids:
-	-	5,2 Kg
Echelle Générale: 1/2		
Toute reproduction même partielle, et toute communication à des tiers, de plan est interdite sans autorisation		
Format: A3	Désignation:	SUPPORT BUMPER ASSEMBLE
Créé par: PA	Modifié par: PA	Plan N°:
le: 25.11.2017	le: 29.11.2017	
	Indice Plan:	Page:
	B	1/2

Caractéristiques - ACIER S235 :

- Limite d'élasticité = $f_y > 235\text{MPa}$
- Résistance traction = $f_u > 360\text{MPa}$
- Résistance au cisaillement = $R_t > 140\text{MPa}$
- Module d'élasticité longitudinale = $E = 210000\text{MPa}$
- Module d'élasticité transversale = $G = 81000\text{MPa}$
- Coefficient de Poisson = $\nu = 0.3$
- Coefficient de dilatation = $\alpha = 12 \times 10^{-6} (/K)$
- Masse volumique = $\rho = 7850\text{kg} / \text{m}^3$

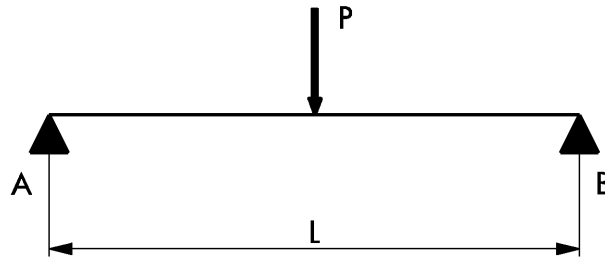
Caractéristiques tube carré 50-4 - Acier S235 :

Nom	CARRE 50-4	
Dimension h (D pour tube)	50	mm
Dimension b (D pour tube)	50	mm
Épaisseur âme	4	mm
Épaisseur ailes	4	mm
Aire	736	mm ²
Section réduite Y	400	mm ²
Section réduite Z	400	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Y	333.33	mm ²
Facteur de résistance au cisaillement Z	333.33	mm ²
Inertie de torsion	38.93	cm ⁴
Inertie I _y (flexion forte)	26.15	cm ⁴
Inertie I _z (flexion faible)	26.15	cm ⁴
Module de torsion	16.93	cm ³
Module de flexion élastique fort W _{ely}	10.46	cm ³
Module de flexion élastique faible W _{elz}	10.46	cm ³
Inertie I _w de gauchissement (cm ⁶)	0	cm ⁶



Module de flexion plastique fort W _{ply}	12.73	cm ³
Module de flexion plastique faible W _{plz}	12.73	cm ³

Calcul en flexion simple :



$$\text{Charge_Maxi_Utile} = P = 300\text{kg} \times 1.5 = 450\text{kg} \times 9.81 = 4415\text{N}$$

$$\text{Longueur_poutre} = L = 480\text{mm}$$

FLEXION_SIMPLE :

$$\text{Moment_fléchissant} = M_{yEd} = \frac{P \times L}{4} = \frac{4415 \times 480}{4} = 529800\text{mmN}$$

$$\text{Résistance_plastique_} M_{y,plRd} = \frac{W_{ply} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12730 \times 235}{1} = 2991550\text{mmN}$$

$$\text{Ratio_n} = \frac{M_{yEd}}{M_{y,plRd}} = \frac{529800}{2991550} = 0.18 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$\text{Contrainte_de_flexion_} \sigma_{fy} = \frac{M_{yEd}}{W_{ely}} = \frac{529800}{10460} = 50.7\text{MPa} < 235\text{MPa} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

EFFORT_TRANCHANT :

$$\text{Effort_Tranchant_} V_{y,Ed} = \frac{P}{2} = \frac{4415}{2} = 2208\text{N}$$

Résistance_plastique_cisaillement :

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \times f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}} = \frac{333 \times 235}{\sqrt{3} \times 1} = 45180\text{N}$$

$$\text{Ratio} = \frac{V_{y,Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{2208}{45180} = 0.05 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$\text{Contrainte_cisaillement} = t_c = \frac{3 \times V}{2 \times A_v} = \frac{3 \times 2208}{2 \times 333} = 10\text{MPa} < \frac{235}{\sqrt{3}} = 135\text{MPa} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$\text{Contrainte_composée} = \tau = 0.35\sigma_f + 0.65\sqrt{\sigma_f^2 + 4 \times t_c^2} = 0.35 \times 50.7 + 0.65\sqrt{50.7^2 + 4 \times 10^2} = 53.2\text{MPa}$$

$$\text{Contrainte_maxi} = 53.2\text{MPa} < \text{contrainte_admissible} = 235\text{MPa} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

FLECHE :

$$\text{Flèche} = f = \frac{P \times 9.81 \times L^3}{48 \times E \times I_y} = \frac{300 \times 9.81 \times 480^3}{48 \times 210000 \times 261500} = 0.12\text{mm} = \frac{1}{4000^{\text{ème}}} < \frac{1}{150^{\text{ème}}} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Etude de résistance de la vis centrale M20

Vérification des boulons Techniques ingénieur C 2 520 (Louis Fruitet) et B 5 560 (Jean Guillot)
<http://www.freelem.com/tutorial/analyse/assembleage/boulons.htm>

Efforts sur les boulons (traction et cisaillement max sur un boulon)
 T = 4415 N
 C = N

Diamètre boulons (filetage à pas gros)
 M16
 M18
M20
 M22
 M24
 M27

Type de boulons
 Boulons ordinaires
 Boulons précontraints

Classe d'acier
 5.8
 6.6
 6.8
 6.9
8.8
 10.9

Les efforts doivent être issus de chargements pondérés. Dans le cas contraire, il est nécessaire de pondérer les valeurs admissibles.

Calcul des boulons

Boulons ordinaires (critère norme NF-P 22-430)

Traction : $1.25 \frac{T}{A_s} = 22.53 \leq 550 \text{ MPa}$

Combiné : $\frac{\sqrt{T^2 + 2.36 C^2}}{A_s} = 18.02 \leq 550 \text{ MPa}$

Les boulons sont justifiés.

On vérifie aussi que :

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \times 800 \times 245}{1.25} = 141120 \text{ N}$$

$$F_{t,Ed} = 4415 \text{ N} < F_{t,Rd} = 141120 \text{ N} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

On vérifie le poinçonnement du tube par la rondelle M20 :

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \times \pi \times d_m \times t_p \times f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \times \pi \times 40 \times 4 \times 800}{1.25} = 193019 \text{ N}$$

$$F_{t,Ed} < B_{p,Rd} \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Vérification des soudures (Effort tranchant + 1/2 moment fléchissant) :

Vérification des soudures Distribution selon techniques ingénieur BM 5 187 (Alain Michel) Critère norme NF-P 22-470
<http://www.freelem.com/tutorial/analyse/assembleage/soudage.htm>

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

Torseur
 Fx (N) =
 Fy (N) =
 Fz (N) = 2208
 Mx (N.m) =
 My (N.m) = 265
 Mz (N.m) =

Géométrie
 a (mm) = 3
 L1 (mm) = 50
 L2 (mm) = 50

Matériau (acier)
 oe (MPa) = 235

Exécution

Résultats
 k = 0.7
 tau(perp) (MPa) = 24.98
 sigma(perp) (MPa) = 24.98
 tau(para) (MPa) = 0

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) = 34.98

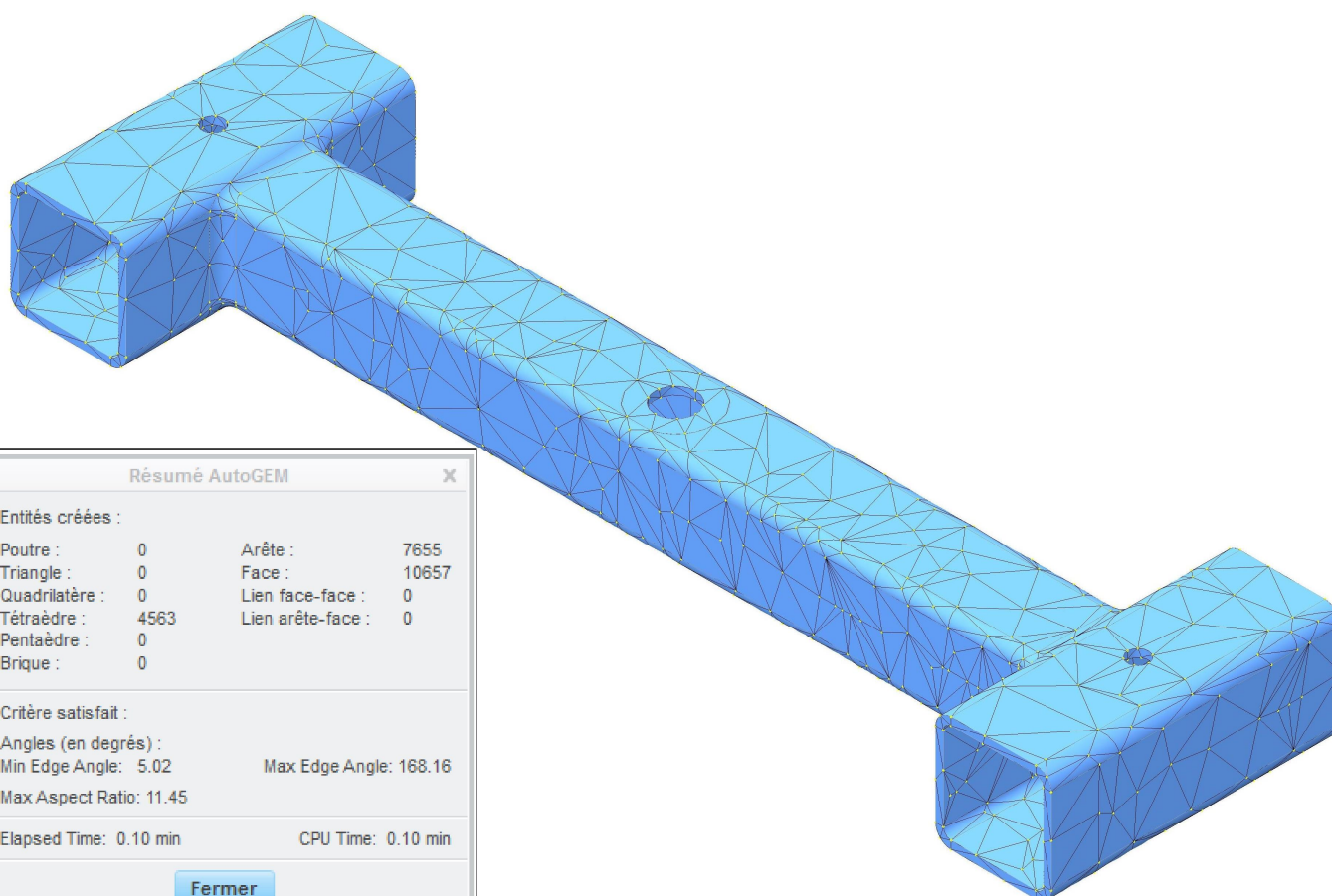
Soudure justifiée

Le tube carré 50-4 satisfait à l'utilisation.

Toutefois le trou central nécessite une étude spécifique pour calculer les concentrations de contraintes au milieu de la poutre.

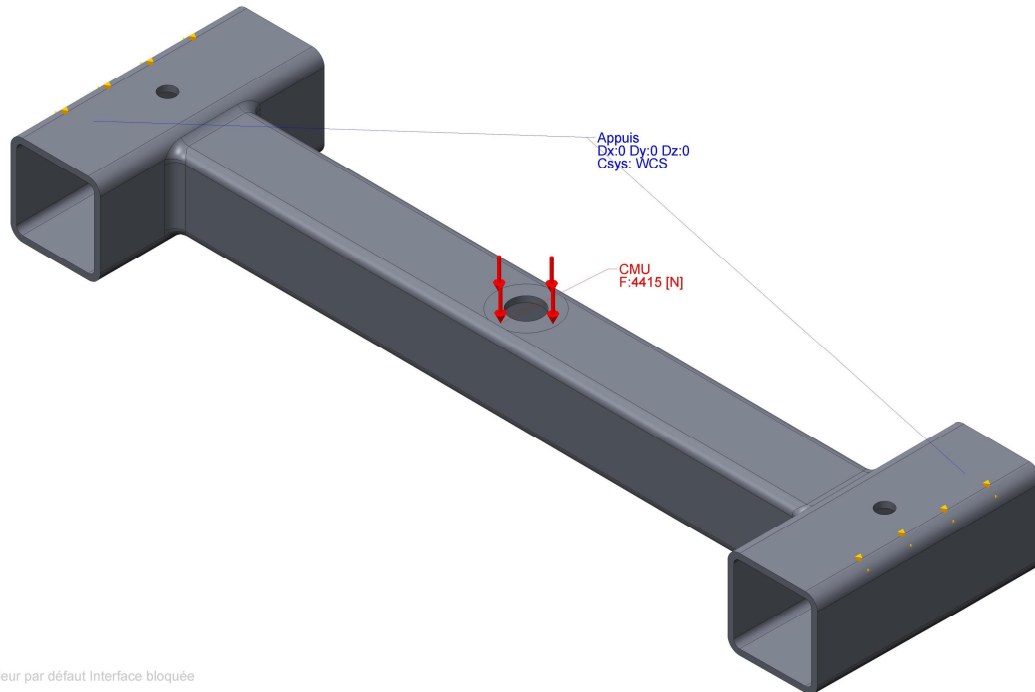
Calcul par logiciel :

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

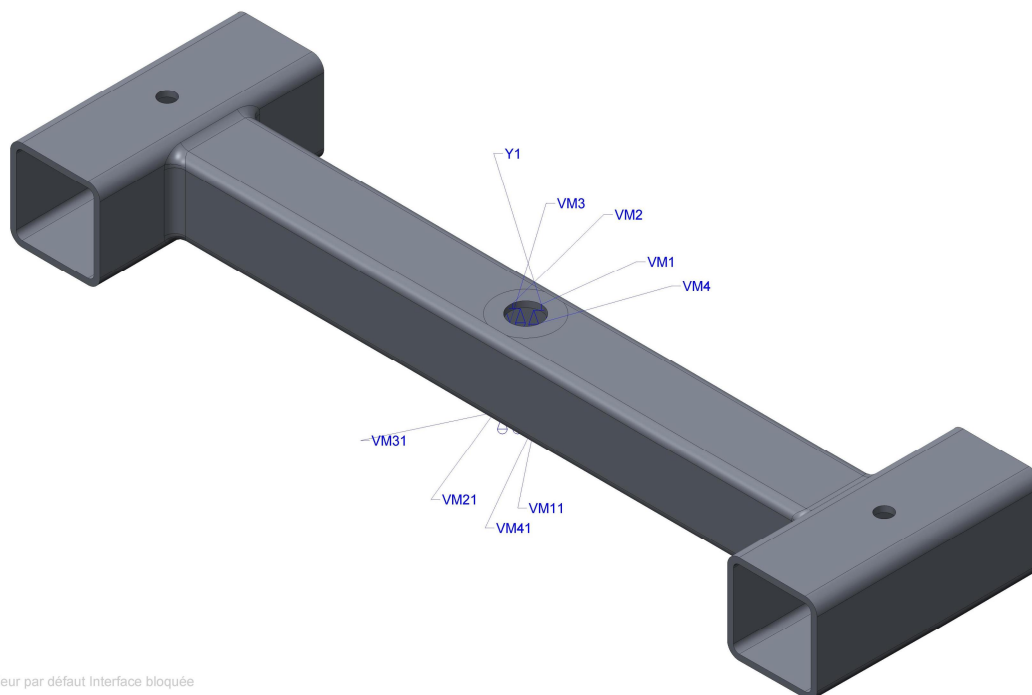


Plan de charges :

La charge est appliquée sur l'anneau, $F = 300\text{kg} \times 1.5 = 450\text{kg} = 4415\text{N}$
Les appuis sont appliqués sur les arêtes extérieures des 2 tubes latéraux



Plan de mesures :



Données étude logiciel :

SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT
Mesures

Mesure "VM1"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : extrémité de l'arête (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non

Mesure "VM2"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Point "FPNT0" (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non

Mesure "VM3"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : début de l'arête (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non

Mesure "VM4"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Point "FPNT1" (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non

Mesure "VM11"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : extrémité de l'arête (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non

Mesure "VM21"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Point "FPNT2" (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non

Mesure "VM31"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : début de l'arête (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non

Mesure "VM41"	
Grandeur	Contrainte
Composant	von Mises

Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Point "FPNT3" (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non

Mesure "Y1"	
Grandeur	Déplacement
Composant	Y
Repère	WCS (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Type d'évaluation spatiale	Au point
Type de position spatiale	Sur le modèle
Références	Sommet : extrémité de l'arête (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Visible au niveau supérieur	Non

Charges/restrictions

Charge structurelle "CMU"	
Type	Force/Moment
Références	Surface (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Repère	WCS (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Distribution	Charge totale
Force Composants	X : 0 [N] Y : -4415 [N] Z : 0 [N]
Moment Composants	X : 0 [mm N] Y : 0 [mm N] Z : 0 [mm N]

Restriction de structure "Appuis"	
Type	Déplacement
Références	Arête (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT) Arête (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Repère	WCS (SUPPORT_BUMPER_PIECE.PRT)
Déplacement	X : Fixe Y : Fixe Z : Fixe

Jeux de charges/jeux de restrictions

Jeu de charges structurelles "LoadSet1"	
Charges	CMU

Jeu de restrictions de structure "ConstraintSet1"	
Restrictions	Appuis

Matériaux

Matériau "ACIER_S235" (attribué au modèle)	
Type structurel	Isotrope
Densité	7.85e-09 [tonne/mm ³]
Module de Young	210000 [MPa]
Coefficient de Poisson	0.33
Raideur en cisaillement	78947.4 [MPa]
Critères de défaillance	Aucun
Dilatation thermique	0 [/C]
Type thermique	Isotrope
Conductivité	0 [mW/(mm C)]
Chaleur spécifique	0 [mm ² /(sec ² C)]



Résultats :

Unités : Masse en tonne, Charge en Newton, Moment d'inertie en mm⁴, Distance en mm.

Masse totale du modèle : 4.340966e-03

Coût total du modèle : 0.000000e+00

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

Ixx : 6.42025e+00
Ixy : 4.04794e-07 Iyy : 1.56423e+02
Ixz : 2.14490e-07 Iyz : 5.91219e-09 Izz : 1.53652e+02

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

Prin. max.	Prin. interm.	Prin. min.
1.56423e+02	1.53652e+02	6.42025e+00

WCS X : 2.69858e-09 1.45682e-09 1.00000e+00
Rep. univ. Y : 1.00000e+00 -3.93135e-18 -2.69858e-09
Rep. univ. Z : 0.00000e+00 1.00000e+00 -1.45682e-09

Emplac. centre de gravité par rapport à origine rep. universel :
(-2.52080e-06, -3.84922e-02, -2.22967e-06)

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

Ixx : 6.42025e+00
Ixy : 4.05215e-07 Iyy : 1.56423e+02
Ixz : 2.14490e-07 Iyz : 6.28475e-09 Izz : 1.53652e+02

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

Prin. max.	Prin. interm.	Prin. min.
1.56423e+02	1.53652e+02	6.42025e+00

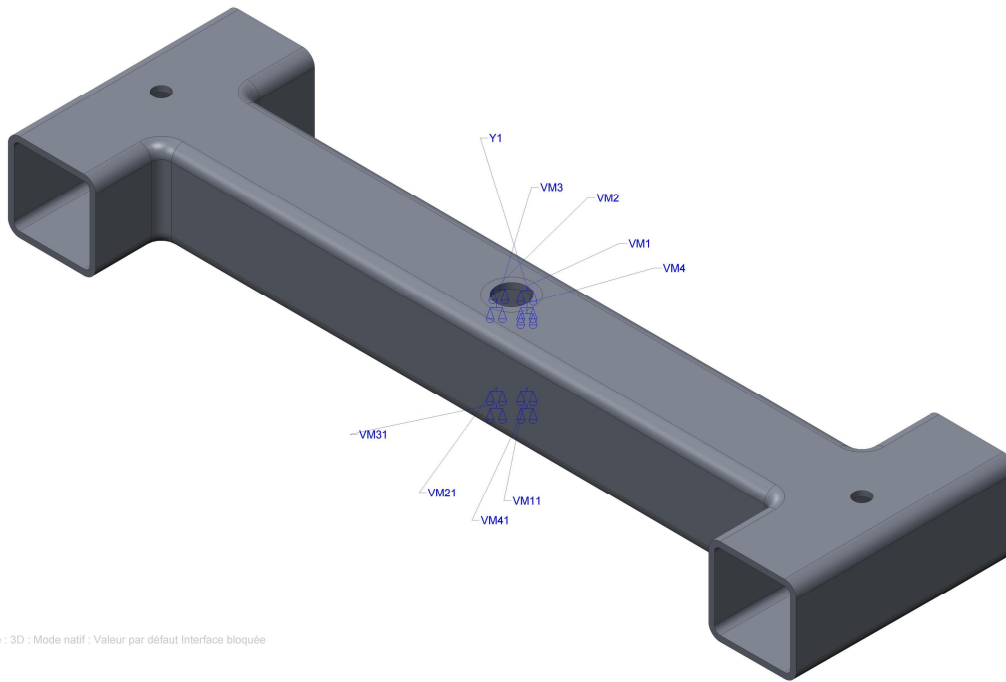
WCS X : 2.70139e-09 1.45682e-09 1.00000e+00
Rep. univ. Y : 1.00000e+00 -3.93544e-18 -2.70139e-09
Rep. univ. Z : 0.00000e+00 1.00000e+00 -1.45682e-09

Jeu de restrictions : ConstraintSet1: SUPPORT_BUMPER_PIECE

Jeu de charges : LoadSet1: SUPPORT_BUMPER_PIECE

Charge résultante du modèle :
dans la direction X globale : -3.235474e-09
dans la direction Y globale : -4.415000e+03
dans la direction Z globale : -3.177755e-09

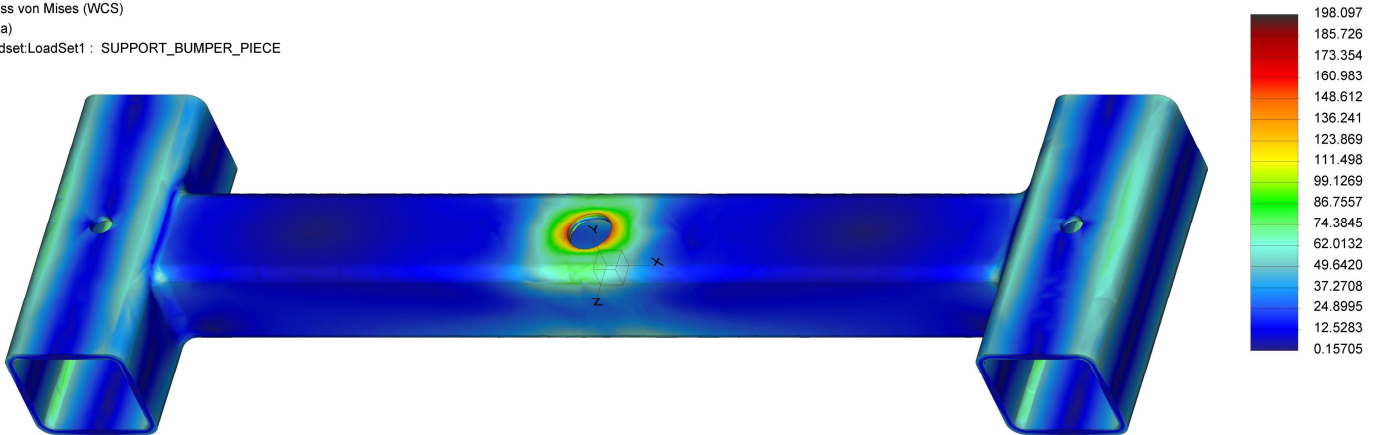
Mesures:



Mesures	Valeurs	Unités	Mesures	Valeurs	Unités
max_beam_bending (max σ flexion):	0.00	MPa	VM1	126.89	MPa
max_beam_tensile (max σ traction):	0.00	MPa	VM11	119.98	MPa
max_beam_torsion (max σ torsion):	0.00	MPa	VM2	165.77	MPa
max_beam_total (max σ total):	0.00	MPa	VM21	40.49	MPa
max_disp_mag:	0.35	mm	VM3	122.60	MPa
max_disp_x:	0.05	mm	VM31	115.33	MPa
max_disp_y:	-0.35	mm	VM4	154.87	MPa
max_disp_z:	-0.02	mm	VM41	39.34	MPa
max_prin_mag:	206.62	MPa	Y1	-0.34	mm
max_rot_mag:	0.00	rad			
max_rot_x:	0.00	rad			
max_rot_y:	0.00	rad			
max_rot_z:	0.00	rad			
max_stress_prin:	206.62	MPa			
max_stress_vm (max Von Mises):	198.10	MPa			
max_stress_xx:	-170.28	MPa			
max_stress_xy:	69.52	MPa			
max_stress_xz:	-74.88	MPa			
max_stress_yy:	-194.26	MPa			
max_stress_yz:	94.77	MPa			
max_stress_zz:	206.27	MPa			
min_stress_prin:	-204.83	MPa			
strain_energy (énergie totale déformation):	733.82	mJ			

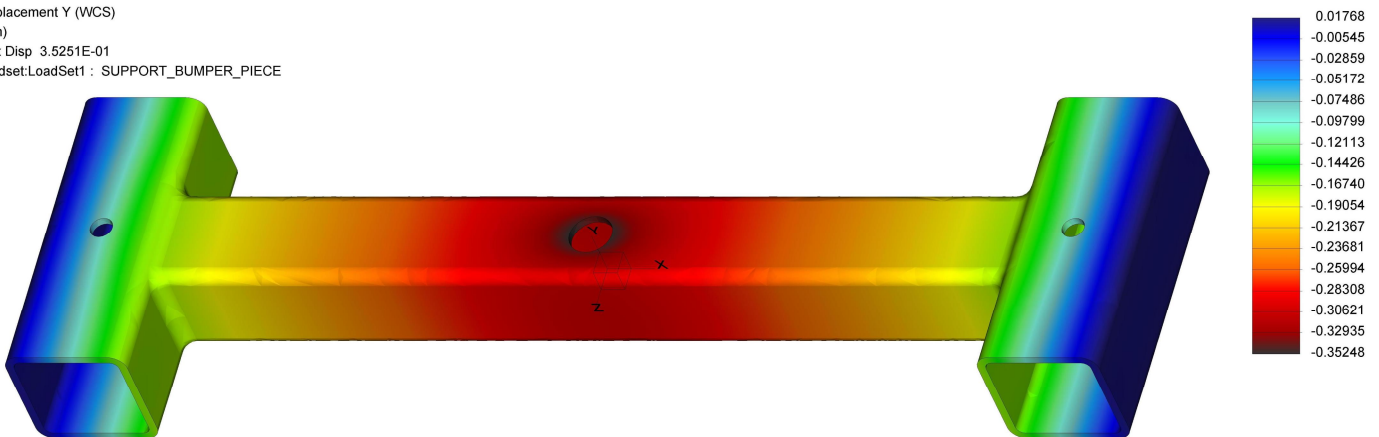
Contrainte Von Mises :

Stress von Mises (WCS)
(MPa)
Loadset:LoadSet1 : SUPPORT_BUMPER_PIECE



Flèche :

Displacement Y (WCS)
(mm)
Max Disp 3.5251E-01
Loadset:LoadSet1 : SUPPORT_BUMPER_PIECE



Conclusion :

La contrainte VM maxi (198MPa) représente la concentration de contrainte locale au bord du trou $\varnothing 21\text{mm}$

La contrainte VM maxi (198MPa) < résistance en traction du matériau ($f_y=235\text{MPa}$) => SATISFAISANT

La flèche maxi du tube est de 0.35mm est inférieure au maxi recommandé $1/150^\circ$ => SATISFAISANT
($0.35\text{mm} / 540\text{mm} = 1/1543^\circ$)

Le SUPPORT BUMPER est compatible pour une CMU de 300kg