

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix – Travail – Patrie

MINESEC / O.B.C.

BACCALAUREAT DE TECHNICIEN

Session : **2019**

Série : **F4 – Génie Civil**

Option : **Bâtiment – BA**

Durée : **3 Heures**

Coeff. : **3**

Epreuve Ecrite

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 encastrées 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 extrémités et supportant une charge uniformément répartie 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 :

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

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 $\Phi_t = 6$ mm et qu'une épingle est utilisée pour le ferrailage d'une section de la poutre.

II-2-2 Dessiner le ferrailage de cette section de poutre. **1pt**

II-2-3 Déterminer en cm^2 la section A_t d'armatures transversales. **1pt**

II-2-4 Détermination de l'espacement S_t entre les armatures transversales.

II-2-4-1 Calculer τ_u et vérifier qu'il respecte la condition du règlement. **1pt**

II-2-4-2 Déterminer les trois valeurs de S_t qui permettent d'opérer le choix de S_t . **1,5pt**

II-2-4-3 En utilisant la série de CAQUOT, déduire de la question **II-2-4-2** le choix de la valeur de S_t le plus économique pour le cout du ferrailage. **0,5pt**

II-3 Structure métallique

On suppose que :

- La poutre 6 est un profilé IPE de module de YOUNG $E = 2,1 \times 10^5$ MPa ;
- flèche admissible est $f_{max} \leq \frac{l}{500}$
- L'IPE supporte le chargement suivant la grande inertie.

II-3-1 Déterminer la valeur minimale du moment d'inertie I de flexion du profilé. **1,25pt**

II-3-2 En vous servant du tableau de la page 7 sur 7, faire un choix adéquat de l'IPE. **0,75pt**

III- TROISIEME PARTIE : DYNAMIQUE

/ 4 Points

Dans ce chantier, un ouvrier par mégarde laisse tomber un sac de ciment de 50 Kg d'une hauteur de 4,00 m du sol sans vitesse initiale.

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 Déterminer l'énergie cinétique de ce sac à son arrivée au sol. **1pt**

III-4 Calculer le travail et la puissance de la force agissante pour ce trajet. **1pt**

On prendra $g = 10$ N/Kg.

Rappels :

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

$$\mu = \frac{M_u}{b d^2 f_{bc}} ; \quad f_{bc} = \frac{0,85 f_{c28}}{\theta \gamma_b} ; \quad \alpha = 1,202(1 - \sqrt{1 - 2,055\mu})$$

2- Détermination des armatures transversale de la poutre

- $f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28}$
- $f_{t28}^* = \min(f_{t28}; 3,3 \text{ MPa})$
- $\tau_0 = 0,3 k f_{t28}^*$
- $\frac{A_t}{b_0 S_t} \geq \frac{\tau_u - \tau_0}{0,9 \frac{f_e}{\gamma_s}}$
- $S_t \leq \min(0,9 d ; 40 \text{ cm})$

- $\Phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \Phi_l\right)$
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 , μ_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 ($\emptyset < 6 \text{ mm}$)	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

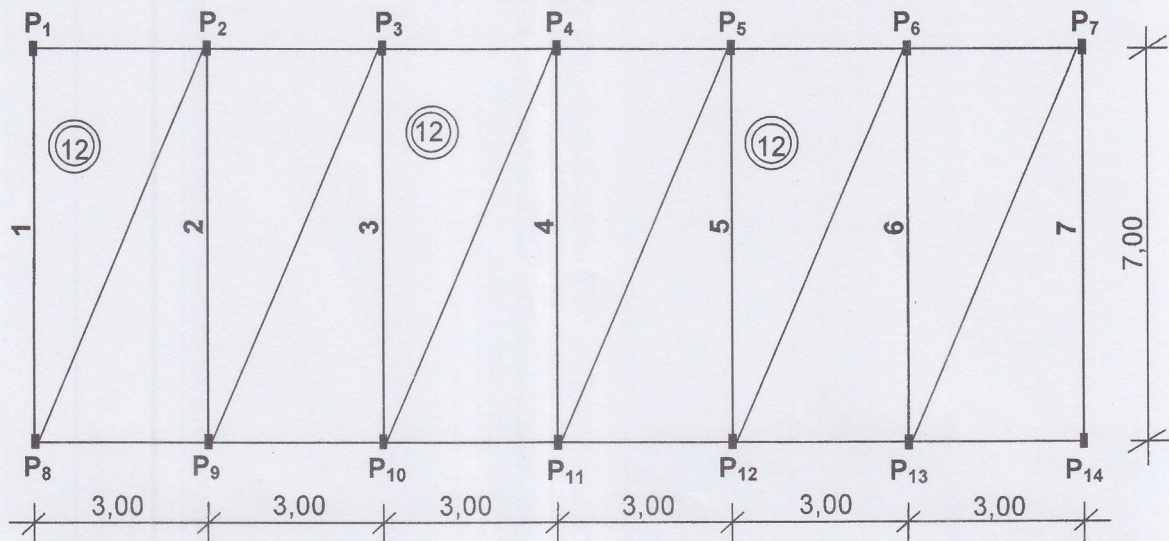


Figure 2 : SCHEMA MECANIQUE DE LA POUTRE 6

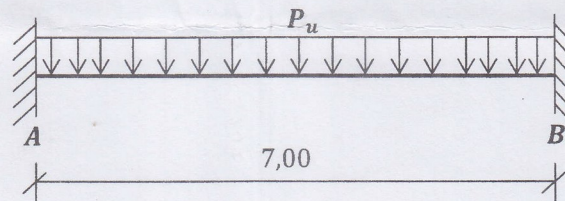
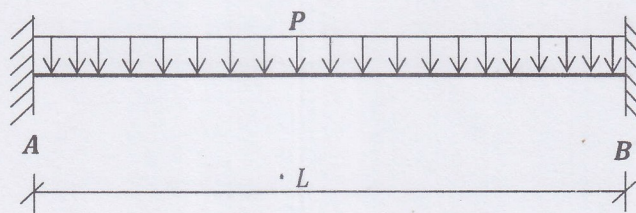
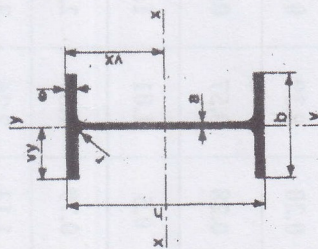


Figure 3 : SCHEMA MECANIQUE D'UNE POUTRE ENCASTREE AUX DEUX EXTREMITES ET SUPPORTANT UNE CHARGE UNIFORMEMENT REPARTIE



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					
		a	b	e	f			m ² /m	kg/m	L	L _y	L _x	L _y	L _x	L _y
POUTRELLES IPE	80	46	3,8	5,2	5	6,0	7,64	0,329	54,8	80,1	3,24	8,49	3,69	1,05	0,70
	100	55	4,1	5,7	7	8,1	10,3	0,401	69,5	171	4,07	15,9	5,79	1,24	1,10
	120	64	4,4	6,3	7	10,4	13,2	0,474	85,6	318	4,90	27,7	8,65	1,45	1,71
	140	73	4,7	6,9	7	12,9	16,4	0,550	102,6	541	5,74	44,9	12,3	1,65	2,54
	160	82	5,0	7,4	9	15,8	20,1	0,622	129,4	865	6,58	68,3	16,7	1,84	3,53
	180	91	5,3	8,0	9	18,8	23,9	0,696	157,1	1317	7,42	101	22,2	2,05	4,90
	200	100	5,6	8,5	12	22,4	28,5	0,768	185,3	1943	8,26	142	28,5	2,24	6,46
	220	110	5,9	9,2	12	26,2	33,4	0,848	224,4	2772	9,11	205	37,3	2,48	8,86
	240	120	6,2	9,8	15	30,7	39,1	0,921	267,0	3882	9,97	284	47,3	2,69	11,80
	270	135	6,6	10,2	15	36,1	45,9	1,04	318,8	5790	11,2	420	62,2	3,02	14,93
	300	150	7,1	10,7	15	42,2	53,8	1,16	375,5	8356	12,5	604	80,5	3,35	19,47
	330	160	7,5	11,5	18	49,1	62,6	1,25	438,5	11770	13,7	768	98,5	3,55	25,70
Poutrelles IPN	360	170	8,0	12,7	18	57,1	72,7	1,35	507,6	16270	15,0	1043	123	3,79	36,20
	400	180	8,6	13,5	21	66,3	84,5	1,47	582,2	22130	16,5	1318	146	3,95	46,80
	450	190	9,4	14,6	21	77,6	98,8	1,61	663,8	33740	18,5	1676	176	4,12	63,80
	500	200	10,2	16,0	21	90,7	116	1,74	754,0	48200	20,4	2142	214	4,31	89,0
	550	210	11,1	17,2	24	106	134	1,88	854,0	67120	22,3	2668	254	4,45	118,4
	600	220	12,0	19,0	24	122	156	2,02	962,0	92080	24,3	3387	308	4,66	166,2



NF A 45-205