



مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

OFFICE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE ET DE LA PROMOTION DU TRAVAIL

Direction Recherche et Ingénierie de la Formation

EXAMEN DE PASSAGE – COURS DU JOUR

Session : Juin 2015 | Eléments de réponses

Rôle : **Conducteur de Travaux (Travaux Publics).**

Durée : **4 heures**

Niveau : **Technicien Spécialisé.**

Barème : **/40**

Epreuve : **Théorique.**

❖ **Notes Importantes :**

- ✓ Aucun document n'est autorisé.
- ✓ La calculatrice est autorisée.
- ✓ Les téléphones cellulaires et les appareils similaires sont strictement interdits.
- ✓ Les renseignements non fournis sont laissés à l'initiative du candidat.
- ✓ Le candidat ne doit en aucun cas indiquer son nom sur les documents à joindre à la feuille de réponses.

❖ **Barème de notation :**

1.1.	1 pts
1.2.	1 pts
2.1.	2 pts
2.2.	2 pts
2.3.	2 pts
2.4.	2 pts
2.5.	2 pts
3.1.	2 pts
3.2.	2 pts
3.3.	2 pts
3.4.	2 pts
3.5.	2 pts
4.1.	5 pts
4.2.	1 pts
4.3.	1 pts
4.4.	1 pts
4.5.	2 pts
5.1.	1 pts
5.2.	2 pts
5.3.	1 pts
5.4.	2 pts
5.5.	2 pts

NB : le correcteur doit vérifier le corrigé avant d'entamer la correction

Le sud du Maroc a récemment connu des inondations engendrant divers dégâts matériels, notamment au niveau des infrastructures de transport. Certains ouvrages d'art (ponts) ont été entièrement détruits. Le ministère de l'équipement décide alors de les reconstruire. Dans cette épreuve nous nous intéressons à l'un de ces ponts situé aux environs de *Tafraout*.

• **Question (1) : Intervenants dans le projet.**

La réalisation du projet étudié est assurée grâce à l'intervention de plusieurs organismes : le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre, le bureau d'étude technique, le bureau de contrôle technique, le laboratoire d'essais, l'entreprise d'exécution, etc.

1.1. Dans le cas de ce projet, qui est l'organisme représentant *le maître d'ouvrage*? quelles sont ses principales *missions*?

Le maître d'ouvrage est le ministère de l'équipement. Ses principales missions sont : la gestion des travaux, le suivi et contrôle des travaux, la coordination avec les différents intervenants, etc.

1.2. En tant que titulaire d'un diplôme de *technicien spécialisé conducteur de travaux publics* quels sont les postes éventuels que vous pouvez occuper au sein de l'entreprise d'exécution ?

Chf de chantier, conducteur de travaux, maître, etc.

• **Question (2) : Etude géotechnique.**

La réalisation de ce pont nécessite l'identification du sol support des fondations profondes. Pour ce faire, le laboratoire géotechnique a opté pour quelques essais d'identification, réalisés sur les échantillons prélevés. Les essais réalisés sur des échantillons prélevés à une profondeur de 25 mètre ont pu donner les résultats suivants :

- La teneur en eau en place : $\omega = 31\%$
- Les limites d'Atterberg : $\omega_p = 30\%$; $\omega_L = 41\%$
- Le poids volumique des grains solides : $\gamma_s = 26 \text{ kN/m}^3$
- L'indice des vides : $e = 0.6$

2.1. Sachant le *prélèvement d'échantillon* est effectués à des profondeurs importantes, quelle technique le laboratoire a pu appliquer pour réaliser ce prélèvement ? expliquer brièvement en quoi consiste cette technique.

Technique de sondage profond par carottage. Cette technique consiste à prélever l'échantillon en utilisant un tube appelé carottier que l'on fait pénétrer dans le sol.

2.2. Que représente l'*indice des vides* d'un sol ?

C'est le rapport entre le volume des vides et le volume des grains solides d'un sol.

$$e = \frac{V_v}{V_s} \text{ (sans unité)}$$

23. Définir et calculer l'indice de plasticité de ce sol. Commenter le résultat obtenu.

$$I_p = \omega_L - \omega_p = 41 - 30 = 11 \%$$

Le sol est de faible plasticité il s'agit d'un sol peu plastique

24. Montrer que la porosité du sol $n = \frac{e}{1+e}$ et calculer sa valeur.

$$n = \frac{V_v}{V_t} = \frac{V_v}{V_v + V_s} = \frac{1}{1 + \frac{V_s}{V_v}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{e}} = \frac{e}{1+e} = \frac{0.6}{1.6} = 38 \%$$

(V_v : volume des vides; V_s : volume des grains solides; V_t : volume total)

25. Définir et calculer le poids volumique du sol in-situ γ .

C'est le rapport entre le poids total in-situ et le volume total in-situ du sol. On peut démontrer que:

$$\gamma = \gamma_s(1 + \omega)(1 - n) = 26 \times (1 + 0.31) \times (1 - 0.38) = 21.117 \text{ kN/m}^3$$

• **Question (3) : Procédés généraux de construction.**

Le pont étudié est de type à poutres en béton armé. Sa reconstruction implique l'amélioration du tronçon routier de quelques dizaines de mètres de longueur en amont et en aval du pont.

3.1. Quels sont les principaux constituants d'un béton armé de ciment ?

Ciment, granulats (sables et graviers), eau et parfois quelques adjuvants et additifs.

3.2. Quel est le rôle des armatures d'acier dans un ouvrage en béton armé ?

Equilibrer les contraintes de traction appliquées à l'ouvrage

3.3. Décrire en quelques lignes les modes opératoires à appliquer pour réaliser un ouvrage en béton armé (une poutre par exemple).

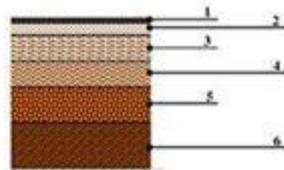
- Fournage d'armatures;
- Réalisation du coffrage;
- Mise en place des armatures tout en assurant l'encrage;
- Coulage de béton avec compactage;
- Décoffrage après durcissement.

3.4. Avant de procéder au coulage du béton, il faut d'abord vérifier sa maniabilité. Ce contrôle est souvent assuré par l'essai au cône d'Abrams Expliquer.

Il s'agit de remplir un cône en acier galvanisé en trois couches de béton frais. Chaque couche doit être piquée par 25 coups. Le cône est ensuite arasé avec une tige et démoulé.

La maniabilité du béton est quantifiée par la valeur de l'affaissement qui est la distance entre le sommet du cône et le haut du béton affaissé.

3.5. Illustrer par un dessin la composition de la structure d'une chaussée de route.



- Couche de roulement : Couche(1)
- Couche de liaison : Couche(2)
- Couche de base : Couche(3)
- Couche de fondation : Couche(4)
- Couche de forme : Couche(5)
- Partie supérieur de terrassement : Couche(6)

• **Question (4) : Topographie et contraintes du site du projet.**

Pour déterminer le niveau de calage de l'ouvrage, le bureau d'études demande à un bureau de topographie de lui fournir le profil en travers de l'oued à franchir par le pont en effectuant le nivellement nécessaire.

Le topographe a alors procédé au nivellement par rayonnement de 10 points différents en plus d'un point de référence d'altitude NGM connue : 630,20 m. Les mesures sont données par le tableau suivant :

Points	Lecture Arrière (L_{ar})	Lecture avant (L_{av})	$L_{ar} - L_{av}$ (mm)	Altitude (m)
R	1225	--	--	630,200
1		1350		
2		1955		
3		2255		
4		2985		
5		3525		
6		3505		
7		3460		
8		2345		
9		2035		
10		1320		

4.1. Compléter le tableau en effectuant les calculs nécessaires.

Points	Lecture Arrière (L_{ar})	Lecture avant (L_{av})	$L_{ar} - L_{av}$ (mm)	Altitude (m)
R	1225	--	--	630,200
1		1350	125	630,075
2		1955	730	629,470
3		2255	1030	629,170
4		2985	1760	628,440
5		3525	2300	627,900
6		3505	2280	627,920
7		3460	2235	627,965
8		2345	1120	629,080
9		2035	810	629,390
10		1320	95	630,105

4.2. Déterminer la différence d'altitude entre le point de référence et le point le plus bas.

La différence d'altitude maximale correspond au point (5), soit :

$$(L_{ar} - L_{av})_{max} = 2.300 \text{ m}$$

- 4.3. Quelle serait la hauteur du pont si son calage correspondait à 633.50 mNGM.

La hauteur du pont et dans ce cas :

$$633.500 - 627.900 = 5.600 \text{ m}$$

- 4.4. Sachant qu'il n'y a pas de matériaux rocheux au site de l'ouvrage, quels sont les engins les plus adéquats pour les travaux de terrassement ?

Une pelle mécanique ou un chargeur devrait suffire

- 4.5. Pendant les travaux de terrassement on a détecté, grâce aux grillages avertisseurs, la présence de certains réseaux humides enterrés aux berges de l'oued. Que veut dire un réseau humide ? et comment peut-on faire pour résoudre ce problème ?

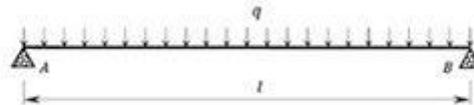
Un réseau humide est un réseau transportant des liquides. Exemples : réseau d'assainissement, réseau d'alimentation en eau potable

Pour éviter d'endommager les réseaux rencontrés dans le site des travaux, on doit à ce les terrassements soient faites avec délicatesse et prévoir des moyens de soutènement de ces réseaux jusqu'au remblaiement. Si l'existence de ces réseaux ne permet pas l'implantation de l'ouvrage il faut envisager une déviation.

▪ Question (5) : Résistance du matériau béton.

Pour simplifier, on suppose que les poutres du pont sont de sections rectangulaires appuyées sur deux appuis simples (Cf. figure). Et on donne :

- La longueur de la poutre : $l = 12.00 \text{ m}$;
- Les dimensions de la section poutre : $70 \text{ cm} \times 1.30 \text{ cm}$;
- La contrainte admissible de compression du béton : 20 MPa .



- s.1. Déterminer les réactions des appuis en fonction q .

$$R_A = R_B = \frac{l}{2} q$$

- s.2. Etablir les équations des moments de flexion et des efforts tranchants

$$M_f(x) = R_A \cdot x - \frac{1}{2} q \cdot x^2 = \frac{l}{2} q \cdot x - \frac{q}{2} \cdot x^2$$

$$T(x) = M'_f(x) = \frac{l}{2} q - q \cdot x$$

- s.3. En déduire la valeur maximale du moment de flexion en fonction q .

$$M_{f_{max}} = M_f \left(x = \frac{l}{2} \right) = \frac{q \cdot l^2}{8} = 18 \cdot q$$

s.4. Exprimer la *contrainte de compression maximale* en fonction q .

$$\sigma_{c_{max}} = \frac{M_{f_{max}}}{\left(\frac{I}{V}\right)} = \frac{18 \cdot q}{\left(\frac{b \cdot h^3}{12} \times \frac{2}{h}\right)} = \frac{108 \cdot q}{b \times h^2} = 91,29 q$$

s.5. Déterminer la *valeur maximale de q* que le béton peut supporter.

Condition de résistance:

$$\sigma_{c_{max}} \leq 20 \text{ MPa} \Rightarrow q \leq 0,22 \text{ MN/m}$$

Soit:

$$q_{max} = 220 \text{ kN/m} \equiv 22 \text{ t/m}$$