

**PROBLEMATIQUE**

Afin de réduire le coût de fabrication, il est décidé de remplacer l'arceau Rep.D2 et la traverse Rep. D3 par un ensemble mécano-soudé à base de profilés tubulaires et d'une poutre porteuse à section carrée.

Il est demandé :

- de calculer la charge en phase d'utilisation de la benne à béton ;
- de vérifier les caractéristiques mécaniques ;
- de valider la résistance ;
- de réaliser le plan d'ensemble permettant la fabrication du sous-ensemble D : Arceau modifié.

**1ère Partie : CALCUL DE MASSE ET DE POIDS**

**Objectif** : Déterminer le poids total en charge de la benne à béton.

Hypothèses et données :

- La masse volumique du béton est  $\rho = 2200 \text{ kg/m}^3$  ;
- Les éléments sont définis sur les documents techniques DT 3/15 à DT 10/15 ;
- La goulotte (Rep.A1+Rep.A2) est remplie de béton ;
- Volume intérieur de la goulotte (Rep.A1+Rep.A2) :  $V_g = 50 \text{ dm}^3$
- La virole supérieure Rep.A4 est remplie de béton sur une hauteur  $h = 100 \text{ mm}$  ;
- Les structures tubulaires ont pour masse ...  $M1 = 7,3 \text{ kg}$  ;
- Les éléments en tôle ont pour masse .....  $M2 = 22 \text{ kg}$  ;
- Les autres éléments ont pour masse .....  $M3 = 2,4 \text{ kg}$  ;
- Accélération de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  ;
- Poursuivre les calculs à  $10^{-2}$  ;

Exemple : résultat calcul 19,8243 ... retenir 19,82

Question 1 : Calcul de volume.

Question 1a: Calculer le volume V4 de béton contenu dans la virole supérieure Rep.A4.

V4 = ..... (Formule)

V4 = .....

V4 = .....

..../3

Question 1b: Calculer le volume total de béton VT contenu dans la benne à béton.

VT = ..... (Formule)

VT = .....

VT = .....

..../3

Question 2: Calculer la masse du béton Mb contenu dans la benne à béton.

Mb = ..... (Formule)

Mb = .....

Mb = .....

..../3

Question 3: Calculer la masse totale Mt en charge.

Mt = ..... (Formule)

Mt = .....

Mt = .....

..../2

Question 4: Calculer le poids total en charge Pt.

Pt = ..... (Formule)

Pt = .....

Pt = .....

..../2

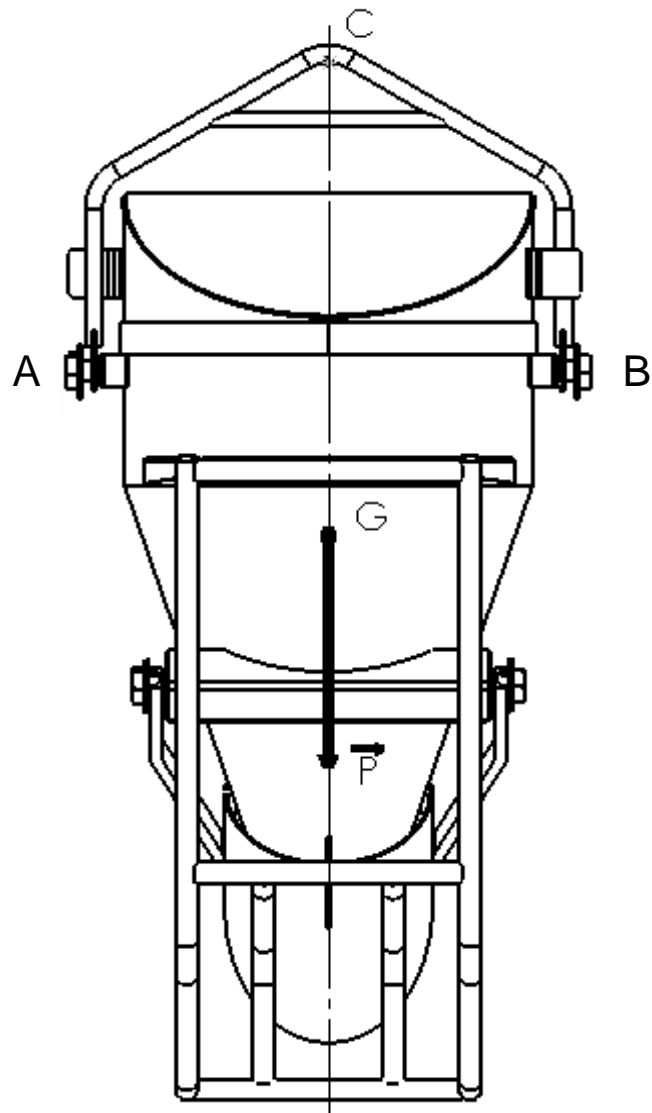
2ème Partie : ETUDE STATIQUE.

Objectif : En vue du dimensionnement des éléments, déterminer les actions appliquées sur le sous-ensemble arceau SE D : en phase de levage et en charge

Données :

- Quel que soit le résultat trouvé précédemment, on prendra le poids total en charge  $P = 2000\text{ N}$  ;
- L'action mécanique du système de levage s'applique en C et est notée  $\vec{C}$  ;
- Les actions mécaniques de la benne en charge sur l'arceau SE D s'appliquent en A et B et seront notées respectivement  $\vec{A}$  et  $\vec{B}$  ;

Question 5 : On isole l'ensemble benne à béton modélisée ci-dessous :



Question 5a: Compléter le tableau bilan des actions mécaniques appliquées à l'ensemble benne à béton en charge. (Les inconnues seront indiquées par ?)

Actions Mécaniques	Point d'application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{P}$				
$\vec{C}$				

..../2

Question 5b: Appliquer le principe fondamental de la statique à l'ensemble benne à béton en charge. En déduire les caractéristiques inconnues de  $\vec{C}$ .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

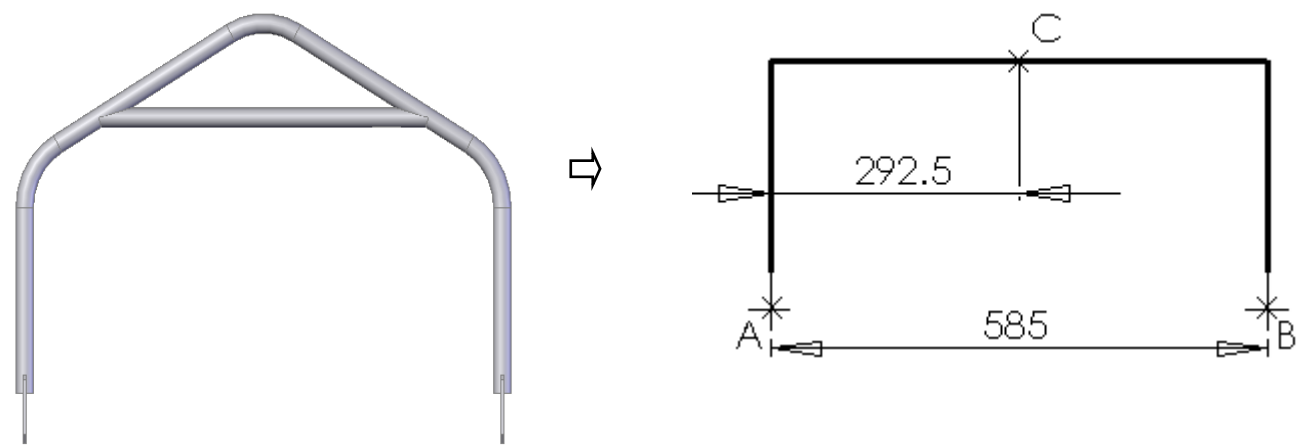
Direction de $\vec{C}$	
Sens de $\vec{C}$	
Intensité de $\vec{C}$	

..../2

Question 6 : Isolement Sous-ensemble arceau SE D:

Existant

Modélisation



Question 6a: Tracer les actions mécaniques appliquées sur la modélisation ci-dessus aux points d'application A, B et C (sans échelle).

.... /2

Question 6b: Compléter le tableau bilan des actions mécaniques appliquées sur le sous-ensemble arceau SE D. (Les inconnues seront indiquées par ?)

Actions Mécaniques	Point d'application	Direction	Sens	Intensité

.... /4

Question 7 : Déterminer les actions mécaniques exercées sur l'arceau à l'aide de la méthodologie de votre choix.

Indiquer le choix de la méthode employée par une croix :

- ☐ Résolution analytique.
- ☐ Résolution graphique.

RESOLUTION ANALYTIQUE

On demande de déterminer par le calcul les actions mécaniques aux points A et B.

a) Appliquer le théorème du moment en A pour déterminer l'action mécanique en B.

.....

.....

.....

.....

.....

b) Appliquer le théorème de la résultante pour déterminer l'action mécanique en A.

.....

.....

.....

.....

.....

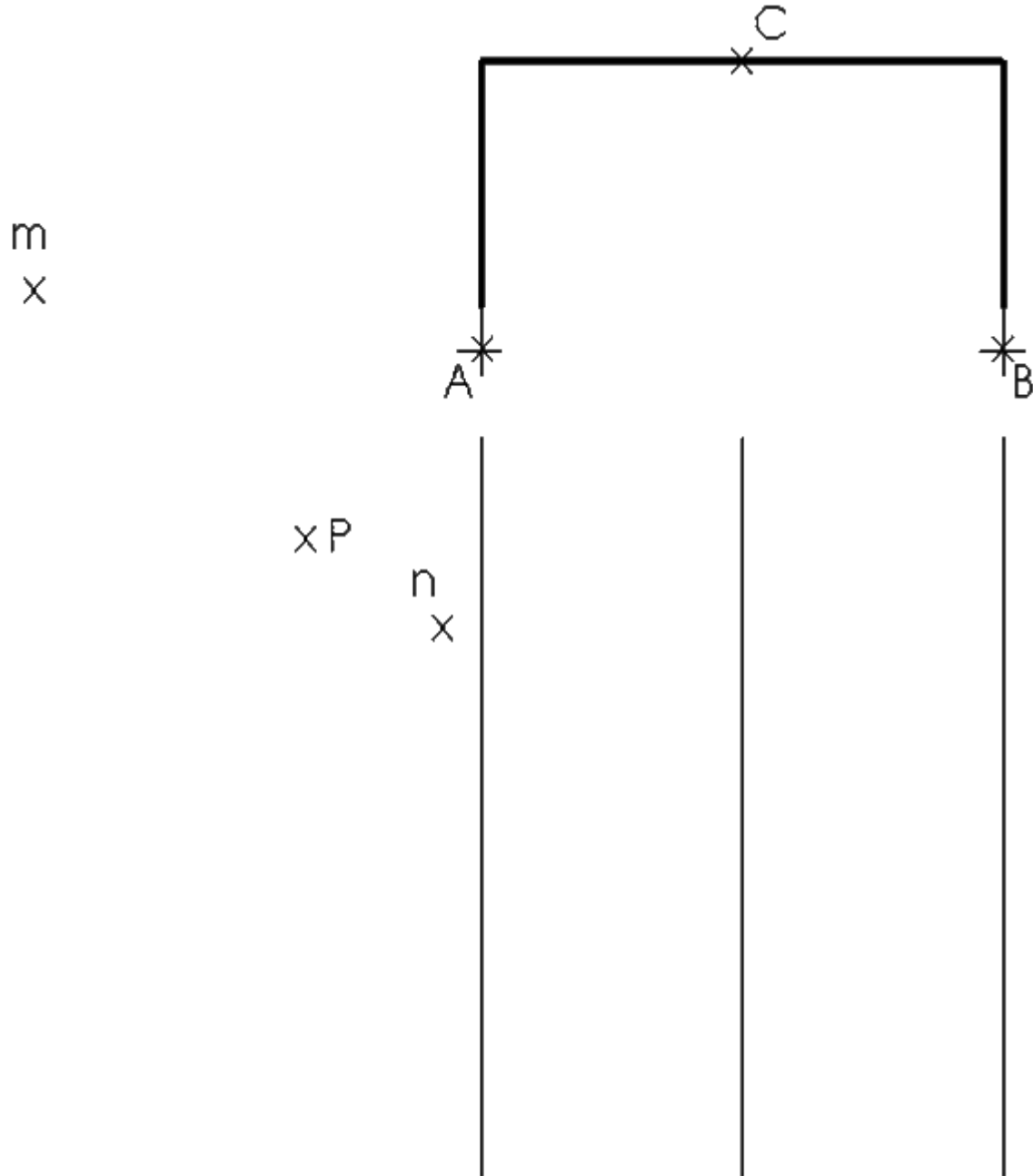
Résultats

Action mécanique en A : ..... = .....

Action mécanique en B : ..... = .....

**RESOLUTION GRAPHIQUE**  
 Ne traiter cette page que si vous n'avez pas traité la résolution analytique page DR4/24.

Données : Échelle du dynamique → 1mm = 20 N  
 Le point « m » : départ du dynamique  
 Le point « n » : départ du funiculaire  
 Le point « P » : centre polaire  
 Noter les rayons polaires « OP, 1P, .. »



**Résultats**

Action mécanique en A : ..... = .....

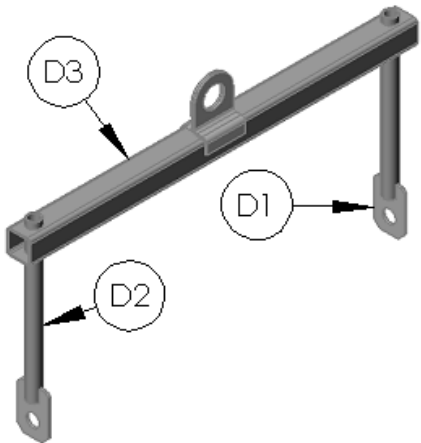
Action mécanique en B : ..... = .....

..../15

3ème Partie: RESISTANCE DES MATERIAUX

Objectif : Déterminer le profil minimal du tube carré constituant la traverse horizontale Rep.D3 et la longueur minimale des cordons de soudure (L mini) entre les tubes verticaux Rep.D2 et les chapes Rep.D1.

- Données :
- Feuille DT 14/15
  - DR 8/24
  - Formulaire et ressources profilés carrés feuille DR 9/24
  - Coefficient de sécurité :  $s = 5$
  - Matière de la traverse horizontale D3 : S 355
  - Matière des cordons de soudure : S 235
  - Quelles que soient les valeurs trouvées précédemment, on prendra l'intensité des actions mécaniques aux points A et B égale à 1000 N.



Question 8 : Etude de flexion.

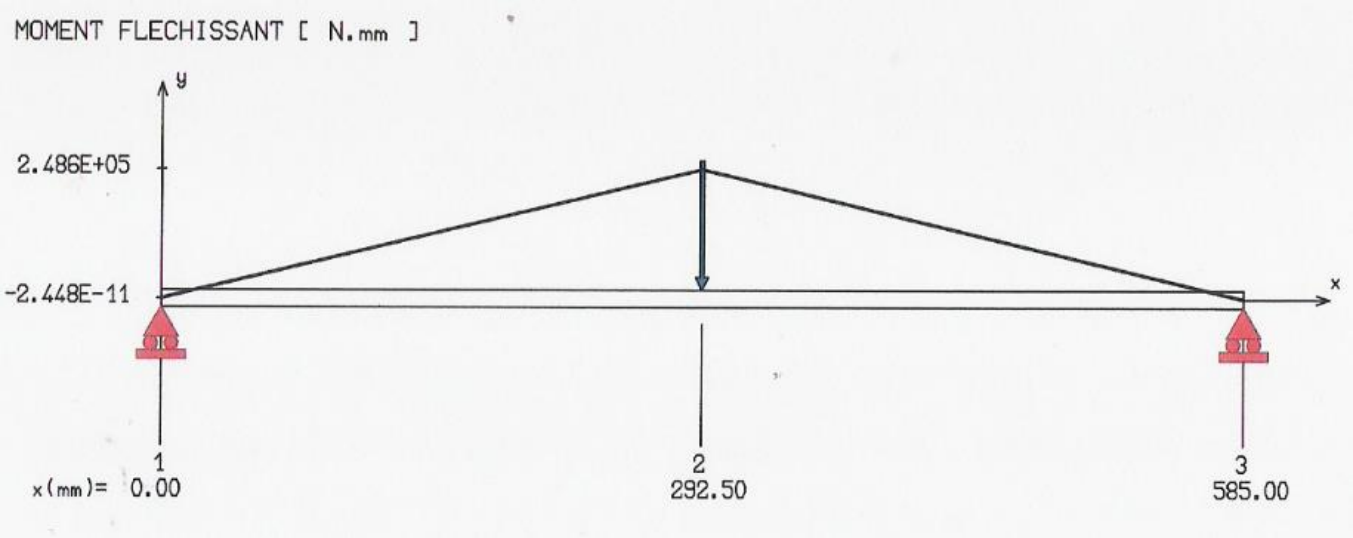
Question 8a : Calculer la résistance pratique Rpe de la traverse horizontale Rep.D3.

Rpe = .....(Formule)

= .....

..../3

On donne ci-dessous le résultat de l'étude des moments fléchissants :



Question 8b : Donner la valeur du moment fléchissant maximum (Mf maxi en N.mm)

Mf maxi = .....

..../3

Question 8c : Calculer le module d'inertie de flexion minimum  $I_{Gz}/V$  en utilisant la condition de résistance.

Condition : .....(Formule)

.....

$I_{Gz}/V =$  .....

$I_{Gz}/V =$  .....

.... /4

Question 8d : Déterminer le profil de tube carré de la traverse horizontale, à l'aide de l'extrait de catalogue de tube carré DR 9/24, en tenant compte des points suivants :

- $I_{Gz}/V = W$ ,
- Masse du tube la plus faible possible.

Profil .....

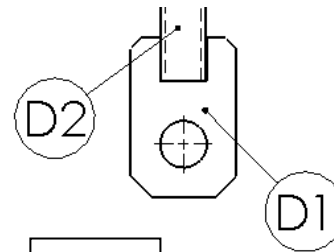
.... /3

Question 9 : Déterminer la longueur minimale des cordons de soudure  $L_{mini}$  entre les tubes verticaux Rep.D2 et les chapes Rep.D1.

Question 9a: Calculer la résistance pratique au cisaillement ( $R_{pg}$ )

$R_{pg} =$  ..... (Formule)

$R_{pg} =$  .....



.... /2

Question 9b: Calculer la section totale cisailée ( $S$ ) en fonction de la longueur des cordons de soudure.

$S =$  .....(Formule)

$S =$  .....

.... /2

Question 9c: En utilisant la condition de résistance calculer la longueur minimale des cordons de soudure ( $L_{mini}$ )

Condition : ..... (Formule)

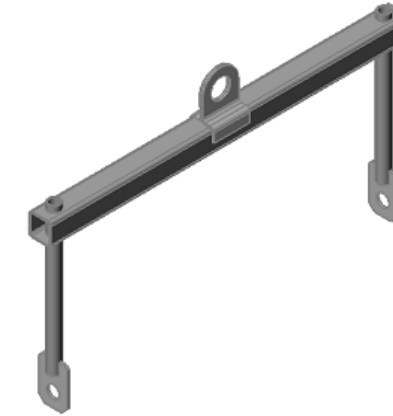
$L_{mini} =$  .....

$L_{mini} =$  .....

.... /3

#### 4ème Partie: DESSIN TECHNIQUE

Objectif : Réaliser le plan coté du sous-ensemble D : Arceau modifié (représenté ci-dessous) en prévision de sa mise en fabrication.



Données :

- Feuille DT 14/15 (détail chape Rep. D1)
- Documents réponses DR 7/24 et DR 8/24

Question 10: Etude graphique.

- Compléter la vue de face coupe AA, à l'échelle 1:1, sans arêtes cachées

.... /12

Question 10: Cotation.

- Coter en prévision de la fabrication (positionnements des éléments entre eux)

.... /4

- Cotation des soudures :

- Traverse horizontale/ Tubes verticaux : soudage en angle périphérique, soudures à l'extérieur du tube carré, procédé MAG, cote de gorge 4 mm.

.... /1

- Traverse horizontale/ Anneau de levage : soudage en angle Périphérique procédé MAG, cote de gorge 3 mm.

.... /1

- Mettre en place une tolérance géométrique de coaxialité ( $IT = 1 \text{ mm}$ ) entre les deux perçages des chapes Rep. D1.

.... /2

## FORMULAIRE

### TRACTION et COMPRESSION :

Contrainte normale  $\sigma$  :  $\sigma = \frac{\|\vec{N}\|}{S}$  avec  $\vec{N}$  : effort normal.  
 $S$  : aire de la section droite.

$s$  : coefficient de sécurité.

$R_e$  : Limite minimale élastique à l'extension et à la compression.

Résistance pratique en extension et en compression :  $R_{pe} = \frac{R_e}{s}$ .

Condition de résistance :  $\sigma_{\max} \leq R_{pe}$ .

### CISAILLEMENT :

Contrainte tangentielle  $\tau$  :  $\tau = \frac{\|\vec{T}\|}{S}$  avec  $\vec{T}$  : effort tangentiel.  
 $S$  : aire de la section droite.

$s$  : coefficient de sécurité.

$R_g$  : Limite minimale élastique au glissement (cisaillement).

Pour un acier doux type S 235 :  $R_g = 0.5 \times R_e$ .

Résistance pratique au glissement :  $R_{pg} = \frac{R_g}{s}$ .

Condition de résistance :  $\tau_{\max} \leq R_{pg}$ .

### FLEXION :

Contrainte normale maximale  $\sigma_{\max}$  :  $\sigma_{\max} = \frac{|Mf_{\max}|}{\left(\frac{I_{Gz}}{v}\right)}$ .

avec  $\sigma_{\max}$  en MPa  
 $|Mf_{\max}|$  : moment fléchissant maximum en N.mm  
 $\left(\frac{I_{Gz}}{v}\right)$  : module de flexion suivant l'axe z en mm<sup>3</sup>.

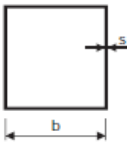
$s$  : coefficient de sécurité.

$R_e$  : Limite minimale élastique à l'extension et à la compression.

Résistance pratique en extension et en compression :  $R_{pe} = \frac{R_e}{s}$ .

Condition de résistance :  $\sigma_{\max} \leq R_{pe}$ .

### RESSOURCES PROFILÉS CARRÉS



**Tubes carrés**

Dimensions extérieures	Epaisseur	Masse linéique	Surface de la section métallique	Moment d'inertie de flexion	Rayon de giration	Module d'inertie de flexion	Moment d'inertie de torsion	Constante de torsion
b mm	s mm	Kg/m	A cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	i cm	W cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C cm <sup>3</sup>
30	2,0	1,76	2,24	2,923	1,142	1,949	4,519	2,759
	3,0	2,47	3,14	3,740	1,090	2,500	6,160	3,600
	4,0	3,27	4,16	4,665	1,059	3,110	7,432	4,214
	5,0	3,93	5,00	5,172	1,017	3,448	8,350	4,587
	6,0	4,52	5,76	5,480	0,975	3,653	8,938	4,774
40	2,9	3,31	4,21	9,540	1,500	4,770	15,300	6,930
	3,2	3,61	4,60	10,200	1,490	5,110	16,500	7,420
	4,0	4,39	5,59	11,800	1,450	5,910	19,500	8,540
	5,0	5,28	6,73	13,400	1,410	6,680	22,500	9,600
	6,3	6,33	8,07	14,700	1,350	7,340	25,400	10,500
	7,1	6,91	8,80	15,100	1,310	7,570	26,500	10,800
	8,0	8,04	10,24	17,320	1,301	8,660	28,250	11,320