



TRAVAIL DEMANDE



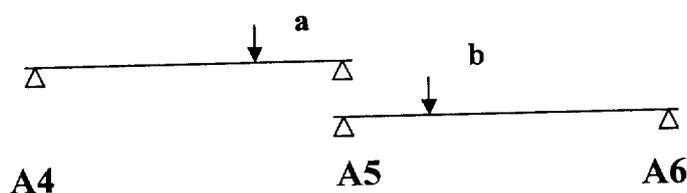
ETUDE 1 - ESTACADE PROVISOIRE

L'objet de cette question est de réaliser certains calculs de vérification concernant les pieux supportant l'estacade provisoire (voir Document 1). Seules les actions verticales seront ici étudiées.

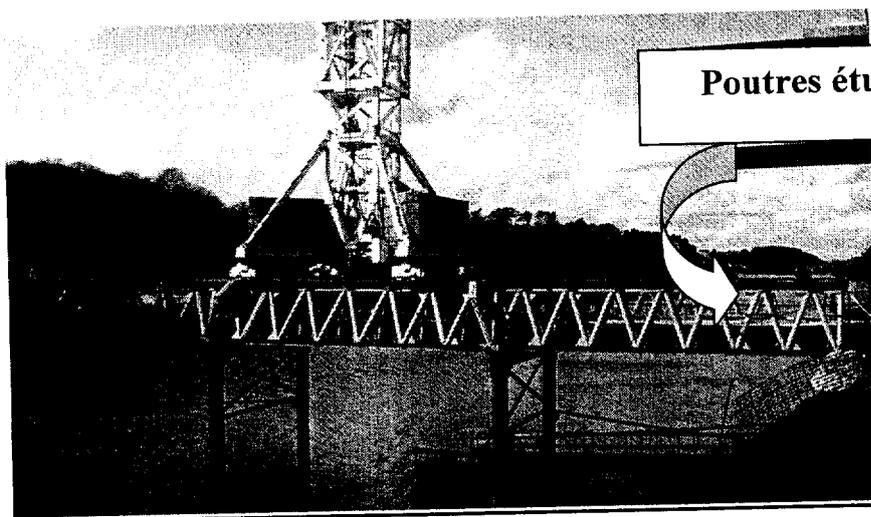
A- ACTIONS DUES A LA GRUE

L'étude porte sur les actions verticales que transmet la **grue mobile**, sur chassis 6,000 m*6,000 m se déplaçant sur l'estacade, aux pieux. Les pieux sont battus avec refoulement et seront schématisés comme des *appuis simples* pour l'estacade montée en *travées isostatiques*.

A1- Grue en service, chassis axé sur les pieux A5 et B5



Modélisation des poutres
Schémas mécaniques à compléter

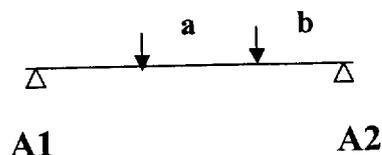


Les actions verticales dues à la grue seront prises égales à : $a = 600 \text{ kN}$, $b = 610 \text{ kN}$
Le poids propre des poutres est ici négligé.

A11- Compléter les schémas mécaniques dimensionnant les poutres A4A5 et A5A6 les plus sollicitées.

A12- Déterminer l'action sur le pieu A5 le plus sollicité.

A2- Grue hors service, chassis centré sur travée de rive



Les actions verticales seront prises ici égales à : $a = 350 \text{ kN}$, $b = 920 \text{ kN}$
Le poids propre des poutres est ici négligé.

A21- Compléter le schéma mécanique dimensionnant la poutre A1A2 la plus sollicitée.

A22- Déterminer les actions sur les pieux A1 et A2.

A3- Combinaison d'actions

Les poutres apportent une action permanente ponctuelle due à leur poids propre G de 163 kN sur chaque pieu. L'action déterminée en question A12 ou A22 sera l'action d'exploitation Q.

Soit les combinaisons d'actions : ELS $G + Q$
ELU $1,35 G + 1,50 Q$

A31- Déduire des questions A12 et A22 l'action d'exploitation Q sur le pieu le plus sollicité. En déduire les actions verticales Quo à l'ELS et Qso à l'ELU agissant sur le pieu le plus sollicité.

B- ETUDE D'UNE FONDATION PROFONDE

Attention, dans les études B1, B2 et B3, on considèrera que Qso = 1020 kN et Quo = 1510 kN

B1- Portance du pieu

On utilisera le document « Portance des pieux » (voir Document D2) afin de vérifier certaines combinaisons d'actions.

B11- Calculer la charge limite en compression $Q_u = Q_{pu} + Q_{su}$

B12- Calculer la charge de fluage $Q_c = 0,7 Q_{pu} + 0,7 Q_{su}$

B13- Vérifier : Combinaison ELS rare $Q_{so} < Q_c/1,1$
Combinaison ELU fondamentale $Q_{uo} < Q_u/1,4$

B2- Contrainte dans le pieu

La limite élastique de l'acier du pieu est $\sigma_e = 490$ MPa.
On prend Qso comme effort normal dans la section droite du pieu, étudiée ci-après.

B21- Schématiser la section droite du pieu tubulaire et établir en correspondance de vues les diagrammes des contraintes normales σ_{so} à l'ELS dans le pieu le plus sollicité.

B22- Vérifier que : $\sigma_{so} < 0,6 \sigma_e$

B3- Battage d'un pieu

B31- L'objectif de force portante Quo du pieu est atteint pour Quo = 0,4 Rd
En utilisant la relation donnée dans l'extrait du DTU 13.2 (voir Document D2), déterminer la valeur de $(e + r/2)$.
En déduire la valeur contrôlée sur chantier du refus élastique r, sachant que $e = 4,35$ mm.
La valeur du refus élastique est limitée ici à 5 mm. Conclure.

ETUDE 2 - BATARDEAU

L'objet de cette question est de déterminer l'épaisseur du bouchon de béton dans le batardeau (Document D2) sur lequel repose la semelle d'une pile de l'ouvrage.

En effet, la réalisation de certaines piles du viaduc nécessite la réalisation d'un batardeau de palplanches. Une des phases de réalisation d'un batardeau est présentée sur le document ci-contre.
Le bouchon de béton, mis en oeuvre immergé assure la sécurité du travail à l'intérieur du batardeau.

Soit e l'épaisseur du bouchon. Le batardeau a été vidangé.

C1- Faire un schéma mécanique coté, en reprenant le schéma annexé, afin de poser le problème de la stabilité du bouchon en équilibre limite, soumis à l'effet de son poids propre (**bouchon d'épaisseur e**), du poids des 4 pieux métalliques, bétonnés, réalisés préalablement (**AI = - 13,000 m**) et de la pression due à **la présence d'eau à l'extérieur du batardeau supposée au niveau HMVE** .

C2- Calculer l'action résistante G_p due au poids propre des 4 pieux.

Tube métallique diamètre ϕ ext 1600 mm / épaisseur e 20 mm de poids 74 kN l'unité.

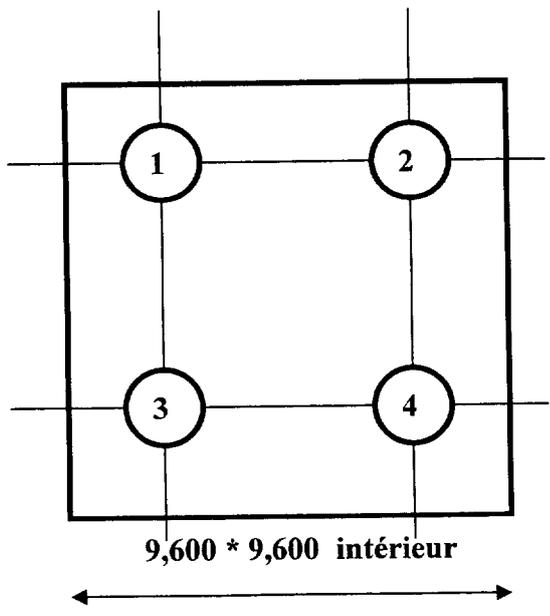
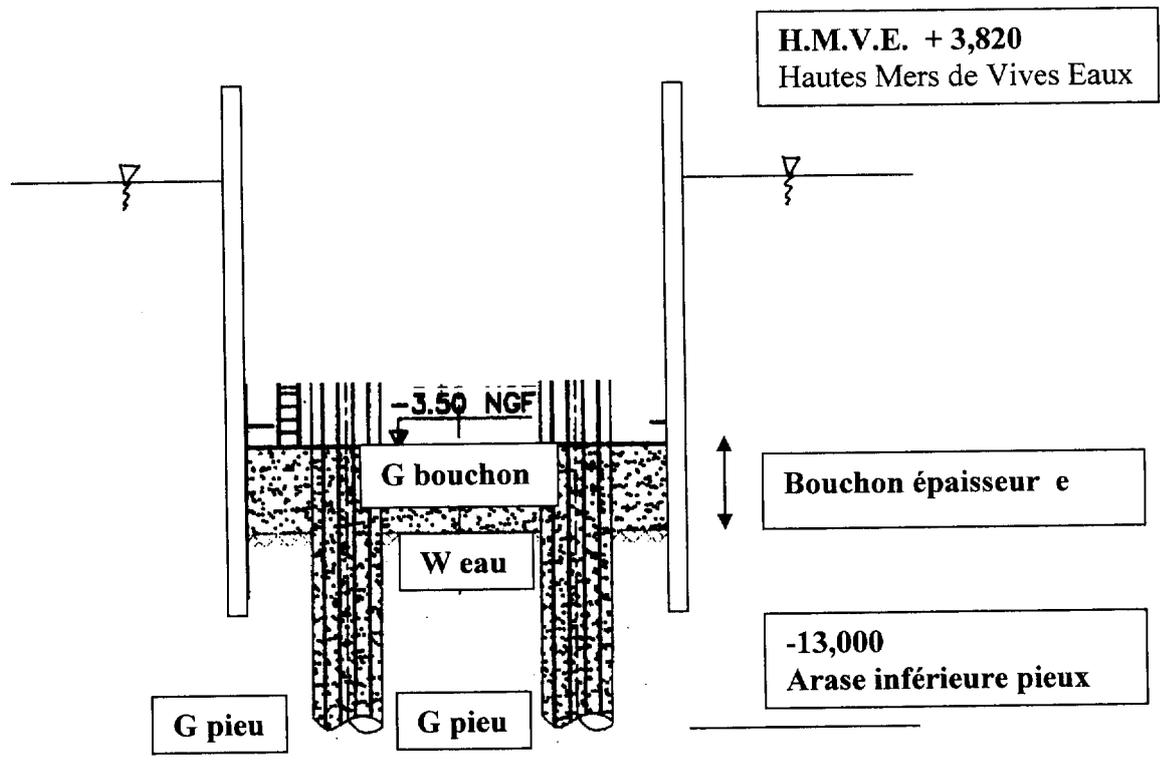
Remplissage béton armé de poids volumique 25 kN/m^3

- Calculer, en fonction de e , l'action résistante G_b due au poids propre du bouchon (24 kN/m^3), hors les pieux.
- Calculer, en fonction de e , l'action motrice W résultant de la pression due à l'eau extérieure au batardeau, s'exerçant sur la face inférieure du bouchon.

C3- Déterminer l'épaisseur e théorique du bouchon après avoir écrit l'équation d'équilibre limite entre action motrice et actions résistantes étudiées.

C4- L'entreprise a retenu un bouchon d'épaisseur 2 m. En étudiant le document D2, justifier ce choix.

BATARDEAU vidangé: bouchon isolé
rideau de palplanches non pris en compte



ETUDE 3 - DECOFFRAGE D'UN VOUSOIR

L'objet de l'étude concerne le décoffrage de la console du hourdis supérieur du voussoir (voir Document D3)

D1- LE MATERIAU BETON

Le béton utilisé est un B35.

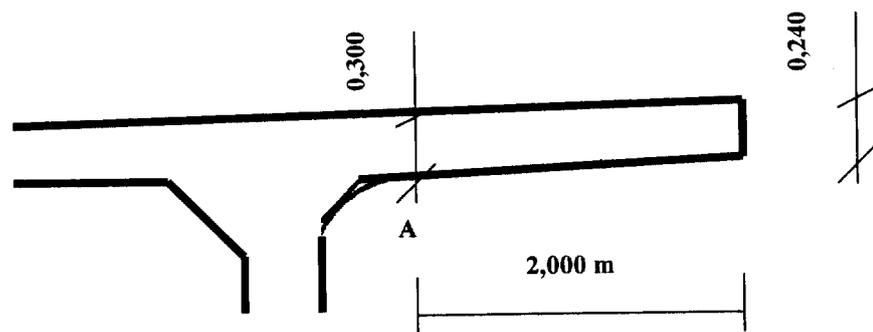
Le CCTP impose une résistance minimale à la compression de 18 MPa avant le décoffrage.

D11- A combien de jours le béton utilisé atteint-il la résistance minimale demandée ? (voir Document D4)

D2- STRUCTURE EN CONSOLE

L'étude est faite pour 1 ml de voussoir.

On pose l'hypothèse, pour la console du voussoir, d'une poutre encadrée de portée 2,000 m et de section droite $b \cdot h_{variable}$ de 1,000m * 0,300 à 0,240m.



Dans la section droite d'encastrement A ci-dessus, sont mises en place avec un espacement de 0,100 m des armatures HA 16 Fe E 500, en zone tendue. Ces armatures seront les seules retenues dans l'étude mécanique ci-après. L'enrobage, zone de l'ouvrage protégée en service, est de 30 mm.

D21- Dessiner, par lecture du document voussoir (document D3), en utilisant le schéma ci-dessus reproduit à main levée, les armatures HA 16 Fe E 500 concernées.

- Dessiner, en correspondance de vues, la section droite A d'encastrement, cotée. (Document D5)
- Définir (en une phrase) l'ancrage d'une barre soumise dans une section à un effort de traction.

D22- L'entreprise décoffre à 5 jours.

- Déterminer à cette date la longueur de scellement droit d'une armature HA 16 Fe E 500. (Documents D4 et D5)
- Calculer l'effort normal maximum transmis par une armature HA 16 Fe E 500.
- Tracer l'évolution de l'effort normal $N = f(x)$ le long d'une armature HA 16 Fe E 500 de longueur 3,600 m.
- Commenter l'évolution de ce diagramme dans le temps.

ETUDE 4 - CINTRE DE COFFRAGE

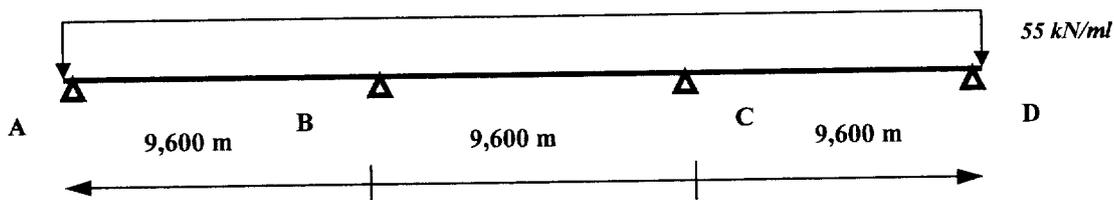
L'objet de l'étude est de vérifier la flèche d'un élément coffrant les voussoirs. (voir Document D3)

E1- STRUCTURE REELLE

Le cintre étudié se trouve entre la culée C0S et la pile P1S, sur la file 1.

Il est composé de 2 profilés HEB 600 soudés de 14,500 ml chacun (donnant un profilé unique de 29,000 ml) récupérés de l'ouvrage Nord. Ce profilé reconstitué est considéré comme une poutre posée sur 4 appuis ABCD , **A articulation , BCD appuis simples.**

Les travées ainsi définies donnent 3 portées de 9,600 m. Les 0,200 m répartis en console gauche et droite seront négligés dans les calculs.



La combinaison d'actions dimensionnante correspond à une action répartie uniformément d'une valeur de 55 kN/ml.

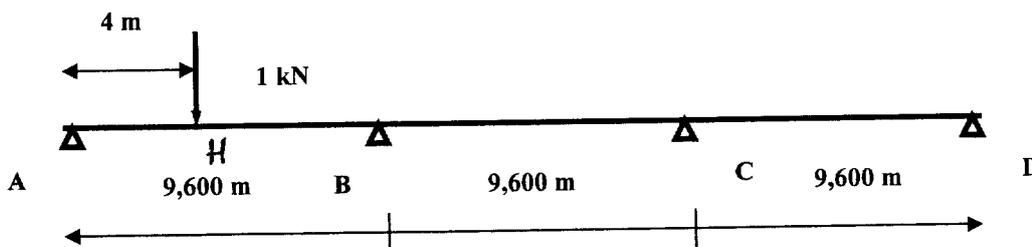
Les calculs donnent les actions d'appui suivantes : $Y_A = Y_D = 211,2 \text{ kN}$
 $Y_B = Y_C = 580,8 \text{ kN}$

E11- Tracer les diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant. Donner les valeurs particulières.

E2- STRUCTURE VIRTUELLE

On étudie la même poutre reposant sur les mêmes 4 appuis ABCD. Cette poutre est ici uniquement soumise à la seule action ponctuelle de valeur 1kN, à la distance 4 m de l'appui A (point H).

On veut calculer les moments sur appuis.



E21- Ecrire les équations des 3 moments appliqués à cette poutre. (voir Document D6)

Déterminer les rotations d'appui de poutres isostatiques seules nécessaires pour exprimer M_C en fonction de M_B .
 En déduire que : $M_C = - M_B / 4$.

E22- On donne : $M_B = - 0,88 \text{ m kN}$. Déterminer l'action à l'appui A et tracer les diagrammes du moment fléchissant dans la structure. Préciser les valeurs particulières.

E3- FLECHE DU CINTRE

E31- Les calculs précédents permettent d'obtenir l'équation donnant la flèche Δ en H, en mètre : $E I \Delta = 3200$
 Avec E exprimé en kPa, $E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ kPa}$. Le moment quadratique I est à déterminer, en m^4 . (voir Document D6)
 Déterminer la valeur de la flèche Δ . Le CCTP impose une flèche maxi de 1/1000. Vérifier cette condition.