


Sergio Antonio Torres Escobar	logout	cours	myFolder	aide
-------------------------------	--------	-------	----------	------

-> exercices

-> table des matières

-> glossaire

Contact - Questions -
Commentaire 

Exercice n°4 : Dimensionnement, diagrammes des forces, équilibre

Pont d'Alamillo à Seville et Patinoire de Malley

(à rendre jusqu'au 21 octobre 2008)

Supports :

Efforts

Equilibre

IMPORTANT: L'exercice est à rendre sur le WEB comme pour les précédents. La feuille avec la résolution graphique doit également être rendue aux assistants (les feuilles sont distribuées en classe, ou vous pouvez imprimer ce **fichier PDF** ). Attention : un rendu WEB sans justificatifs des résultats ne compte pas !

Avant d'imprimer le pdf, vérifier que le mode « mise à l'échelle de la page » ou « shrink oversized pages to paper size » soit désélectionné afin d'imprimer les forces à l'échelle.

RENDU DE L'EXERCICE : L'exercice électronique doit être impérativement rendu le **mardi 21 octobre** avant minuit. Par contre, le délai ultime pour le rendu des feuilles est fixé au **mercredi 22 octobre 2007 à midi** au **secrétariat IS-BETON**.

Les feuilles peuvent toutefois être rendues lors des séances d'exercices précédant la date butoir.

Remarques générales

Pour les questions numériques indiquer le **signe** de l'effort.

Utiliser une équerre et une règle pour dessiner sur la feuille annexe (pas de traits à main levée !).

I. Pont d'Alamillo à Séville (Espagne) – Architecte : Santiago Calatrava (22 points)

Les figures 1 et 2 décrivent le pont d'Alamillo à Séville conçu en 1992 par Santiago Calatrava.

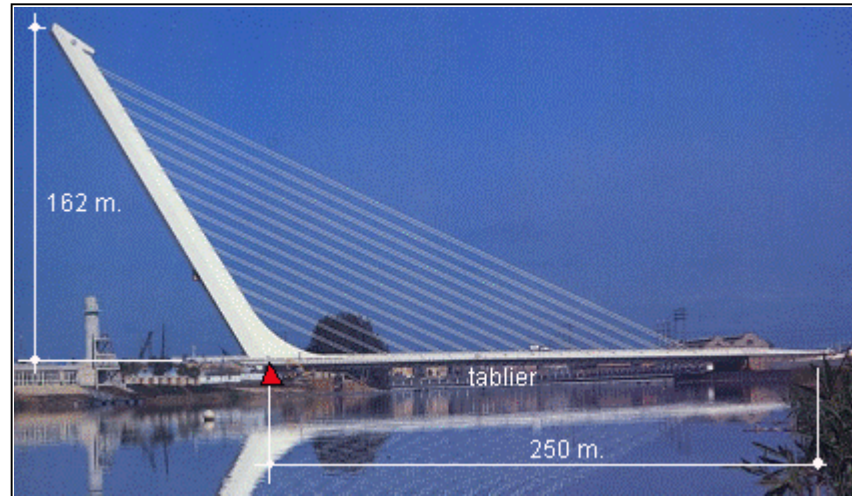


Figure 1: Elévation du pont d'Alamillo et système statique sous poids propre

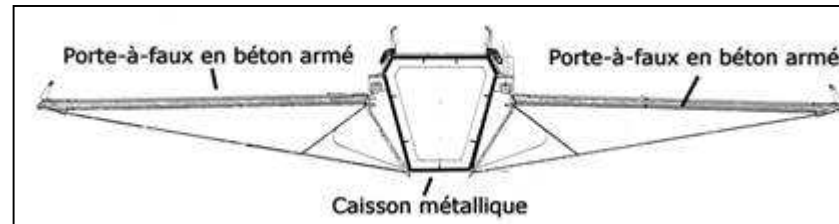


Figure 2: Coupe transversale du tablier du pont

Les considérations suivantes sont toutes faites sous charges de service, en ne considérant que les charges permanentes.

Données :

- Section du caisson métallique (masse volumique de 7.8 t/m^3) : 0.4 m^2
- Section des porte-à-faux en béton, totale (masse volumique de 2.5 t/m^3) : 4.5 m^2
- Portée principale : 250 m
- Hauteur du mât : 162 m .
- Inclinaison du mât : 58°
- Inclinaison des haubans : 26°

Remarque : l'appui sur la rive de droite est négligé.

I.1 Charges

Question **1**: Quel est le poids du caisson métallique par mètre de longueur du pont [kN/m] ?

C'est juste. La charge du caisson métallique vaut : $0.4 \text{ m}^2 \times 78 \text{ [kN/m}^3] = 31.2 \text{ [kN/m]}$.

Question **2**: Quel est le poids des porte-à-faux en béton par mètre de longueur du pont [kN/m] ?

C'est juste. La charge des porte-à-faux vaut : $4.5 \text{ [m}^2] \times 25 \text{ [kN/m}^3] = 112.5 \text{ [kN/m]}$.

Question **3**: Quelle est la charge permanente par mètre de longueur du pont [kN/m] ?

C'est juste. La charge permanente vaut : $112.5 \text{ [kN/m]} + 31.2 \text{ [kN/m]} = 143.7 \text{ [kN/m]}$.

Question 4: Quel est le poids total du **tablier** sur lequel on circule [kN] ?

C'est juste. La poids du tablier vaut $143.7 \text{ [kN/m]} \times 250 \text{ [m]} = 36'000 \text{ [kN]}$

Question 5: Où faut-il appliquer le poids du tablier ?

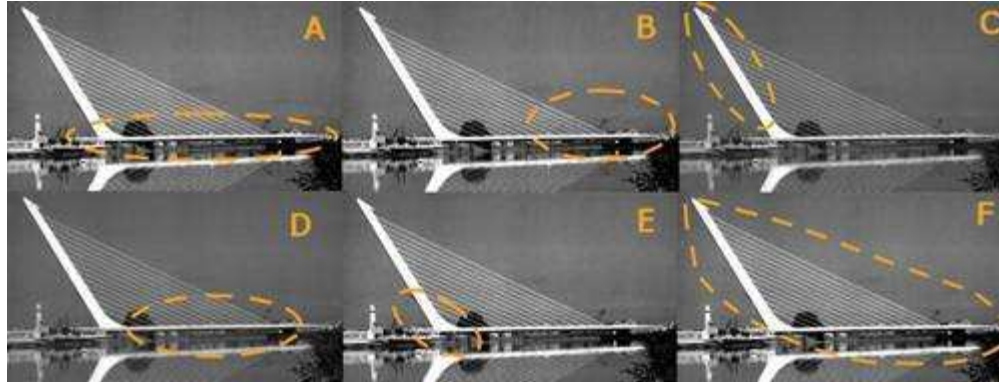
- à l'intersection du mât et du tablier
- sur l'appui de gauche
- sur l'appui de droite
- sur les appuis de gauche et de droite
- au milieu de la portée

C'est juste.

Pour les calculs suivants, nous prendrons comme poids du tablier **50 [MN]** (50'000 [kN]) afin d'éviter la propagation des erreurs.

1.2 Câbles

Question 6: Connaissant le poids du tablier (50 MN), quel sous-système faut-il isoler pour déterminer l'effort dans l'ensemble des câbles ?



Non, il faut que le sous-système inclue le tablier et non le mât, la bonne réponse est D.

Question 7: En faisant l'hypothèse que chaque câble reprend le même effort, où se trouve la résultante des efforts dans les câbles ?

- sur le câble du haut
 au centre de gravité des câbles
 sur le câble du bas

C'est juste.

Pour les questions 8 et 10, utiliser la première partie de la feuille annexe afin de déterminer graphiquement les efforts dans les câbles et le tablier.

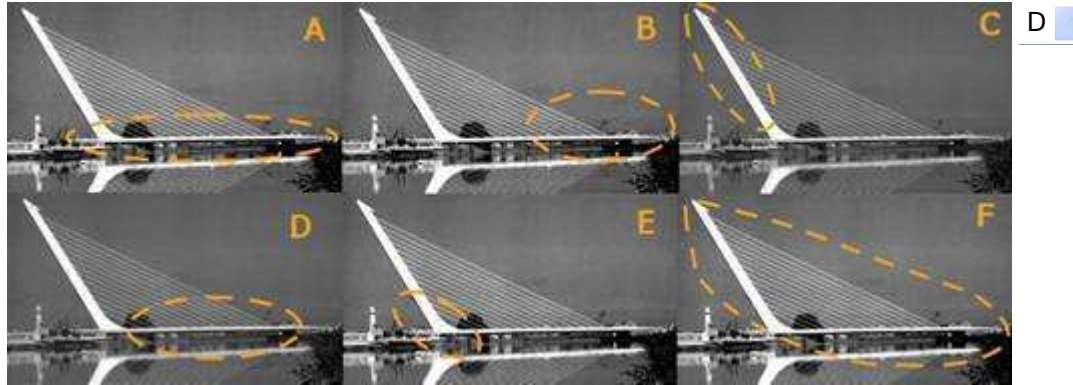
Question 8: Quel est l'effort total dans les câbles [MN]?

110

C'est juste.

I.3 Tablier


Question 9: Quel sous-système faut-il isoler pour déterminer l'effort dans le tablier ?



C'est juste, on utilise le même sous-système que pour les câbles.

Question 10: Quel est l'effort dans le tablier [MN] ? -103

C'est juste.

A l'aide de:  Applet : **Alamillo** , vérifier les efforts que vous avez déterminé dans les questions 8 et 10.

Remarque : si il y a moins de 10% de différence entre vos résultats graphiques et applet, vos réponses sont justes.

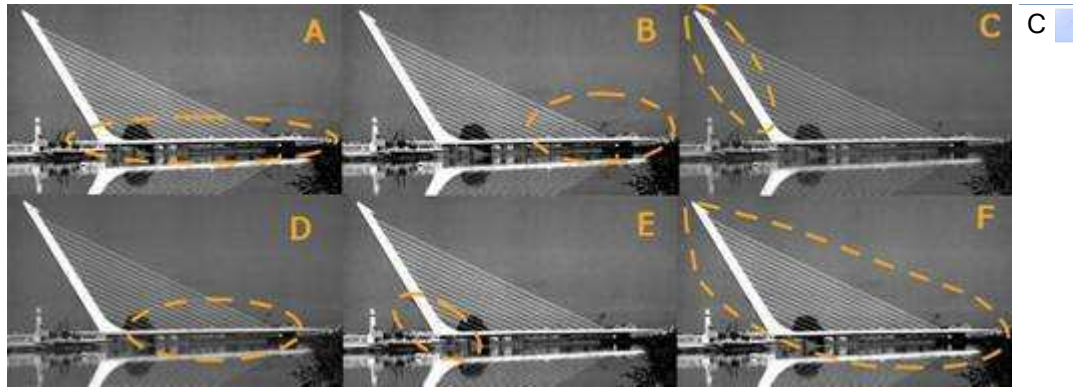
Question 11: J'ai enregistré l'applet qui m'a permis Oui

de vérifier mes réponses aux questions 8 et 10. Non

Voir **correction**.

1.4 Mât

Question **12**: Quel sous-système faut-il isoler pour déterminer l'effort dans le mât en fonction des paramètres connus jusqu'ici?



C'est juste.

Pour les questions 13 et 14, utiliser la deuxième partie de la feuille annexe afin de déterminer graphiquement le poids et l'effort du mât.

Question **13**: Quel doit être le poids du mât pour équilibrer le système sous les charges permanentes [MN] ?

160

Non, le poids doit valoir approximativement 115 [MN].

Question **14**: Quel est l'effort dans le mât [MN] ?

-160

Question **15**: J'ai effectué les dessins de la feuille annexe. Oui Non

Voir **correction** sur la feuille.

Question **16**: Si l'inclinaison du mât était plus verticale, le poids nécessaire du mât devrait être : Plus important Plus petit Identique

C'est juste, il devrait être plus grand.

II. Patinoire de Malley (13 points)

 Cours : **Principes de dimensionnement**

La figure 3 montre la toiture de la patinoire de Malley.



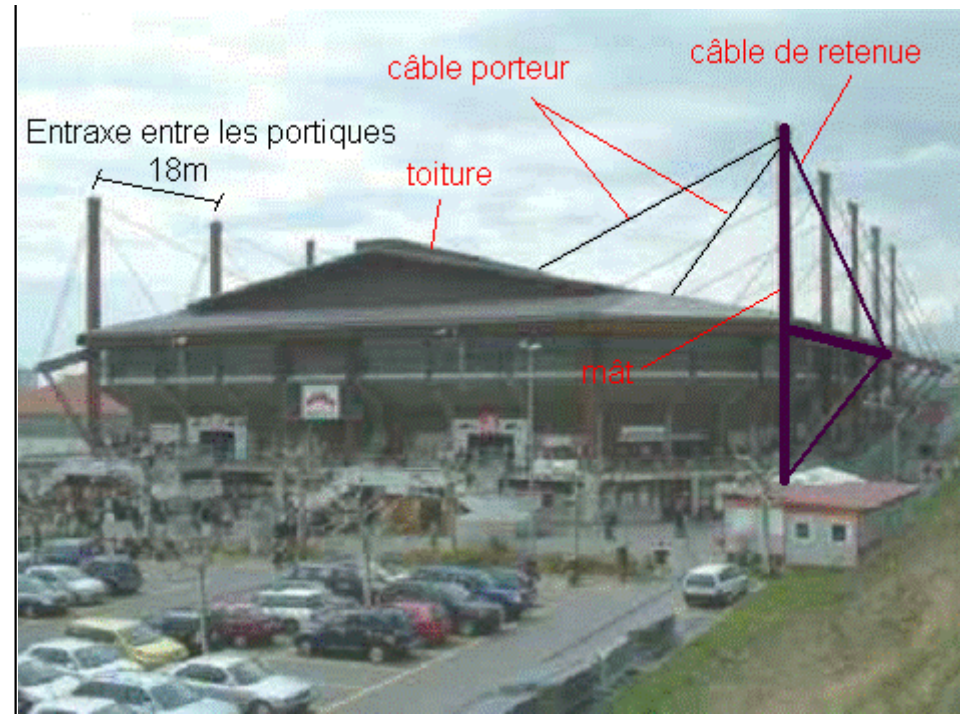


Figure 3: Patinoire de Malley

La figure 4 représente le système statique de cette structure, composé de la toiture et d'une série de portiques espacés de 18 m, constitués de mâts métalliques et de câbles en acier.



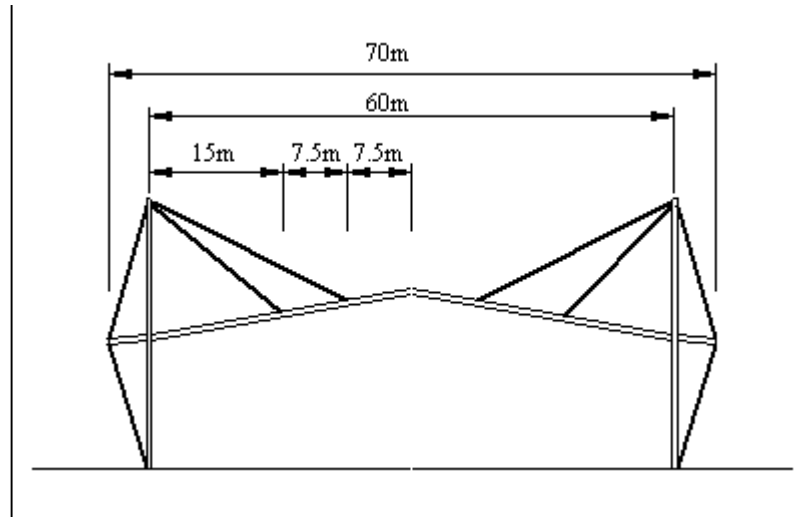


Figure 4: Coupe transversale de la structure

La figure 5 donne les efforts dans les éléments porteurs (pour les câbles porteurs et la partie supérieure du mât) pour une charge répartie unitaire (1 kN/m) sur la toiture. Si vous avez une charge unitaire de 1 kN/m^2 , il faut la multiplier par l'entraxe des portiques (18 m dans ce cas) pour obtenir une charge en kN/m .

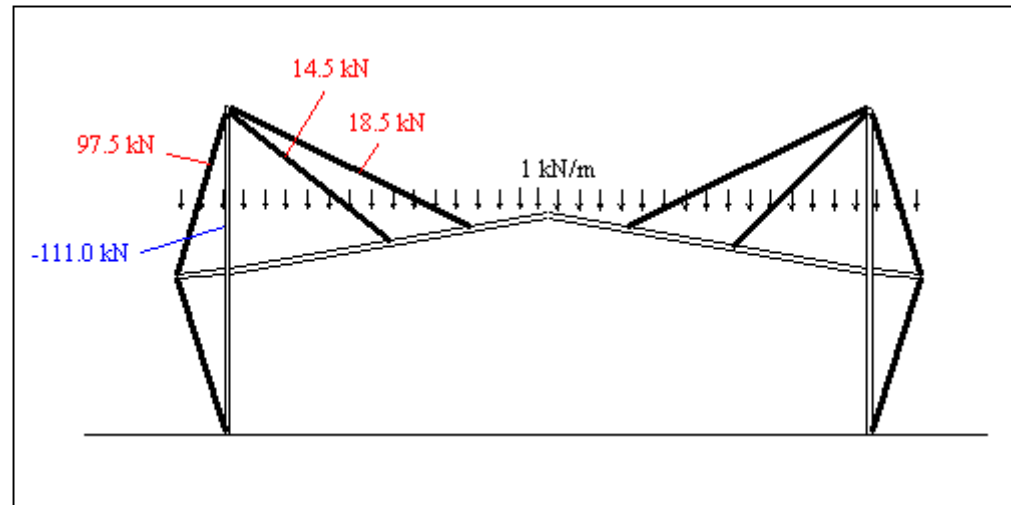


Figure 5: Efforts dans les câbles et la partie supérieure du mât

Caractéristique des matériaux de la structure

Acier des câbles : $f_{sd} = 1540 \text{ N/mm}^2$; $E_{s,câbles} = 195'000 \text{ N/mm}^2$

Y1770

Acier du mât : $f_{sd} = 340 \text{ N/mm}^2$; $E_s = 210'000 \text{ N/mm}^2$
S355

Charges

La structure est soumise :

- à son poids propre g , de 9 kN/m^2 , admis comme uniformément réparti sur la toiture
- à une charge utile q , de 3 kN/m^2 , agissant sur la toiture

Question **17**: Déterminer la charge de dimensionnement (**ELU**) agissant sur la toiture [kN/m²] ?

16.65

C'est juste, la charge de dimensionnement vaut : $1.35 \times 9 + 1.5 \times 3 = 16.7 \text{ kN/m}^2$

Pour éviter la propagation des erreurs, il sera considéré dans la suite de l'exercice une **charge de dimensionnement (ELU) de 20 kN/m²**

Dimensionnement du mât (ELU)

Question **18**: Quel est l'effort de dimensionnement dans le mât à l'état limite ultime. Utiliser les valeurs indiquées dans la figure 5 [kN]

-39960

C'est juste, la charge de dimensionnement vaut : $20 \times 18 \times (-111) = -40'000 \text{ kN}$

Question **19**: Déterminer la section d'acier minimale nécessaire pour l'état limite ultime [mm²] ?

C'est juste, la section minimale vaut : $40'000 \times 10^3 / 340 = 118'000 \text{ mm}^2$

Question **20**: Déterminer le côté d'une section carrée minimale nécessaire pour l'état limite ultime [mm]?

C'est juste, la côte de la section carrée minimale vaut : $\sqrt{118'000} = 345 \text{ mm}$

Dimensionnement du câble de retenue de la toiture (ELU)

Question **21**: Déterminer la section minimale nécessaire à l'état limite ultime (**ELU**) [mm²] ?

Non la section $A = N_d / f_{sd} = 35'000 \times 10^3 / 1540 = 22'800 \text{ mm}^2$

Question **22**: Déterminer le diamètre du câble de section circulaire minimale nécessaire pour l'état limite ultime [mm]?

Non, le diamètre minimal vaut : $\sqrt{\frac{22'800 \cdot 4}{\pi}} = 171\text{mm}$

Si l'on admet que l'effort de dimensionnement **pour l'état limite de service (ELS)** dans le câble de retenue vaut **25'000 kN** :

Question **23**: Pour permettre un bon fonctionnement à l'état de service, il est nécessaire de limiter les déformations du mât dans le sens horizontal sous charges utiles. Quel est alors le diamètre de câble nécessaire pour limiter l'allongement du câble de retenue à 20 mm [mm]? (La longueur initiale du câble vaut 15.6 m)

356.825

C'est juste, $A = N_{ELS} \cdot \frac{l}{E \cdot \Delta l}$ soit 100'000 mm² et par conséquent d = 360 mm.

Question **24**: Quel est le critère déterminant pour le dimensionnement du câble porteur de la structure ?

- Etat limite ultime (**ELU**)
- Esthétique
- Etat limite de service (**ELS**)
- Les deux (**ELU** et **ELS**)
- Aucun des deux.

C'est juste.

Vous avez répondu à 24 questions sur 24

Questionnaire	21
Feuille : Alamillo	3
Applet : Alamillo	2

TOTAL	26 / 37
-------	----------------

Fichier PDF pour la correction :

[Exercice04_FeuilleARendreCorr.pdf](#)