

## EXAMEN DE MOYENNE DUREE Constructions Mixtes I

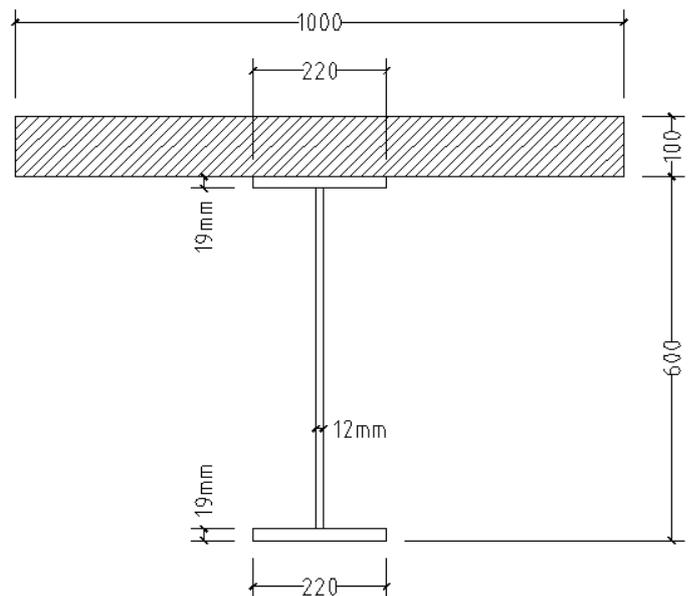
### Questions de Cours I : (6 pts)

- 1- Citez les raisons économiques pour la construction des bâtiments en systèmes mixtes acier-béton.
- 2- A expliquer le concept de la « largeur participante » ou la « largeur effective » ou la « largeur efficace » de la dalle en béton armé dans une poutre mixte a cier-béton.
- 3- A expliquer la méthode semi-empirique *m-k* pour la vérification du cisaillement longitudinal de la dalle mixte acier-béton.

### EXERCICE : (14 pts)

Soit une poutrelle mixte acier-béton isostatique d'un plancher de bâtiment, d'une longueur de 10.00m, soumise à un chargement uniforme total de 50 kN/ml.

A vérifier, par rapport au moment positif, la section mixte constituée d'un IPE600, de classe 1, en acier doux S235 et d'une dalle en béton armé, comme montrée dans la figure ci-contre.



Les données de la section :

IPE600:  $h=600\text{mm}$ ;  $b=220\text{mm}$ ;  $t_f=19\text{mm}$ ;  $t_w=12\text{mm}$ ;  $E_a=210\text{ kN/mm}^2$ ;  $f_y=235\text{Mpa}$ ;  $\gamma_a=1.10$   
Béton:  $b_{\text{eff}}=1000\text{mm}$ ;  $h_c=100\text{mm}$ ;  $h_p=0\text{mm}$ ;  $E_c=35\text{ kN/mm}^2$ ;  $f_{ck}=25\text{Mpa}$ ;  $\gamma_c=1.50$

Durée : 1<sup>H</sup>30mn

**BON COURAGE**

# Correction EMD - Constructions Mixtes I

## Questions de Cours I : (6 pts)

1- L'intérêt économique des structures mixtes provient de dimensions plus réduites (la rigidité plus élevée entraîne des flèches plus faibles, des portées plus grandes et des hauteurs totales plus faibles) et d'une construction plus rapide. Elles peuvent présenter plusieurs avantages :

- La réduction des hauteurs permet de réduire la hauteur totale du bâtiment et permet dès lors une diminution de la surface de couverture
- Les portées plus grandes pour des hauteurs identiques (par rapport aux autres méthodes de construction) permettent de libérer des poteaux les pièces qui offrent alors plus de flexibilité
- Pour une même hauteur totale de bâtiment, celui-ci peut présenter plus d'étages.

2.0

Les structures mixtes sont simples à construire et présentent des temps de construction réduits :

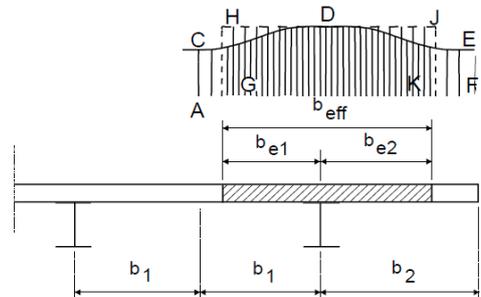
- économie de coûts suite à la réalisation plus rapide du bâtiment
- coûts de financement plus faibles
- prêt à l'emploi plus rapidement et donc revenu d'utilisation plus élevé

2- Dans une poutre mixte, la contrainte normale dans la dalle n'est pas distribuée uniformément ; elle est plus élevée au droit de la poutre métallique et diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la poutre. Ce phénomène est connu sous le nom de *traînage de cisaillement*. Pour cela, on introduit le concept de largeur participante  $b_{eff}$  de la dalle. Cela revient à attribuer à chaque poutre métallique une largeur de dalle qui contribue à la flexion générale du plancher appliquée à la section mixte qui fournirait la même contrainte maximale que celle naissant dans la distribution non uniforme réelle. La valeur de  $b_{eff}$  dépend du rapport de l'espacement  $2b_i$  à la portée  $L$  de la poutre.

L'Eurocode 4 propose l'expression suivante :  $b_{eff} = b_{e1} + b_{e2}$

avec  $b_{ei} = \min(L_o/8; b_i)$

et  $L_o$  est la distance mesurée entre points d'inflexion consécutifs du diagramme des moments de flexion.



2.0

3- La méthode  $m-k$  :

Pour le calcul de la valeur de la résistance due au cisaillement le long des portées  $L_s$ , la méthode semi-empirique  $m-k$  utilise une formulation linéaire faisant intervenir tous les paramètres déterminants :

$$V_{L,Rd} = b \cdot d_p \left( m \frac{A_p}{bL_s} + k \right) \frac{1}{\gamma_{VS}}$$

$m$  ordonnée à l'origine,

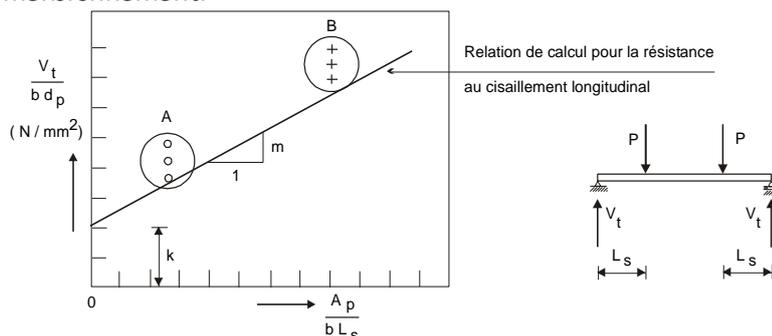
$k$  pente de la droite  $m-k$ ,

$\gamma_{VS}$  est un coefficient partiel de sécurité égal à 1.25,

$A_p$  : section efficace de l'acier en traction

$L_s$  dépend du type de chargement : Pour des charges uniformes sur une poutre simplement appuyée de portée  $L$ ,  $L_s = L/4$  ; Dans le cas de dalles mixtes continues, utiliser une portée équivalente comme portée simplement appuyée entre les points de moment nul ; Pour les travées d'extrémité, la portée entière peut être utilisée pour le dimensionnement.

2.0



**Exercice : (14 pts)**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Le profilé IPE étant de <b>Classe 1</b> donc le moment résistant à calculer est le moment résistant positif plastique.</li> </ul>	<b>02</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche de la position de l'axe neutre plastique (ANP) :            Force résistante dans Dalle en béton : <math>N_c = b_{\text{eff}} \cdot h_c \cdot 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1416.67 \text{ kN}</math>            Force résistante dans la Semelle supérieure : <math>N_1 = b_1 \cdot t_{f1} \cdot f_y / \gamma_a = 893 \text{ kN}</math>            Force résistante dans l'Ame : <math>N_2 = (h - t_{f1} - t_{f2}) \cdot t_w \cdot f_y / \gamma_a = 1440.76 \text{ kN}</math>            Force résistante dans la Semelle inférieure : <math>N_3 = b_2 \cdot t_{f2} \cdot f_y / \gamma_a = 893 \text{ kN}</math>            Test de la position de l'A.N.P. :  <math>N_c = 1416.67 \text{ kN} &gt; N_1 + N_2 + N_3 = 3226.67 \text{ kN} ? \rightarrow \text{Non}</math>  <math>N_c + N_1 = 2309.67 \text{ kN} &gt; N_2 + N_3 = 2333.76 \text{ kN} ? \rightarrow \text{Non}</math>  <math>N_c + N_1 + N_2 = 3750.43 \text{ kN} &gt; N_3 = 893 \text{ kN} ? \rightarrow \text{Oui}</math>             On remarque donc que <math>N_c + N_1 + N_2 &gt; N_3 \rightarrow</math> L'axe <b>neutre plastique (A.N.P.) se trouve au niveau de l'âme.</b> </li> </ul>	<b>03</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Figure représentant la distribution des contraintes dans la section mixte :</li> </ul>	<b>02</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Position de l'A.N.P., à partir de la fibre supérieure de la dalle en béton (z<sub>g</sub>) :            L'équilibre des forces pour la section mixte plastifiée est la suivante :            D'après la figure, on a alors :  <math>F_c + F_{a1} = F_{a2} \Rightarrow N_c + N_1 + (z_g - h_c - t_{f1}) \cdot t_w \cdot \left(\frac{f_y}{\gamma_{M0}}\right) = (h + h_c - t_{f2} - z_g) \cdot t_w \cdot \left(\frac{f_y}{\gamma_{M0}}\right) + N_2</math>            d'où <b>z<sub>g</sub> = 123.70mm</b> </li> </ul>	<b>02</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcul du moment résistant positif plastique M<sub>rd</sub> :  <math>M_{rd} = N_c \cdot (z_g - 0.5 \cdot h_c) + N_1 \cdot (z_g - h_c - 0.5 \cdot t_{f1}) + N_2 \cdot (h_c + t_{f1} + 0.5 \cdot (h - t_{f1} - t_{f2}) - z_g) + N_3 \cdot (h_c + h - 0.5 \cdot t_{f2} - z_g) = 1016.41 \text{ kN}</math>  <math>\rightarrow M_{rd} = 1016.41 \text{ kN}</math> </li> </ul>	<b>02</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcul du moment sollicitant maximal M<sub>sd</sub> :  <math display="block">M_{sd,max} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{50.0 \cdot 10.00^2}{8} = 625 \text{ kN.m}</math> </li> </ul>	<b>01</b>
<p><b>M<sub>sd,max</sub> = 625 kN.m &lt; M<sub>rd</sub> = 1016.41 kN.m</b>  <math>\rightarrow</math> On conclue alors que la résistance de notre section mixte <b>est vérifiée.</b></p>	<b>02</b>