

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 supérieur Bâtiment

Session 2005

Epreuve U4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Sous - Epreuve : U. 41

ELABORATION D'UNE NOTE DE CALCUL DE STRUCTURES

Durée : 4 h

Coefficient : 2

Correction

Barème

<i>Etude N°1</i>	6 Points
<i>Etude N°2</i>	8 Points
<i>Etude N°3</i>	6 Points

Les études sont indépendantes

ELABORATION D'UNE NOTE DE CALCUL DE STRUCTURES

ETUDE N°1 : Plancher haut du 1^{er} étage

1.1. charges à l'ELU

le plancher haut du 1^{er} étage est une toiture terrasse inaccessible.

charges permanentes :

- . Toiture terrasse inaccessible : $1,8 \text{ kN/m}^2$
- . Dalle BA : $25 \times 0,20$: 5 kN/m^2

$G = 6,8 \text{ kN/m}^2$

charges d'exploitation : t. terrasse inaccessible \rightarrow

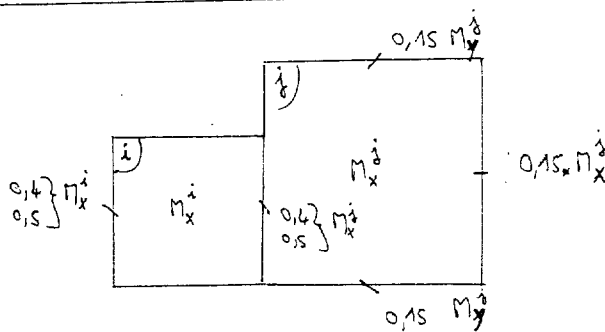
$Q = 1 \text{ kN/m}^2$

charges aux ELU : $p_u = 1,35 G + 1,5 Q \Rightarrow$

$p_u = 10,7 \text{ kN/m}^2$

1.2. Moments en travée : $p_u = 11 \text{ kN/m}^2$

1.2.1. Moments panneaux i et j



$0,4 \leq \frac{l_x}{l_y} \leq 1 \Rightarrow$ Dalles portant sur 4 cotés

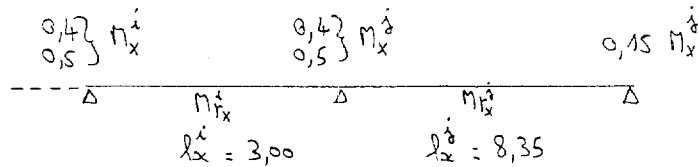
$M_x = \mu_x p_u l_x^2$ et $M_y = \mu_y M_x$

	l_x m	l_y m	Rapport	μ_x	μ_y	M_x m.kv	M_y m.kv
Dalle i	3,00	5,45	0,55	0,088	-	8,7	-
Dalle j	4,40	8,35	0,527	0,0915	-	19,5	-

Pas à considérer suivant Article A.8.2,41

A.2.2 - Moments en travée panneaux i et j

On considère que le sens lx :



on a $M_{rx} + \frac{M_{ux} + M_{ex}}{2} \geq 1,25 M_x$

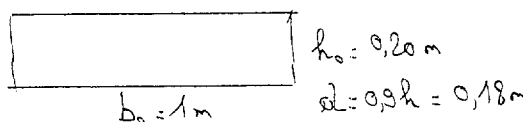
dalle i : $M_{rx}^i \geq 1,25 M_x^i - \frac{0,40}{0,50} M_x^i + \frac{0,40}{0,50} M_x^i$

$M_{rx}^i \geq 1,25 \times 8,7 - \frac{0,4}{0,5} \times 8,7 + \frac{0,40}{0,50} \times 19,5 \Rightarrow M_{rx}^i \geq \begin{cases} 5,2 \text{ m kN} \\ 3,8 \text{ m kN} \end{cases}$

dalle j : $M_{rx}^j \geq 1,25 M_x^j - \frac{0,40}{0,50} M_x^j + 0,15 M_x^j \rightarrow$ à considérer au pos.

$18 \leq M_{rx}^j \leq 20,5 \text{ m kN}$ (fourchette acceptée)

A.3 - Armatures dans la dalle j : $M_{rx}^j = 20 \text{ m kN}$



$F_{bm} = 14,2 \text{ MPa}$

$F_{sm} = 434,8 \text{ MPa}$

$\mu = \frac{M_u}{b_0 d^2 F_{bm}} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{1 \times 0,18^2 \times 14,2} \Rightarrow \mu = 0,0435$

$\alpha = 1,25 (1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = 0,0556$

$A_u = \frac{M_u}{\alpha (1 - 0,4\alpha) F_{sm}} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 10^4}{0,18 \times (1 - 0,4 \times 0,0556) \times 434,8} \Rightarrow A_u = 2,61 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Condition de non-fragilité B93 : $\frac{A_u}{b_0 d} \geq 0,0006 \times \frac{3 - l_x/l_y}{2}$

$A_u \geq 0,0006 \times \frac{3 - 4,49}{2} \times 8,35 \times 1 \times 0,18 \Rightarrow A_u \geq 1,34 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{OK}$

choix des treillis soudés

- ou $\begin{cases} 1 \text{ panneau ST 30} & (2,83 \text{ cm}^2) \\ 2 \text{ panneaux ST 20} & (3,76 \text{ cm}^2) \end{cases}$

(pour mise en place en tiroir)

A.4 - Armatures Transversales $V_u = 30 \text{ kN/m}$

• Pas de reprise de bétonnage

$$\bullet \frac{V_u}{b \cdot d} \leq 0,07 \frac{f_{ctj}}{f_b} \Rightarrow V_u \leq 0,07 \times \frac{25}{1,5} \times 1 \times 0,18 \times 10^3$$

$$\underline{V_u \leq 210 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}}$$

A.5 - Condition de flèche : $M_T = \frac{15}{20} \text{ m.kN}$ $M_x = \frac{15}{20} \text{ m.kN}$ $l_x = 4,40 \text{ m}$

$$(1) M_T \geq 0,95 M_x = 0,95 \times \frac{15}{20} = \frac{15}{20} \text{ m.kN} \Rightarrow \text{OK}$$

$$(2) \frac{h}{l_x} \geq \frac{M_T}{20 M_x} \Rightarrow h \geq \frac{\frac{15}{20}}{20 \times \frac{15}{20}} \times 4,40 \times 10^2 \Rightarrow h \geq \frac{22,6}{22} \text{ cm}$$

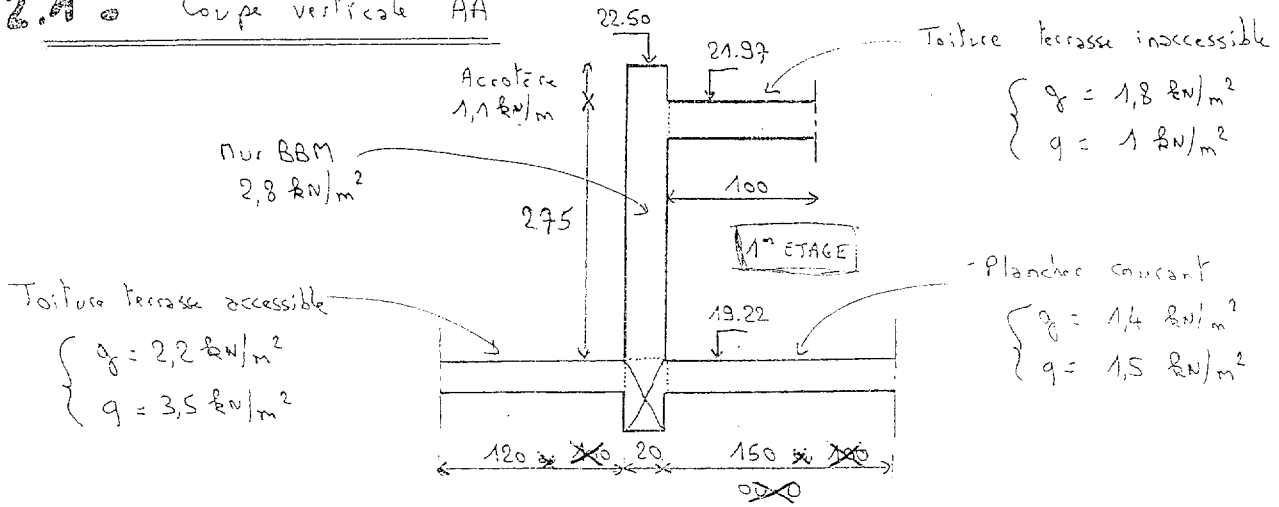
On a $h = 20 \text{ cm} \Rightarrow \text{NE PASSE PAS}$

\Rightarrow UN CALCUL A LA FLECHE S'IMPOSE

$$(3) \frac{A}{b \cdot d} \leq \frac{2}{F_e} \Rightarrow \underline{A \leq 7,2 \text{ cm}^2} \Rightarrow \text{OK}$$

ETUDE n°2 : Poutre continue 7-8-9

2.1 - Coupe verticale AA



2.2 - Taux de charge par travée

NIVEAU BAS DU 1^{er} ETAGE (13.22) : charges identiques sur les 3 travées

charges permanentes

- Acrotère périphérique : 1,1
- Mur BBM : $2,8 \times 2,75 = 7,7$
- Dalle TR inaccessible : $25 \times 0,20 \times 1 = 5$
- TR inaccessible : $1,8 \times 1 = 1,8$

$G^1 = 15,60 \text{ kN/m}$

charges d'exploitation : $Q_1 = 1 \times 1$

$Q^1 = 1,00 \text{ kN/m}$

NIVEAU DE LA POUTRE

~~NON DEMANDÉ~~

Designation	TRAVÉE n°1 : Poutre 7	TRAVÉE n°2 : Poutre 8	TRAVÉE n°3 : Poutre 9
<u>charges permanentes</u> en kN/m			
· Dalle BA T. terrasse	$25 \times 0,20 \times 1,20 = 6,00$	$25 \times 0,20 \times 1 = 5,00$	$25 \times 0,20 \times 1 = 5,00$
· Dalle BA courant	$25 \times 0,20 \times 1,50 = 7,50$	$25 \times 0,20 \times 1 = 5,00$	-
· cloisons + revêtement	$1,4 \times 1,50 = 2,10$	$1,4 \times 1 = 1,40$	-
· T. terrasse accessible	$2,2 \times 1,20 = 2,64$	$2,2 \times 1 = 2,20$	$2,2 \times 1 = 2,20$
· Poutre	$25 \times 0,20 \times 0,40 = 2,00$	$25 \times 0,20 \times 0,40 = 2,00$	$25 \times 0,20 \times 0,40 = 2,00$
	$G_1^1 = 20,24 \text{ kN/m}$	$G_2^1 = 15,60 \text{ kN/m}$	$G_3^1 = 9,20 \text{ kN/m}$
<u>charges d'exploitation</u> :	$1,5 \times 1,50$ $3,5 \times 1,20$	$1,5 \times 1$ $3,5 \times 1$	$3,5 \times 1$
	$Q_n^2 = 6,45 \text{ kN/m}$	$Q_2^2 = 5,00 \text{ kN/m}$	$Q_3^2 = 3,50 \text{ kN/m}$

Suite 2.2

CHARGE GLOBALE

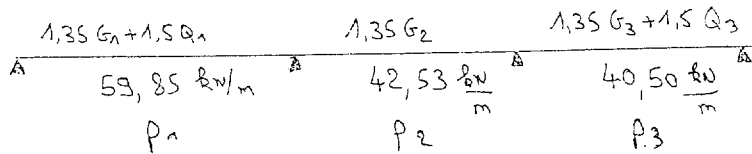
Travée N°1 : POUTRE 7	Travée N°2	Travée N°3
$G_1 = 35,84 \text{ kN/m}$	$G_2 = 34,20 \text{ kN/m}$	$G_3 = 24,80 \text{ kN/m}$
$Q_1 = 7,45 \text{ kN/m}$	$Q_2 = 6,00 \text{ kN/m}$	$Q_3 = 4,50 \text{ kN/m}$

2.3 = Justification CAQUOT

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{4,40}{3,00} = 1,47$$

$\frac{l_1}{l_2} > 1,25 \Rightarrow$ Utilisation de la nt CAQUOT

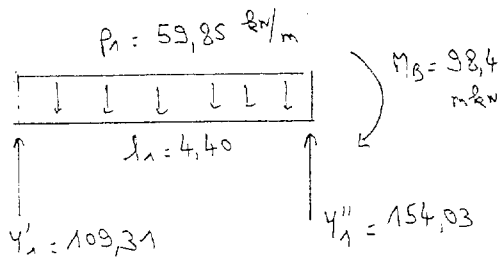
2.4 = Cas de charge pour M_{k1}



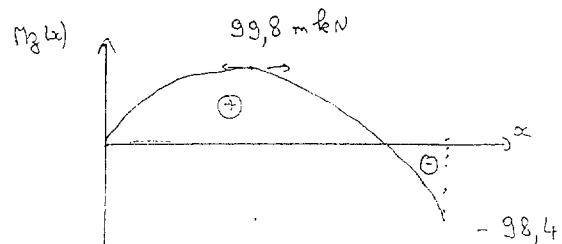
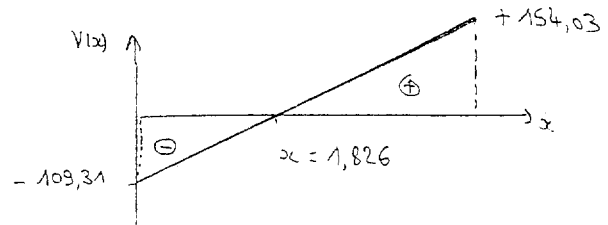
2.5 = Moment M_{k1}

$$l'_1 = l_1 = 4,40 \text{ m} \quad l'_2 = 0,8 l_2 = 2,40 \text{ m}$$

$$M_B = \frac{P_1 \times l_1^3 + P_2 \times l_2^3}{8,5 (l_1 + l_2)} = \frac{59,85 \times 4,40^3 + 42,53 \times 2,40^3}{8,5 (4,40 + 2,40)} \Rightarrow M_B = 98,4 \text{ m kN}$$



$\Rightarrow M_{k1}^{max} = 99,8 \text{ m kN}$



2.6 - Aciers longitudinaux : $M_u^B = 100 \text{ m.kN}$

Section de béton $20 \times 40 \text{ cm}$ - $d = 0,9h = 0,36 \text{ m}$

$f_{bu} = 14,2 \text{ MPa}$ $f_{su} = 434,8 \text{ MPa}$

$$\mu = \frac{M_u}{b d^2 f_{bu}} = \frac{0,100}{0,2 \times 0,36^2 \times 14,2}$$

$\Rightarrow \mu = 0,272 \Rightarrow \text{Pivot B ; on a } \mu_c = 0,3$

$\Rightarrow \text{PAS D'ACIERS COMPRIMÉS}$

$$\alpha = 1,25 \left(1 - \sqrt{1 - 2\mu} \right)$$

$\Rightarrow \alpha = 0,406$

$$A_u = \frac{M_u}{\alpha (1 - 0,4\alpha) f_{su}} = \frac{0,100 \times 10^4}{0,36 (1 - 0,4 \times 0,406) \times 434,8}$$

$$\Rightarrow A_u = 7,63 \text{ cm}^2$$

EXEMPLE : 4 HA16 ($8,04 \text{ cm}^2$)

2.7 - Armatures transversales : $V_u = 150 \text{ kN}$

$f_{tj} = 0,6 + 0,06 f_{cj} = 2,1 \text{ MPa}$

contrainte tangente : $\tau_u = \frac{V_u}{b_0 d} = \frac{0,150}{0,2 \times 0,36} \Rightarrow \tau_u = 2,08 \text{ MPa}$

contrainte tangente limite : $\bar{\tau}_u = \inf \left\{ 0,2 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} ; 5 \text{ MPa} \right\} \Rightarrow \bar{\tau}_u = 3,33 \text{ MPa}$
 $\tau_u < \bar{\tau}_u \Rightarrow \text{OK}$

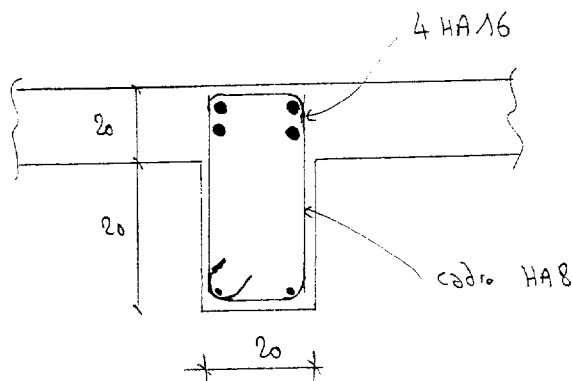
Espacement des cadres

$$s_t \leq \frac{0,9 A_t f_c}{\gamma_s b_0 (\tau_u - 0,3 f_{tj})} = \frac{0,9 \times A_t \times 500 \times 10^2}{1,15 \times 0,2 (2,08 - 0,3 \times 2,1)}$$

Si on considère 1 cadre en :

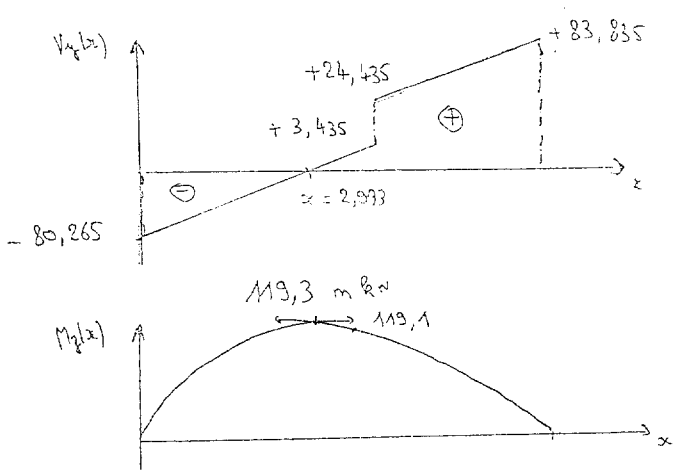
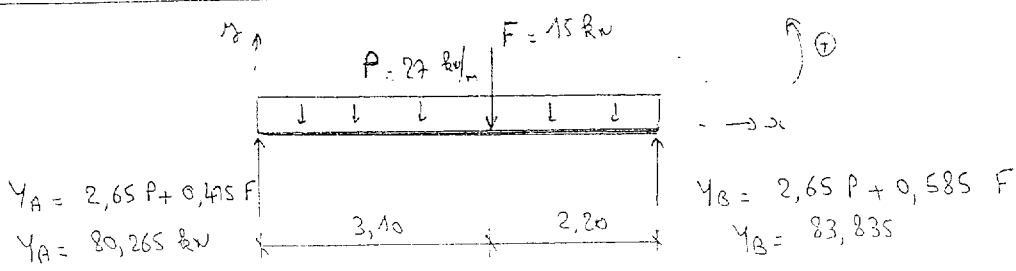
- HA6 : $A_t = 0,57 \text{ cm}^2 \Rightarrow s_t \leq 7,7 \text{ cm}$
- HA8 : $A_t = 1,01 \text{ cm}^2 \Rightarrow s_t \leq 13,6 \text{ cm}$ (CHOIX)
- HA10 : $A_t = 1,57 \text{ cm}^2 \Rightarrow s_t \leq 21,2 \text{ cm}$

2.8 - Section en B



ETUDE N°3 Poutre métallique

3.1 - Diagrammes $V(x)$ et $M(x)$



$M_{max} = 119,3 \text{ m.kN}$

3.2 - Critère de résistance

3.2.1 - CM 66

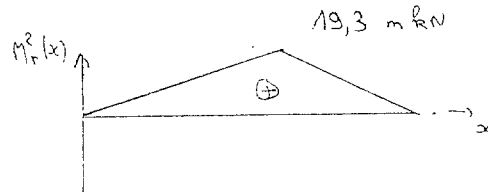
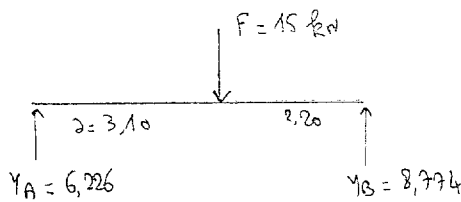
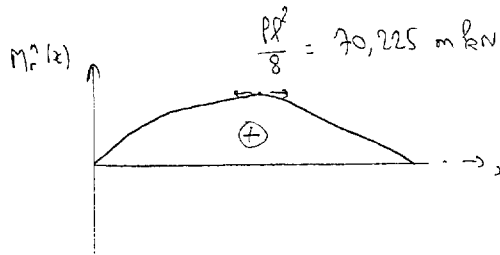
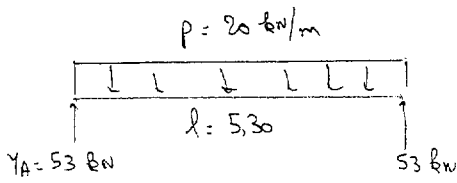
$\frac{M_{max}}{\frac{I_{Gz}}{W_{Gz}}} \leq \sigma_e \Rightarrow \frac{120 \cdot 10^{-3}}{557 \cdot 10^{-6}} = 215,4 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$

3.2.2 - Eurocode 3

$M \leq \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} \Rightarrow M \leq \frac{628 \cdot 10^{-6} \cdot 235}{1} \cdot 10^3 \Rightarrow M < 147,58 \text{ m.kN} \Rightarrow \text{OK}$

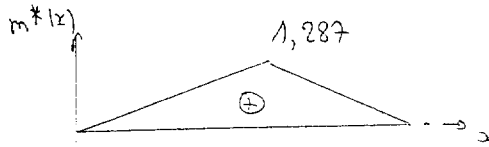
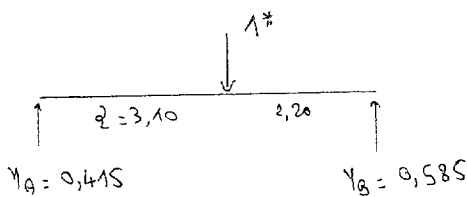
3.3 - Critère de flèche

Décomposition du moment réel :



M_r

Moment virtuel



m^*

$$\begin{aligned}
 v_c(3,10\text{ m}) &= v_c = \int_0^l \frac{M_r + m^*}{EI} dx \\
 &= \frac{1}{EI} \left\{ 70,225 \times 1,287 \times \frac{5,30^2 + 3,10 \times (5,30 - 3,10)}{3 \times 5,30} \right\} \cdot 10^{-3} \\
 &+ \frac{1}{EI} \left\{ 19,3 \times 1,287 \times 5,30 \times \frac{5,30^2 - (5,30 - 3,10)^2 - 3,10^2}{6 \times 3,10 \times (5,30 - 3,10)} \right\} \cdot 10^{-3} \\
 &= \left\{ \frac{198,44}{EI} + \frac{43,88}{EI} \right\} \cdot 10^{-3}
 \end{aligned}$$

$$v_c = \frac{242,32 \cdot 10^{-3}}{EI}$$

← (en $x = 3,10\text{ m}$)

Remarque : // flèche maximale en $x = 2,696\text{ m}$
 $v(2,696) = \frac{250 \cdot 10^{-3}}{EI}$

Vérification de la flèche :

$$v_c = \frac{242,32 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3}{210000 \times 8356 \cdot 10^{-8}} = 13,8\text{ mm}$$

flèche admissible $\frac{5300}{300} = 17,7\text{ mm}$ } OK