

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 : 04/09/2015

Réf. : STRUCTURE EX 290**Affaire N° 03904****Nom : S.C.****Date : 28.04.04****Feuille : 1/11****Indice : D****Date : 04/09/15****Nom : S.C.****NOTE DE CALCULS**

EX 290 INDICE D

• Données :- Matières :* Tube membrure \varnothing 50 ep 2 σ_e alu 6005-T6 = 26 daN/mm²Module d'élasticité E = 7950 daN/mm²

* Goupilles coniques

 σ_e S300pb = 38 daN/mm²

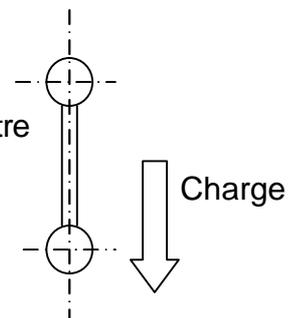
* Moyeu male-male

 σ_e Alu 6060-T5 = 19 daN/mm²* Tube treillis \varnothing 16 ep2 σ_e alu 6060-T5 = 19 daN/mm²E=6950 daN/mm²

* Manchon femelle membrures

 σ_e alu 2030-T3 = 39 daN/mm²- Hypothèses de calcul :

- Aucun défaut de fabrication n'est admis.
- Utilisation exclusive des goupilles coniques fournies par ASD
- Soudures de la structure réalisées par un opérateur certifié.
- Poids propre des structures négligé.
- Charge centrée dans l'axe de la structure et dirigée impérativement vers le bas. Ne pas créer de torsion sur la poutre par exemple avec des charges excentrées de l'axe vertical.
- Structure utilisée en position vertical
- Pour l'étude du cas de charge, la structure est considérée suspendue par 2 élingues en extrémité de la membrure supérieure. Les charges pendues sur la membrure inférieure.
- Poids propre $m_{yen}=2.3\text{daN/ml}$

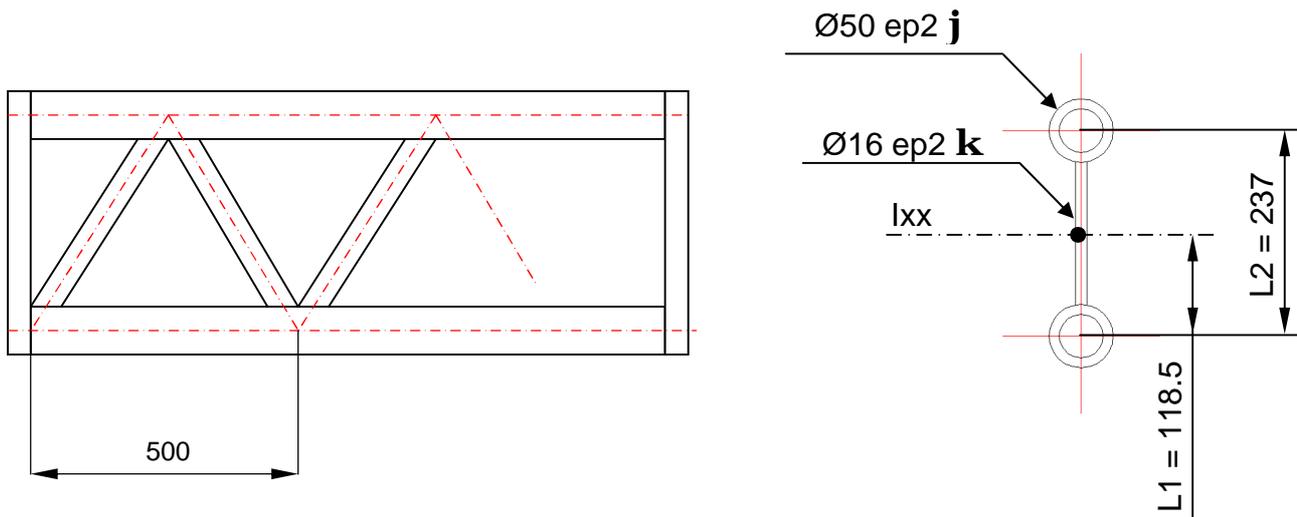
• But :

Déterminer la charge centrée et répartie maxi. Admissible en fonction de la longueur et d'un taux de flèche de 1/100 et 1/300^{ème}.

NOTE DE CALCULS (suite)

EX 290 INDICE D

Fig 1 :



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

- Dimensions : $\text{Ø}50 \times 2$

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

$$I_{xx_1} = \frac{p}{64} \times (50^4 - 46^4) = 87\,009 \text{ mm}^4$$

- $$\frac{I_{xx_1}}{V} = \frac{I_{xx_1}}{D/2} = \frac{97009}{25} = 3\,480 \text{ mm}^3$$

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

- Section :
$$S_1 = p \times (R^2 - r^2) = p \times (25^2 - 23^2) = 302 \text{ mm}^2$$

NOTE DE CALCULS (suite)

EX 290 INDICE D

• Calcul du Ixx de la structure :

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

$$I_{xx} = 2 \left[87009 + \left(302 \times 118.5^2 \right) \right]$$

$$I_{xx} = 8655537 \text{ mm}^4$$

$$- \frac{I_{xx}}{V} = \frac{I_{xx}}{L1+D/2} = \frac{8655537}{118.5+25} = 60\,317 \text{ mm}^3$$

NOTE DE CALCULS (suite)

EX 290 INDICE D

Détermination des contraintes limites affectées à la structure :

- a) Résistance de la membrure supérieure à la compression (flambement) :

De part la conception plan de la structure, celle-ci peut être amenée à se déverser latéralement suite la compression de la membrure supérieure. Nous déterminerons le moment fléchissant maximum en fonction de chaque portée de poutre.

Données : tube Ø50 ep 2 Alu 6005 – T6
 E1 = 7950 daN/mm²
 Re1 = 26 daN/mm²
 Ixx1 = 87010 mm⁴
 S1 = 302 mm²
 Lf1 = 500 mm

- Rayon de giration moyen:

$$i = \sqrt{\frac{I_{y1}}{S1}} = \sqrt{\frac{87010}{302}} = 17 \text{ mm}$$

- Elancement maximum :

$$\lambda = \frac{Lf1}{i}$$

- Calcul de la force admissible par le tube de membrure :

$$N1 (Lf1m) = \frac{S1 \times Re1}{k0 \cdot S} \text{ avec :}$$

$$k0 = \left(0,5 + 0,5 \frac{S_e}{S_K} \right) + \sqrt{\left(0,5 + 0,5 \frac{S_e}{S_K} \right)^2 - 0,8 \left(\frac{S_e}{S_K} \right)}$$

S = 1,7 (coefficient de sécurité règles A.L)

$$S_K = \frac{p^2 \times E}{l^2} \text{ (Contrainte d'Euler)}$$

NOTE DE CALCULS (suite)**EX 290 INDICE D**

Tableau résumant les moments fléchissant Mf1 maxi applicable en compression généralisée sur la membrure supérieure:

Portée (Lf1) m	lambda max	contrainte euler	k0 coeff flamb.	N1 daN	Mf max daN,m
1	59	22,64	1,56	2958	701
2	118	5,66	4,83	954	226
3	177	2,52	10,55	437	104
4	235	1,41	18,59	248	59
5	294	0,91	28,92	159	38
6	353	0,63	41,55	111	26

b) Résistance d'un treillis à la compression (flambement) :

Données : tube Ø16 ep 2 Alu 6005 – T6
 E2 = 7950 daN/mm²
 Re2 = 19 daN/mm²
 Iy2 = 2200 mm⁴
 S2 = 88 mm²
 Lf2 = 312 mm
 K= 2 (coefficient de longueur flambée)

- Rayon de giration moyen:

$$i = \sqrt{\frac{Iy2}{S2}} = \sqrt{\frac{2200}{88}} = 5 \text{ mm}$$

- Elancement maximum :

$$\lambda = \frac{Lf2 \cdot K}{i} = \frac{312 \times 2}{5} \text{ donc } k0=5.11$$

- Calcul de la force admissible par le tube de membrure :

$$N2 = \frac{S2 \times Re2}{k0 \cdot S} = \frac{88 \times 19}{5.11 \times 1.7} = 192 \text{ daN}$$

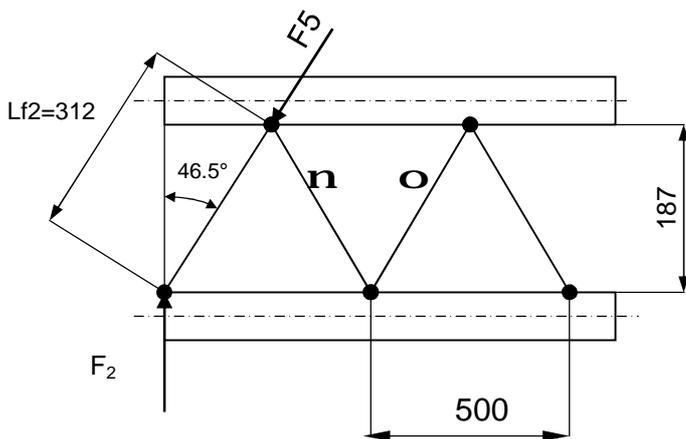
S= 1,7 (coefficient de sécurité règles A.L)

NOTE DE CALCULS (suite)

EX 290 INDICE D

- Détermination de la charge maximum applicable à la structure :

- Projection dans le plan vertical:



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

$$F_2 = F_5 \cdot \cos a = 192 \cdot \cos 46.5^\circ = 132 \text{ daN}$$

$$F_{\max} \text{ ou } Q_{\max} = 2 \times F_2 = 2 \times 132 = 264 \text{ daN}$$

- La charge maximum applicable à la structure sera donc \leq à 265 daN

NOTE DE CALCULS (suite)**EX 290 INDICE D**

Calcul du $Mf2_{maxi}$ respectant la contrainte normale admissible totale :

$$Mf2 = \frac{Se}{1.7} \cdot I_{xx}/v \quad (1.7 = \text{coefficient de pondération règles AL76})$$

$$Mf2 = \frac{26}{1.7} \times 60\,317$$

$$Mf2 = 922\,495 \text{ daN.mm}$$

- Condition de résistance des goupilles du manchon inférieur au cisaillement :

$$\sigma_{maxi} = \frac{F_{maxi}}{S} \times \frac{1}{2(\text{Nb sections})} \leq R_{pg}$$

$$F_{g_{maxi}} \leq R_{pg} \times 2 \times S$$

$$F_{g_{maxi}} \leq 25.3 \times 2 \times 86.6$$

$$F_{g_{maxi}} \leq 4382 \text{ daN}$$

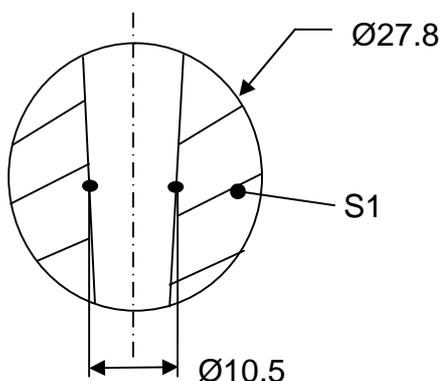
- Calcul du $Mf3_{maxi}$ respectant la contrainte de la goupille :

$$Mf3 = F_{g_{maxi}} \times LR$$

$$Mf3 = 4382 \times 237$$

$$Mf3 = 1\,038\,534 \text{ daN.mm}$$

- Résistance du moyeu male/male :



Alu 6060-T5

$$\sigma_e = 28 \text{ daN/mm}^2$$

$$R_g = \frac{19}{1.7} = 11.2 \text{ daN/mm}^2$$

NOTE DE CALCULS (suite)

EX 290 INDICE D

- Section en traction :

$$S1 = \frac{p.d^2}{4} \cdot (L \cdot h)$$

$$S1 = \frac{p \cdot 27.8^2}{4} \cdot (27.8 \times 10.5)$$

$$S1 = 315 \text{ mm}^2$$

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

(Nb sections)

$$Fm_{\text{maxi}} \leq Rg \times S1 \times 1$$

$$Fm_{\text{maxi}} \leq 11.2 \times 315 \times 1$$

$$Fm_{\text{maxi}} \leq 3520 \text{ daN}$$

- Calcul du $Mf4_{\text{maxi}}$ respectant la contrainte des manchons coniques :

$$Mf4 = Fm_{\text{maxi}} \times LR$$

$$Mf4 = 3520 \times 237$$

$$Mf4 = 834\,240 \text{ daN.mm}$$

NOTE DE CALCULS (suite)**EX 290 INDICE D**

Le moment de flexion le plus défavorable étant le $Mf1$ (701daN.m pour la portée de 1m), nous retiendrons celui-ci comme critère de dimensionnement dans la suite des calculs

Résumé des résultats intermédiaires :

$$E = 7950 \text{ daN/mm}^2$$

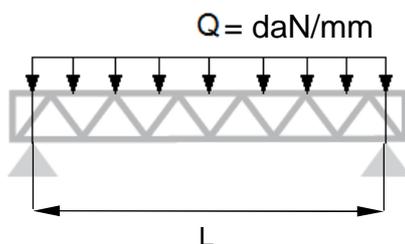
$$I_{xx} = 864 \text{ cm}^4$$

$$Mf1 = <701 \text{ daN.m (en fonction de la portée)}$$

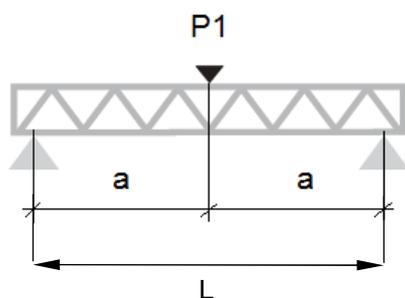
$$P_{\max} = 265 \text{ daN}$$

$$\text{Poids propre moyen: } 6.5 \text{ daN/ml}$$

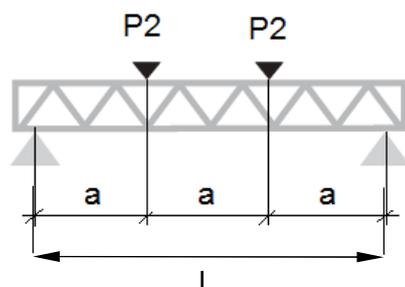
$$Tf = 1/100^e - 1/300^e$$

A) Charge uniformément répartie admissible :

$$QM_f = \frac{Mf \times 8}{L^2} \text{ et } Qf = \frac{L.Tf . 384.E.I_{xx}}{5.L^4}$$

B) Charge ponctuelle P1 centrée admissible:

$$P1M_f = \frac{Mf . 4}{L} \text{ et } P1f = \frac{L.Tf . 48.E.I_{xx}}{L^3}$$

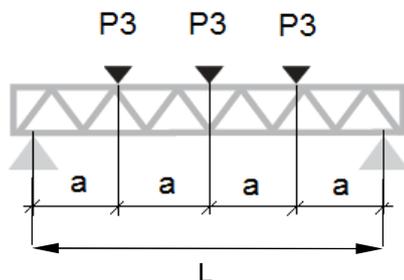
C) Charge ponctuelle P2 maxi pour de 2 points uniformément espacés:

$$P2M_f = \frac{Mf . 3}{L} \text{ et } P2f = \frac{L.Tf . 648.E.I_{xx}}{23.L^3}$$

NOTE DE CALCULS (suite)

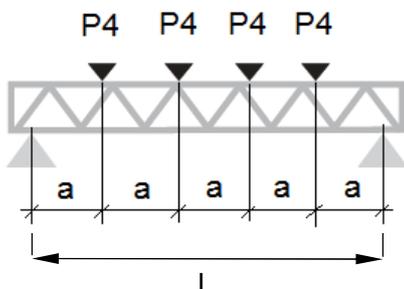
EX 290 INDICE D

D) Charge ponctuelle P3 maxi pour de 3 points uniformément espacés:



$$P3Mf = \frac{Mf \cdot 2}{L} \text{ et } P3f = \frac{L \cdot Tf \cdot 384 \cdot E \cdot I_{xx}}{19 \cdot L^3}$$

E) Charge ponctuelle P4 maxi pour de 4 points uniformément espacés:



$$P4Mf = \frac{Mf \cdot 5}{3 \cdot L} \text{ et } P4f = \frac{L \cdot Tf \cdot 1000 \cdot E \cdot I_{xx}}{63 \cdot L^3}$$

Résultantes de charges en fonction de la portée L:

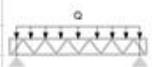
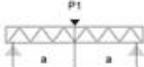
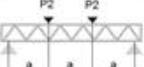
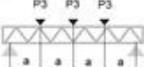
L(m)	Mf1 daN.m	P1 limité par (daN)			P2 limité par (daN)			P3 limité par (daN)			P4 limité par (daN)			T limite treillis daN	Résultats sans poids propre retiré							
		mf max	1/100	1/300		au 1/100e		au 1/300e														
1	701	2804	32986	10995	2103	19361	6454	1402	13889	4630	1168	10908	3636	265	265	132	88	66	265	132	88	66
2	226	452	8246	2749	339	4840	1613	226	3472	1157	188	2727	909	265	265	132	88	66	265	132	88	66
3	104	138	3665	1222	104	2151	717	69	1543	514	58	1212	404	265	138	104	69	58	138	104	69	58
4	59	59	2062	687	44	1210	403	29	868	289	25	682	227	265	59	44	29	25	59	44	29	25
5	38	30	1319	440	23	774	258	15	556	185	13	436	145	265	30	23	15	13	30	23	15	13
6	26	18	916	305	13	538	179	9	386	129	7	303	101	265	18	13	9	7	18	13	9	7

L(m)	Mf1 daN.m	Q limité par fleche (daN/m)			Q limite treillis daN/ml	Résultats sans poids propre retiré	
		mf max	1/100	1/300		au 1/100e	au 1/300e
1	701	5609	52777	17592	265	265	265
2	226	452	6597	2199	132	132	132
3	104	92	1955	652	88	88	88
4	59	29	825	275	66	29	29
5	38	12	422	141	53	12	12
6	26	6	244	81	44	6	6

NOTE DE CALCULS (suite)**EX 290 INDICE D**Conclusion :

De part les tableaux précédents, nous constatons que le taux de flèche n'est pas éléments limitant la structure. Par conséquent il ne sera pas un critère limitant les charges admissibles.

Tableau de charges utiles de service maximales sur EX290 (50x2)**cas de charge (structure suspendue par 2 élingues :**

Structure		EX290					
							
		Q	P1	P2	P3	P4	SW
Portée	Flèche maxi tolérée	Charge uniformément répartie admissible	Charge ponctuelle P1 centrée admissible	Charge ponctuelle maxi pour de 2 points uniformément espacés	Charge ponctuelle maxi pour de 3 points uniformément espacés	Charge ponctuelle maxi pour de 4 points uniformément espacés	Poids propre moyen de la structure seule
L(m)	mm	kg/ml	kg	kg/pt2	kg/pt3	kg/pt4	kgs
1	3	262	262	131	87	66	2
2	7	130	260	130	87	65	5
3	10	86	131	100	67	56	7
4	13	27	50	40	26	22	9
5	17	10	19	17	11	10	12
6	20	4	4	6	4	4	14