

ASD Alu Soudure Diffusion	Rue du Château 08460 LALOBBE	(33 (0)3.24.59.41.91 Fax 33 (0)3.24.59.01.97
-------------------------------------	---------------------------------	--

EDITE LE : 09/01/2008

Réf. : STRUCTURE SX 390			
Affaire N° 02903	Nom : S.C.	Date : 30.04.03	Feuille : 1/14
Indice : A	Date : 02903	Nom : S.C.	
NOTE DE CALCULS			
STRUCTURE SD 150			

- Données :

- Matières :

- * Tubes membrures \varnothing 20 ep 2 et tubes treillis \varnothing 10 ep1
 σ_e alu 6060-T5 = 19 daN/mm²

- Module d'élasticité E = 6950 daN/mm²

- * Manchons et agrafes de liaison: S300pb σ_e = 38 daN/mm²

- Hypothèses de calcul :

- Aucun défaut de fabrication n'est admis.

- Soudures de la structure réalisées par un opérateur certifié.

- Poids propre des structures négligé.

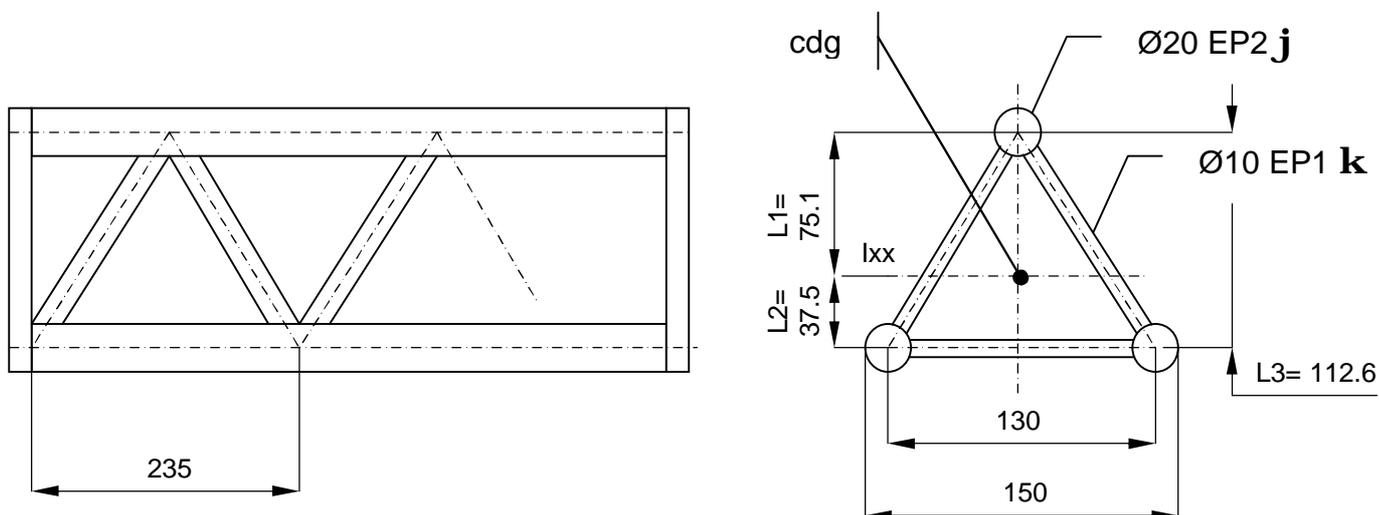
- But :

Déterminer les charges centrées et réparties maximum admissibles en fonction de la longueur et du taux de flèche.

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

Fig 1 :



- Calcul du I_{xx_1} du tube **j** :

- Dimensions : $\text{Ø}20 \times 2$

- $I_{xx_1} = \frac{p}{64} \times (D^4 - d^4)$

- $I_{xx_1} = \frac{p}{64} \times (20^4 - 16^4) = 4\,637 \text{ mm}^4$

- $\frac{I_{xx_1}}{V} = \frac{I_{xx_1}}{D/2} = \frac{122812}{25} = 464 \text{ mm}^3$

- Calcul de la section du tube **j** :

- Section : $S_1 = p \times (R^2 - r^2) = p \times (10^2 - 8^2) = 113 \text{ mm}^2$

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

- Calcul du Ixx de la structure :

$$- I_{xx} = \left[I_{xx1} + (S1 \times L1^2) \right] + 2 \left[I_{xx1} + (S1 \times L2^2) \right]$$

$$I_{xx} = \left[4637 + (113 \times 75.1^2) \right] + 2 \left[4637 + (113 \times 37.5^2) \right]$$

$$I_{xx} = 969\,583 \text{ mm}^4$$

$$- \frac{I_{xx}}{V} = \frac{I_{xx}}{L1 + D/2} = \frac{969583}{75.1 + 10} = 11\,399 \text{ mm}^3$$

- Résistance de la membrure supérieure à la compression (flambage) :

- Rayon de giration :

$$i = \sqrt{\frac{I_{xx1}}{S1}} = \sqrt{\frac{4637}{113}} = 6.4 \text{ mm}$$

- Elancement maximum :

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{235}{6.4} = 37$$

- Elancement critique Eulérien :

$$\lambda_k = p \sqrt{\frac{E}{Re}} = p \sqrt{\frac{6950}{19}} = 60$$

- Elancement réduit :

$$\bar{I}k = \frac{\lambda}{\lambda_k} = \frac{37}{60} = 0.61 > 0.2 \text{ risque de flambement}$$

Suivant la formule Eurocode 3 :

$$\bar{I}k = 0.61 \Rightarrow \text{coefficient } k_0 = 1.20$$

- Calcul de la force admissible par la tube **j** sur membrure supérieure :

$$F_{\text{maxi}} = \frac{S1 \times Re}{k_0} = \frac{113 \times 19}{1.20} = 1\,789 \text{ daN}$$

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

- Calcul du $Mf1_{maxi}$ respectant la limite au flambage :

$$Mf1 = F_{maxi} \times L3$$

$$Mf1 = 1789 \times 112.6$$

$$Mf1 = 201\,441 \text{ daN.mm}$$

- Calcul du $Mf2_{maxi}$ Limitant le taux de travail de la structure :

$$Mf2 = \frac{Se}{3} \cdot I_{xx}/v$$

$$Mf2 = \frac{19}{3} \times 11\,399$$

$$Mf2 = 72\,196 \text{ daN.mm}$$

Mf2 étant le plus petit, donc le plus défavorable des moments fléchissants, nous retiendrons celui-ci pour la suite des calculs.

Effort maxi applicable au treillis à la compression (flambage) :

- Calcul du I_{xx2} du tube **k** :

- Dimensions : Ø10x1

$$I_{xx2} = \frac{p}{64} \times (D^4 - d^4)$$

$$I_{xx1} = \frac{p}{64} \times (10^4 - 8^4) = 290 \text{ mm}^4$$

$$- \frac{I_{xx2}}{V} = \frac{I_{xx2}}{D/2} = \frac{290}{5} = 58 \text{ mm}^3$$

- Calcul de la section du tube **k** :

$$- \text{Section : } S2 = p \times (R^2 - r^2) = p \times (5^2 - 4^2) = 28 \text{ mm}^2$$

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

- Résistance du treillis au flambage :

- Rayon de giration :

$$i = \sqrt{\frac{I_{XX2}}{S2}} = \sqrt{\frac{290}{28}} = 3.2 \text{ mm}$$

- Elancement maximum :

$$\lambda = \frac{L_{5xK}}{i} = \frac{148 \times 1.5}{3.2} = 69$$

- Elancement critique Eulérien :

$$\lambda_K = p \sqrt{\frac{E}{Re}} = p \sqrt{\frac{6950}{19}} = 60$$

- Elancement réduit :

$$\bar{I}k = \frac{I}{I_k} = \frac{69}{60} = 1.15 > 0.2 \text{ risque de flambement}$$

Suivant la formule Eurocode 3 :

$$\bar{I}k = 1.15 \Rightarrow \text{coefficient } k_0 = 1.98$$

- Calcul de la force admissible par la tube **j** sur membrure supérieure :

$$F5_{\text{maxi}} = \frac{S2 \times Re}{k_0} = \frac{28 \times 19}{1.98} = 271 \text{ daN}$$

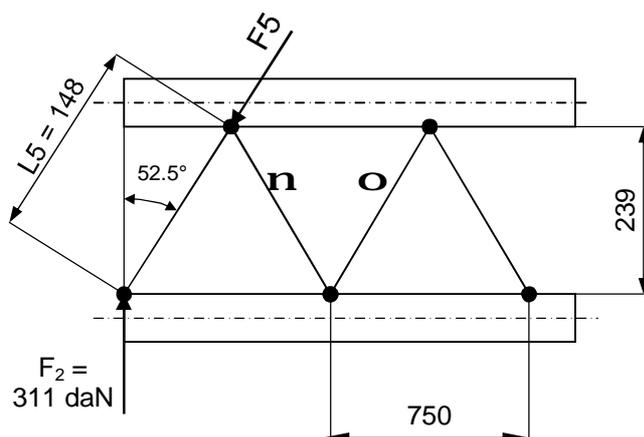
$$\mathbf{F5_{\text{maxi}} = 271 \text{ daN}}$$

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

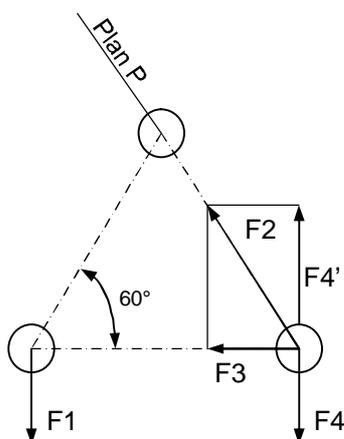
- Détermination de la charge maximum supportable par la structure :

- Projection dans la plan P :



Les barres les plus sollicitées sont **n** et **o**

$$F_2 = F_5 \cdot \cos a = 271 \cdot \cos 52.5^\circ = 165 \text{ daN}$$



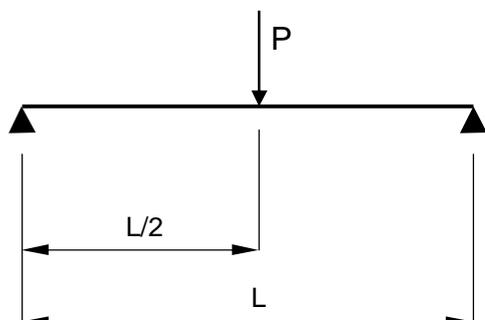
$$F_1 = F_4 = F_2 \cdot \sin 60^\circ = 165 \cdot \sin 60^\circ = 143 \text{ daN}$$

$$F_{\max} \text{ ou } Q_{\max} = 4 \times F_1 = 4 \times 143 = 570 \text{ daN}$$

La charge maximum applicable à la structure sera donc \leq à 570 daN

NOTE DE CALCULS (suite)**STRUCTURE SD 150**

- A) Charge applicable au centre :



$$E = 6950 \text{ daN/mm}^2$$

$$I_{xx} = 969\,583 \text{ mm}^4$$

Longueur L(mm)	Charge applicable au centre (daN)	Flèche correspondante	Flèche admissible (mm)		
	$M_f = \frac{P \times L}{4}$ donc $P = \frac{M_f \times 4}{L}$	$f = \frac{P \times L^3}{48 \times E \times I_{xx}}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$
L = 2000	$P = \frac{72\,196 \times 4}{2000} = 144 \text{ daN}$	$f = \frac{144 \times 2000^3}{48 \times 6950 \times 969\,583} = 4 \text{ mm}$	20	7	4
L = 4000	$P = \frac{72\,196 \times 4}{4000} = 72 \text{ daN}$	$f = \frac{72 \times 4000^3}{48 \times 6950 \times 969\,583} = 14 \text{ mm}$	40	13	8
L = 6000	$P = \frac{72\,196 \times 4}{6000} = 48 \text{ daN}$	$f = \frac{48 \times 6000^3}{48 \times 6950 \times 969\,583} = 32 \text{ mm}$	60	20	12

Pour $f = 1/100$ la charge est acceptable à partir de $L = 2000$ à $L = 6\,000$ mm

Pour $f = 1/300$, il faut réduire la charge à partir de $L = 4000$ à $L = 6\,000$ mm

Pour $f = 1/500$, il faut réduire la charge à partir de $L = 4000$ à $L = 6\,000$ mm

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

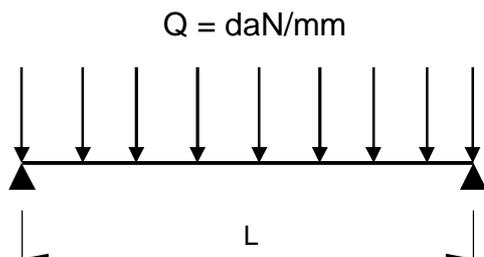
- Optimisation :

Longueur L(mm)	Taux de flèche					
	$\frac{1}{100}$		$\frac{1}{300}$		$\frac{1}{500}$	
	P (daN)	f(mm)	P	f	P	f
L = 2000	144 daN	20	144 daN	13	144 daN	8
L = 4000	72 daN	40	$P = \frac{72 \times 13}{14} \approx 67$ daN	13	$P = \frac{72 \times 8}{14} \approx 40$ daN	8
L = 6000	48 daN	60	$P = \frac{48 \times 20}{32} \approx 30$ daN	20	$P = \frac{48 \times 12}{32} \approx 18$ daN	12

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

- B) Charge répartie applicable :



$$E = 6950 \text{ daN/mm}^2$$

$$I_{xx} = 969583 \text{ mm}^4$$

Longueur L	Charge répartie applicable	Flèche correspondante	Flèche admissible		
	$M_f = \frac{Q \times L^2}{8}$ donc $Q = \frac{M_f \times 8}{L^2}$	$f = \frac{5 \times Q \times L^4}{384 \times E \times I}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$
L = 2000	$Q = \frac{72196 \times 8}{2000^2}$ $Q = 0.144 \text{ daN/mml}$ $Q = 144 \text{ daN/ml}$ $Q_{\text{Total}} = 144 \times 2 \approx 289 \text{ daN}$	$f = \frac{5 \times 0.144 \times 2000^4}{384 \times 6950 \times 969583} \approx 4 \text{ mm}$	20	7	4
L = 4000	$Q = \frac{72196 \times 8}{4000^2}$ $Q = 0.036 \text{ daN/mml}$ $Q = 36 \text{ daN/ml}$ $Q_{\text{Total}} = 36 \times 4 \approx 144 \text{ daN}$	$f = \frac{5 \times 0.036 \times 4000^4}{384 \times 6950 \times 969583} \approx 18 \text{ mm}$	40	13	8
L = 6000	$Q = \frac{72196 \times 8}{6000^2}$ $Q = 0.016 \text{ daN/mml}$ $Q = 16 \text{ daN/ml}$ $Q_{\text{Total}} = 16 \times 6 \approx 96 \text{ daN}$	$f = \frac{5 \times 0.016 \times 6000^4}{384 \times 6950 \times 969583} \approx 40 \text{ mm}$	60	20	12

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

Pour $f = 1/100$ la charge est acceptable à partir de $L = 2000$ à $L = 6000$ mm

Pour $f = 1/300$, il faut réduire la charge à partir de $L = 4000$ à $L = 6000$ mm

Pour $f = 1/500$, il faut réduire la charge à partir de $L = 2000$ à $L = 6000$ mm

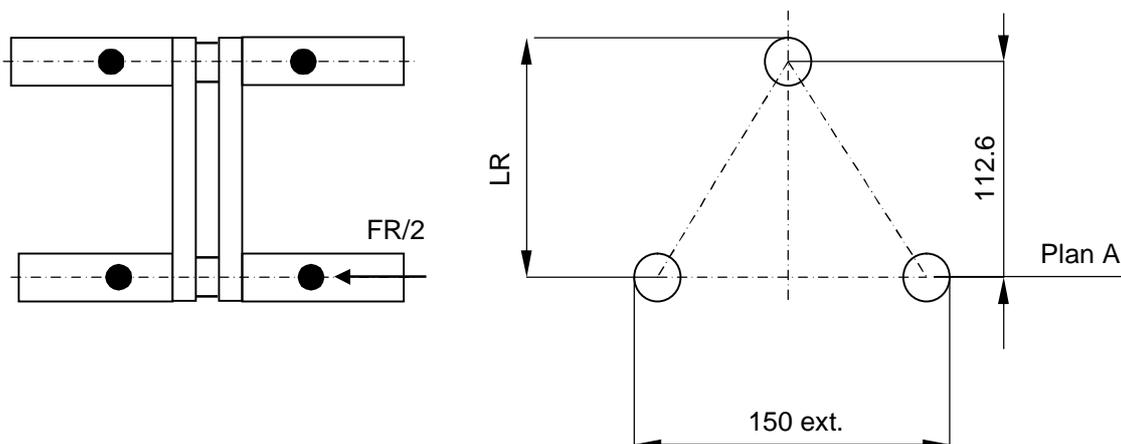
- Optimisation :

Longueur L	Taux de flèche					
	1/100		1/300		1/500	
	Q	f	Q	f	Q	f
L = 2000	Q = 144 daN/ml $Q_{\text{Total}} = 144 \times 4 \approx 289$ daN	20	Q = 144 daN/ml $Q_{\text{Total}} = 144 \times 4 \approx 289$ daN	7	$Q = \frac{144 \times 4}{4.46}$ Q ≈ 129 daN/ml $Q_{\text{Total}} \approx 259$ daN	4
L = 4000	Q = 36 daN/ml $Q_{\text{Total}} = 36 \times 4 \approx 144$ daN	40	$Q = \frac{36 \times 13}{18}$ Q ≈ 27 daN/ml $Q_{\text{Total}} = 108$ daN	13	$Q = \frac{36 \times 8}{18}$ Q ≈ 16 daN/ml $Q_{\text{Total}} \approx 65$ daN	8
L = 6000	Q = 16 daN/ml $Q_{\text{Total}} = 16 \times 6 \approx 96$ daN	60	$Q = \frac{16 \times 20}{40}$ Q ≈ 8 daN/ml $Q_{\text{Total}} = 48$ daN	20	$Q = \frac{16 \times 10}{40}$ Q ≈ 5 daN/ml $Q_{\text{Total}} \approx 29$ daN	12

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

- Vérification des tubes de liaison :



NOTA : Frottement des axes dans les tubes intérieurs négligé.

$$LR = 112.6 + \frac{D}{2} = 112.6 + 25 = 137.6 \text{ mm}$$

$$FR = \frac{Mf}{LR} = \frac{72196}{137.6} = 524 \text{ daN}$$

- Vérification des chapes males d'accouplement dans la plan A:

Axe = $\varnothing 6$

$R_e = 38 \text{ daN/mm}^2$ (Acier S300pb)

$$R_{pg} = \frac{38}{3} = 12.6 \text{ daN/mm}^2$$

$$\text{Surface cisailée : } S = \frac{p \cdot D^2}{4} = \frac{p \cdot 10.5^2}{4} = 28.3 \text{ mm}^2$$

NOTE DE CALCULS (suite)**STRUCTURE SD 150**

- Condition de résistance des chapes males d'accouplement dans le plan A au cisaillement :

$$\sigma_{\max i} = \frac{F_{\max i} \times 1}{S \times 4} \leq R_{pg} \quad (\text{Nb sections})$$

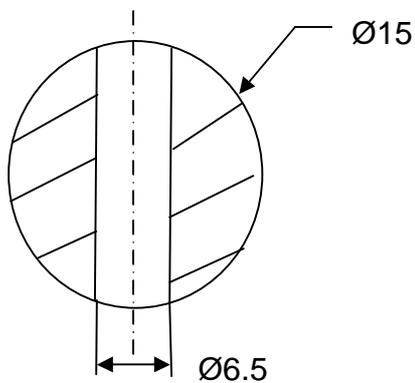
$$F_{\max i} \leq R_{pg} \times 4 \times S$$

$$F_{\max i} \leq 12.6 \times 4 \times 28.3$$

$$F_{\max i} \leq 1426 \text{ daN}$$

$$FR = 524 \text{ daN} < F_{\max i} = 1426 \text{ daN}$$

- Résistance de l'axe male/male :



S300pb

$$\sigma_e = 38 \text{ daN/mm}^2$$

$$R_g = \frac{38}{2} = 19 \text{ daN/mm}^2$$

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

- Section en traction :

$$S1 = \frac{p.d^2}{4} - (Lxh)$$

$$S1 = \frac{p.15^2}{4} - (15x6.5)$$

$$S1 = 79.2 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{maxi}} = \frac{F_{\text{MAX}}}{S1} \times \frac{1}{2} \leq Rg$$

(Nb sections)

$$F_{\text{maxi}} \leq Rg \times S1 \times 2$$

$$F_{\text{maxi}} \leq 19 \times 79.2 \times 2$$

$$F_{\text{maxi}} \leq 3010 \text{ daN}$$

$$FR = 524 \text{ daN} < F_{\text{maxi}} = 3010 \text{ daN}$$

NOTE DE CALCULS (suite)

STRUCTURE SD 150

• Annexe :- Récapitulatif des charges centrées maxi :

Longueur L	P max centré (daN)		
	1/100	1/300	1/500
L = 2000	140	140	140
L = 4000	72	67	40
L = 6000	48	30	18

- Récapitulatif des charges réparties maxi :

Longueur L	Q max (daN/ml)		
	1/100	1/300	1/500
L = 2000	144	144	129
L = 4000	36	27	16
L = 6000	16	8	5