

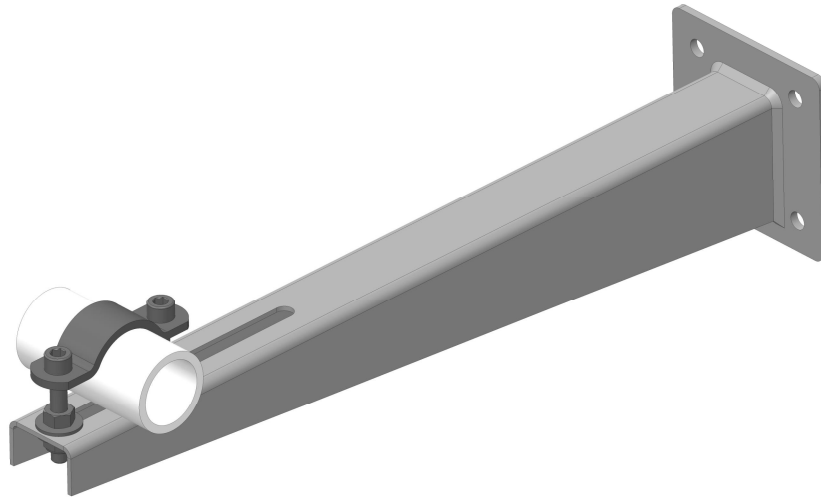


ASD
Route de Neuville
08460 LALOBBE
Tél.: +33 (0)3 24 59 41 91
Fax: +33 (0)3 24 59 01 97

Note de calcul : ST50-REGLABLE

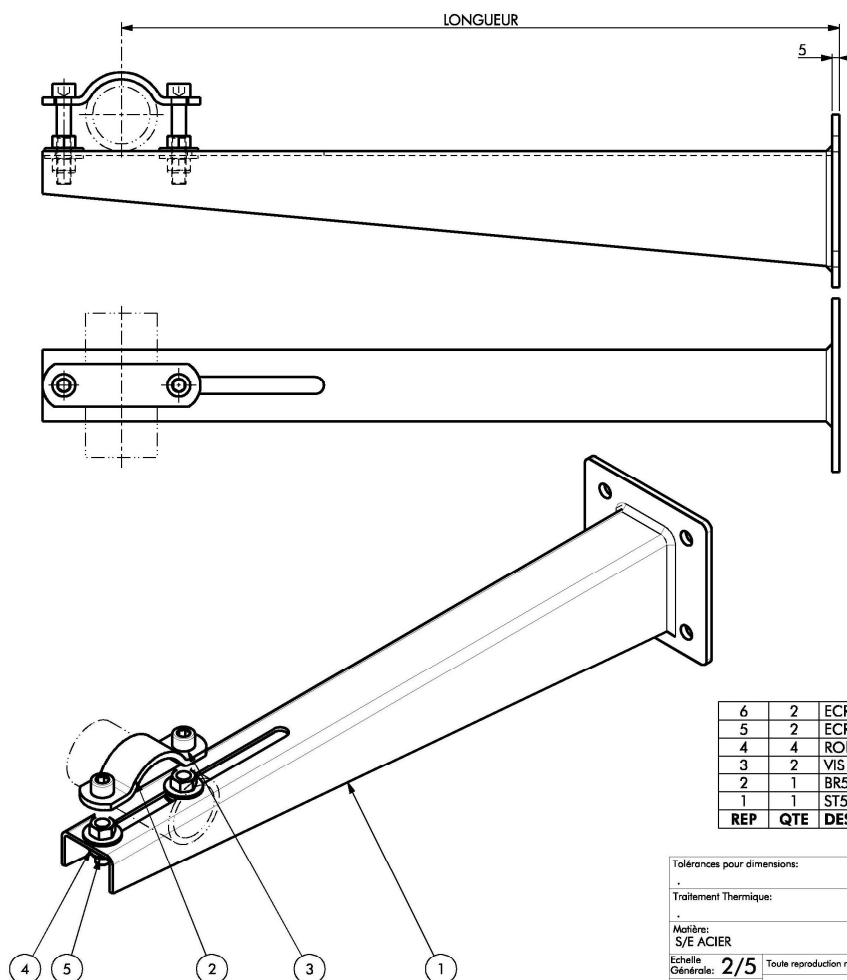
Date: lundi 10 février 2020

Concepteur: PA



Sommaire

| | |
|---|---|
| Description ST50-REGLABLE: | 2 |
| Caractéristiques - ACIER S235 : | 2 |
| Caractéristiques - ST50-500 - Avec le logiciel PropSection : | 3 |
| Caractéristiques - ST50-400 - Avec le logiciel PropSection : | 3 |
| Caractéristiques - ST50-300 - Avec le logiciel PropSection : | 4 |
| Caractéristiques - ST50-200 - Avec le logiciel PropSection : | 4 |
| Caractéristiques - ST50-500 - Dans le logiciel Freelem : | 5 |
| Paramètres du calcul du logiciel Freelem 11.0.0, conformément à l'Eurocode3 | 5 |
| Hypothèses : | 5 |
| Plan de chargement : | 5 |
| Tableau des nœuds | 6 |
| Tableau des barres..... | 6 |
| Caractéristiques matériaux..... | 6 |
| Caractéristiques profilés..... | 7 |
| Tableau des chargements..... | 7 |
| Tableau des combinaisons..... | 7 |
| Résultats : | 7 |
| Résultats déplacements ELS 201 | 7 |
| Résultats déplacements ELS 202 | 7 |
| Résultats réactions ELU 301 | 8 |
| Résultats réactions ELU 302..... | 8 |
| Résultats contraintes ELU 301 | 8 |
| Résultats contraintes ELU 302 | 9 |
| Calculs des ST50 en flexion simple : | 9 |
| Conclusion : | 9 |



| REP | QTE | DESIGNATIONS | MATIERES |
|-----|-----|---|--------------|
| 6 | 2 | ECROU HEXAGONAL 0,8d M10 | ACIER ZINGUE |
| 5 | 2 | ECROU HEXAGONAL AUTO-FREIN M10 | ACIER ZINGUE |
| 4 | 4 | RONDELLE PLATE L10 sans chanfrein NFE 25-513 | ACIER ZINGUE |
| 3 | 2 | VIS A TÊTE CYLINDRIQUE A 6 PANS CREUX M10 x 60 - 32 | ACIER ZINGUE |
| 2 | 1 | BR50-001 | ACIER ZINGUE |
| 1 | 1 | ST50-REGLABLE SOUDEE 405-500 | S/E ACIER |

| | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--|-----------------------------------|
| Tolérances pour dimensions: | Tolérances géométriques: | Volume: | 421099 mm ³ |
| Traitement Thermique: | Traitement de Surface: | ASD Route de La Neuville 08460 LALOBBE | |
| Matériaux: | Nuance: | | |
| S/E ACIER | - | Toute reproduction même partielle, et toute communication à des tiers, de plan est interdite sans autorisation | |
| Echelle Générale: | Format: | Designation: | ST50 REGLABLE ASSEMBLEE |
| 2/5 | A 3 | Créé par: PA le: 23.08.2017 | Modifié par: PA le: 09.10.2019 |
| | | Plan N°: | Indice Plan: Page: A 1/3 |

Description ST50-REGLABLE:

La ST50-REGLABLE (suivant plan ci-dessus) est constituée de:

- 1 platine murale, en tôle de 5mm, en ACIER S235
- 1 tôle pliée horizontale, en tôle de 3mm, en ACIER S235
- 1 bride BR50, en plat de 30x5mm, en ACIER S235
- 2 vis CHc M10-60 + 4 rondelle L10 + 2 écrou-frein M10 + 2 contre-écrou M10

Caractéristiques - ACIER S235 :

Limite _d' élasticité = $f_y > 235MPa$

Résistance _traction = $f_u > 355MPa$

Résistance _au _cisaillement = $R_t > 140MPa$

Module _d' élasticité _longitudinale = $E = 210000MPa$

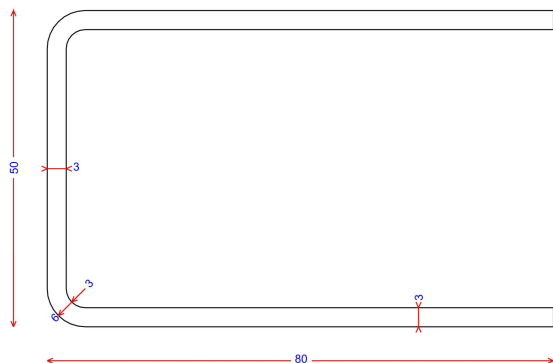
Module _d' élasticité _transversale = $G = 80800MPa$

Coefficient _de _Poisson = $\nu = 0.3$

Coefficient _de _dilatation = $\alpha = 12 \times 10^{-6} (/ K)$

Masse _volumique = $\rho = 7850kg / m^3$

Caractéristiques - ST50-500 - Avec le logiciel PropSection :



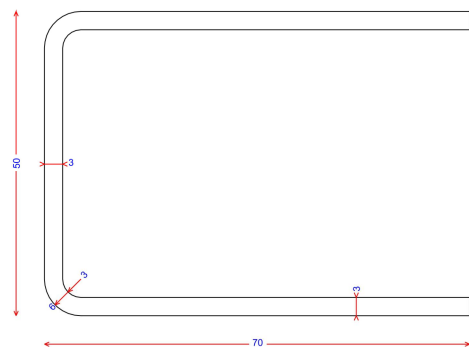
Propriétés liées à la torsion

| Propriété | Symbole | Valeur | Unité |
|--|--------------------|----------|-----------------|
| Abscisse centre de cisaillement S dans yOz | y_S | - 3.456 | cm |
| Ordonnée centre de cisaillement S dans yOz | z_S | 2.500 | cm |
| Abscisse centre de cisaillement S dans YGZ | Y_S | 0.000 | cm |
| Ordonnée centre de cisaillement S dans YGZ | Z_S | 6.687 | cm |
| Inertie de torsion | I_t | 0.178 | cm ⁴ |
| Inertie de gauchissement | I_w | 163 | cm ⁶ |
| Valeur maximale de l'aire sectorielle | ω_{max} | 11.137 | cm ² |
| Valeur minimale de l'aire sectorielle | ω_{min} | - 11.017 | cm ² |
| Triangle donnant ω_{max} * | $n_{\omega_{max}}$ | 1055 | |
| Triangle donnant ω_{min} * | $n_{\omega_{min}}$ | 813 | |
| Inertie de rotation /S | I_{rS} | 336.132 | cm ⁴ |
| Facteur de Wagner d'asymétrie /GZ | β_Y | 0.000 | cm |
| Facteur de Wagner d'asymétrie /GY | β_Z | - 7.220 | cm |

Dans le Repère Principal YGZ

| Propriété | Symbole | Valeur | Unité |
|---|-----------------|----------|-----------------|
| Moment quadratique principal /GY (axe fort) | I_Y | 39.791 | cm ⁴ |
| Moment quadratique principal /GZ (axe faible) | I_Z | 27.971 | cm ⁴ |
| Inerte polaire principale /G | I_{pG} | 67.762 | cm ⁴ |
| Rayon de giration /GY (axe fort) | r_Y | 2.575 | cm |
| Rayon de giration /GZ (axe faible) | r_Z | 2.159 | cm |
| Rayon de giration polaire /G | r_{YZ} | 3.360 | cm |
| Constante de stabilité /GY ($= \int Y(Y^2+Z^2).dA$) | β_{stabY} | 0.000 | cm ⁵ |
| Constante de stabilité /GZ ($= \int Z(Y^2+Z^2).dA$) | β_{stabZ} | - 42.408 | cm ⁵ |
| Module élastique fibre supérieure (Z+) /GY | W_{elYsup} | 12.316 | cm ³ |
| Module élastique fibre inférieure (Z-) /GY | W_{elYinf} | 8.343 | cm ³ |
| Module élastique fibre supérieure (Y+) /GZ | W_{elZsup} | 11.188 | cm ³ |
| Module élastique fibre inférieure (Y-) /GZ | W_{elZinf} | 11.188 | cm ³ |
| Noeud extrême donnant WelYsup | n_{vZsup} | 27 | |
| Noeud extrême donnant WelYinf | n_{vZinf} | 1 | |
| Noeud extrême donnant WelZsup | n_{vYsup} | 18 | |
| Noeud extrême donnant WelZinf | n_{vYinf} | 36 | |
| Ordonnée Z du noeud nvZsup | v_{Zsup} | 3.231 | cm |
| Ordonnée Z du noeud nvZinf | v_{Zinf} | - 4.769 | cm |
| Ordonnée Y du noeud nvYsup | v_{Ysup} | 2.500 | cm |
| Ordonnée Y du noeud nvYinf | v_{Yinf} | - 2.500 | cm |
| Module plastique /GY | W_{plY} | 13.615 | cm ³ |
| Ordonnée de l'axe plastique dans YGZ | Z_{plY} | 0.232 | cm |
| Module plastique /GZ | W_{plZ} | 12.444 | cm ³ |
| Abscisse de l'axe plastique dans YGZ | Y_{plZ} | 0.000 | cm |

Caractéristiques - ST50-400 - Avec le logiciel PropSection :



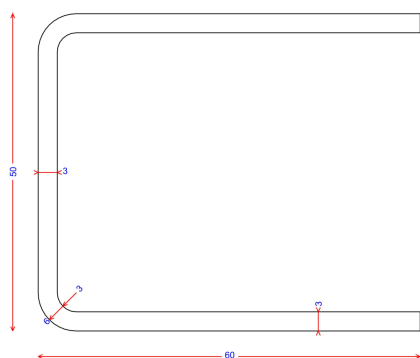
Propriétés liées à la torsion

| Propriété | Symbole | Valeur | Unité |
|--|--------------------|---------|-----------------|
| Abscisse centre de cisaillement S dans yOz | y_S | - 2.960 | cm |
| Ordonnée centre de cisaillement S dans yOz | z_S | 2.500 | cm |
| Abscisse centre de cisaillement S dans YGZ | Y_S | 0.000 | cm |
| Ordonnée centre de cisaillement S dans YGZ | Z_S | 5.716 | cm |
| Inertie de torsion | I_t | 0.161 | cm ⁴ |
| Inertie de gauchissement | I_w | 110 | cm ⁶ |
| Valeur maximale de l'aire sectorielle | ω_{max} | 9.782 | cm ² |
| Valeur minimale de l'aire sectorielle | ω_{min} | - 9.814 | cm ² |
| Triangle donnant ω_{max} * | $n_{\omega_{max}}$ | 1049 | |
| Triangle donnant ω_{min} * | $n_{\omega_{min}}$ | 982 | |
| Inertie de rotation /S | I_{rS} | 228.804 | cm ⁴ |
| Facteur de Wagner d'asymétrie /GZ | β_Y | 0.000 | cm |
| Facteur de Wagner d'asymétrie /GY | β_Z | - 6.304 | cm |

Dans le Repère Principal YGZ

| Propriété | Symbole | Valeur | Unité |
|---|-----------------|----------|-----------------|
| Moment quadratique principal /GY (axe fort) | I_Y | 27.596 | cm ⁴ |
| Moment quadratique principal /GZ (axe faible) | I_Z | 24.657 | cm ⁴ |
| Inerte polaire principale /G | I_{pG} | 52.252 | cm ⁴ |
| Rayon de giration /GY (axe fort) | r_Y | 2.260 | cm |
| Rayon de giration /GZ (axe faible) | r_Z | 2.136 | cm |
| Rayon de giration polaire /G | r_{YZ} | 3.110 | cm |
| Constante de stabilité /GY ($= \int Y(Y^2+Z^2).dA$) | β_{stabY} | 0.000 | cm ⁵ |
| Constante de stabilité /GZ ($= \int Z(Y^2+Z^2).dA$) | β_{stabZ} | - 32.444 | cm ⁵ |
| Module élastique fibre supérieure (Z+) /GY | W_{elYsup} | 10.012 | cm ³ |
| Module élastique fibre inférieure (Z-) /GY | W_{elYinf} | 6.503 | cm ³ |
| Module élastique fibre supérieure (Y+) /GZ | W_{elZsup} | 9.863 | cm ³ |
| Module élastique fibre inférieure (Y-) /GZ | W_{elZinf} | 9.863 | cm ³ |
| Noeud extrême donnant WelYsup | n_{vZsup} | 28 | |
| Noeud extrême donnant WelYinf | n_{vZinf} | 1 | |
| Noeud extrême donnant WelZsup | n_{vYsup} | 18 | |
| Noeud extrême donnant WelZinf | n_{vYinf} | 38 | |
| Ordonnée Z du noeud nvZsup | v_{Zsup} | 2.756 | cm |
| Ordonnée Z du noeud nvZinf | v_{Zinf} | - 4.244 | cm |
| Ordonnée Y du noeud nvYsup | v_{Ysup} | 2.500 | cm |
| Ordonnée Y du noeud nvYinf | v_{Yinf} | - 2.500 | cm |
| Module plastique /GY | W_{plY} | 10.765 | cm ³ |
| Ordonnée de l'axe plastique dans YGZ | Z_{plY} | 0.259 | cm |
| Module plastique /GZ | W_{plZ} | 11.035 | cm ³ |
| Abscisse de l'axe plastique dans YGZ | Y_{plZ} | 0.000 | cm |

Caractéristiques - ST50-300 - Avec le logiciel PropSection :



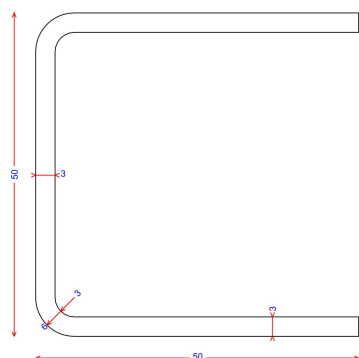
Propriétés liées à la torsion

| Propriété | Symbole | Valeur | Unité |
|--|-----------------------|---------|-----------------|
| Abscisse centre de cisaillement S dans yOz | y_S | - 2.466 | cm |
| Ordonnée centre de cisaillement S dans yOz | z_S | 2.500 | cm |
| Abscisse centre de cisaillement S dans YGZ | Y_S | - 4.754 | cm |
| Ordonnée centre de cisaillement S dans YGZ | Z_S | 0.000 | cm |
| Inertie de torsion | I_t | 0.143 | cm ⁴ |
| Inertie de gauchissement | I_w | 71 | cm ⁶ |
| Valeur maximale de l'aire sectorielle | ω_{max} | 8.399 | cm ² |
| Valeur minimale de l'aire sectorielle | ω_{min} | - 8.289 | cm ² |
| Triangle donnant ω_{max} * | $\rho_{\omega_{max}}$ | 879 | |
| Triangle donnant ω_{min} * | $\rho_{\omega_{min}}$ | 673 | |
| Inertie de rotation /S | I_{rS} | 147.981 | cm ⁴ |
| Facteur de Wagner d'asymétrie /GZ | β_Y | 5.413 | cm |
| Facteur de Wagner d'asymétrie /GY | β_Z | 0.000 | cm |

Dans le Repère Principal YGZ

| Propriété | Symbole | Valeur | Unité |
|---|-----------------|---------|-----------------|
| Moment quadratique principal /GY (axe fort) | I_Y | 21.341 | cm ⁴ |
| Moment quadratique principal /GZ (axe faible) | I_Z | 18.088 | cm ⁴ |
| Inerte polaire principale /G | I_{pG} | 39.430 | cm ⁴ |
| Rayon de giration /GY (axe fort) | r_Y | 2.108 | cm |
| Rayon de giration /GZ (axe faible) | r_Z | 1.941 | cm |
| Rayon de giration polaire /G | r_{YZ} | 2.865 | cm |
| Constante de stabilité /GY ($= \int Y(Y^2+Z^2).dA$) | β_{stabY} | 23.832 | cm ⁵ |
| Constante de stabilité /GZ ($= \int Z(Y^2+Z^2).dA$) | β_{stabZ} | 0.000 | cm ⁵ |
| Module élastique fibre supérieure (Z+)/GY | W_{elYsup} | 8.537 | cm ³ |
| Module élastique fibre inférieure (Z-)/GY | W_{elYinf} | 8.537 | cm ³ |
| Module élastique fibre supérieure (Y+)/GZ | W_{elZsup} | 4.873 | cm ³ |
| Module élastique fibre inférieure (Y-)/GZ | W_{elZinf} | 7.905 | cm ³ |
| Noeud extrême donnant W_{elYsup} | ρ_{vZsup} | 19 | |
| Noeud extrême donnant W_{elYinf} | ρ_{vZinf} | 1 | |
| Noeud extrême donnant W_{elZsup} | ρ_{vYsup} | 18 | |
| Noeud extrême donnant W_{elZinf} | ρ_{vYinf} | 30 | |
| Ordonnée Z du noeud ρ_{vZsup} | v_{Zsup} | 2.500 | cm |
| Ordonnée Z du noeud ρ_{vZinf} | v_{Zinf} | - 2.500 | cm |
| Ordonnée Y du noeud ρ_{vYsup} | v_{Ysup} | 3.712 | cm |
| Ordonnée Y du noeud ρ_{vYinf} | v_{Yinf} | - 2.288 | cm |
| Module plastique /GY | W_{plY} | 9.627 | cm ³ |
| Ordonnée de l'axe plastique dans YGZ | Z_{plY} | 0.000 | cm |
| Module plastique /GZ | W_{plZ} | 8.215 | cm ³ |
| Abscisse de l'axe plastique dans YGZ | Y_{plZ} | - 0.291 | cm |

Caractéristiques - ST50-200 - Avec le logiciel PropSection :



Propriétés liées à la torsion

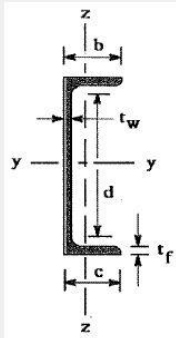
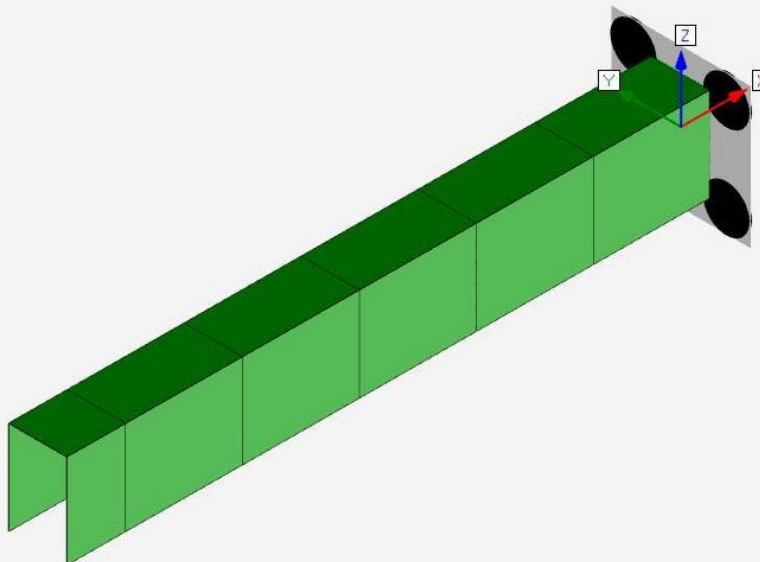
| Propriété | Symbole | Valeur | Unité |
|--|-----------------------|---------|-----------------|
| Abscisse centre de cisaillement S dans yOz | y_S | - 1.972 | cm |
| Ordonnée centre de cisaillement S dans yOz | z_S | 2.500 | cm |
| Abscisse centre de cisaillement S dans YGZ | Y_S | - 3.802 | cm |
| Ordonnée centre de cisaillement S dans YGZ | Z_S | 0.000 | cm |
| Inertie de torsion | I_t | 0.125 | cm ⁴ |
| Inertie de gauchissement | I_w | 42 | cm ⁶ |
| Valeur maximale de l'aire sectorielle | ω_{max} | 6.965 | cm ² |
| Valeur minimale de l'aire sectorielle | ω_{min} | - 6.935 | cm ² |
| Triangle donnant ω_{max} * | $\rho_{\omega_{max}}$ | 1047 | |
| Triangle donnant ω_{min} * | $\rho_{\omega_{min}}$ | 594 | |
| Inertie de rotation /S | I_{rS} | 89.765 | cm ⁴ |
| Facteur de Wagner d'asymétrie /GZ | β_Y | 4.557 | cm |
| Facteur de Wagner d'asymétrie /GY | β_Z | 0.000 | cm |

Dans le Repère Principal YGZ

| Propriété | Symbole | Valeur | Unité |
|---|-----------------|---------|-----------------|
| Moment quadratique principal /GY (axe fort) | I_Y | 18.027 | cm ⁴ |
| Moment quadratique principal /GZ (axe faible) | I_Z | 10.968 | cm ⁴ |
| Inerte polaire principale /G | I_{pG} | 28.995 | cm ⁴ |
| Rayon de giration /GY (axe fort) | r_Y | 2.071 | cm |
| Rayon de giration /GZ (axe faible) | r_Z | 1.615 | cm |
| Rayon de giration polaire /G | r_{YZ} | 2.626 | cm |
| Constante de stabilité /GY ($= \int Y(Y^2+Z^2).dA$) | β_{stabY} | 16.570 | cm ⁵ |
| Constante de stabilité /GZ ($= \int Z(Y^2+Z^2).dA$) | β_{stabZ} | 0.000 | cm ⁵ |
| Module élastique fibre supérieure (Z+)/GY | W_{elYsup} | 7.211 | cm ³ |
| Module élastique fibre inférieure (Z-)/GY | W_{elYinf} | 7.211 | cm ³ |
| Module élastique fibre supérieure (Y+)/GZ | W_{elZsup} | 3.459 | cm ³ |
| Module élastique fibre inférieure (Y-)/GZ | W_{elZinf} | 5.995 | cm ³ |
| Noeud extrême donnant W_{elYsup} | ρ_{vZsup} | 19 | |
| Noeud extrême donnant W_{elYinf} | ρ_{vZinf} | 1 | |
| Noeud extrême donnant W_{elZsup} | ρ_{vYsup} | 18 | |
| Noeud extrême donnant W_{elZinf} | ρ_{vYinf} | 32 | |
| Ordonnée Z du noeud ρ_{vZsup} | v_{Zsup} | 2.500 | cm |
| Ordonnée Z du noeud ρ_{vZinf} | v_{Zinf} | - 2.500 | cm |
| Ordonnée Y du noeud ρ_{vYsup} | v_{Ysup} | 3.170 | cm |
| Ordonnée Y du noeud ρ_{vYinf} | v_{Yinf} | - 1.830 | cm |
| Module plastique /GY | W_{plY} | 8.218 | cm ³ |
| Ordonnée de l'axe plastique dans YGZ | Z_{plY} | 0.000 | cm |
| Module plastique /GZ | W_{plZ} | 5.964 | cm ³ |
| Abscisse de l'axe plastique dans YGZ | Y_{plZ} | - 0.333 | cm |

Caractéristiques - ST50-500 - Dans le logiciel Freelem :

| | |
|--|--|
| Nom | ST50-500 |
| Dimension h (D pour tube) | 50 mm |
| Dimension b (D pour tube) | 80 mm |
| Epaisseur âme | 3 mm |
| Epaisseur ailes | 3 mm |
| Aire | 600 mm ² |
| Section réduite Y | 480 mm ² |
| Section réduite Z | 150 mm ² |
| Facteur de résistance au cisaillement Y | 400 mm ² |
| Facteur de résistance au cisaillement Z | 125 mm ² |
| Inertie de torsion | 0.178 cm ⁴ |
| Inertie Iy (flexion forte) | 27.971 cm ⁴ |
| Inertie Iz (flexion faible) | 39.791 cm ⁴ |
| Module de torsion | 0.61 cm ³ |
| Module de flexion élastique fort WelY | 11.188 cm ³ |
| Module de flexion plastique fort WplY | 12.444 cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2) |
| Module de flexion élastique faible WelZ | 8.343 cm ³ |
| Module de flexion plastique faible WplZ | 13.615 cm ³ (EC3 - flexion classes 1/2) |
| Inertie Iw de gauchissement (cm ⁶) | 163 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 $z_j = 0$
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 la ST50-REGLABLE n'est pas pris en compte
- La ST50-REGLABLE est fixée au mur par 4 vis M10 + rondelle Z10 => les degrés de liberté sont bloqués en X, Y et Z

Plan de chargement :

- Fixation au mur :
 - 1 force FZ=100kg (981N) est appliquée à 500mm du mur, et sur le dessus de la tôle pliée
- Fixation au plafond :
 - 1 force FX=260kg (2550N) est appliquée à 500mm, sur le dessus de la tôle pliée
 - 1 couple MY=260kg x 0.025m = 6.5m.kg (64mN) est appliqué à 500mm, sur le dessus de la tôle pliée

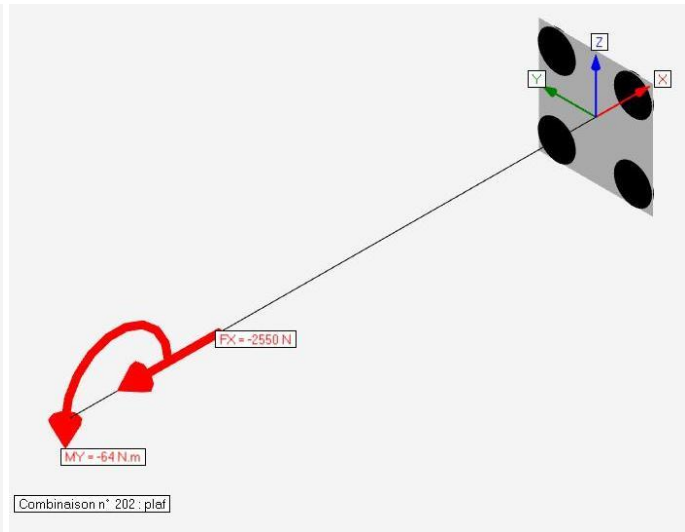
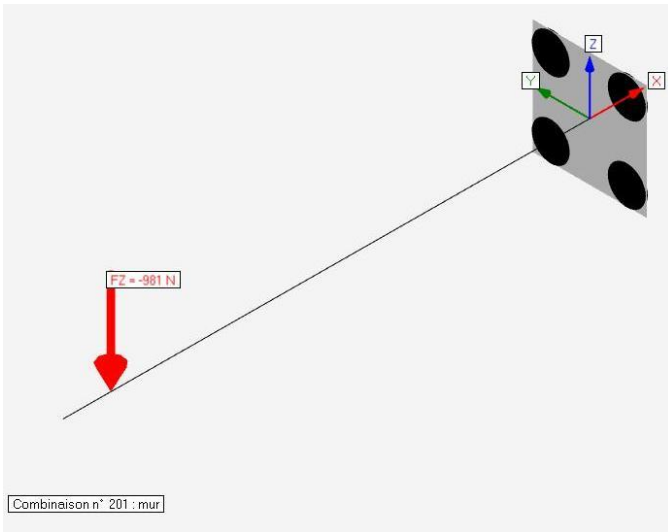


Tableau des nœuds

| N° | X (mm) | Y (mm) | Z (mm) | Appui |
|----|--------|--------|--------|--------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | Encastrement |
| 2 | -100 | 0 | 0 | Libre |
| 3 | -200 | 0 | 0 | Libre |
| 4 | -300 | 0 | 0 | Libre |
| 5 | -400 | 0 | 0 | Libre |
| 6 | -500 | 0 | 0 | Libre |
| 7 | -550 | 0 | 0 | Libre |

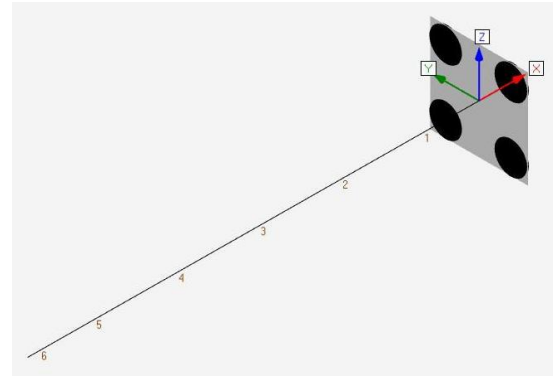
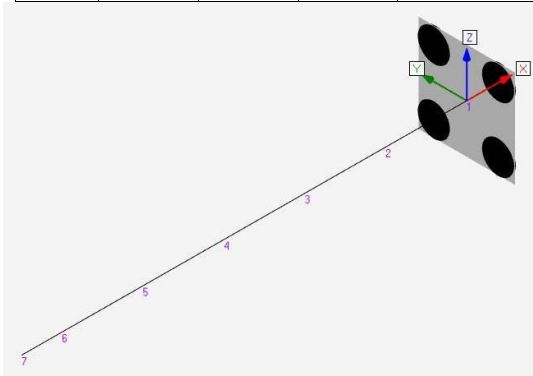


Tableau des barres

| N° | Noeud 1 | Noeud 2 | Profilé | Liaisons | Matériau | Angle (°) | Lfy (mm) | Lfz (mm) | Ldev (mm) | Modèle dévers. |
|----|---------|---------|----------|----------|------------|-----------|----------|----------|-----------|-------------------|
| 1 | 1 | 2 | ST50-500 | Enc-Enc | ACIER S235 | 270 | 100 | 100 | 100 | Aucun-déversement |
| 2 | 2 | 3 | ST50-500 | Enc-Enc | ACIER S235 | 270 | 100 | 100 | 100 | Aucun-déversement |
| 3 | 3 | 4 | ST50-500 | Enc-Enc | ACIER S235 | 270 | 100 | 100 | 100 | Aucun-déversement |
| 4 | 4 | 5 | ST50-500 | Enc-Enc | ACIER S235 | 270 | 100 | 100 | 100 | Aucun-déversement |
| 5 | 5 | 6 | ST50-500 | Enc-Enc | ACIER S235 | 270 | 100 | 100 | 100 | Aucun-déversement |
| 6 | 6 | 7 | ST50-500 | Enc-Enc | ACIER S235 | 270 | 50 | 50 | 50 | Aucun-déversement |

Caractéristiques matériaux

| Matériau | E (MPa) | ρ (kg/m ³) | G (MPa) | Re (MPa) | Rm (MPa) |
|------------|---------|-----------------------------|---------|----------|----------|
| ACIER S235 | 210000 | 7850 | 80769 | 235 | 340 |

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) |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| ST50-500 | 600 | 480 | 150 | 400 | 125 | .2 | .61 | 28 | 11.19 | 39.8 | 8.34 | 1 | 12.44 | 13.62 | 163 |

Tableau des chargements

| CasN° | Nom | Type | Localisation | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ | Niveau Eurocode3 |
|-------|---------|-------|--------------|---------|----|--------|----|---------|----|------------------|
| 1 | MUR | Nodal | 6 | | | -981 N | | | | Exploitation |
| 2 | PLAFOND | Nodal | 6 | -2550 N | | | | -64 N.m | | Exploitation |

Tableau des combinaisons

| N° | Nom | Cas | Coef | Règle | Niveau Eurocode3 |
|-----|-------------|-----|------|----------|------------------|
| 201 | ELS_MUR | 1 | 1 | Linéaire | ELS |
| 202 | ELS_PLAFOND | 2 | 1 | Linéaire | ELS |
| 301 | ELU_MUR | 1 | 1.5 | Linéaire | ELU |
| 302 | ELU_PLAFOND | 2 | 1.5 | Linéaire | ELU |

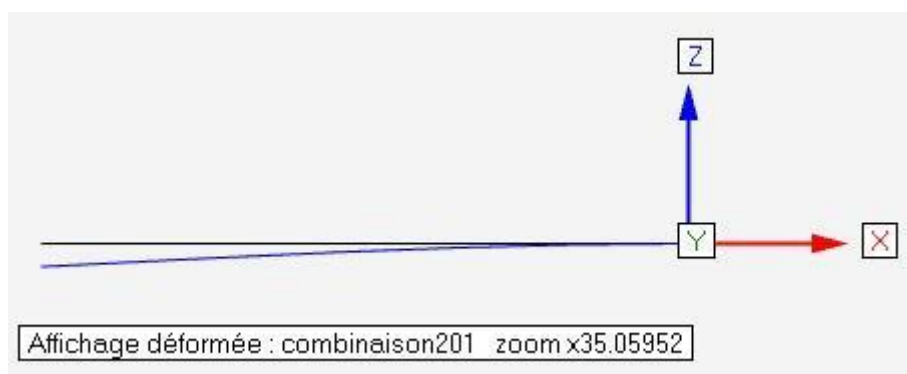
Résultats :

Résultats déplacements ELS 201

| Noeud | Cas | Dx (mm) | Dy (mm) | Dz (mm) | Rx (rad) | Ry (rad) | Rz (rad) |
|-------|-----|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1 | 201 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 201 | 0.00 | -0.00 | -0.03 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |
| 3 | 201 | 0.00 | -0.00 | -0.10 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |
| 4 | 201 | 0.00 | -0.00 | -0.21 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |
| 5 | 201 | 0.00 | -0.00 | -0.34 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |
| 6 | 201 | 0.00 | -0.00 | -0.49 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |
| 7 | 201 | 0.00 | -0.00 | -0.56 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |

Flèche verticale => Dz = 0.56mm / 550mm = 1/982^{ème} => satisfaisant

Vue déformée (amplifiée x 35)



Résultats déplacements ELS 202

| Noeud | Cas | Dx (mm) | Dy (mm) | Dz (mm) | Rx (rad) | Ry (rad) | Rz (rad) |
|-------|-----|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1 | 202 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 202 | -0.00 | -0.00 | -0.00 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |
| 3 | 202 | -0.00 | -0.00 | -0.02 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |
| 4 | 202 | -0.01 | -0.00 | -0.03 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |
| 5 | 202 | -0.01 | -0.00 | -0.06 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |
| 6 | 202 | -0.01 | -0.00 | -0.10 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |
| 7 | 202 | -0.01 | -0.00 | -0.11 | 0.00 | -0.00 | 0.00 |

Flèche verticale => Dz = 0.11mm / 550mm = 1/5000^{ème} => satisfaisant

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) |
|-------|-----|--------|--------|--------|----------|----------|----------|------------------|----------------------|
| 1 | 301 | 0 | -0 | 1472 | 0 | 736 | 0 | 4486 | 368 |

Les forces Fx et Fz (au nœud 1) sont appliquées aux 2 vis M10 supérieures de la platine:

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

$$TRACTION: Traction_{max} = 4486N \leq F_{t,Rd} = \frac{2 \times 0.9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{2 \times 0.9 \times 400 \times 58}{1.25} = 33408N \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$CISAILLEMENT: F_z = 1472N \leq F_{v,Rd} = \frac{2 \times 0.6 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{2 \times 0.6 \times 400 \times 58}{1.25} = 22272N \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Vérification_boulon_cisaillé_et_tendu:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1.4 \times F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \Rightarrow \frac{4486}{1.4 \times 33408} + \frac{1472}{22272} = 0.16 \leq 1 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Résultats réactions ELU 302

| Noeud | Cas | Fx (N) | Fy (N) | Fz (N) | Mx (N.m) | My (N.m) | Mz (N.m) | Traction max (N) | Cisaillement max (N) |
|-------|-----|--------|--------|--------|----------|----------|----------|------------------|----------------------|
| 1 | 302 | 3825 | -0 | 0 | 0 | 96 | 0 | 1542 | 0 |

Les forces Fx et Fz (au nœud 1) sont appliquées aux 2 vis M10 supérieures de la platine:

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

$$TRACTION: F_x = 3825N \leq F_{t,Rd} = \frac{2 \times 0.9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{2 \times 0.9 \times 400 \times 58}{1.25} = 33408N \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

$$CISAILLEMENT: F_z = 0N \leq F_{v,Rd} = \frac{2 \times 0.6 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{2 \times 0.6 \times 400 \times 58}{1.25} = 22272N \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

Vérification_boulon_cisaillé_et_tendu:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1.4 \times F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \Rightarrow \frac{3825}{1.4 \times 33408} + \frac{0}{22272} = 0.08 \leq 1 \Rightarrow \text{satisfaisant}$$

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 |
|-------|-------|-----|-------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|---------------|---------|---------|-----------------|-------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------|--------------|-----------|
| 1 | 1 | 301 | 0.0 | 0.0 | 54.0 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 54.0 | 3.7 | 54.4 | 0.00 | 0.03 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.23 |
| 1 | 2 | 301 | 0.0 | 0.0 | 43.2 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 43.2 | 3.7 | 43.7 | 0.00 | 0.03 | 0.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.18 |
| 2 | 2 | 301 | 0.0 | 0.0 | 43.2 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 43.2 | 3.7 | 43.7 | 0.00 | 0.03 | 0.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.18 |
| 2 | 3 | 301 | 0.0 | 0.0 | 32.4 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 32.4 | 3.7 | 33.0 | 0.00 | 0.03 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 |
| 3 | 3 | 301 | 0.0 | 0.0 | 32.4 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 32.4 | 3.7 | 33.0 | 0.00 | 0.03 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 |
| 3 | 4 | 301 | 0.0 | 0.0 | 21.6 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 21.6 | 3.7 | 22.5 | 0.00 | 0.03 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 |
| 4 | 4 | 301 | 0.0 | 0.0 | 21.6 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 21.6 | 3.7 | 22.5 | 0.00 | 0.03 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 |
| 4 | 5 | 301 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | 3.7 | 12.5 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| 5 | 5 | 301 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | 3.7 | 12.5 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| 5 | 6 | 301 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.7 | 6.4 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 |
| 6 | 6 | 301 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 7 | 301 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Barre n° 1 (Tôle pliée): Ratio maxi = 0.23 ≤ 1 ⇒ satisfaisant

Résultats contraintes ELU 302

| 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 | |
|-------|-------|-----|-------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|---------------|----------------|--------------|-----------------|-------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------|--------------|-----------|------|
| 1 | 1 | 302 | -6.4 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 0.0 | 13.4 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 1 | 2 | 302 | -6.4 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 0.0 | 13.4 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 2 | 2 | 302 | -6.4 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 0.0 | 13.4 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 2 | 3 | 302 | -6.4 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 0.0 | 13.4 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 3 | 3 | 302 | -6.4 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 0.0 | 13.4 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 3 | 4 | 302 | -6.4 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 0.0 | 13.4 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 4 | 4 | 302 | -6.4 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 0.0 | 13.4 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 4 | 5 | 302 | -6.4 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 0.0 | 13.4 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 5 | 5 | 302 | -6.4 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 0.0 | 13.4 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 5 | 6 | 302 | -6.4 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 | 0.0 | 13.4 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 6 | 6 | 302 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 7 | 302 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Barre n° 1 (Tôle pliée): Ratio maxi = 0.06 ≤ 1 => satisfaisant

Calculs des ST50 en flexion simple :

| | | | ST50-500 | ST50-400 | ST50-300 | ST50-200 |
|---|--------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Aire totale de section | A | cm ² | 6.00 | 5.40 | 4.80 | 4.20 |
| Module plastique | W _{pl} | cm ³ | 13.61 | 10.77 | 8.22 | 5.96 |
| Limite Elastique Acier S235 | f _y | Mpa | 235 | 235 | 235 | 235 |
| Moment Résistant = W _{pl} x f _y / γ_{M0} | M _{pl,Rd} | mm.N | 3199525 | 2529775 | 1930525 | 1401540 |
| Charge de flexion (fixation murale) | P | kg | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Coefficient ELU | α | | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Distance de flexion | L | mm | 500 | 400 | 300 | 200 |
| Moment Effectif = $\alpha \times P \times L$ | M _{Ed} | mm.N | 735750 | 588600 | 441450 | 294300 |
| Ratio = M _{Ed} / M _{pl,Rd} | ρ | | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.21 |

Nota : les modules plastiques des ST50 300 et 200 sont les modules plastiques W_{plz}

Le ratio de la ST50-500 est = à celui calculé par logiciel (ELU 301) => les résultats des autres ST50 sont donc validés

Conclusion :

- Les suspensions ST50-Réglable sont compatibles pour une
 - CMU de 100kg en fixation murale
 - CMU de 260kg en fixation sous plafond
- Les vis ou chevilles de fixation au mur ou plafond devront résister à :
 - Traction/Arrachement : 500kg
 - Cisaillement : 50kg