Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Sfax
École Nationale d'Ingénieurs de Sfax

Sections : Génie Civil – GC2 – Bat. & GC2 – P.Ch.

Épreuve : Béton Armé II — **Corrigé Examen** — **Session** : Normale

HADJ TAIEB Med.	Date : 9 Janvier 2014	Documents : Oui	Durée :2hrs

On se propose d'étudier la poutre **B_2(22×21)** du plancher terrasse et la traverse du portique **A_2 (30×70)** du plancher 1[er]étage d'un bâtiment commercial dont les plans de coffrage et une coupe A-A sont présentés sur les fig. 1, 2 et 3. Le portique **A_2** supporte les charges réparties provenant du plancher étage et deux poteaux naissants « P_6 et P_7 ». Les surcharges surfaciques permanentes (<u>autres que le poids propre</u>) et d'exploitation appliquées sur l'étage et sur la terrasse sont supposées identiques et égales à ***3,15 kN/m² et 2,5 kN/m²*** respectivement. *On donne* ***: f_e = 400 MPa ; f_{c28} =25 MPa ; $\rho_{béton}$=25kN/m³ ; d=0,9×h ; d'=0,05 m ; Enduit =0,33kN/m² ; la fissuration est peu préjudiciable ;***

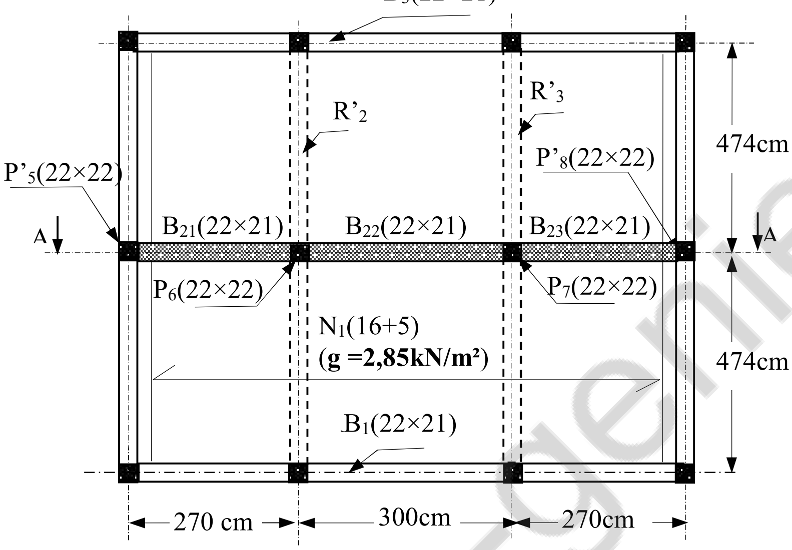


Fig.1 : Plan de coffrage du plancher Terrasse

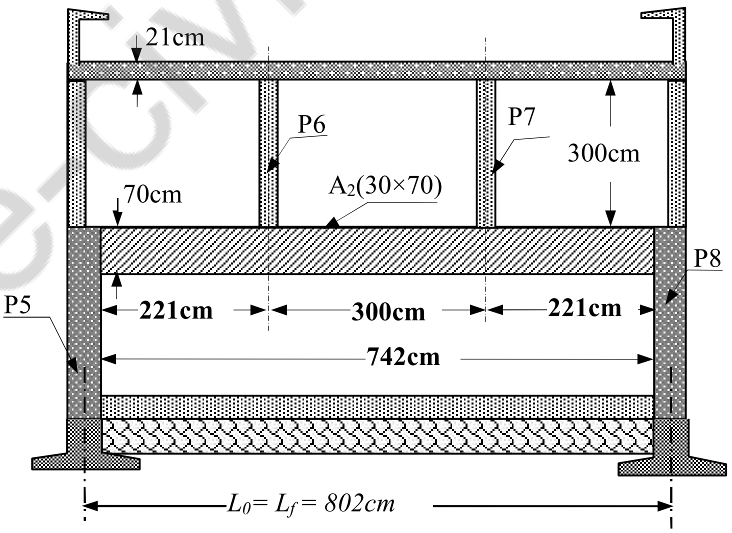


Fig.3 : Coupe A-A

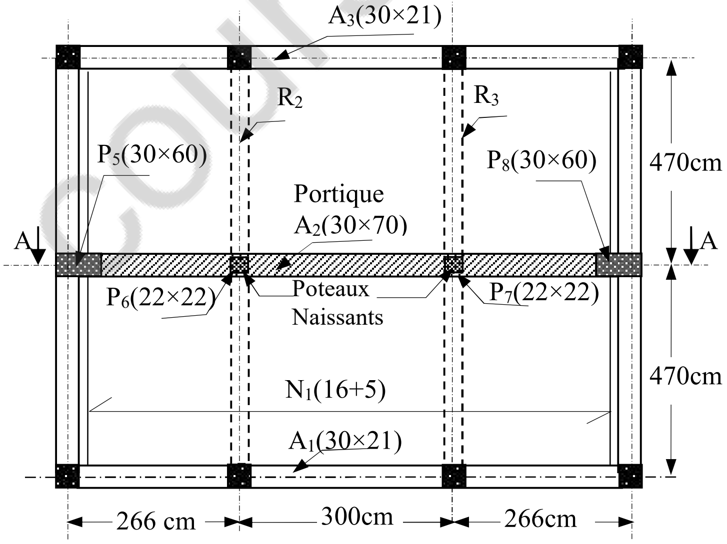


Fig. 2 : Plan de coffrage du plancher 1[er]étage

N.B : Les poteaux au RDC sont de <u>**(30×30)** cm²</u>
Les poteaux du portique sont de <u>**(30×60)** cm²</u>
Les poteaux à l'étage sont de <u>**(22×22)** cm²</u>
Le poids propre du plancher est de **2,85 kN/m²**

Question-1

Calculez les charges uniformément réparties « permanentes et d'exploitation (G_{B2} *et* Q_{B2}) » appliquées sur la poutre continue B_2 du plancher terrasse « voir Fig.1 »; Présentez son schéma mécanique en indiquant les portées et les charges appliquées. [3]

Réponse :

$G_{B2}=0,21\times0,22\times25+6\times4,52\times\mathbf{1,15}+(6-2,85)\times0,22=\mathbf{33,04kN/m}$

$Q_{B2}=2,5\times4,52\times\mathbf{1,15}+0,22\times2,5=\mathbf{13,54kN/m}$

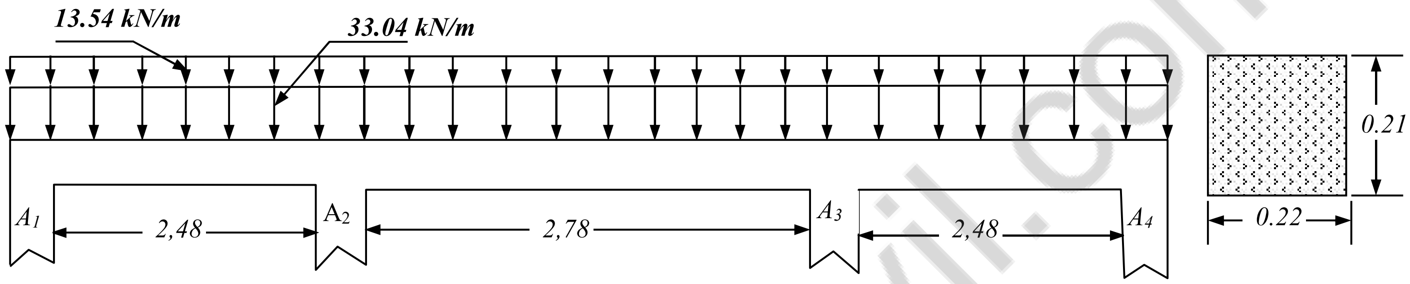


Schéma mécanique de la poutre B_2

Question-2

En supposant que les charges réparties sur la poutre B_2 sont évaluées à (G_{B2} = *33,04 kN/m ;* Q_{B2}=*13,54 kN/m),* choisissez la méthode de calcul appropriée et calculez les moments fléchissant et les efforts tranchant aux états limites de service le long de la poutre B_2. [4]

Réponse :

a- Q < 5kN/m² et Q < 2×G

b- $0,8<\dfrac{l_i}{l_{i+1}}=\dfrac{2,48}{2,78}=0.89<1,25$

c- L'inertie est constante le long des trois travées

d- La fissuration est peu préjudiciable

Les quatre conditions sont satisfaites ➔ la méthode forfaitaire est applicable

$M_{A2}=M_{A3}=-0,5\times sup(M_{01};M_{02};M_{03})=-0,5\times(13,54+33,04)\times2,78^2/8=-22,5kN.m$

➔ $\boxed{\mathbf{M_{A2}=M_{A3}=-22,5kN.m}}$

$\alpha=\dfrac{q}{q+g}=\dfrac{2,5}{2,5+6}=0,29$

$M_{t1}=M_{t3}=(0,6+0,15\times\alpha)\times M_{01}=(0,6+0,15\times0,29)\times(13,54+33,04)\times2,48^2/8=23,04$

Vérification : $M_{t1}=M_{t3}=Max(1,05;(1+0,3\times\alpha))\times M_{01}-M_{A2}/2$

$=Max(1,05;(1+0,3\times0,29))\times(13,54+33,04)\times2,48^2/8-22,5/2=27,67kN.m$

➔ $\boxed{\mathbf{M_{t1}=M_{t3}=27,67kN.m}}$

$M_{t2}=(0,5+0,15\times\alpha)\times M_{01}=(0,5+0,15\times0,29)\times(13,54+33,04)\times2,78^2/8=24,45\ kN.m$

Vérification : $M_{t2}=Max(1,05;(1+0,3\times\alpha))\times M_{02}-(M_{A2}+M_{A3})/2$

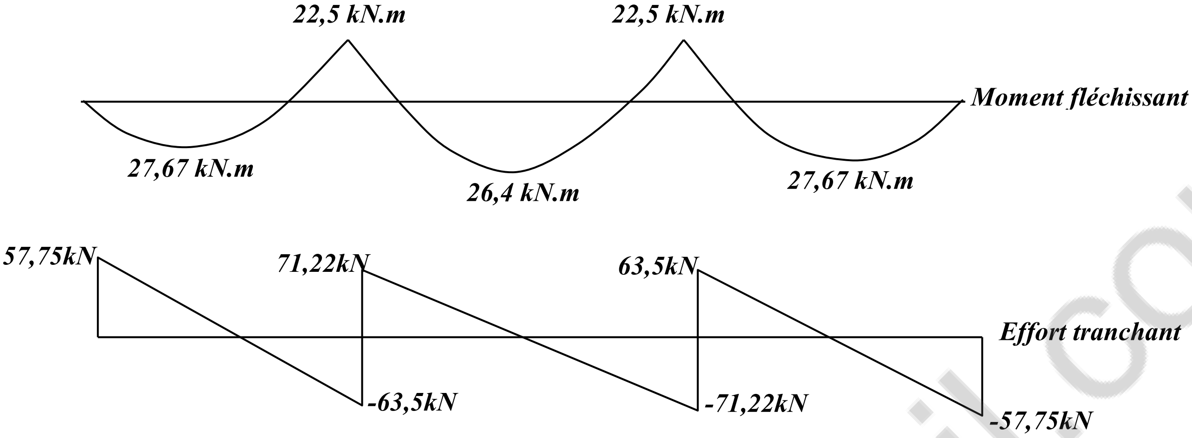
$=Max(1,05;(1+0,3\times0,29))\times(13,54+33,04)\times2,78^2/8-(22,5+22,5)/2=26,4kN.m$ ➔ $\boxed{\mathbf{M_{t2}=26,4kN.m}}$

Effort tranchant

$V_{1E}=(13,54+33,04)\times 2,48/2=57,75kN$; $V_{2w}=-1,1\times(13,54+33,04)\times 2,48/2=-63,5kN$

$V_{2E}=1,1\times(13,54+33,04)\times 2,78/2=71,22kN$; $V_{3w}=-1,1\times(13,54+33,04)\times 2,78/2=-71,22kN$

$V_{3E}=1,1\times(13,54+33,04)\times 2,48/2=-63,5kN$; $V_{4w}=-(13,54+33,04)\times 2,48/2=-57,75kN$



Question-3

En se basant sur les résultats de la question précédente et en négligeant les charges provenant des raidisseurs (R_2 ;R_3 ; R'_2 et R'_3), calculez les charges concentrées de service appliquées sur la traverse du portique transmises par les poteaux naissants P_6 et P_7. [3]

Réponse :

$N_{P6}=N_{P7}=(71,22+63,5)+0.22^2\times 25\times 3,21=138,6\ kN$

Question-4

Les sollicitations dans la section centrale de la traverse du portique « soumise à la flexion composée » sont calculées et récapitulées dans le tableau ci-dessous. Calculez le ferraillage longitudinal dans cette section, présentez-le sur un schéma clair. [5]

Réponse :

$e_0=(M_G+M_Q)/(N_G+N_Q)$=338,5/95,9=3,53m

$l_f=l_0=8,02m$

$e_a=max(l_0/250\ ;2cm)=0.0321 \Rightarrow e_1=3,53+0.0321=3,562m$

Moments fléchissant		*Efforts normaux*	
M_G (kN.m)	241,4	N_G(kN)	68,4
M_Q(kN.m)	97,1	N_Q(kN)	27,5
M_S(kN.m)	338,5	N_S(kN)	95,9
M_U(kN.m)	471,5	N_U(kN)	133,6

Sollicitations à la section centrale traverse du portique A_2

$$\frac{l_f}{h} < Max(15;\frac{20\times e_1}{h}) \Rightarrow \frac{8,02}{0,7} < Max(15;\frac{20\times 3,562}{0.7}) \Rightarrow 11,45 \le 101,7\ Ok$$

$$\alpha = \frac{M_g}{M_g+M_q} = \frac{241,4}{241,4+97,1} = 0,713 \Rightarrow e_2 = \frac{3l_f^2}{10^4\times h}(2+\varphi\times\alpha) = \frac{3\times 8,02^2}{10^4\times 0,7}(2+2\times 0,713) = 0,094$$

e_{maj}=0,094+3,562=3,654m

e_{uA}= e_{maj}+v_a=3,654+(0,63-0,35)=3,93m ➔$N_{uA}\times e_{uA}$=133,6×3,93=525,05kN.m

$$\mu_{uA} = \frac{M_{uA}}{bd^2 f_{bu}} = \frac{525,05\times10^{-3}}{0,3\times0,63^2\times14,17} = 0,31$$

$$\mu_{BC} = 0,8\times\frac{h}{d}\times(1-0,4\times\frac{h}{d}) = 0,8\times\frac{0,7}{0,63}\times(1-0,4\times\frac{0,7}{0,63}) = 0,494$$

$$\mu_{uA} \le \mu_{BC} \Rightarrow \text{section partiellement comprimee}'$$

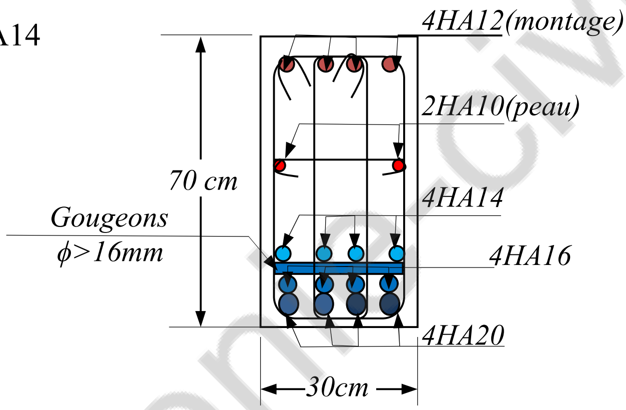
$$\mu_{uA} \le \mu_l \Rightarrow A_{sc} = A_1 = 0$$

$$\Rightarrow \alpha = 1,25\times(1-\sqrt{1-2\times\mu}) = 1,25\times(1-\sqrt{1-2\times0,31}) = 0,482 \Rightarrow z = d(1-0,4\times\alpha) = 0,5\,\text{m}$$

$$A_{st}^{(s)} = \frac{M_{uA}}{z\times f_{su}} = \frac{525,05\times10^{-3}}{0,5\times348} = 29,66\ cm^2 = A_{st}^{(c)} = A_2 = 29,66\ \times10^{-4} - \frac{133,6\times10^{-3}}{348} = 25.83\ cm^2$$

Soit 4HA20+4HA16+4HA14

A_2=26,76cm²



C.N.F

$$A_{min} = \frac{0,23bd\times f_{t28}}{f_e}\times\frac{e_0-0,455\times d}{e_0-0,185\times d} = \frac{0,23\times0,3\times0,63\times2,1}{400}\times\frac{3,53-0,455\times0,63}{3,53-0,185\times0,63} = 2,17cm^2 < 26,76cm^2\ \ OK$$

Question-5

Vérifiez cette même section aux ELS. [5]

Réponse :

N_s=95,9 kN ; M_s=338,5 kN.m ➔ *e_s=338,5/95.9=3,53*

e_A=3,53+(0,63-0,35)=3,81m ; c=d- e_A=0,63-3,81=-3,18m ; A_2=26,76cm²

$$y_c^3 + py_c + q = 0\ avec \quad \begin{array}{l} p\text{=-}3\times(-3,18)^2+(0,63+3,18)\times\frac{90\times26,76\times10^{-4}}{0,3}=-27,28 \\ q\text{=-}2\times(-3,18)^3-(0,63+3,18)^2\times\frac{90\times26,76\times10^{-4}}{0,3}=52.66 \end{array}$$

La résolution de l'équation en y_c donne y_c=3,49m ➔ *y_{ser}=3,49+(-3,18)=0,31m*

$$I_{SRH} = \frac{0,31^3\times0,3}{3} + 15\times26,76\times10^{-4}\times(0,63-0,31)^2 = 0,007\,\text{m}^4\ ,\ k = \frac{N_{ser}}{I_{SRH}}\times y_c = \frac{95,9\times10^{-3}}{0,007}\times0,31 = 47,14$$

$$\Rightarrow \sigma_{bc} = k\times y_{ser} = 47,14\times0,31 = 14,6 < \overline{\sigma_{bc}} = 15\ Ok$$