

Session 2002

Brevet de Technicien Supérieur  
TRAVAUX PUBLICS

EPREUVE E4

U41 : MECANIQUE

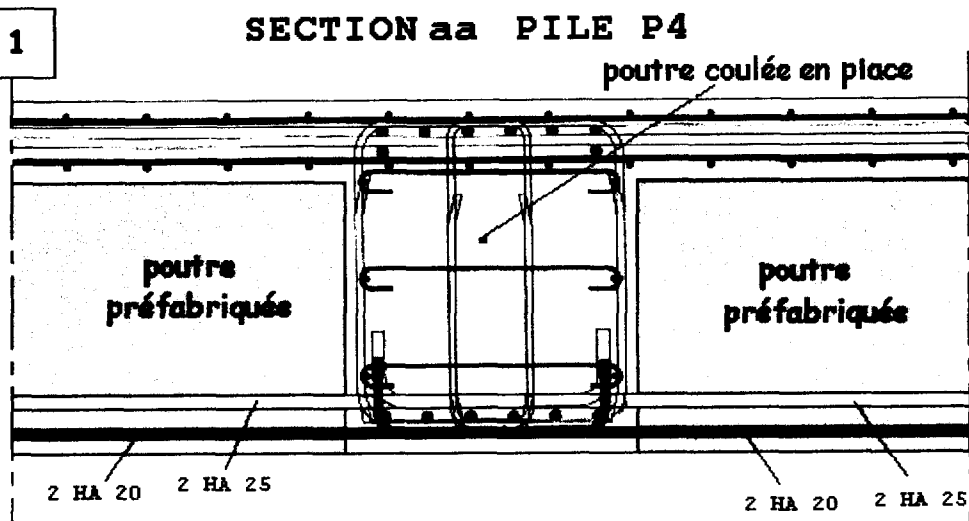
DOSSIER SUJET

**PREMIERE PARTIE : RESISTANCE DES MATERIAUX : ETUDE DU  
PROFILÉ HEB 600 DE LA PILE P4 POUR LA TRAVÉE P3-P4**

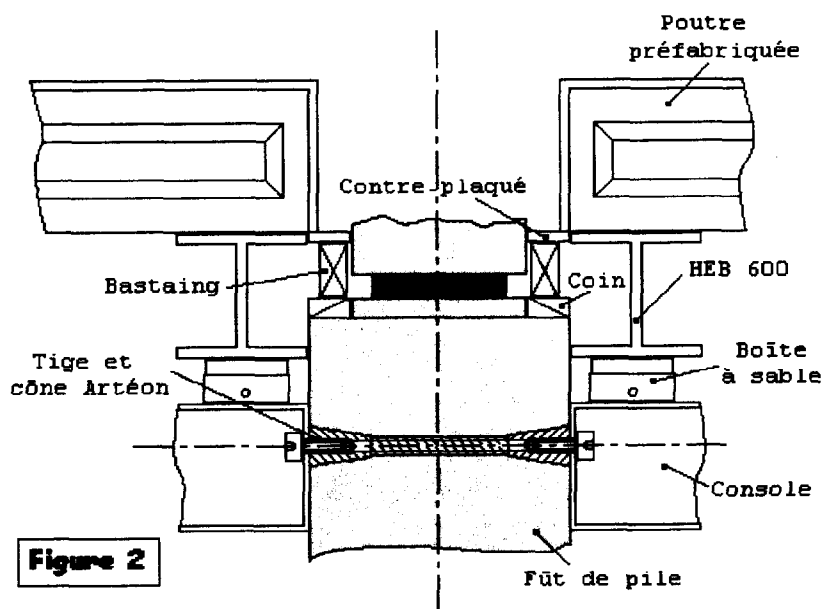
**MODE DE CONSTRUCTION PROPOSE PAR L'ENTREPRISE**

Au droit de chaque pile, la continuité de l'ouvrage est assurée par une poutre coulée en place (voir la figure 1 ci-dessous et DT 2). La largeur imposée par les conditions de bétonnage et de scellement des armatures rend impossible, en phase de réalisation, la mise en appui des poutres préfabriquées directement sur les piles.

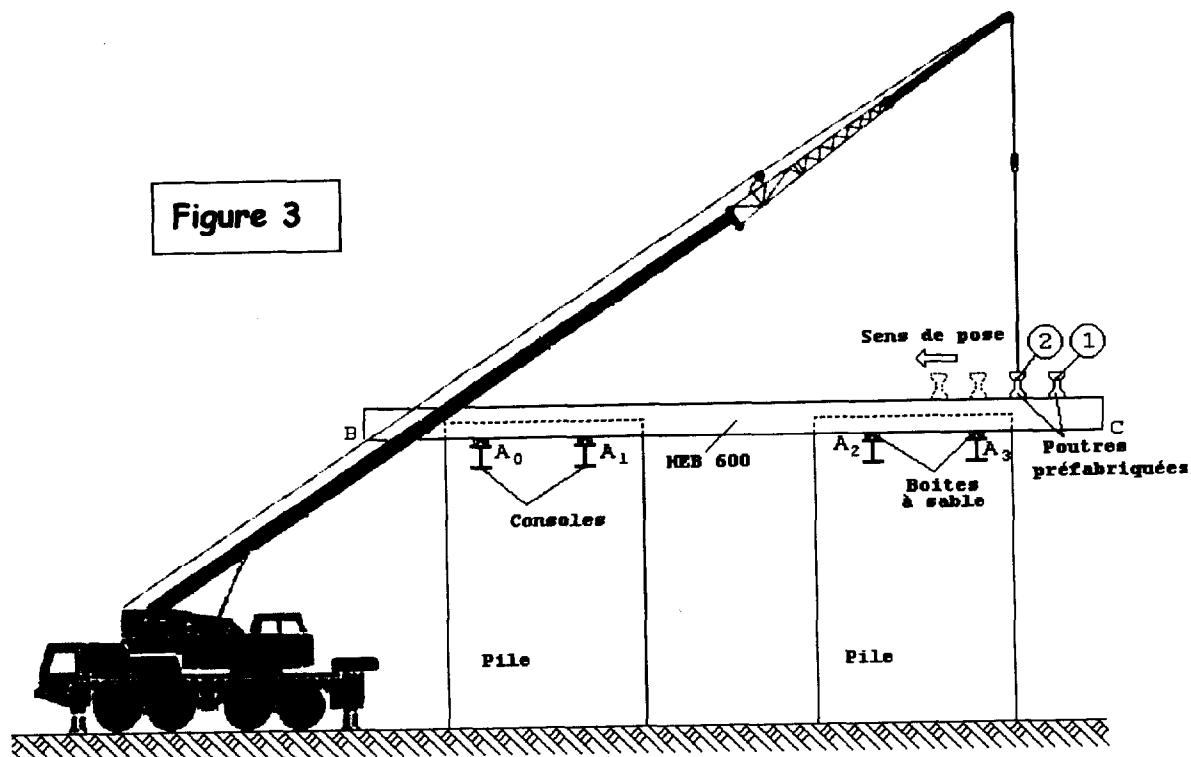
Figure 1



L'entreprise a donc décidé de poser les poutres préfabriquées à la grue et de les mettre en appui, à chaque extrémité, sur un profilé HEB 600. Chaque profilé repose, par l'intermédiaire de boîtes à sable, sur 4 consoles solidaires des voiles de pile (voir la figure 2 ci-contre).



Compte tenu de l'environnement du chantier (au-dessus d'une autoroute en service), il a été décidé de poser les poutres préfabriquées dans l'ordre défini par la figure ci-dessous, de façon à ce que le grutier ait toujours la meilleure visibilité possible de la poutre préfabriquée en cours de pose.



### QUESTION N°1.1 : ETUDE DE LA STABILITE DU PROFILE HEB 600 :

Compte tenu de l'ordre de pose choisi par l'entreprise (voir figure 3), il y a lieu de vérifier le non-basculement du HEB 600 lors de la pose des 2 premières poutres préfabriquées.

#### Question 1.1.1 :

Montrer que la longueur d'une poutre préfabriquée en travée P4-P3 à l'axe XX' (voir DT 3) est de 18,26 m, en prenant en compte le biais de 80 gr de l'ouvrage et un jeu de 3 cm à chaque extrémité de la poutre.

DOCUMENTS RESSOURCES :

DT2 - DT3

**Question 1.1.2 :**

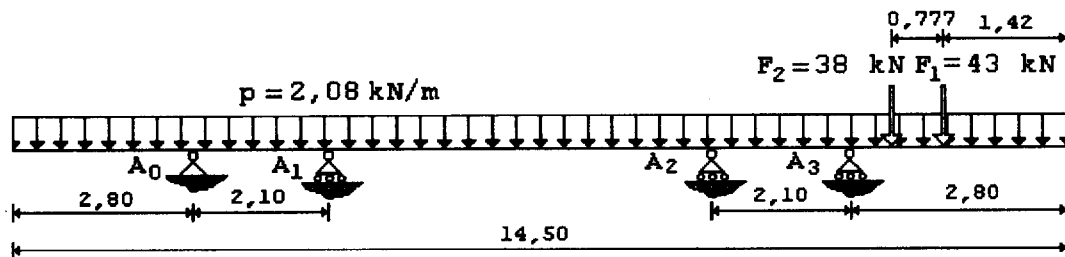
Calculer la charge ponctuelle amenée par une poutre préfabriquée sur le HEB 600.

**DONNEES COMPLEMENTAIRES :**

- Section moyenne d'une poutre préfabriquée :  $0,1646 \text{ m}^2$
- Poids volumique du béton d'une poutre préfabriquée :  $25 \text{ kN/m}^3$

**Question 1.1.3 :**

S'il y a risque de basculement du profilé HEB 600 lorsque les poutres 1 et 2 sont posées à une extrémité, autour de quel point aura-t-il lieu ? (voir schéma mécanique ci-dessous). Le HEB 600 a un poids propre de  $2,08 \text{ kN/m}$ .



Remarque :

La poutre préfabriquée de rive amène une charge ponctuelle  $F_1 = 43 \text{ kN}$  car elle est déjà équipée, lors de sa pose, du système de sécurité et du coffrage de rive de la dalle de couverture.

**Question 1.1.4 :**

Calculer le coefficient de sécurité vis à vis du phénomène de renversement du profilé HEB 600. Conclure.

**QUESTION N°1.2 : ETUDE DE LA RESISTANCE DU PROFILÉ HEB 600**

**Question 1.2.1 :**

Faire l'inventaire des efforts transmis au HEB 600 par les poutres préfabriquées à la fin du coulage du tablier. Nommer ces efforts sans faire de calcul.

**DOCUMENTS RESSOURCES :**

DT2 - DT3

Question 1.2.2 :

En prenant en compte les efforts définis précédemment, calculer la charge ponctuelle transmise par chaque poutre préfabriquée au HEB (sans pondération).

DONNEES COMPLEMENTAIRES :

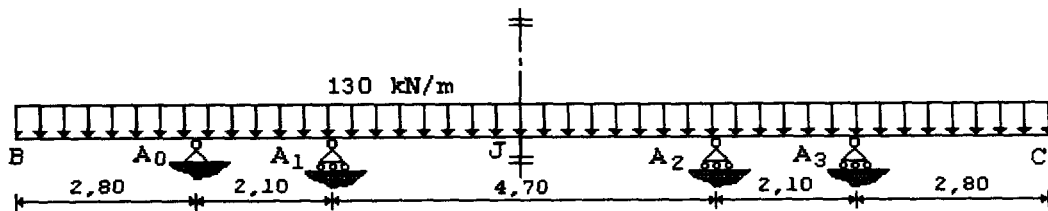
- Dalles pour coffrage perdu :
  - section : 0,46 x 0,022 m
  - poids volumique : 12,26 kN/m<sup>3</sup>
- Béton frais :
  - poids volumique : 25 kN/m<sup>3</sup>
- Charges de chantier dues à l'équipe de bétonnage : 0,75 kN/m<sup>2</sup>

DOCUMENTS RESSOURCES :

DT2 - DT3

Question 1.2.3 :

Les charges supportées par le HEB sont assimilées à une charge uniformément répartie, pondérée aux E.L.U., de 130 kN/m soit le schéma mécanique suivant :



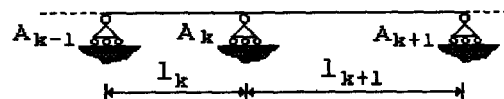
Quel est le degré d'hyperstaticité de cette poutre ?

Question 1.2.4 :

En tenant compte de la symétrie de la structure et du chargement, montrer que  $M_2$  le moment fléchissant au droit de  $A_2$  est égal à -142,4 kNm.

DONNEE COMPLEMENTAIRE :

Compte tenu des notations indiquées sur la figure ci-contre, le théorème des 3 moments s'écrit :



$$l_k M_{k-1} + 2 (l_k + l_{k+1}) M_k + l_{k+1} M_{k+1} = 6 EI (\omega_{ke} - \omega_{kw})$$

$\omega_{ke}$  &  $\omega_{kw}$  étant les rotations aux appuis dans les travées isostatiques de référence.

**Question 1.2.5 :**

Tracer les diagrammes des sollicitations d'effort tranchant V et de moment fléchissant Mf le long de BC.

**Question 1.2.6 :**

Vérifier la résistance du profilé conformément à l'additif 80. (voir DT 11).

DONNEES COMPLEMENTAIRES :

-  $M_{max} = 509,6 \text{ kNm}$

-  $\sigma_e = 235 \text{ MPa}$

DOCUMENT RESSOURCE :

DT11

**QUESTION N°1.3 : ETUDE DE LA FLECHE DU PROFILE HEB 600**

Calculer la flèche maximum en B (voir figure question 1.2.2). Conclure.

DONNEE/ COMPLEMENTAIRE/:

$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

Flèche maximum en B =  $0,25 \frac{p_{ser} L^4}{E I}$

L désignant la longueur du porte-à-faux

$p_{ser} = 92 \text{ kN/m}$

Flèche admissible = 5 mm

DOCUMENT RESSOURCE :

DT11

## **DEUXIEME PARTIE : BETON ARME**

### **NOTE A L'ATTENTION DES CANDIDATS :**

Dans cette partie du sujet vous allez être amenés à vérifier des calculs de béton armé et des dispositions constructives à partir de plans de ferrailage et de leur nomenclature.

Vous serez donc jugés sur vos capacités à :

- Lire ces plans et nomenclatures.
- Déterminer les armatures principales d'une partie de structure, dans le cas du sujet : d'un poteau et d'une fondation.
- Effectuer une recherche dans un document technique, BAEL 99 ou DTU 13.12.
- Effectuer les calculs nécessaires aux vérifications demandées.

### **QUESTION N°2.1 : COMBINAISONS D'ACTIONS**

Quelles sont les combinaisons d'actions à considérer pour la vérification des états-limites ultimes de résistance en situation d'exploitation courante (non accidentelles ou particulières) pour ce pont-route ?

Donner la référence de l'article du BAEL 99 utilisé.

### **QUESTION N°2.2 : ETUDE DE LA CULEE C5 :**

#### **Question N° 2.2.1 :**

A partir du plan de ferrailage fourni, trouver la section d'armatures longitudinales du poteau C 5-1.

DOCUMENTS RESSOURCES :

DT7 - DT 8 - DT 9 - DT 11

#### **Question N° 2.2.2 :**

En fonction du résultat trouvé en 2.2.1 et en utilisant l'article B.8.4 du BAEL 99, calculer l'effort auquel peut résister le poteau C 5-1 ?

DONNEES COMPLEMENTAIRES :

- Le calcul des armatures a été effectué en prenant pour hypothèse des culées non remblayées et en considérant que plus de la moitié des charges est appliquée avant 90 jours.

- Prendre une longueur de flambement égale à :  $l_f = \frac{l_0}{\sqrt{2}}$

Avec : rayon de giration  $i = \sqrt{\frac{I}{B}}$  &  $I = \frac{\pi D^4}{64}$

- Le béton est un B30. ( $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$ )
- Les aciers des FeE 500 ( $f_e = 500 \text{ MPa}$ )

DOCUMENTS RESSOURCES :

DT 7 - DT 8 - DT 9

Question N° 2.2.3 :

Vérifier par le calcul, pour le poteau C 5-1, que les dispositions applicables aux écartements des armatures transversales de poteaux sont bien respectées au sens du B.A.E.L. 99.

Donner la référence de l'article du BAEL 99 utilisé.

DOCUMENTS RESSOURCES :

DT 8 - DT 9

Question N° 2.2.4 :

Vérifier par un calcul précis que la disposition applicable au recouvrement de barres comprimées est bien respectée au sens du B.A.E.L. 99, entre les aciers (18) et (19).

DOCUMENTS RESSOURCES :

DT 8 - DT 9

**QUESTION N°2.3 : ETUDE DE SEMELLE DE LA PILE P4 :**

Question N° 2.3.1 :

Vérifier que les dimensions de la semelle de la pile P4 permettent d'effectuer les calculs à l'aide de la méthode des bielles.

DOCUMENTS RESSOURCES :

DT 4 - DT 5 - DT 6 - DT 10

Question N° 2.3.2 :

Déterminer la section d'armatures résistante pour un 1 m de semelle de la pile P4.

DOCUMENTS RESSOURCES :

DT4 - DT 6 - DT5 - DT 10 - DT 11



**Question N° 2.3.3 :**

En fonction du résultat trouvé en 2.3.2, vérifier sur le plan fourni que la semelle de la pile P4 est correctement ferrillée.

**DONNEES COMPLEMENTAIRES :**

- Cette semelle supporte une charge  $pu = 1,5 \text{ MN/m}$ .
- Le calcul a été effectué en fissuration préjudiciable en phase de service à plus de 28 jours.
- Le béton est un B30. ( $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$ )
- Les aciers des FeE 500 ( $f_e = 500 \text{ MPa}$ )

**DOCUMENTS RESSOURCES :**

DT4 - DT 5 - DT 6 - DT 10

**Question N° 2.3.4 :**

Calculer la contrainte exercée par la semelle sur le sol et vérifier qu'elle ne dépasse pas la contrainte admissible du sol.

**DONNEES COMPLEMENTAIRES :**

- Le sol est de type II.
- $D = 2,5 \text{ m}$ .
- $P_{le} = 1,3 \text{ MPa}$ .
- $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- Poids volumique du gros béton :  $22 \text{ kN/m}^3$ .

**DOCUMENTS RESSOURCES :**

DT 4 - DT10