

MECANIQUE APPLIQUEE

DOCUMENTS ET MOYENS DE CALCULS AUTORISES

- Aucun document en dehors de ceux remis aux candidats par les examinateurs n'est autorisé
- Les calculatrices scientifiques non programmables
- Nombre de parties : 03 parties indépendantes
- L'épreuve comporte 7 pages, de la page 1 sur 7 à la page 7 sur 7
- L'épreuve est notée sur 20

SUJET : PLATE FORME POUR SPECTACLES EN PLEIN AIR

A- PRESENTATION :

La figure 1 de la page 5 sur 7 représente la vue en plan de la disposition des poutres et des poteaux d'une plate forme devant servir de tribune pour présenter les spectacles en plein air pour les stars en herbe. Ce plancher est composé :

- des poutres de 7,00 m de long qui peuvent être en acier ou en béton ;
- un platelage métallique posé sur les poutres ;
- une dalle en béton armé de 12 cm posée sur le platelage métallique ;
- des poteaux qui peuvent être en acier ou en béton.

B- TRAVAIL A FAIRE :

I- PREMIERE PARTIE : RESISTANCE DES MATERIAUX

/ 5 Points

N'ayant pas encore choisi le matériau avec lequel les poutres seront réalisées, on se propose dans un premier temps de déterminer l'action des charges extérieures sur les poutres. **Pour cela, on néglige le poids propre de ces poutres.** Les poutres sont encastées sur les poteaux.

Les charges sont définies de la façon suivante :

- **Charges permanentes** :
 - Platelage métallique : $0,4 \text{ KN/m}^2$;
 - Poids volumique du béton armé : 25 KN/m^3 ;
 - Revêtement sur le plancher : $0,10 \text{ KN/m}^2$.
- **Charges d'exploitation** :
 - Elle est de $2,3 \text{ KN/m}^2$

I-1 Descente des charges :

A l'état limite ultime, déterminer la valeur de la charge linéaire P_u (KN/ml) qui s'applique sur la poutre 6. 1pt

I-2 Calcul des sollicitations :

L'étude porte sur la **poutre 6**. On suppose que le schéma mécanique de la **poutre 6** est celui de la figure 2 de la page 5 sur 7 et que $P_u = 24,8 \text{ KN/ml}$

La figure 3 de la page 5 sur 7 représente le schéma mécanique d'une poutre encastree aux deux extremités et supportant une charge uniformément repartie P .

I-2-1 Pour la figure 3 de la page 5 sur 7, l'expression de l'effort tranchant le long de la poutre a pour expression :

$$T(x) = P\left(\frac{L-2x}{2}\right)$$

Déduire l'expression de l'effort tranchant le long de la **poutre 6**. **1pt**

I-2-2 Pour la figure 3 de la page 5 sur 7, l'expression du moment fléchissant le long de la poutre :

$$M(x) = -\frac{PL^2}{2}\left[\frac{x}{L} - \frac{x^2}{L^2} - \frac{1}{6}\right]$$

Déduire l'expression du moment fléchissant le long de la **poutre 6**. **1pt**

I-2-3 Tracer les diagrammes de $T(x)$ et $M(x)$ de la **poutre 6**. **1pt**

On prendra pour :

- Echelle des distances : 1,5 cm pour 1m
- Echelle des efforts : 2,5 cm pour 90 KN
- Echelle des moments : 1,5 cm pour 52,5 KN.m

I-2-4 Donner l'expression de la valeur maximale de flèche de la **poutre 6** en fonction de E, I, P_u et L puis, en fonction de E et I sachant que, la flèche est maximale à mi-portée et

sa formule est : $f(x) = \frac{PL^4}{24EI}\left[\frac{x^2}{L^2} - \frac{2x^3}{L^3} + \frac{x^4}{L^4}\right]$ **0,5pt x 2 = 1pt**

II- DEUXIEME PARTIE : DIMENSIONNEMENT ET VERIFICATION DES ELEMENTS D'UNE STRUCTURE EN BETON OU EN ACIER / 11 Points

La fissuration est non préjudiciable. Les caractéristiques des matériaux sont :

- Pour le béton : $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$; $\gamma_b = 1,5$; $c_g = 2,5 \text{ cm}$; enrobage = 3 cm ; $\theta = 1$.
- Pour l'acier : FeE400 ; $f_e = 400 \text{ MPa}$; $\gamma_s = 1,15$.
- Pour la **poutre 6**, on suppose que l'intensité maximale du moment fléchissant maximum est $M_{\max} = 102 \text{ KN.m}$ et celui de l'effort tranchant est de $V_{\max} = 87 \text{ KN}$.
- Les armatures transversales de la **poutre 6** sont droites.
- Pour le calcul des armatures transversales, on prendra $k = 1$

II-1 Détermination des armatures longitudinales de la poutre 6.

On suppose que la **poutre 6** est en béton armé et que sa section transversale est de 20 x 50 cm. on prendra la valeur du moment fléchissant $M_{\max} = 102 \text{ KN.m}$

II-1-1 Dire si on aura besoin des aciers comprimés à et justifier la réponse. **1pt**

II-1-2 Calculer la section d'acier nécessaire. **1,5pt**

II-1-3 A l'aide du tableau de la page 6 sur 7 choisir le nombre de barres nécessaire. **0,5pt**

II-2 Détermination des armatures transversales de la poutre 6.

On suppose que :

- la **poutre 6** est en béton armé et que sa section transversale est de 20 x 50 cm ;
- la valeur de l'effort tranchant est $V_{\max} = 87 \text{ KN}$;
- les armatures longitudinales utilisées sont : 4HA14 + 2HA10

II-2-1 Détermination du diamètre des armatures transversales.

II-2-1-1 Déterminer le diamètre maximal Φ_t des armatures transversales. **0,5pt**

II-2-1-2 En servant de l'annexe de la page 6 sur 7, déduire les diamètres éventuels. 0,5pt

Pour la suite de la question II-2, on suppose que $\Phi_s = 6 \text{ mm}$ et qu'une épingle est

utilisée pour le ferrailage d'une section de la poutre.

II-2-1 Dessiner la section de la poutre et indiquer les diamètres des armatures transversales.

II-2-2 Déterminer l'espacement S_t entre les armatures transversales.

II-2-3 Calculer la valeur de S_t qui permet d'opérer le choix de S_t .

II-2-4 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-5 Calculer la valeur de S_t qui permet d'opérer le choix de S_t .

II-2-6 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-7 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-8 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-9 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-10 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-11 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-12 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-13 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-14 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-15 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-16 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-17 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-18 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-19 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-20 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-21 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-22 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-23 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-24 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-25 En utilisant la valeur de S_t obtenue, vérifier si la section de la poutre respecte la condition de règlement.

II-2-1-2 En serv

Pour la suite de

utilisé pour le

II-2-2 Dessiner

II-2-3 Déterm

II-2-4 Déte

II-2-4-1 Calcule

II-2-4-2 Détermi

II-2-4-3 En utili

valeur de S_t le p

II-3 Structure n

On suppose qu

La p

fléch

0,75pt

L'IPE

II-3-1 Détermin

II-3-2 En

Dans ce chantier, un ouvrier par mégarde laisse tomber un sac de ciment de 50 Kg

du sol sans vitesse initiale. / 4 Points

III-1 Déterminer l'accélération de ce sac de ciment. 1pt

III-2 Calculer la vitesse de ce sac à son arrivée au sol. 1pt

III-3 Calculer l'énergie cinétique de ce sac à son arrivée au sol. 1pt

III-4 Calculer la puissance de la force agissante pour ce trajet. 1pt

On prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$.

1- Détermination des armatures longitudinales dans une poutre en flexion à l'ELU

1- Déterminer l'ELU

2- Déterminer

• f_{t28}

• f_{t28}

• $S_t \leq \min(0,9 d ; 40 \text{ cm})$

$S_t \leq \min(0,9 d ; 40 \text{ cm})$

MINES/CSC - BACCALAUREAT FASEM - MECANIQUE APPLIQUEE - SESSION 2020

- $\Phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \Phi_l\right)$
où Φ_l est le diamètre minimal des armatures longitudinales
- $\frac{A_t f_e}{b_0 S_t} \geq \max\left(\frac{\tau_u}{2}; 0,4 \text{ MPa}\right)$
- La série de Caquot est: 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 13 – 16 – 20 – 25 – 35 – 40 cm.
- fissuration non préjudiciable : $\tau_u \leq \min\left(\frac{0,2 f_{c28}}{\gamma_b}; 5 \text{ MPa}\right)$
- fissuration préjudiciable ou très préjudiciable :
$$\tau_u \leq \min\left(\frac{0,15 f_{c28}}{\gamma_b}; 4 \text{ MPa}\right)$$

Valeurs de : f_e , $1000 \epsilon_s$, α_l , β_l et σ_s pour $\gamma_s = 1,15$

Aciers	Nuance	f_e (MPa)	$1000 \epsilon_s$	α_l	μ_l	β_l	σ_s
Ronds lisses	Fe E 215	215	0,935	0,789	0,432	0,684	$\mu < 0,432 \quad \sigma_s = 187$ $\mu > 0,432 \quad \sigma_s = 200(1000 \epsilon_s)$
	Fe E 235	235	1,022	1,774	0,427	0,690	$\mu < 0,427 \quad \sigma_s = 204$ $\mu > 0,427 \quad \sigma_s = 200(1000 \epsilon_s)$
Barres HA	Fe E 400	400	1,739	0,668	0,392	0,733	$\mu < 0,392 \quad \sigma_s = 348$ $\mu > 0,392 \quad \sigma_s = 200(1000 \epsilon_s)$
	Fe E 500	500	2,174	0,617	0,372	0,753	$\mu < 0,372 \quad \sigma_s = 435$ $\mu > 0,372 \quad \sigma_s = 200(1000 \epsilon_s)$
Fils H A	Fe TE 400	400	1,739	0,668	0,392	0,733	$\mu < 0,392 \quad \sigma_s = 348$ $\mu > 0,392 \quad \sigma_s = 200(1000 \epsilon_s)$
	Fe E 500	500	2,174	0,617	0,372	0,753	$\mu < 0,372 \quad \sigma_s = 435$ $\mu > 0,372 \quad \sigma_s = 200(1000 \epsilon_s)$
Treillis soudés en fils lisses	TLe E 520 ($\varnothing < 6 \text{ mm}$)	520	2,261	0,607	0,368	0,757	$\mu < 0,368 \quad \sigma_s = 452$ $\mu > 0,368 \quad \sigma_s = 200(1000 \epsilon_s)$
	Fe E 500	500	2,174	0,617	0,372	0,753	$\mu < 0,372 \quad \sigma_s = 435$ $\mu > 0,372 \quad \sigma_s = 200(1000 \epsilon_s)$

Figure 1 : VUE EN PLAN DE LA DISPOSITION DES POUTRES ET DES POTEAUX

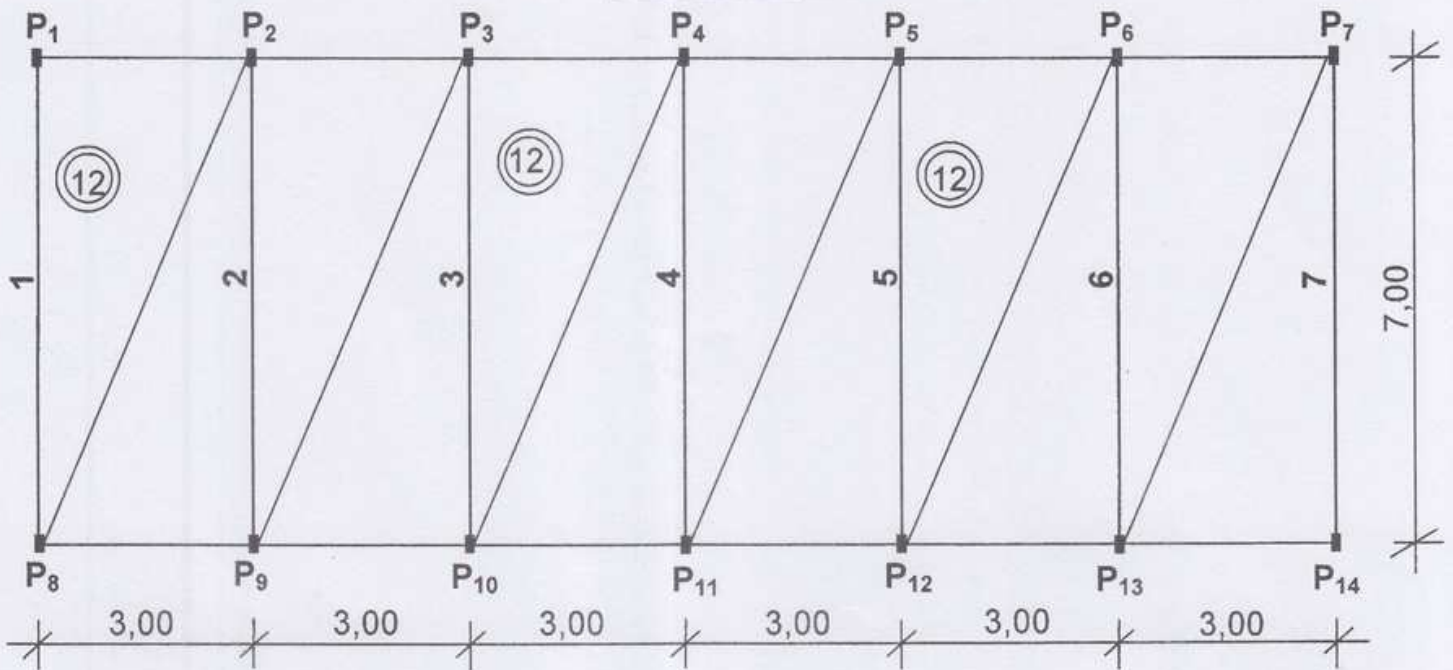


Figure 2 : SCHEMA MECANIQUE DE LA POUTRE 6

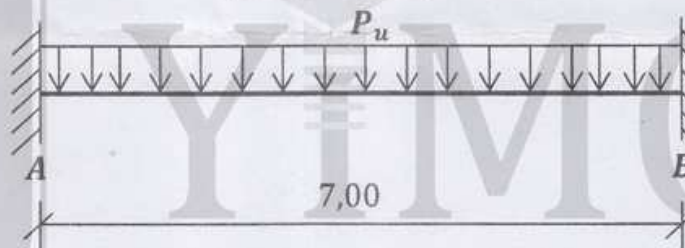
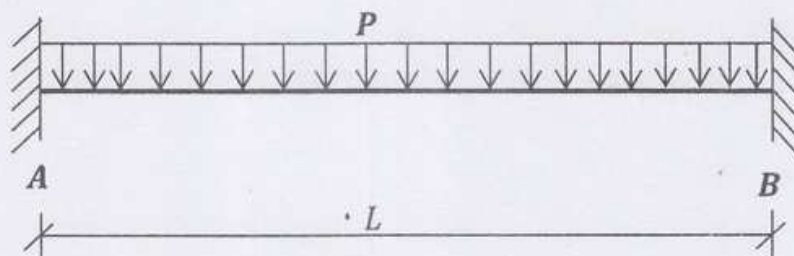


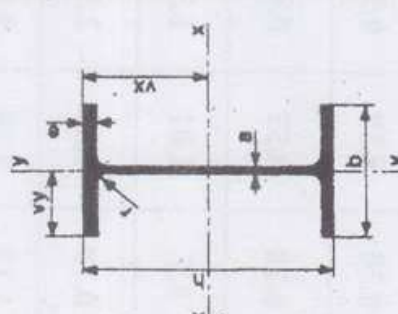
Figure 3 : SCHEMA MECANIQUE D'UNE POUTRE ENCASTREE AUX DEUX EXTREMITES ET SUPPORTANT UNE CHARGE UNIFORMEMENT REPARTIE



BARRES : caractéristiques dimensionnelles

Ø mm	SECTIONS TOTALES en cm ² pour un nombre de barres égal à										Poids en kg/ml	Périmètre en (cm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
5	0.20	0.39	0.59	0.79	0.98	1.18	1.37	1.57	1.77	1.96	0.154	1.57
6	0.28	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.54	2.83	0.222	1.88
8	0.5	1.01	1.51	2.01	2.51	3.02	3.52	4.02	4.52	5.03	0.395	2.51
10	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85	0.617	3.14
12	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.79	7.92	9.05	10.18	11.31	0.888	3.77
14	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.85	15.39	1.208	4.40
16	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.10	20.11	1.578	5.03
20	3.14	6.28	9.42	12.57	15.71	18.85	21.99	25.13	28.27	31.42	2.466	6.28
25	4.91	9.82	14.73	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18	49.09	3.853	7.85
32	8.04	16.08	24.13	32.17	40.21	48.25	56.30	64.34	72.38	80.42	6.313	10.05
40	12.57	25.13	37.70	50.27	62.83	75.4	87.96	100.53	113.10	125.66	9.865	12.57

Figure	Profil	Dimensions en mm			Masse kg/m	Section cm ²	Surface de peinture		Caractéristiques mécaniques								
		h	b	e			mm ² /m	cm ²	I_x cm ⁴	I_y cm ⁴	S_x cm ³	S_y cm ³	L_x cm	L_y cm			
	80	80	46	3,8	5,2	5	8,0	7,84	0,329	54,8	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	0,70
	100	100	55	4,1	5,7	7	8,1	10,3	0,401	49,5	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	1,10
	120	120	64	4,4	6,3	7	10,4	13,2	0,474	45,6	318	53,0	4,90	27,7	8,85	1,45	1,71
	140	140	73	4,7	6,9	7	12,9	16,4	0,550	42,6	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	2,54
	160	160	82	5,0	7,4	9	15,8	20,1	0,622	39,4	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84	3,53
	180	180	91	5,3	8,0	9	18,8	23,9	0,698	37,1	1317	146	7,42	101	22,2	2,05	4,90
	200	200	100	5,6	8,5	12	22,4	28,5	0,768	34,3	1943	194	8,26	142	28,5	2,24	6,46
	220	220	110	5,9	9,2	12	26,2	33,4	0,848	32,4	2772	252	9,11	205	37,3	2,48	8,86
	240	240	120	6,2	9,8	15	30,7	39,1	0,921	30,0	3882	324	9,97	264	47,3	2,69	11,80
	270	270	135	6,6	10,2	15	36,1	45,9	1,04	28,9	5790	429	11,2	420	62,2	3,02	14,93
	300	300	150	7,1	10,7	15	42,2	53,8	1,16	27,5	8356	557	12,5	604	80,5	3,35	19,47
	330	330	160	7,5	11,5	16	49,1	62,6	1,25	25,5	11770	713	13,7	788	98,5	3,55	25,70
	360	360	170	8,0	12,7	16	57,1	72,7	1,35	23,6	16270	904	15,0	1043	123	3,79	36,20
	400	400	180	8,6	13,5	21	66,3	84,5	1,47	22,2	23130	1160	16,5	1318	146	3,95	46,80
	450	450	190	9,4	14,6	21	77,6	98,8	1,61	20,7	33740	1500	18,5	1676	176	4,12	63,80
	500	500	200	10,2	16,0	21	90,7	116	1,74	19,2	48200	1930	20,4	2142	214	4,31	89,0
	550	550	210	11,1	17,2	24	106	134	1,88	17,7	67120	2440	22,3	2688	254	4,45	118,4
	600	600	220	12,0	19,0	24	122	156	2,02	16,6	92080	3070	24,3	3387	308	4,66	166,2



NF A 45-205