

EDITE LE : 20/06/2022

|                         |                   |                        |                       |
|-------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| <b>Réf. : 00222-NC1</b> |                   |                        |                       |
| <b>Affaire N° 00222</b> | <b>Nom : S.C.</b> | <b>Date : 16/05/22</b> | <b>Feuille : 1/14</b> |
| <b>Indice :</b>         | <b>Date :</b>     | <b>Nom : S.C</b>       |                       |
| <b>NOTE DE CALCULS</b>  |                   |                        |                       |
| STRUCTURE SR8050        |                   |                        |                       |

- Données :

- Matières :

- |  |   |
|--|---|
| * Tube membrure ø 50 ep 5<br>$\sigma_e$ alu 6106-T6 = 23 daN/mm <sup>2</sup><br>Module d'élasticité E = 6950 daN/mm <sup>2</sup> | *Tube treillis ø30 ep3<br>$\sigma_e$ alu 6106-T6 = 23 daN/mm <sup>2</sup><br>E=6950 daN/mm <sup>2</sup> |
| * Goupilles inox ø25<br>$\sigma_e$ 1.4305 = 20.5 daN/mm <sup>2</sup>   | * Chapes M/F<br>$\sigma_e$ alu 6106-T6 = 23 daN/mm <sup>2</sup>   |

- Hypothèses de calcul :

- Aucun défaut de fabrication n'est admis.
- Soudures de la structure réalisées par un opérateur certifié.
- Poids propre des structures pris en compte. (17.2 daN/ml)

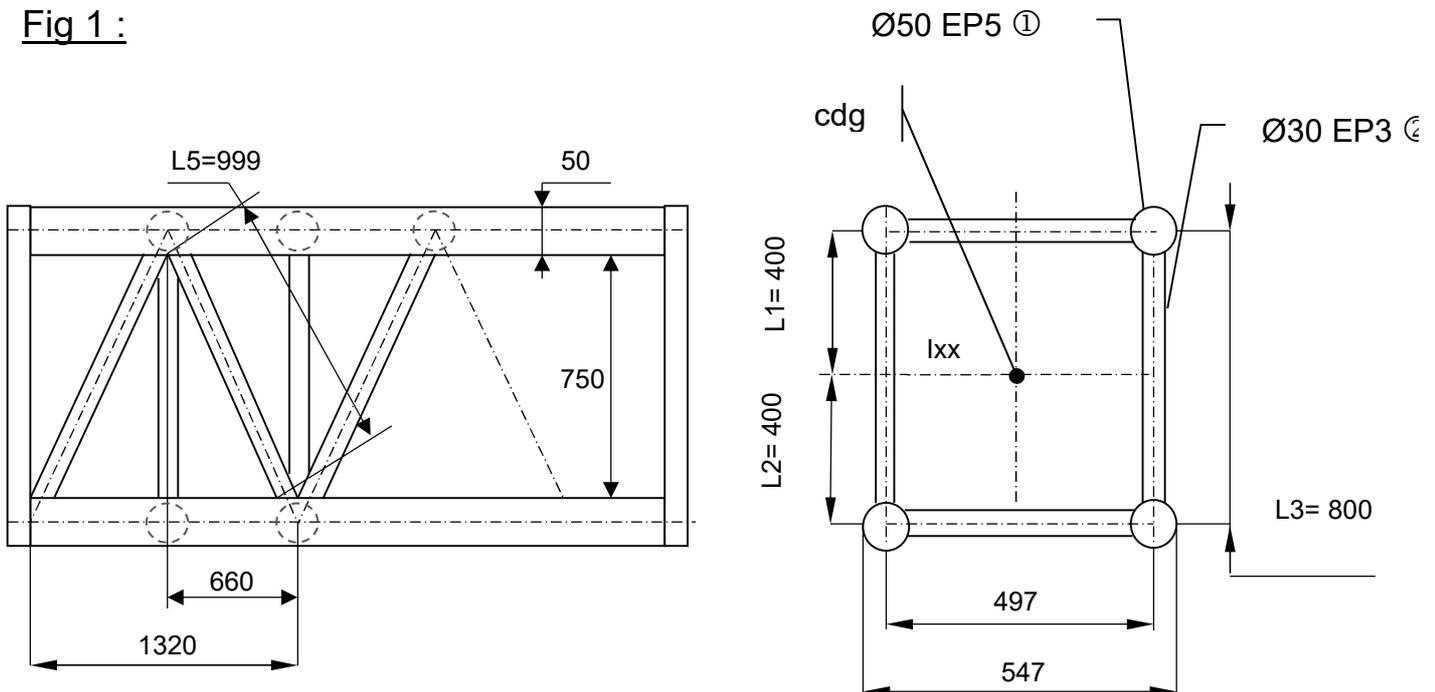
- But :

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

## NOTE DE CALCULS (suite)

## STRUCTURE SR8050

Fig 1 :



- Calcul du  $I_{xx1}$  du tube ①:

- Dimensions :  $\text{Ø}50 \times 5$

- $I_{xx1} = \frac{\pi}{64} \times (D^4 - d^4)$

$$I_{xx1} = \frac{\pi}{64} \times (50^4 - 40^4) = 18\,1132 \text{ mm}^4$$

- $\frac{I_{xx1}}{V} = \frac{I_{xx1}}{D/2} = \frac{181132}{25} = 7\,245 \text{ mm}^3$

**NOTE DE CALCULS (suite)****STRUCTURE SR8050**

- Calcul de la section du tube ①:

- Section:  $S1 = \pi \times (R^2 - r^2) = \pi \times (25^2 - 20^2) = 707 \text{ mm}^2$

- Calcul du  $I_{xx}$  de la structure assemblée :

- $I_{xx} = 4[I_{XX1} + (S1 \times L^2)] \times 1.2$  (prise en compte des treillis suivant essais réels)

$$I_{xx} = 4[181132 + (707 \times 400^2)] \times 1.2$$

$$I_{xx} = 4\ 5311\ 3872 \text{ mm}^4 \times 1.2 = 5\ 4373\ 6646 \text{ mm}^4$$

- $\frac{I_{xx}}{v} = \frac{I_{xx}}{L1+D/2} = \frac{5\ 4373\ 6646}{400+25} = 1\ 279\ 380 \text{ mm}^3$

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

- Rayon de giration :

$$i = \sqrt{\frac{I_{XX1}}{S1}} = \sqrt{\frac{18\ 1132}{707}} = 16.0 \text{ mm}$$

- Elancement maximum :

$$\lambda = \frac{L^F}{i} = \frac{660 \times 0.9}{16.0} = 37 \rightarrow k = 1,26 \text{ (suivant règles AL76)}$$

**NOTE DE CALCULS (suite)****STRUCTURE SR8050**

- Calcul de la force admissible par le tube ① sur une membrure supérieure :

$$F_{\max i} = \frac{S1 \times Re}{k.S} = \frac{707 \times 23}{1.26 \times 1,7} = 7\,609 \text{ daN}$$

$$S = 1,7 \text{ (coefficient de pondération règles AL76)}$$

- Calcul du  $Mf1_{\max i}$  respectant la limite au flambement pour 2 membrures :

$$Mf1 = F_{\max i} \times L3 \times 2$$

$$Mf1 = 7609 \times 800 \times 2$$

$$Mf1 = 12\,174\,400 \text{ daN.mm}$$

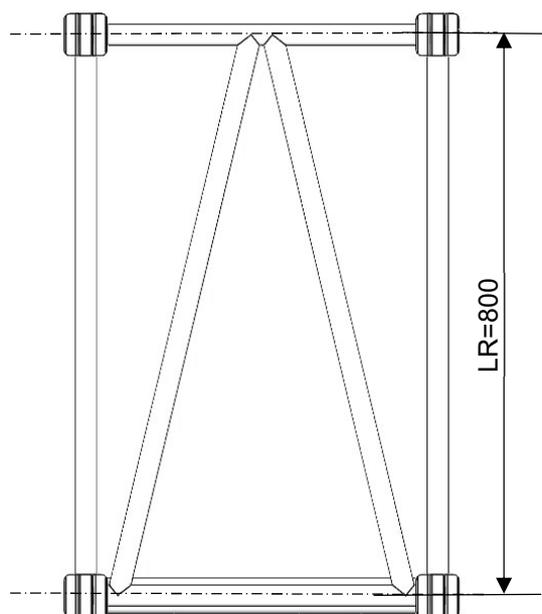
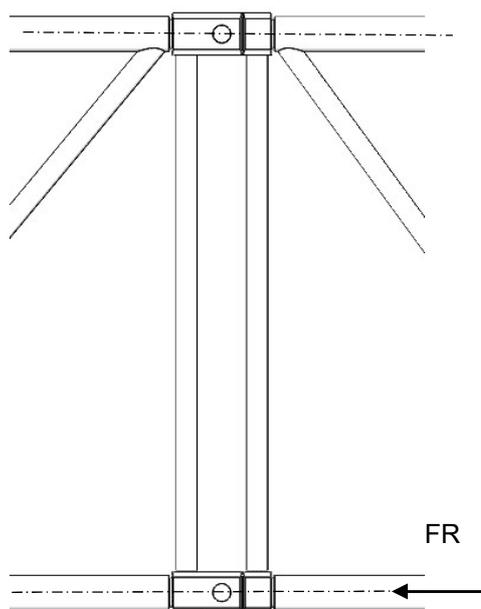
- Calcul du  $Mf2_{\max i}$  respectant la contrainte normale admissible totale :

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

$$Mf2 = \frac{23}{1.7} \times 1\,279\,380$$

$$Mf2 = 17\,309\,258 \text{ daN.mm}$$

- Vérification des moyens de liaison :



Plan A

**NOTE DE CALCULS (suite)**

## STRUCTURE SR8050

- Vérification des goupilles de fixation dans le plan A:

$$\varnothing \text{ axe inox} = \varnothing 25$$

$$\sigma_e 1.4305 = 20.5 \text{ daN/mm}^2$$

$$R_{pg} = \frac{20.5}{1.66} = 12.3 \text{ daN/mm}^2$$

$$1 \text{ Section cisailée : } S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 490 \text{ mm}^2$$

- Condition de résistance des axes de chapes dans le plan A au cisaillement :

$$\sigma_{\text{maxi}} = \frac{Fg \text{ maxi}}{S} \times \frac{1}{4} \leq R_{pg}$$

(Nb sections)

$$Nt_{\text{maxi}} \leq R_{pg} \times 4 \times S$$

$$Nt_{\text{maxi}} \leq 13.6 \times 4 \times 490$$

$$Nt_{\text{maxi}} \leq 26\,656 \text{ daN}$$

- Calcul du Mf3<sub>maxi</sub> respectant la contrainte des axes de chapes:

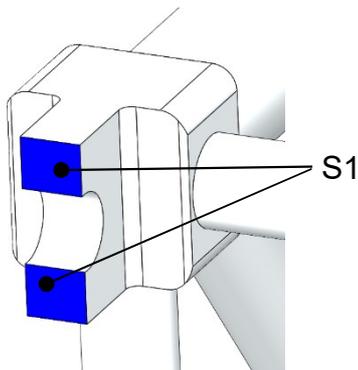
$$Mf3 = Nt_{\text{maxi}} \times LR / 1.5$$

$$Mf3 = 26\,656 \times 800 / 1.5$$

$$Mf3 = 14\,216\,533 \text{ daN.mm}$$

- Résistance des chapes :

C'est la chape male qui est la plus défavorable (largeur en traction plus petite)



Alu 6106-T6

$$\sigma_e = 23 \text{ daN/mm}^2$$

$$R_g = \frac{23}{1.7} = 13.5 \text{ daN/mm}^2$$

**NOTE DE CALCULS (suite)**

## STRUCTURE SR8050

- Section en traction :

$$S1 = (60-25.5) \times 20$$

$$S1 = 690 \text{ mm}^2$$

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

(Nb sections)

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

$$F_{\text{Cmaxi}} \leq 13.5 \times 690 \times 2$$

$$F_{\text{Cmaxi}} \leq 18630 \text{ daN}$$

- Calcul du  $Mf4_{\text{maxi}}$  respectant la traction des chapes inférieures:

$$Mf4 = F_{\text{Cmaxi}} \times LR$$

$$Mf4 = 18630 \times 800$$

$$Mf4 = 14\,904\,000 \text{ daN.mm}$$

- Résistance à pression diamétrale d'une goupille au double cisaillement :

$$T_{pd} \leq \frac{23 \times 25 \times 20}{0.5} = 230\,00 \text{ daN}$$

$$F_{pd} = 23000 / 1.7 = 13\,530 \text{ daN}$$

- Calcul du  $Mf5_{\text{maxi}}$  respectant la pression diamétrale:

$$Mf5 = F_{pd} \times 2 \times LR$$

$$Mf5 = 13\,530 \times 2 \times 800$$

$$Mf5 = 21\,648\,000 \text{ daN.mm}$$

**NOTE DE CALCULS (suite)**

## STRUCTURE SR8050

- Ovalisation du perçage ø25.5

Suite à la note de calculs de la section de poutre SC/ST500 utilisant déjà cet assemblage de chapes, nous limiterons volontairement à 4500daN (aux ELS) pour ne pas ovaliser le perçage de ø25.5. Ce qui aurait pour conséquence d'augmenter la déformation à vide de la poutre dû au jeu d'assemblage entre les chapes et goupilles.

Nous retiendrons donc la valeur de :

$$Mf6 = 4500 \times 800 \times 2 = 7\,200\,000 \text{ daN.mm}$$

***Mf6 étant le plus petit, donc le plus défavorable des moments fléchissants aux ELS, nous retiendrons celui-ci pour la suite des calculs.***

**NOTE DE CALCULS (suite)**

## STRUCTURE SR8050

- Effort maxi applicable au treillis à la compression (flambement) :

- Calcul du  $I_{xx2}$  du tube ② :

- Dimensions : Ø30x3

- $I_{xx2} = \frac{\pi}{64} \times (D^4 - d^4)$   
 $I_{xx1} = \frac{\pi}{64} \times (30^4 - 24^4) = 23474 \text{ mm}^4$

- $\frac{I_{xx2}}{V} = \frac{I_{xx2}}{D/2} = \frac{23474}{15} = 1564 \text{ mm}^3$

- Calcul de la section du tube ② :

- Section:  $S2 = \pi \times (R^2 - r^2) = \pi \times (15^2 - 12^2) = 254 \text{ mm}^2$

- Résistance du treillis au flambement :

- Rayon de giration :

$$i = \sqrt{\frac{I_{xx2}}{S2}} = \sqrt{\frac{23474}{254}} = 9.6 \text{ mm}$$

- Elancement maximum :

$$\lambda = \frac{L5 \times 0.8}{i} = \frac{999 \times 0.8}{9.6} = 83$$

- Elancement critique Eulérien :

$$\lambda_K = \pi \sqrt{\frac{E}{Re}} = \pi \sqrt{\frac{6950}{23}} = 55$$

- Elancement réduit :

$$\overline{\lambda k} = \frac{\lambda}{\lambda_K} = \frac{83}{55} = 1.5 > 0.2 \text{ risque de flambement}$$

**NOTE DE CALCULS (suite)**

## STRUCTURE SR8050

Suivant la formule AL76 :

$$\overline{\lambda k} = 0.88 \Rightarrow \text{coefficient } k_0 = 3.0$$

- Calcul de la force admissible par la tube ① sur membrure supérieure :

$$F_{5\text{maxi}} = \frac{S_2 \times Re}{k_{oxs}} = \frac{254 \times 23}{3 \times 1.7} = 1149 \text{ daN}$$

S=ponderation AL76

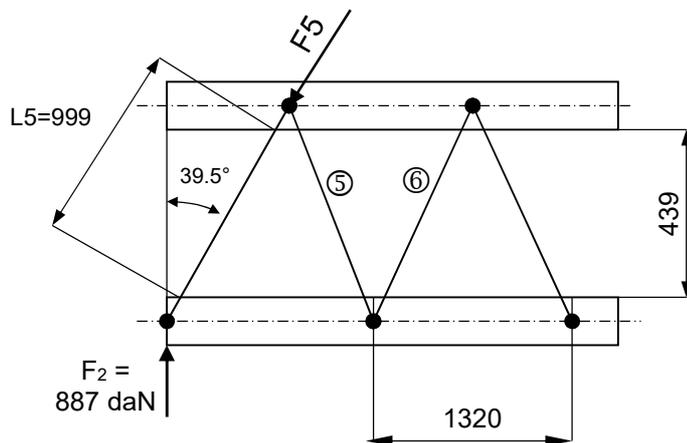
$$\mathbf{F_{5\text{maxi}} = 1149 \text{ daN}}$$

## NOTE DE CALCULS (suite)

## STRUCTURE SR8050

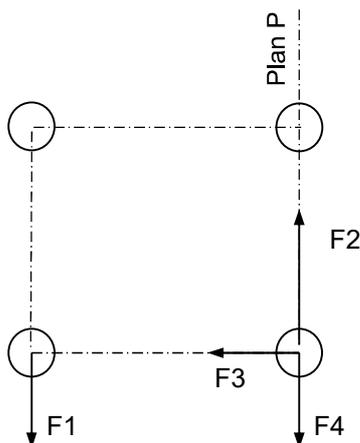
- Détermination de l'effort tranchant maximum applicable à la structure :

- Projection dans la plan P :



Les barres les plus sollicitées sont ⑤ et ⑥

$$F_2 = F_5 \cdot \cos \alpha = 1149 \cdot \cos 39.5^\circ = 887 \text{ daN}$$



$$F_1 = F_4 = F_2 = 887 \text{ daN}$$

$$F_{\max} \text{ ou } Q_{\max} = 4 \times F_2 = 4 \times 887 \approx 3546 \text{ daN}$$

La charge maximum applicable à la structure sera donc  $\leq$  à 3546 daN

**NOTE DE CALCULS (suite)**

## STRUCTURE SR8050

**Résumé des résultats intermédiaires :**

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

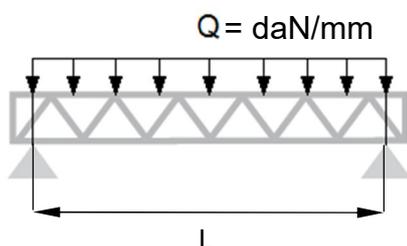
$$I_{xx} = 543\,736\,646 \text{ mm}^4$$

$$M_f = 7\,200\,000 \text{ daN.mm}$$

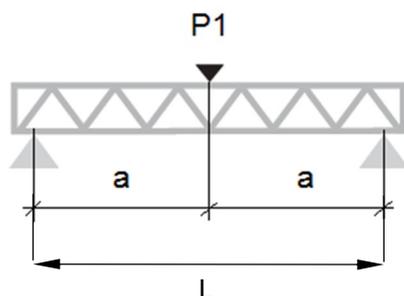
$$P_{\max} = 3546 \text{ daN}$$

$$\text{Poids propre moyen: } 17.2 \text{ daN/ml}$$

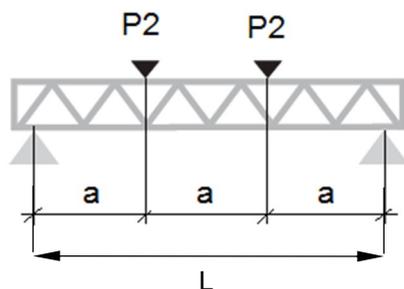
$$T_f = 1/150^e - 1/300^e$$

**A) Charge uniformément répartie admissible :**

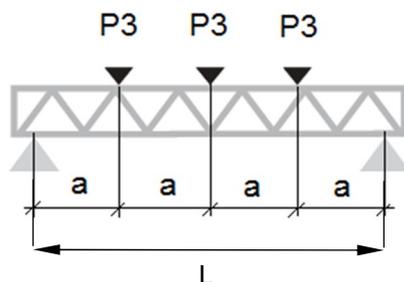
$$QM_f = \frac{M_f \times 8}{L^2} \text{ et } Q_f = \frac{L \cdot T_f \cdot 384 \cdot E \cdot I_{xx}}{5 \cdot L^4}$$

**B) Charge ponctuelle P1 centrée admissible:**

$$P1M_f = \frac{M_f \cdot 4}{L} \text{ et } P1f = \frac{L \cdot T_f \cdot 48 \cdot E \cdot I_{xx}}{L^3}$$

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

$$P2M_f = \frac{M_f \cdot 3}{L} \text{ et } P2f = \frac{L \cdot T_f \cdot 648 \cdot E \cdot I_{xx}}{23 \cdot L^3}$$

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

$$P3M_f = \frac{M_f \cdot 2}{L} \text{ et } P3f = \frac{L \cdot T_f \cdot 384 \cdot E \cdot I_{xx}}{19 \cdot L^3}$$



## NOTE DE CALCULS (suite)

## STRUCTURE SR8050

Conclusion :

Tableau de charges utiles de service maximales sur SR8030 en fonction du taux de fleche.

| Structure             |                     | SR8050                                  |      |     |   |     |  |     |  |     |  |     |  |  |
|-----------------------|---------------------|---|------|-----|---|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|--|
| Taux de fleche maxi : |                     | 1/150 ème                               |      |     |   |     |  |     |  |     |  |     |  |  |
|                       |                     | Q                                       |      |     | P1                                      |     | P2   |     | P3   |     | P4   |     | SW                                       |  |
| Portée                | Fleche 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 |  |
|                       |                     | kg/ml                                   | kg   | mm  | kg/pt1                                  | mm  | kg/pt2   | mm  | kg/pt3   | mm  | kg/pt4   | mm  | kgs                                      |  |
| 3.45                  | 23                  | 1011                                    | 3487 | 1   | 3487                                    | 1   | 1743   | 1   | 1162   | 1   | 872  | 1   | 59                                       |  |
| 6.25                  | 42                  | 550                                     | 3439 | 3   | 3439                                    | 5   | 1719   | 4   | 1146   | 4   | 860  | 4   | 108                                      |  |
| 9.05                  | 60                  | 375                                     | 3391 | 9   | 3027                                    | 13  | 1695   | 12  | 1130   | 11  | 848  | 11  | 156                                      |  |
| 11.85                 | 79                  | 282                                     | 3342 | 20  | 2227                                    | 22  | 1671   | 28  | 1114   | 26  | 836  | 25  | 204                                      |  |
| 14.65                 | 98                  | 225                                     | 3294 | 38  | 1714                                    | 34  | 1348   | 44  | 899  | 40  | 756  | 43  | 252                                      |  |
| 17.45                 | 116                 | 172                                     | 3001 | 60  | 1350                                    | 48  | 1088   | 62  | 725  | 57  | 613  | 61  | 300                                      |  |
| 20.25                 | 135                 | 123                                     | 2496 | 81  | 1074                                    | 65  | 893  | 83  | 595  | 77  | 506  | 82  | 348                                      |  |
| 23.05                 | 154                 | 91                                      | 2102 | 105 | 853                                     | 84  | 739  | 108 | 493  | 100 | 421  | 106 | 396                                      |  |
| 25.85                 | 172                 | 69                                      | 1784 | 133 | 669                                     | 106 | 613  | 136 | 409  | 126 | 353  | 134 | 445                                      |  |
| 28.65                 | 191                 | 53                                      | 1518 | 163 | 512                                     | 130 | 508  | 167 | 338  | 155 | 296  | 164 | 493                                      |  |

| Structure             |                     | SR8050                                  |      |    |   |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
|-----------------------|---------------------|---|------|----|---|----|--|----|--|----|--|----|--|--|
| Taux de fleche maxi : |                     | 1/300 ème                               |      |    |   |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
|                       |                     | Q                                       |      |    | P1                                      |    | P2   |    | P3   |    | P4   |    | SW                                       |  |
| Portée                | Fleche 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 |  |
|                       |                     | kg/ml                                   | kg   | mm | kg/pt1                                  | mm | kg/pt2   | mm | kg/pt3   | mm | kg/pt4   | mm | kgs                                      |  |
| 3.45                  | 12                  | 1011                                    | 3487 | 1  | 3487                                    | 1  | 1743   | 1  | 1162   | 1  | 872  | 1  | 59                                       |  |
| 6.25                  | 21                  | 550                                     | 3439 | 3  | 3439                                    | 5  | 1719   | 4  | 1146   | 4  | 860  | 4  | 108                                      |  |
| 9.05                  | 30                  | 375                                     | 3391 | 9  | 3027                                    | 13 | 1695   | 12 | 1130   | 11 | 848  | 11 | 156                                      |  |
| 11.85                 | 40                  | 282                                     | 3342 | 20 | 2227                                    | 22 | 1671   | 28 | 1114   | 26 | 836  | 25 | 204                                      |  |
| 14.65                 | 49                  | 225                                     | 3294 | 38 | 1714                                    | 34 | 1348   | 44 | 899  | 40 | 756  | 43 | 252                                      |  |
| 17.45                 | 58                  | 165                                     | 2877 | 58 | 1350                                    | 48 | 1015   | 58 | 725  | 57 | 582  | 58 | 300                                      |  |
| 20.25                 | 68                  | 99                                      | 2011 | 68 | 1074                                    | 65 | 691  | 68 | 505  | 68 | 401  | 68 | 348                                      |  |
| 23.05                 | 77                  | 62                                      | 1424 | 77 | 742                                     | 77 | 470  | 77 | 347  | 77 | 277  | 77 | 396                                      |  |
| 25.85                 | 86                  | 39                                      | 1003 | 86 | 460                                     | 86 | 309  | 86 | 233  | 86 | 188  | 86 | 445                                      |  |
| 28.65                 | 96                  | 24                                      | 686  | 96 | 244                                     | 96 | 186  | 96 | 146  | 96 | 120  | 96 | 493                                      |  |

**NOTE DE CALCULS (suite)**

## STRUCTURE SR8050

- Déformation angulaire maximale de la poutre (rotation chariot) :

Pour mémo : la flèche maximale réelle est de 167mm sur une portée de 28.65m (P2 au 1/150°)

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{72}{23\left(\frac{28650}{167}\right)} = 0.018 \text{ soit } \alpha \approx 1^\circ$$