

CONCOURS DE RECRUTEMENT DES INGENIEURS D'ETAT
OPTION : GENIE CIVIL/HYDRAULIQUE
SESSION : NOVEMBRE 2014
DUREE : 3 HEURES
DOCUMENTS NON AUTORISES
CALCULATRICE AUTORISEE

I- Questions de court (4 points) :

1. Citer trois types de barrage en terre ;
2. Citer trois ouvrages annexes d'un barrage ;
3. Donner les composantes d'un béton hydraulique ;
4. Définir pour un béton :
 - Les essais de formulation ;
 - Les essais de convenance ;
 - Les essais de contrôle.
5. Quelles sont les états limites à considérer dans les calculs de la vérification de la stabilité d'un ouvrage ;
6. Citer les trois types de fondation d'un ouvrage selon la profondeur d'encastrement ;
7. Définir l'essai in-situ ;
8. Donner deux types de l'essai in-situ permettant la détermination de la portance du sol de fondation.

II- Exercice (16 points)

i. Introduction :

Le quai est l'un des ouvrage constituant un port et il est conçu, principalement, pour accueillir les navires.

Parmi les types d'un quai, il existe le quai en blocs (voir annexe 1) qui est constitué par :

- Une poutre de couronnement, en béton armé, équipée par des équipements servant à l'accostage et l'amarrage des navires ;
- Un nombre de blocs en béton ordinaire ;
- Une fondation ;
- Un remblai compacté derrière (0/100mm et 0/200mm) ;
- Un épaulement en TV 1-500Kg.

...../.....

L'objectif recherché à partir de cet exercice est la vérification de la stabilité externe, à l'état limite de service en cas statique, de la poutre de couronnement d'un quai et ce vis-à-vis du :

- Glissement plan ;
- Renversement.

Sachant que :

- La stabilité au glissement est vérifiée par la formule suivante :

$$H_d \leq \frac{V_d \cdot \tan \varphi'}{\gamma_{g1}} + \frac{c' \cdot A'}{\gamma_{g2}}$$

avec :

H_d et V_d : sont respectivement la composante totale horizontale et celle verticale de l'effort appliqué à la fondation de la partie de l'ouvrage étudié,

- A' : surface comprimée de celle-ci,
- φ' : angle de frottement interne du sol,
- c' : cohésion (est prise égale à 0.0 kPa),
- pour notre cas : $\tan(\varphi') = 0.6$

Selon le fascicule 62 titre V, le coefficient de sécurité minimal γ_{g1} est pris égal à 1,5 pour une vérification en état limite de service.

- La stabilité au renversement est vérifiée par la formule suivante :

$$F_g < \frac{M_{stabil}}{M_{mobi}}$$

M_{stabil} : Moment stabilisateur total

M_{mobi} : Moment moteur total

Selon le fascicule 62 titre V, le coefficient de sécurité minimal F_g est pris égal à 1,5 pour une vérification en état limite de service.

- La poutre de couronnement est similaire à un mur de soutènement soumis à l'action d'un nombre de forces.

ii. Vérification de la stabilité de la poutre de couronnement :

Le schéma de la poutre de couronnement à considérer dans les calculs est présenté en **Annexe 2**/.....

Données de l'exercice

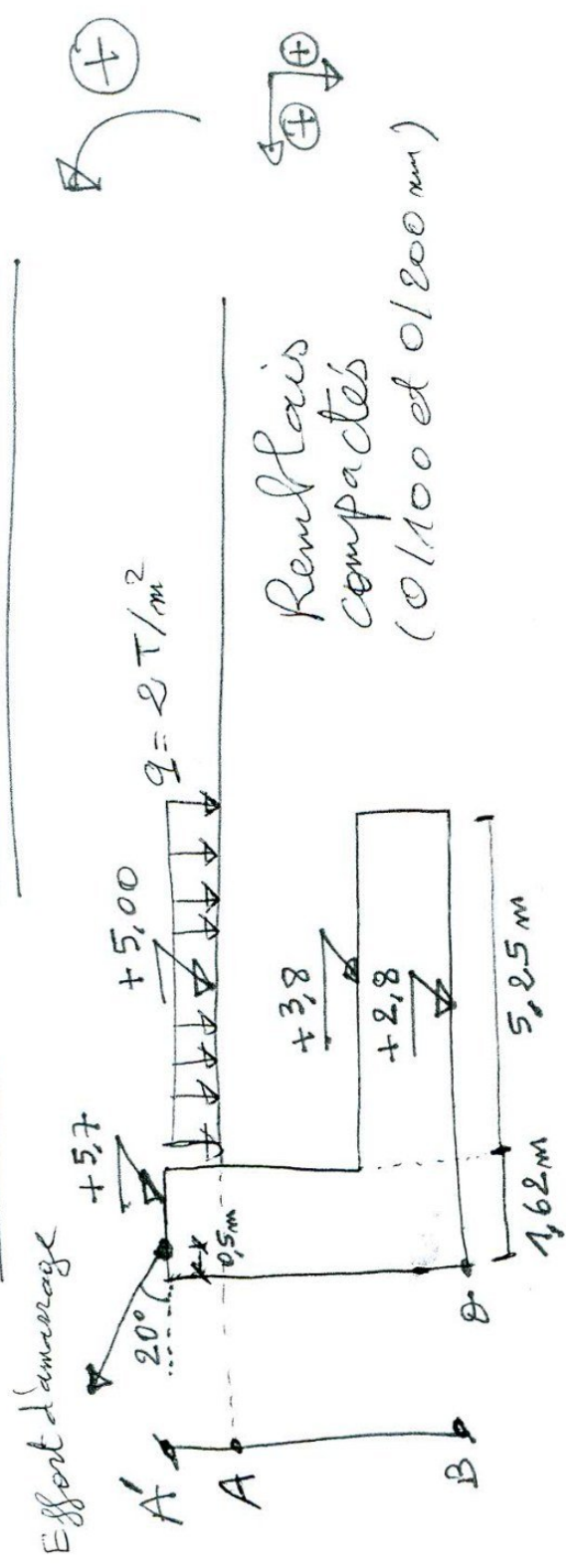
- La poutre de couronnement est soumise aux actions suivantes :
 - Son poids propre ;
 - Le poids du remblai compacté sur la chaise (la partie horizontale de la poutre) ;
 - La poussée du remblai derrière ;
 - L'effort d'amarrage ;
 - La poussée due à la surcharge d'exploitation.
- Poids volumique du béton armé : 2.45 t/m³
- Poids volumique du béton : 2.35 t/m³ ;
- Poids volumique du remblai compacté: 2.2 t/m³ ;
- La valeur caractéristique de l'angle de frottement du remblai compacté (0/100mm et 0/200mm) est $\varphi' = 35^\circ$
- La poussée du remblai compacté (0/100mm et 0/200mm) est supposée totalement horizontale et le coefficient de la poussée sera calculée par la formule simplifiée suivante : $K_a = \tan^2(\pi/4 - \varphi'/2)$;
- L'inclinaison de l'effort d'amarrage est prise égale à 20° par rapport à l'horizontale ;
- Charge d'exploitation appliquée au-dessus des remblais compactés supposée uniformément répartie sur toute la surface de la poutre de couronnement du quai : $q = 2T / m^2$.
- La longueur totale du quai est de 200ml ;
- L'effort d'amarrage est appliqué à une distance de 0,5m par rapport au point de renversement « O » ;
- Effort d'amarrage est de 5T/ml.

N.B :

- Le calcul se fera pour un ml de la poutre ;
- La poussée des remblais compactés et celle due à la charge d'exploitation seront supposées appliquées sur l'écran [AB] (voir annexe 2) ;

- 1) Calculer le poids propre de la poutre de couronnement en T ;
- 2) Calculer le poids propre du remblai sur la chaise de la poutre en T ;
- 3) Calculer la composante horizontale de l'effort d'amarrage en T ;
- 4) Calculer la composante verticale de l'effort d'amarrage en T ;
- 5) Calculer le coefficient de la poussée ;
- 6) Calculer la poussée due aux remblais compactés en T ;/.....

Annexe 2: poutre de couronnement



- 7) Calculer la poussée due à la surcharge d'exploitation en T ;
- 8) Déduire l'effort global vertical ;
- 9) Déduire l'effort global horizontal ;
- 10) Déterminer la distance du centre de gravité G de la poutre de couronnement au point de renversement O ;
- 11) Déterminer la distance du centre de gravité du poids du remblai sur la chaise de la poutre au point de renversement O ;
- 12) Déterminer la distance du centre de gravité de la poussée due aux remblais compactés au point de renversement O ;
- 13) Déterminer la distance du centre de gravité de la poussée due à la surcharge d'exploitation au point de renversement O ;
- 14) Déterminer la distance du point d'application de la composante horizontale de l'effort d'amarrage au point de renversement O
- 15) Calculer le moment stabilisateur en T.m ;
- 16) Calculer le moment moteur (renversant) en T.m ;
- 17) Justifier l'état de la stabilité de la poutre vis-à-vis du glissement plan ;
- 18) Justifier l'état de la stabilité de la poutre vis-à-vis du renversement ;

Pour le reste de l'exercice, les calculs concerneront tout le linéaire du quai

- 19) Calculer le volume total du béton de la poutre de couronnement ;
- 20) Donner l'estimation de la construction de la poutre de couronnement en béton armé tout en sachant que :
 - Le ratio de l'acier dans une poutre de couronnement est de l'ordre de $70\text{Kg}/\text{m}^3$;
 - Le prix unitaire du béton est 1100 dirhams pour le m^3 ;
 - Le prix unitaire de l'acier est 12 dirhams pour le Kg.
- 21) La côte finale de la poutre de couronnement est arasée à +5,7m et celle du remblai est à +5m, cette différence de cotes sera remplie par la chassée. Rappeler les différentes étapes à suivre pour le dimensionnement du réseau d'assainissement de cette chaussée vis-à-vis des eaux pluviales et les ouvrages éventuels à prévoir à cet effet.

Fin de texte.

Annexe 1

