

CONCOURS DE RECRUTEMENT DES INGENIEURS d'ETAT

Option : Génie civile / Hydraulique

Session de septembre 2013

Durée : 3heures

Documents non autorisés

Calculatrice autorisée

Réponse obligatoirement sur la feuille d'examen

I- Question de cour

Hydraulique :

- 1) Quels sont les deux types d'écoulement en hydrauliques. (0.25 point)
- 2) Les forces qui agissent sur un volume fini de fluide sont de deux types, les quelles ? pour chaque type donner un exemple de force. (0.25 point)
- 3) Le nombre d'Euler est le rapport entre les forces d'inerties et les forces de pressions: vrai ou faux. (0.25 point)
- 4) Le Nombre de Reynolds est le rapport entre les forces d'inertie et les forces de viscosités : vrai ou faux ? (0.25 point)
- 5) Le nombre de Reynolds permet de distinguer le régime laminaire et turbulent. vrai ou faux ? (0.25 point)
- 6) Définit le nombre de Froud. (0.25 point)
- 7) La pression d'un fluide en un point est la même dans toutes les directions " vrai ou faux (0.25 point)

Hydratation de ciment

- 8) Définir l'hydratation du ciment. (0.25 point)

Altérabilité

- 9) Le mortier et le béton peuvent être plus ou moins altérés ou même désagregés par des divers agents agressifs. Citer au moins deux types d'eau agressive. (0.25 point)
- 10) Pour les travaux à la mer quel type de ciment recommander vous ? (0.25 point)

Granulats

- 11) Classer par ordre croissant ou décroissant, selon leur diamètre les granulats suivants (0.25point)

Sable -silt -argile – gravillons- cailloux- grave- ballaste

Granulométrie

- 12) Décrire l'essai granulométrique et tracer une courbe granulométrique théorique. (0.25point)
- 13) Dessiner deux courbes granulométriques l'une continue et la deuxième discontinue (0.25point)

Vous pouvez choisir (pour répondre à ces deux questions) le sable comme granulat (sable fin, moyen et grossier)

Forme des granulats

- 14) La forme d'un granulat est défini par :

Sa Longueur : L ; son Epaisseur ; E et sa Grosseur : G, qui correspond à la dimension de la maille carrée minimale au travers de laquelle passe le granulat (élément).

Définir le coefficient d'Aplatissement A d'un granulat (0.25 point)

Propreté

La norme exige que le granulat doive être propre. L'essai de propreté consiste à prendre une quantité de matériaux non lavé, on le dessèche et on le pèse soit $P_1 = 2525g$; puis on le lave de manière à éliminer les impuretés et on arrête lorsque l'eau devient claire, on dessèche à nouveau et on pèse et on trouve $P_2 = 2480g$.

- 15) Calculer la masse des impuretés. (0.25 point)
- 16) Conclure pour ce matériau (0.25 point)

Propreté de sable

- 17) Définir l'essai dit « l'équivalent de sable » (0.25 point)
- 18) Donner l'équivalent de sable minimal pour un sable de concassage destiné au béton de résistance inférieur à 30MPa (0.25 point)

Masse spécifique, masse volumique et densité

Une caisse de volume $V=1\text{m}^3$ est pleine de gravier dont la masse nette est de 1520Kg : les grains constitutants occupent un volume réel $V_0=0,600\text{m}^3$ (volume matière solide) .

- 19) Calculer le volume des vides entre les grains (0.25 point)
- 20) Calculer la masse volumique (0.25point)
- 21) Calculer la masse spécifique (0.25 point)
- 22) Donner sa densité apparente (0. 5 point)
- 23) Donner sa densité absolue (0. 25 point)
- 24) Donner la porosité de ce granulat (0. 25 point)

Béton

Définir les qualités suivantes du béton :

- 25) Ouvrabilité (0.25 point)
- 26) Résistance (0.25 point)
- 27) Donner un essai simple de chantier qui permet de qualifier l'ouvrabilité du béton (0.25 point)
- 28) Donner deux essais de mesures des résistances. (0.25 point)

Dosage minimale en ciment

Le dosage minimal en ciment est fixé à :

$C \geq 550/D^{1/5}$ si environnement d'agressivité moyenne

$C \geq 700/D^{1/5}$ si environnement agressive

D dimension maximal des granulats

- 29) Donner la variation du dosage minimal du ciment en Kg par mètre cube, lorsque le diamètre D du granulat varie de 16 à 50mm. (0.25 point)
- 30) Donner le dosage minimal du ciment en Kg par mètre cube, pour un granulats 16/31,5 mm. (0.25 point)

Etude de Béton

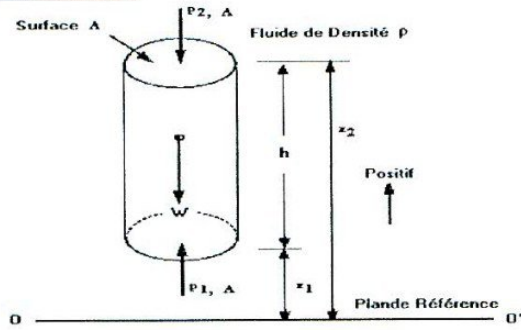
- 31) Définir l'essai d'étude du béton (0.25 point)
- 32) Définir l'essai de convenance (0.25 point)
- 33) L'essai d'écrasement d'éprouvettes de béton permet de déterminer : (0.25 point)
 - a. la résistance du béton à la traction ;
 - b. le retrait du béton ;
 - c. la résistance du béton à la compression ;
 - d. L'imperméabilité du béton.
- 34) Les aciers tors ont l'avantage par rapport aux aciers doux : (0.25 point)
 - a. d'augmenter la résistance à la compression du béton armé ;
 - b. d'améliorer l'adhérence béton - acier ;
 - c. d'assurer l'enrobage des aciers ;

- 35) affecter les caractéristiques ou les essais suivant le tableau ci-après : (0.25 point)

Essais ou caractéristiques	granulat	Béton ou ciment
Chaleur d'hydratation		
Réaction alcali-granulats		
Granulométrie		
Rapport E/C		
Los Angeles		
Matière organique		
Resistance à 28 jours		

- 36) citer trois essais au laboratoire (0.25 point)
- 37) Citer trois essais in situ (0.25 point)
- 38) Si le sol en place est meuble quel essai de préférence in situ recommandez-vous ? (0.25 point)
- 39) Citer deux techniques de reconnaissances géophysiques (0.25 point)
- 40) Les reconnaissances ont montré que le sable en place présente une épaisseur importante, quel phénomène lié au comportement de sable peut on risquer en cas de séisme (0.25 point)

HYDRAUSTATIQUE



Soit l'élément ci-dessus d'un fluide de masse spécifique ρ , en équilibre, représentant une colonne verticale de section transversale constante A . Considérons 2 sections situées à des distances Z_1 et Z_2 par rapport à un plan de référence OO' .

Soient P_1 et P_2 les pressions dans ces 2 sections.

- 41) Calculer la variation de pression $P_1 - P_2$ (0.50 POINT)
- 42) Dédurre la loi de la statique des fluides (0.50 POINT)
- 43) l'expression : $P/\rho g + Z$, est appelée : Charge totale : vrai ou faux (0.50 POINT)
- 44) l'expression $P/\rho g$ est appelée hauteur piézométrique : vrai ou faux (0.50 POINT)
- 45) Si $P_{atm} + \rho gh$ est inférieure à P_{atm} : alors, il se crée alors une dépression dont la hauteur h correspondante, est appelée " Hauteur du Vide ? " ou « hauteur piézométrique négative » ? préciser votre réponse (0.50 POINT)
- 46) Soit la loi : $P/\rho g + Z = Cte = E_p$ si on multiplie par m l'équation, on obtient les termes suivants :
 - mZ
 - $mP/\rho g$
 - mE_p

Quel terme signifie l'énergie potentielle de position et lequel signifie l'énergie potentielle de pression ? (0.50 POINT)

47) Sachant que la pression effective est $p = \rho g h$; Quelle serait la hauteur manométrique donnée pour mesurer une pression $P = 120 \text{ kN/m}^2$:

a.- Dans le cas d'un manomètre à eau

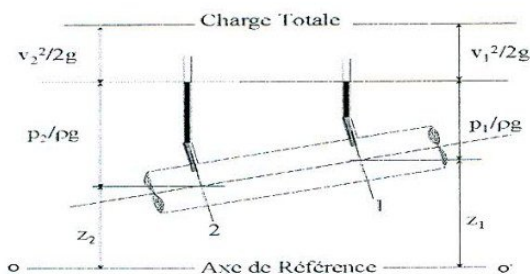
b.- Dans le cas d'un manomètre à Mercure

1) on donne la masse volumique de l'eau = 1000 kg/m^3 et de mercure = 13546 kg/m^3 (0.50 POINT)

DYNAMIQUE DES FLUIDES

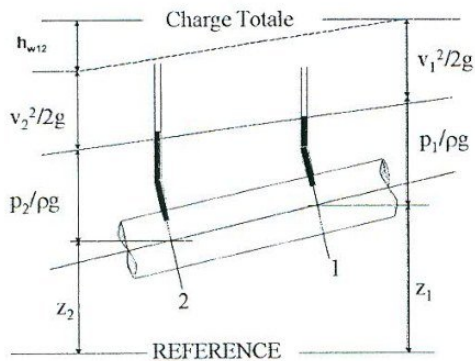
Cas de fluide parfait

Soit la figure ci-après :



48) Dédurre de la figure ci-dessus l'équation d'écoulement de Bernoulli. (0.50 POINT)

49) Dédurre de la figure ci-dessous l'équation d'écoulement de Bernoulli en cas de fluide réel. avec h_{w12} : Perte de charge totale entre les sections 1 et 2. (0.50 POINT)



HOULE

La houle est produite par l'action du vent sur la surface de l'eau de mer, dans des conditions telle que l'agitation produite tend à devenir une onde à deux dimension en donnant une houle régulière et cylindrique.

50) Définir par un schéma le profil type de la houle cylindrique en indiquant son amplitude ($H/2$), sa période (T), sa longueur d'onde (L) et en précisant les unités de mesure de chaque paramètre. (0.50 point)

51) Définir la cambrure μ et donner la relation entre μ , L et H (0.50 point)

52) Définir la célérité C et donner la relation entre C , T et L (0.50 point))

53) Les équations du mouvement de cette onde doivent satisfaire aux équations générales de l'hydrodynamiques pour un fluide parfait. Les solutions analytiques de ce problème ont conduit aux résultats ci-après :

– la période et la longueur d'onde sont reliées par la relation :

$$L_0 = gT^2/2\pi \text{ en eau profonde et } L = \frac{gT^2}{2\pi} \cdot \tanh(2\pi d/L) \text{ en eau intermédiaire}$$

Ces deux formule permet de déduire L dont la mesure est toujours délicate par rapport à T qui est plus facilement réalisable et plus précise. Sachant que $T=7s$ et $d=15m$. Calculer L_0 En eau profonde et L en eau intermédiaire. (0.50 point)

Calcul d'un quai poids

Le quai constitué de blocs en béton, est calculé comme un mur de soutènement. Pour les données ci-dessous vérifier la stabilité du mur quai :

Poids spécifique des terres $\Delta = 1600 \text{ Kg/m}^3$

Angle de frottement naturel des terres $\Psi = 35^\circ$

Surcharge sur le terre-plein $q = 800 \text{ Kg/m}^2$

Contrainte admissible sur le sol de fondation $p_a = 2 \text{ Kg/cm}^2$

Coefficient de frottement maximal sur le sol : $f = 0,40$

La nappe d'eau est à 1m sous le niveau du terre plein

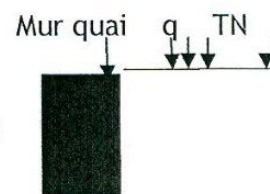
La hauteur h du mur de quai est de 6m

γ_H : Poids spécifique de l'eau salé $= 1.025 \text{ t/m}^3$

γ_s : Poids spécifique des blocs en béton $= 2,40 \text{ t/m}^3$

Calcul des actions sur le mur

54) Calcul de la valeur de la poussée des terres P (0.75 point)



A

La poussée active p_a des terres à une hauteur h , à partir du terrain naturel, sur le mur de quai est $p_a = K_a \cdot \Delta \cdot h$

Avec K_a est le coefficient de poussée active en équilibre de Rankine tel que : $K_a = \tan^2 (\pi/4 - \Psi/2)$.

- Donner la distribution de la poussée p_a des terres sur le quai (sur un graphe)
- Calculé sa valeur totale P_a (résultante)
- Déterminer le point d'application de la poussée totale P_a sur le quai

55) Calcul de la valeur de la poussée due à la surcharge q de terres pleines sur l quai. (0.75 point)

La poussée due au surcharge q du remblai est donnée par : $p_q = K_a \cdot q$.

- Donner la distribution de la poussée p_q due à la surcharge des terres sur le quai.
- Calculé sa valeur totale Q (résultante).
- Déterminer le point d'application de Q sur le quai

56) Calcul du poids du mur (0.75 point)

Le mur est constitué d'une pile de blocs en béton parallélépipédiques de hauteur 2 m, largeur de 2 m et longueur de 4 m

Donner le poids total P du mètre linéaire du quai

Déterminer le point d'application du poids total P , en supposant que les blocs sont posés sur le sol et arrimés les uns sur les autres dans le sens de la longueur.

Nous étudieront la stabilité du mur et nous déterminons les contraintes sur le sol. Nous négligeons la poussée hydrostatique compte tenu que celle -ci existe de part et d'autres du quai et que le marnage est négligeable.

57) Cas sans surcharge (0.75 point)

Calculer le moment des forces stabilisatrices M_s dû aux charges verticales par rapport au A : arrête extérieure du mur

Calculer le moment des forces de renversement dû à la poussée P_a

Donner le coefficient de sécurité au renversement

Donner le point de passage de la résultante des charges verticales par rapport à l'arrête A

58) Avec la surcharge (0.50 POINT)

La surcharge est majorée de 20%

Donner le moment de renversement dû aux poussées P_a et Q

Donner le moment stabilisateur dû aux charges verticales

Donner le coefficient de sécurité au renversement

Donner le point de passage de la résultante des charges verticales par rapport à l'arrête A

Fait le :