

SESSION 2005

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
Spécialité Travaux Publics

EPREUVE E4

U 41 : MECANIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

*Aucun document autorisé.*

Matériel autorisé :  
calculatrice (circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999, BO n°42 du 25 novembre 1999)

Ce sujet comprend :

- un dossier documents techniques : DT1 à DT8
- un dossier sujet : page 1/8 à 8/8

ETUDES	INTITULES	PAGES	BAREME
Résistance des matériaux (120 pts)			
Etude 1	Ouvrage provisoire	questions 1.1 1.2 1.3	1 à 3 10 pts 20 pts 20 pts
Etude 2	Demi tablier	questions 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6	4 à 5 15 pts 15 pts 10 pts 10 pts 10 pts 10 pts
Béton armé (40 pts)			
Etude 3	Pile P2	questions 3.1 3.2	6 à 7 20 pts 20 pts
Fondation par pieux (40 pts)			
Etude 4	Pieux sous pile P2	questions 4.1 4.2	8 30 pts 10 pts

**TOTAL : 200 pts**

SESSION 2005

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

Spécialité Travaux Publics

EPREUVE E4

U 41 : MECANIQUE

DOSSIER SUJET

# ETUDE 1 : Vérification de l'ouvrage métallique provisoire

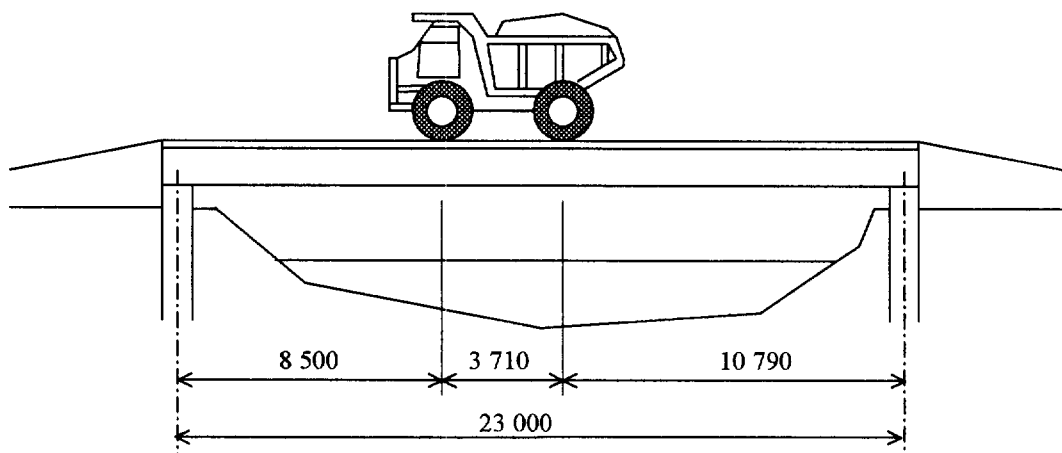
Pour permettre donc le franchissement du Maumont par les engins travaillant sur le chantier, il a été construit un ouvrage métallique provisoire (DT 1 et DT 2).

Cet ouvrage doit supporter le passage d'un tombereau de chantier d'un poids total en charge de 669 kN.

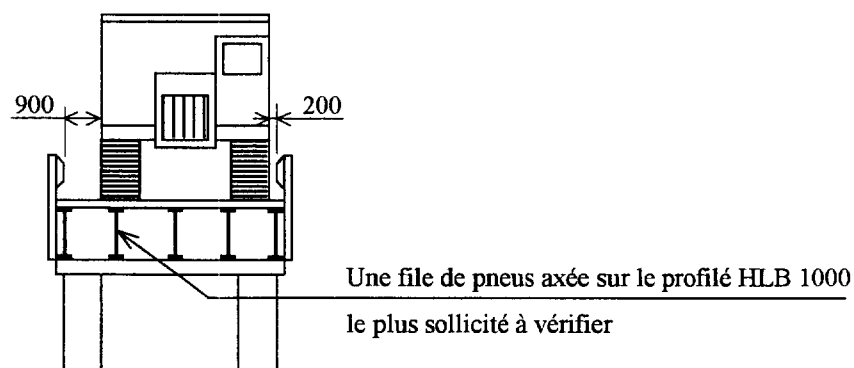
Nous allons procéder à la vérification en résistance et en déformation des poutres principales.

## Chargement de la travée :

On considérera le cas de charge le plus défavorable comme indiqué sur le schéma suivant :

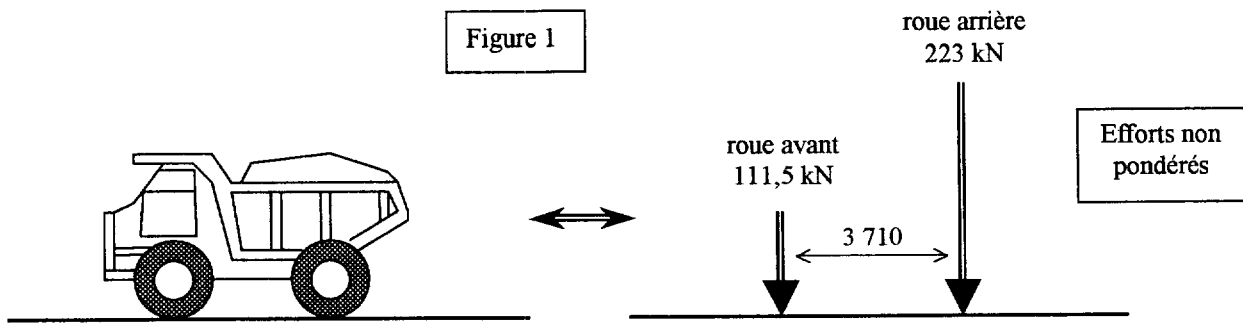


*Elévation simplifiée du tablier chargé par un tombereau*



*Coupe transversale sur tablier*

Charge d'exploitation Q transmise par le tombereau chargé à l'ouvrage provisoire :



A titre de simplification, on admet que pour le cas de charge le plus défavorable, la charge transmise par le pneu est entièrement reprise par le profilé.

1.1. Déterminer les charges permanentes reprises par le profilé HLB 1000 le plus sollicité.

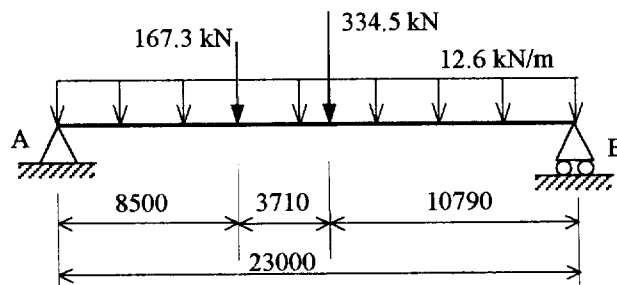
Données complémentaires :

- Poids volumique du béton armé : 25 kN/m<sup>3</sup>

Documents ressources :

- DT 2 et DT 6

1.2. Vérification en résistance du profilé HLB pour un cas particulier.



1.2.1. Justifier le schéma mécanique du profilé HLB 1000 le plus sollicité.

Données : Les calculs étant effectués aux ELU, les charges sont pondérées en utilisant la combinaison suivante :  $\frac{4}{3}g + \frac{3}{2}Q$

1.2.2. Tracer les diagrammes d'effort tranchant et de moment fléchissant le long du profilé HLB 1000 le plus sollicité. On prendra comme réaction sur l'appui A : 407 kN.

1.2.3. Vérifier que le moment fléchissant maximum est acceptable vis-à-vis du moment de plastification du profilé HLB.

Données : On prendra  $M_{max} = 3\,420$  m.kN.

Pour cela il faut vérifier que  $M_{max} \leq M_{pl}$ .

$M_{max}$  : moment fléchissant maximum le long du profilé HLB 1000

$M_{pl}$  : moment de plastification

$$M_{pl} = W_{pl} \cdot \sigma_e$$

Données complémentaires :

$$\sigma_e = 355 \text{ MPa}$$

Documents ressources :

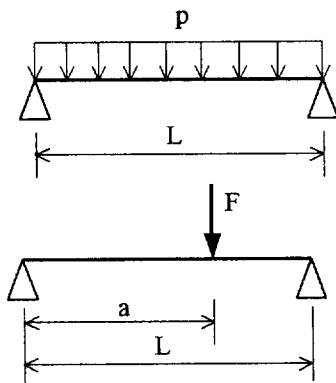
- DT 6

1.3. Vérification en déformation du profilé HLB.

Déterminer la valeur de la flèche maximale au milieu du profilé HLB 1000 le plus sollicité. Est-elle acceptable ?

Il faut vérifier que  $f_{\max} \leq \bar{f} = \frac{L}{200}$  (avec L : longueur totale de l'HLB).

Données : on considérera que la flèche maximum se trouve au milieu de la poutre.  
Le calcul sera mené aux ELS avec les charges g et Q non pondérées (voir figure 1)  
Module d'élasticité de l'acier :  $E_s = 210\,000 \text{ MPa}$



$$f_{\max} = f\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{5 \cdot p \cdot L^4}{384 \cdot E_s \cdot I}$$

$$f\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{F \cdot a}{2 \cdot E_s \cdot I} \left( \frac{L^2}{8} - \frac{a^2}{6} \right)$$

## ETUDE 2 : Détermination des contraintes dans un demi-tablier

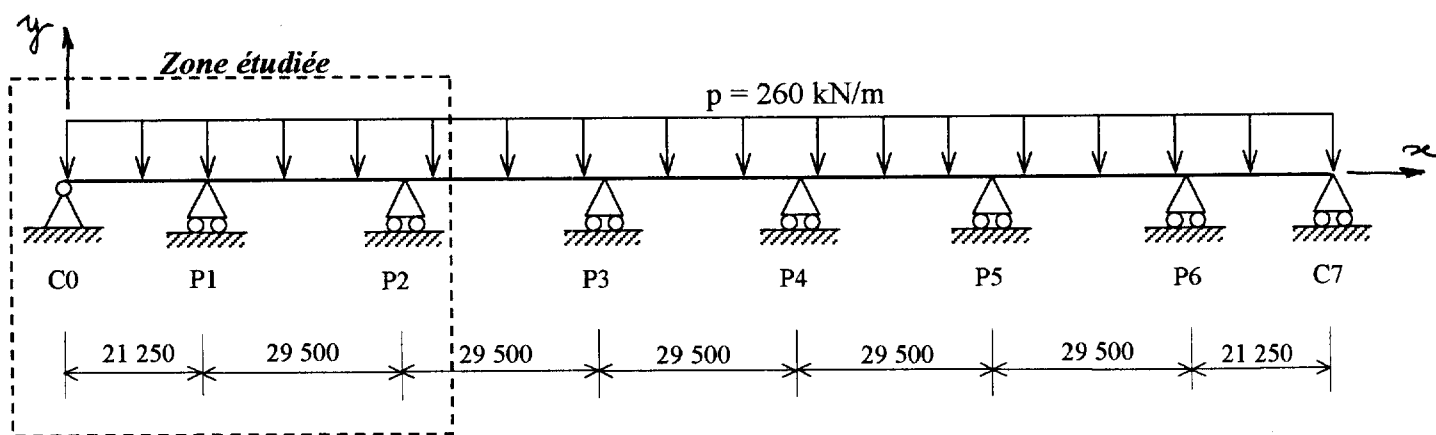
Le viaduc du Maumont est constitué d'un double tablier précontraint reposant sur 7 travées pour une longueur totale de 190 m.

L'objectif est de déterminer les contraintes normales dans un demi-tablier au droit de la pile P2 après la mise en tension des câbles de précontrainte définitive.

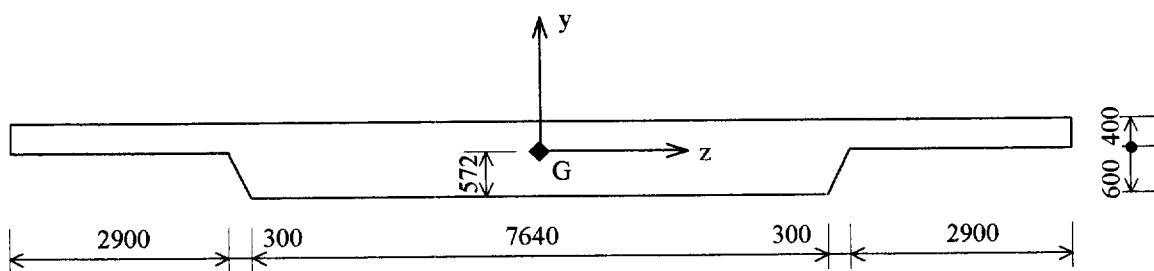
### Documents ressources :

- DT 3 et DT 4

### Schéma mécanique d'un demi-tablier aval



### Section d'un demi-tablier (figure simplifiée) :



2.1. Déterminer le moment  $M_{P1}$  sur l'appui P1.

Donnée : la valeur du moment au droit de la pile P2 :  $M_{P2} = -19\,360 \text{ m.kN}$

2.2. Tracer les diagrammes d'effort tranchant et de moment fléchissant le long des deux premières travées. Préciser les valeurs particulières.

2.3. Déterminer les actions de liaison aux appuis C0, P1 et P2.

Donnée : la valeur de l'effort tranchant au droit de l'appui P2 dans la travée P2-P3 est de - 3855 kN.

2.4. Calculer les valeurs de contraintes maximales de flexion dues au poids propre du demi-tablier au droit de la pile P2.

La valeur du moment quadratique du tablier est :  $I_{Gz} = 1,1 \text{ m}^4$ .

Voir le figure : section d'un demi tablier aval, page 4/8

2.5. On donne les valeurs des contraintes dues à la précontrainte définitive au droit de la pile P2 :

Tracer le diagramme de répartition des contraintes résultantes dues au poids propre et à la précontrainte définitive.

2.6. Conclure.

Données :  $\sigma_{\text{sup}} = - 6,5 \text{ MPa}$  (compression)

$\sigma_{\text{inf}} = + 1,9 \text{ MPa}$  (traction)

$\sigma_{\text{traction}} = 1,5 \text{ ft}28$

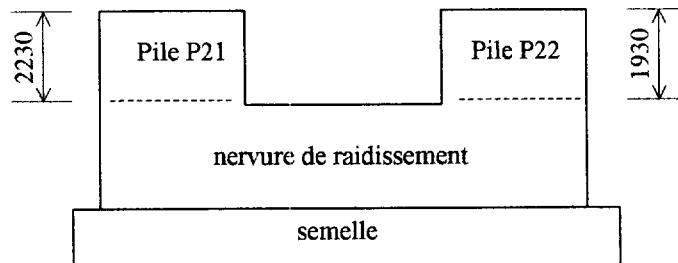
$\sigma_{\text{compression}} = \text{fc}28$

$\text{fc}28 = 30 \text{ MPa}$

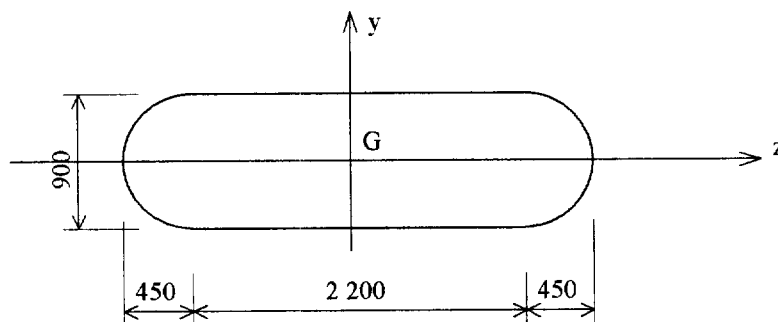


## ETUDE 3 : Détermination des armatures dans l'appui P2

On considère que l'appui intermédiaire P2 est en fait constitué de 2 piles (P21 et P22) de hauteur respectives 2230 et 1930 mm reposant sur une nervure de raidissement.



Section utile d'une pile P21 :



Documents ressources :

- DT 5 , DT 6 et DT 8

### 3.1. Calculs préliminaires

3.1.1. Calculer le rayon de giration d'une pile suivant l'axe Gz.

Données : Moment quadratique d'un cercle de diamètre D :  $I_{Gz} = \frac{\pi \cdot D^4}{64}$

Rayon de giration :  $i_z = \sqrt{\frac{I_{Gz}}{A}}$  avec I moment quadratique de la section et A l'aire de la section

3.1.2. Calculer l'élancement de la pile de plus grande hauteur (2230 mm) suivant l'axe Gz.

On prendra  $i_z = 0,252$  m.

Donnée : Elancement :  $\lambda = \frac{l_f}{i_z}$  avec  $l_f$  la longueur de flambement de la pile

Les piles sont libres en tête et encastées en pied (Art B832).

3.1.3. Calculer le coefficient  $\alpha$ .

Donnée : Plus de 50 % des charges sont appliquées avant 90 jours.

3.1.4. Calculer la valeur de la section réduite  $Br$  du poteau.

3.2. Calcul de la section des armatures longitudinales.

3.2.1. Calculer la section d'armature longitudinale à mettre en œuvre dans une pile.

Donnée :  $N_u = 8,2$  MN par pile

On prendra  $Br = 2,544$  m<sup>2</sup>.

Béton B30

Acier feE500

3.2.2. Proposer une solution de ferrailage à partir de barres HA 20.

Donnée : armatures transversales : cadre HA8

## ETUDE 4 : Détermination la capacité portante des pieux sous l'appui P2

L'étude porte sur la vérification de la capacité portante d'un pieu situé sous l'appui P2 en situation définitive à partir des caractéristiques mécaniques d'un sol déduites d'essais pressiométriques.

### Données :

pieu foré avec fiche de 12 m

### Documents ressources :

- DT 5 , DT 7

#### 4.1. Calcul du terme de pointe $q_u$ du pieu conformément au fascicule 62 :

- 4.1.1. Compte tenu de la géométrie de l'ouvrage et du niveau fini de la semelle de la pile P2, calculer la cote de profondeur de la pointe du pieu.
- 4.1.2. Le pieu étant considéré comme encastré dans le sol à partir la cote + 102,10, montrer que la hauteur d'encastrement ( $H_e$ ) du pieu est de 9,20 m.
- 4.1.3. Déterminer la pression limite équivalent ( $p_{le}$ ) à la base du pieu.
- 4.1.4. Déterminer le facteur de portance  $k_p$ .
- 4.1.5. En déduire le terme de pointe  $q_u$ .

#### 4.2. Déterminer la force portante du pieu à l'ELU.

Données : Terme de pointe du pieu :  $q_u = 8.2 \text{ MPa}$   
Frottement latéral unitaire constant sur tout le fût :  $q_s = 0,510 \text{ MPa}$   
Hauteur d'encastrement : 9,20 m  
Coefficient réducteur de valeur limite de résistance de pointe à l'ELU : 0,5  
Coefficient réducteur de valeur limite de frottement latéral à l'ELU : 0,75