



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
TRAVAUX PUBLICS

SESSION 2012

EPREUVE E.4

ETUDE DES OUVRAGES

SOUS-EPREUVE : U.42

TECHNOLOGIE DES CONSTRUCTIONS

CORRECTION

Base Nationale des Sujets d'Examens du Réseau Canopé
Réseau Canopé
L'enseignement professionnel

CORRECTION U42 SESSION 2012 : PONT SUR L'AUDE

1) ETUDE 1 : DOSSIER GEOTECHNIQUE

1.1) Qu'est ce que le phénomène de consolidation des sols et quelles conséquences peut il y avoir sur l'ouvrage ? Dans notre cas devons nous prendre en compte ce phénomène ?

Le phénomène de consolidation des sols est le fait que ce dernier se soit tassé sous l'action d'un chargement (parfois important) au cours de son histoire. En se consolidant, son indice des vides a diminué.

Suivant son état de consolidation, un sol pourra se tasser du moment que l'on rajoute une surcharge comme un remblai ou un ouvrage d'art. Sous les charges qui lui sont appliquées, il se tassera donc, avec des amplitudes qui peuvent aller de quelques millimètres à quelques mètres. Il faut donc évaluer ces tassements avant la conception de l'ouvrage et en tenir compte au moment de la réalisation.

Dans notre cas, le rapport géotechnique nous indique que le risque est limité si on met en place un système de drainage, la durée d'un mois étant courte étant donnée la durée d'un tel chantier.

1.2) A partir de l'extrait du rapport géotechnique (DT4 et 5) sur un sondage réalisé aux abords de l'ouvrage, donner les significations des grandeurs suivantes :

- E le module pressiométrique (E_p) : Il sert à calculer les tassements du sols.
- Pf la pression de fluage (P_f) : à partir de laquelle les tassements différés prennent une valeur importante par rapport aux tassements instantanés.
- PI la pression limite (P_l) : résistance du sol à la rupture. Intervient donc pour le calcul de la stabilité des fondations.

1.3) Quel type d'appareillage vous permet de réaliser ces mesures. Présentez à l'aide de schémas le matériel ainsi qu'une rapide description du mode opératoire.

Le pressiomètre Ménard permet de faire les mesures précédentes.

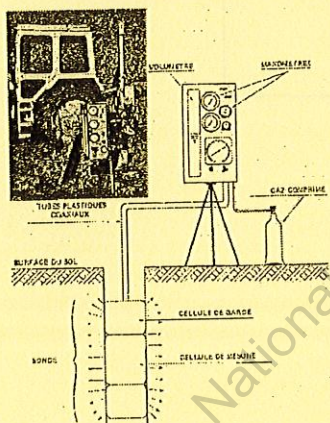
Il est composé :

- d'une sonde composée d'une cellule centrale gonflée à l'eau et de deux cellules de garde, avec du gaz.
- d'une unité de contrôle abritant tous les régulateurs et toutes les soupapes de pression nécessaires pour diminuer et contrôler la pression appliquée à la cellule. Le boîtier contient également un réservoir qui alimente en eau la cellule de mesure. Les variations de volume durant un essai sont lues sur un tube gradué.
- d'une tubulure coaxiale reliant la sonde à l'unité de contrôle.

Il est nécessaire de souligner que les essais pressiométriques ne peuvent avoir de signification que si les avant-trous ont été exécutés d'une manière impeccable.

Pour leur réalisation, différents outillages sont utilisés:

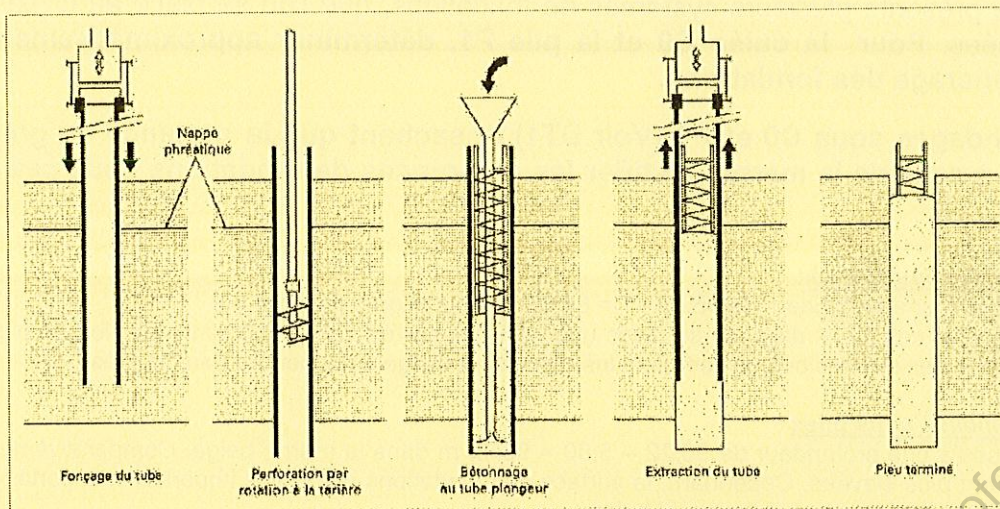
- tarière,
- tube battu ou vibro-foncé,
- taillant de wagon-drill
- outil plein manœuvré en rotation.



2) ETUDE 2 : LES FONDATIONS

2.1) Pour la réalisation des fondations des culées de l'ouvrage, la technique utilisée est celle des pieux forés tubés. Dans le cas de notre projet, pourquoi avons nous choisi ce type de fondation ? Définir un mode opératoire de réalisation sur la culée rive gauche.

Type de pieux	Techniques	Type de sols
<u>Pieux forés tubés</u>	Même principe mais l'excavation est soutenue par un tubage provisoire foncé par vibration ou battage .(chaque 2 à 3 m, on vide le tube)	Sols non cohérents
	Tube encastré de quelques décimètres dans le substratum.	Sols immergés
	Tube récupéré par extraction au fur et à mesure du bétonnage ou volontairement abandonné (protection contre agents agressifs du sol, anti-abrasion)	



Tubage par battage avec un mouton (ici emploi d'une tarière)

2.2) Afin de contrôler la qualité de réalisation des pieux, quelles sont les techniques pouvant être utilisées ? Faire un bref descriptif de chacune de ces techniques ?

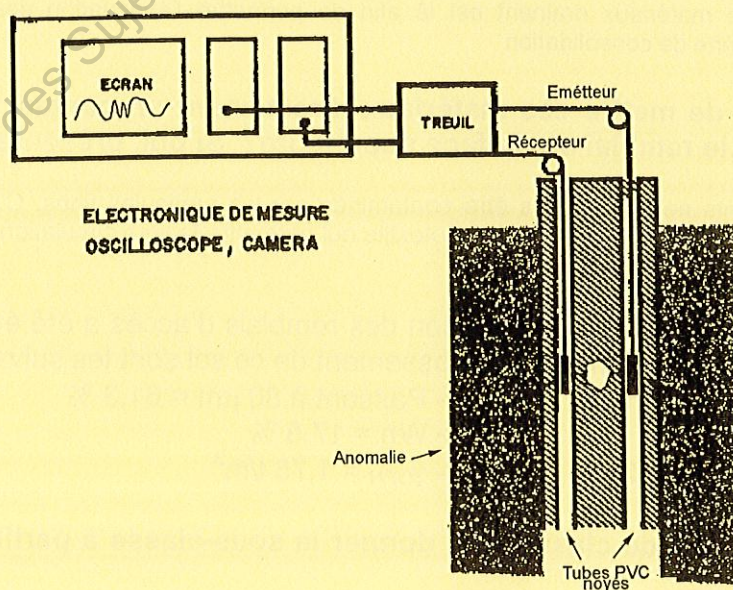
Contrôle en cours de bétonnage :

La quantité de béton réellement mise en œuvre est comparée en permanence avec la quantité théorique attendue pour une profondeur donnée.

- La mesure de profondeur se fait simplement avec une masse plate mise au bout d'une ficelle.
- La mesure de la quantité de béton mise en œuvre peut être évaluée simplement par le nombre de toupies livrées.

Contrôle après durcissement par auscultation sonore :

1. Au moins deux tubes plastiques - dont les extrémités ont été obturées – sont noyés dans le béton du pieu.
2. Après durcissement, un émetteur sonore est descendu dans le premier tube pendant qu'un récepteur descend à la même vitesse dans le deuxième tube.
3. A une profondeur donnée, la mesure de la transmission sonore à travers le béton du pieu donne une idée de la qualité du béton (vides, occlusion de terre ou de boue, densité générale).



2.3) Cet ouvrage présente plusieurs systèmes de fondations, que l'on se place au niveau des piles ou des culées. **Pour la culée C0 et la pile P1, déterminer approximativement les profondeurs d'ancrage des fondations.**

A partir des sondages sous C0 et P1 (Voir DT1) et sachant que la portance du grès est très supérieure à celle de la marne, justifier les différences de fondations sous ces deux appuis.

Profondeur des pieux sous culées :

Elles descendent jusqu'à une profondeur de $95,89 - 7 = 88,89$ m dans le grès gris très dur
Il est nécessaire d'ancrer ces pieux dans un sol avec une portance élevée car la contrainte en pied de pieux est importante. La portance des marnes beiges semblent insuffisante et oblige à descendre dans le grès.

Profondeur des semelles sous piles :

Elles descendent jusqu'à une profondeur de $96,22 - 5,80 = 90,42$ m dans la marne beige. Comparativement à la culée, les charges sont plus élevées. Cependant, la surface des fondations étant plus importante, la portance des marnes a du être suffisante vis-à-vis du bureau d'études.

2.4) Concernant la réalisation des fondations superficielles, **quelles précautions doit-on prendre afin de pouvoir réaliser ces dernières sachant que les sols sont très perméables?**

La réalisation des fondations superficielles se déroule tout près du lit de la rivière en dessous du niveau des plus hautes eaux. Il en résulte donc qu'il faut se prémunir des crues éventuelles. Aussi afin de réaliser ces fondations à sera nécessaire de créer un batardeau.

Palplanche, matériel de mise en place (au choix du candidat), niveau de recépage au dessus du NPHE.
Plusieurs élévations et une vue en plan.

3) ETUDE 3 : REMBLAI / TERRASSEMENT

3.1) **Quelle est l'utilité de cette zone de 100 cm de matériaux drainant ?**

Cette zone de 1m de matériaux drainant est là afin de permettre l'évacuation des eaux en cas de crue et d'améliorer le phénomène de consolidation

Y a-t-il un risque de mettre ces matériaux directement en contact avec le sol en partie inférieure et avec le remblai sur la face supérieure? Si oui, présenter une solution

Ces matériaux drainants ne doivent pas être contaminés par les particules fines. C'est pour cette raison qu'ils seront enfermés dans une « chaussette » en géotextile qui permettra la libre circulation de l'eau tout en protégeant les matériaux graveleux.

3.2) Le sol à disposition pour la réalisation des remblais d'accès a été étudié en Laboratoire, et les données principales permettant le classement de ce sol sont les suivants :

- | | |
|------------------------|--|
| - $D_{max} \leq 50$ mm | - Passant à $80 \mu\text{m} = 61,3$ % |
| - VBS = 3,2 | - $W_n = 17,5$ % |
| - $W_{OPN} = 17,2$ % | - $\gamma_{OPN} = 1,75$ t/m ³ |

Vérifier que le sol est de classe A et donner la sous-classe à partir des extraits du GTR (DT5).

$D_{max} \leq 50\text{mm}$, Passant à $80 \mu\text{m} = 61,3\%$ et VBS = 3,2 donc **A2**

$0,9 W_{OPN} \leq W_n \leq 1,1 W_{OPN}$ donc **A2m**

3.3) A partir du « rappel des différents types de PST » (DT 6.3), classer la PST et l'arase obtenues sur ce remblai traité.

Nous avons un matériau A2m donc minimum une PST 2. Zone en remblai

De plus, le rapport du laboratoire nous confirme la classe de l'arase AR2.

Donc : PST3 AR2

3.4) Vous avez à votre disposition sur le parc matériel, deux compacteurs de type V3. Définir les paramètres de compactage du matériau en remblai à l'aide des documents issus du GTR (DT6.1 et 6.2). Nous considérerons des conditions météorologiques moyennes. Donner la définition de ces paramètres.

Dans le cas d'une météo moyenne le tableau des conditions d'utilisation des matériaux en remblais nous demande un compactage moyen (code 2)

Ainsi compactage moyen + sol A2 + compacteur V3 nous donne 6 passes à 2 km/h et des épaisseurs de 30 cm.

3.5) Concernant la couche de forme, cette dernière subira un traitement chaux + ciment. Quel est l'intérêt de ce traitement ? Donner l'ordre de grandeur de dosage de ces deux types de liants en %.

Dans le cas où le sol est humide (on préconise la chaux) et peu argileux (on préconise le ciment), on utilise d'abord la chaux à faible dose (1 à 2 %) et ensuite le ciment, ces liants ayant une action complémentaire.

Le traitement préalable à la chaux par son action immédiate amène le sol à un état optimal pour le traitement ciment. De plus, à long terme, la chaux insensibilise les argiles aux variations de la teneur en eau.

Liant fort, le ciment rigidifie rapidement le sol de manière irréversible mais si il y a rupture de l'horizon traité, il n'y a pas de nouvelle prise.

On utilise des ciments de classe 45 qui sont les moins chers. Les doses varient de 3,5 à 7 % du poids de sols se à traiter.

3.6) Après réalisation des remblais (avec traitement à la chaux) et de la couche de forme (chaux + liant hydraulique) suivant les prescriptions du GTR (DT 6.4), donner la qualité de la plate-forme PF espérée.

La Plate-forme PF obtenue doit être en PF3 d'après de DT 6.4 « conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme »

4) ETUDE 4 : LANCAGE DU TABLIER

4.1) Sur le document réponse DR1, en faisant un schéma légendé, proposez un système permettant le lançage de la structure par treuils.

VOIR DR1

4.2) En observant la « Répartition de matière » (DT2), pouvez vous expliquer le problème qu'il va falloir gérer lors du lançage?

Le problème vient du fait que de part la variation de section au niveau du tronçon B il va falloir dégager un passage suffisant en hauteur. Pour cela nous lancerons le tablier 1m plus haut.

4.3) À la fin du lançage, expliciter la méthode et le matériel permettant de mettre cette ossature sur ses appuis définitifs. Proposer une coupe verticale sur la pile permettant d'illustrer vos propos.

Il convient de descendre cette ossature qui repose à la fin du lançage sur les chaises à galets + un certain nombre de cales.

Il est prévu à chaque appui des zones de vérinage qui vont permettre de placer des vérins qui vont soulever légèrement la structure de manière à pouvoir ôter les chaises à galets et les cales.

Dans le cas où la course du vérin n'était pas suffisante il faudra caler ce dernier et faire l'opération en parties.

La mise en contact avec les appuis définitifs permet par la suite de sortir les vérins.

5) ETUDE 5 : L'ETANCHEITE DE LA DALLE

5.1) Compléter le schéma de la structure en positionnant correctement l'étanchéité, le drain, la chaussée, la bordure et la contre-corniche sur le document DR2.

VOIR DR2

6) ETUDE 6 : FERRAILLAGE CULEE

6.1) Compléter le document réponse DR3, en proposant un principe de ferrailage du mur garde-grève et du chevêtre. Réaliser le ferrailage en prenant bien soin d'intégrer le problème de la reprise de bétonnage du mur garde grève.

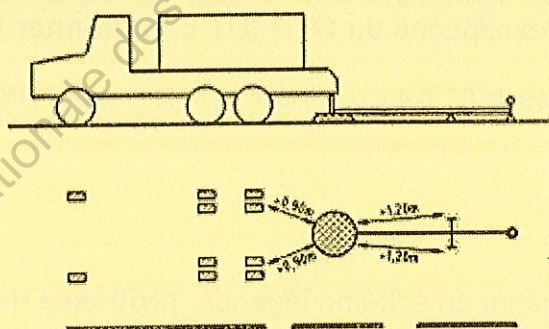
Pour une meilleure lisibilité du dessin, il est fortement conseillé d'utiliser des couleurs différentes pour distinguer le ferrailage de chaque zone.

VOIR DR3

7) ETUDE 7 : LA CHAUSSEE

Après le traitement des remblais d'accès, l'objectif est l'obtention d'un PF3.

7.1) Quel(s) essai(s) nous permettent de contrôler la plate-forme réalisée ? Présentez succinctement en vous aidant de schémas ces essais.



L'essai consiste à mesurer le déplacement vertical à la surface d'un sol situé à l'aplomb du centre de gravité d'une plaque rigide et chargée. Ce déplacement est appelé déflexion (e).

Appareillage :

Plaque rigide $\varnothing = 60\text{cm}$

Massif de réaction de 10 t.

Vérin + pompe hydraulique dotée d'un cadran indicateur de charge

Poutre Benkelman équipée d'un capteur de déplacement.

Essai :

Premier chargement à 7065 daN → Calcul EV1

Deuxième chargement à 5650 daN → Calcul EV2

Calcul du rapport EV2/EV1 traduisant la qualité de compactage

7.2) Une fois la PF3 validée, sachant que le trafic prévu est de 35 millions de Poids Lourds sur 30 ans. La structure de chaussée retenue est une EME2/EME2.

- Que signifient les sigles, BBSG, BBTM et EME ?

BBSG : Bétons Bitumineux Semi Grenus

BBTM : Bétons Bitumineux Très Minces

EME : Enrobés à modules élevés

- Déterminez la classe du trafic.

Trafic TC₆₃₀

- Déterminez les épaisseurs de couche de base, couches de fondation, et couches de surface préconisées à partir de l'extrait du catalogue des chaussées neuves (DT6.5).

Nous avons une PF3 + TC₆₃₀ donc :

2,5 cm de BBTM

6 cm de BBSG

9cm d' EME2 en couche de base

10 cm d' EME2 en couche de fondation

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

