

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.

« Arobase 6 » Corrigé

Etude A : Poutre Métallique de toiture

A1 : Charges sur la panne courante

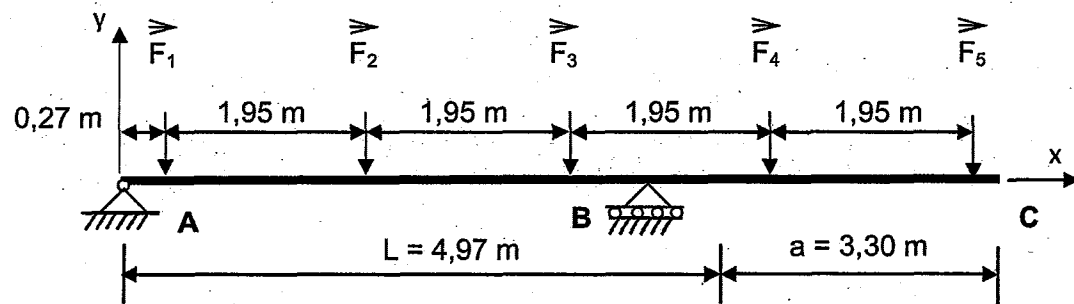
Largeur d'influence : 1.95 m

Charges surfaciques :	pois propre :	0.75 kN/m ²
	Charge d'exploitation :	0.80 kN/m ²
	Charge de neige :	0.50 kN/m ²
Poids propre du profil :		0.224 kN/m

Charges sur pannes :

Poids propre :	$g = 1.95 \times 0.75 + 0.224 = 1.69 \text{ kN/m}^2$
Charges d'exploitation :	$q = 1.95 \times 0.80 = 1.56 \text{ kN/m}^2$
Charges de neige :	$s = 1.95 \times 0.50 = 0.975 \text{ kN/m}^2$

A2 : Charges sur la poutre étudiée

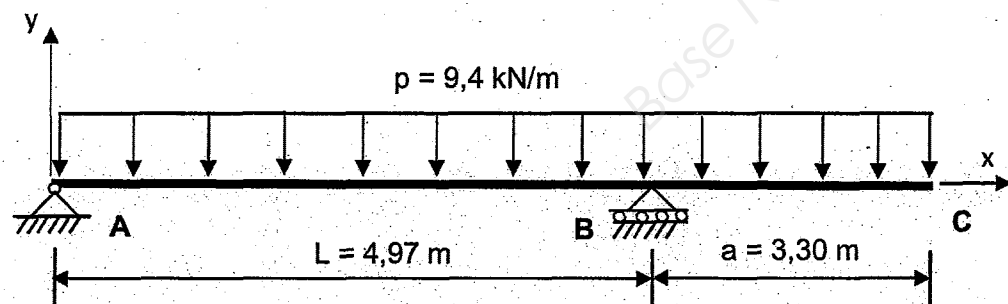


$$F_1 = F_5 = 1.35 \times (1.16 \times 7.5) + 1.5 \times (0.62 \times 7.5) = 18.7 \text{ kN}$$

$$F_2 = F_3 = F_4 = 1.35 \times (1.69 \times 7.5) + 1.5 \times (0.975 \times 7.5) = 28.1 \text{ kN}$$

A3 : Etude de la poutre de toiture

A31 Actions aux appuis



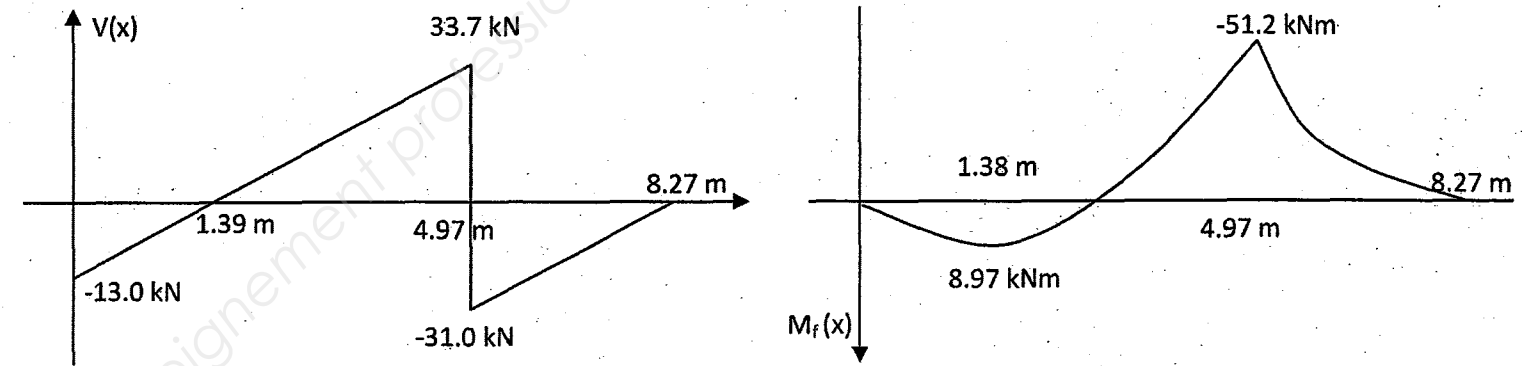
Action en B :

$$9.4 \times \frac{8.27^2}{2} = 4.97 \times R_{By} \Rightarrow R_{By} = 64.67 \text{ kN}$$

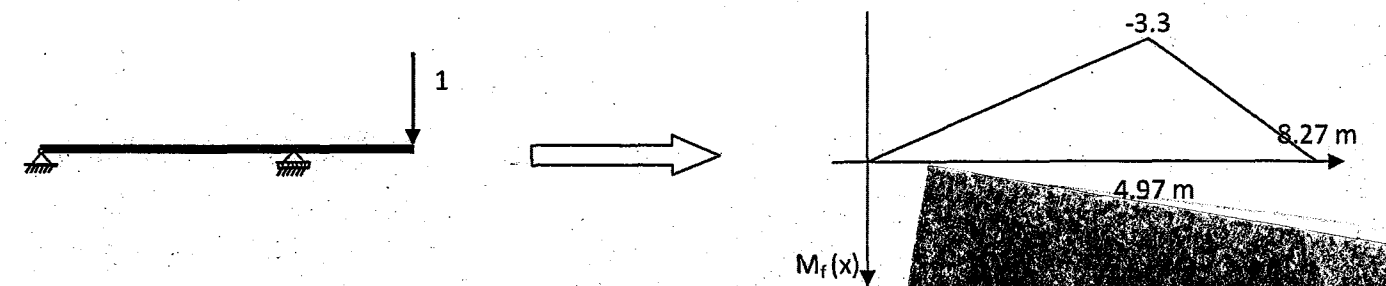
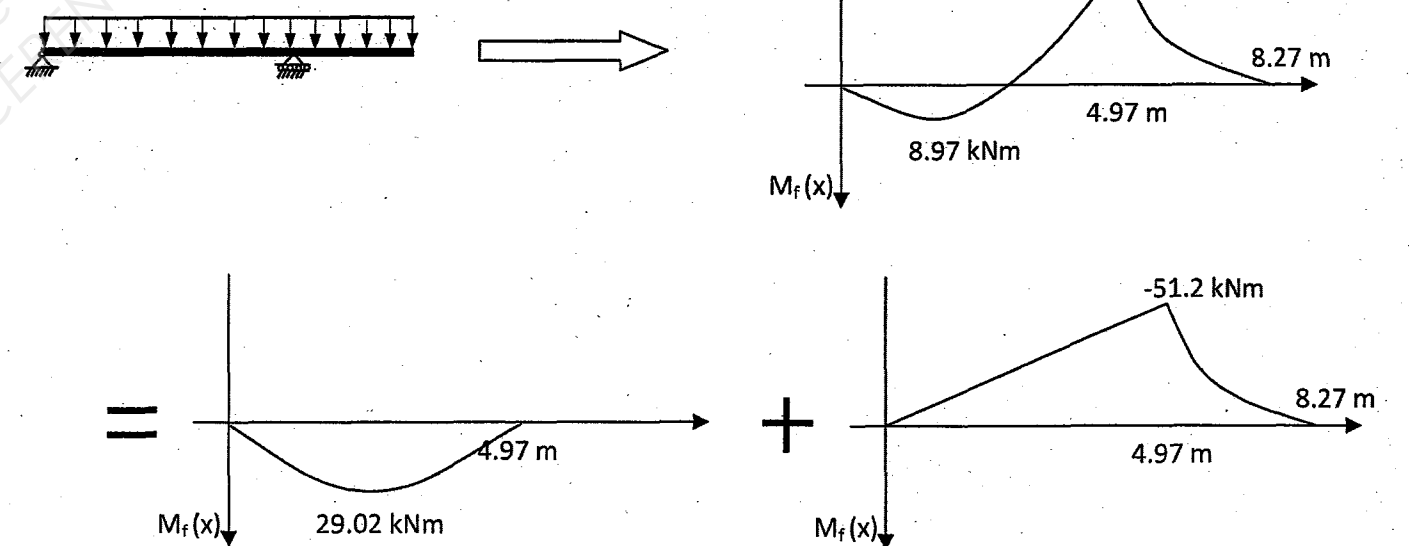
Action en A :

$$R_{Av} = 9.4 \times 8.27 - 64.67 = 13.07 \text{ kN}$$

A32 Courbes de sollicitations



A33 Déplacement vertical de C



Déplacement de l'extrémité de la poutre :

$$Elv = \frac{1}{3} 4.97 \times 29.02 \times 10^3 \times (-3.3) + \frac{1}{3} 4.97 \times (-51.2 \times 10^3) \times (-3.3) + \frac{1}{4} 3.3 \times (-51.2 \times 10^3) \times (-3.3)$$

$$Elv = 260,5 \cdot 10^3 \text{ (unités utilisées N et m)}$$

A34 Dimensionnement condition de flèche

$$v \leq v_{\max} = \frac{2L}{200} = \frac{2 \times 3.30}{200} = 0.033 \text{ m}$$

$$I \geq \frac{260,5 \times 10^3}{0,033 \times 210 \times 10^9} = 3,759 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I \geq 3759 \text{ cm}^4$$

On pourra utiliser un profil IPE 240 pour lequel $I = 3891.6 \text{ cm}^4$

A35 Vérification des contraintes normales

$$M_{Ed} = 78 \text{ kNm}$$

Section de classe 1

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = w_{pl} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 366.6 \times 10^{-6} \times \frac{235 \times 10^6}{1}$$

$$= 86.15 \times 10^3 \text{ Nm}$$

$$= 86.15 \text{ k Nm}$$

On a bien $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$

Etude B : Poutre continue en Béton Armé

B1 : Etude des charges

Largeur de plancher reprise par la poutre :

$$\frac{6.60}{2} + 0.40 + \frac{4.77}{2} = 6.085 \text{ m}$$

Charge surfacique du plancher :

Poids propre	0.22 x 25	5.50 kN/m ²
Faux plafond et revêtement de sol		0.60 kN/m ²
		g = 6.10 kN/m²

Charges d'exploitation	2.50 kN/m ²
Cloisons mobile (< 2kN/m)	0.80 kN/m ²
	q = 3.30 kN/m²

Poids propre de la retombée de la poutre

Poids propre	0.40 x 0.40 x 25	4 kN/ml
--------------	------------------	---------

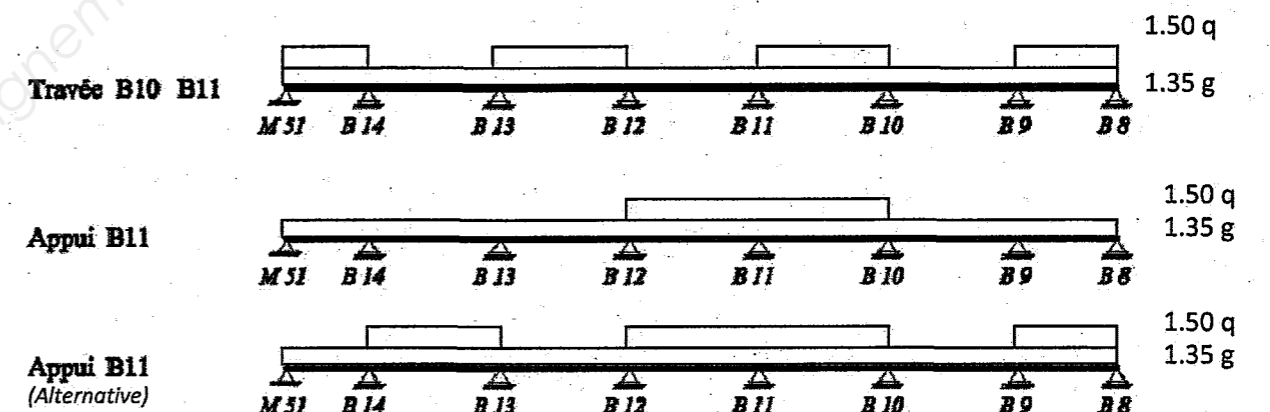
Charges sur la poutre :

$$\text{Charges permanentes } g = 6.085 \times 6.1 + 4 = 41.12 \text{ kN/ml}$$

$$\text{Charges d'exploitation } q = 6.085 \times 3.3 = 20.10 \text{ kN/ml}$$

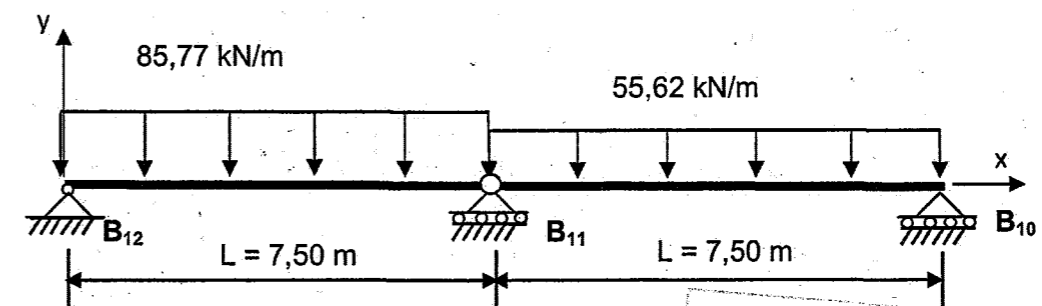
B2 : Cas de charges

Travées situées entre B10 et B11



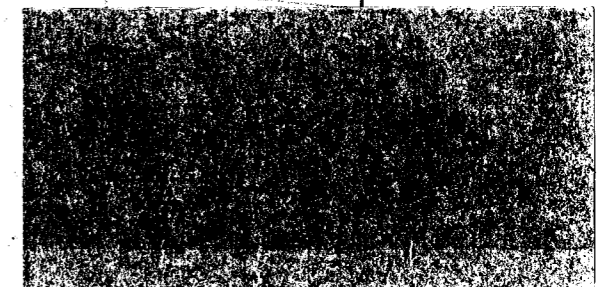
B3 : Equation des trois moments sur B11

Calcul des rotations sur appuis-



$$w_{g11} = \frac{pl^3}{24EI} = \frac{85.77 \times 7.5^3}{24EI} = \frac{1507.7}{EI}$$

$$w_{d11} = -\frac{pl^3}{24EI} = -\frac{55.62 \times 7.5^3}{24EI} = -\frac{977.7}{EI}$$



$$7.5 M_{12} + 15 M_{11} + 7.5 M_{10} = 6 EI \left(\frac{-977.7}{EI} - \frac{1507.7}{EI} \right)$$

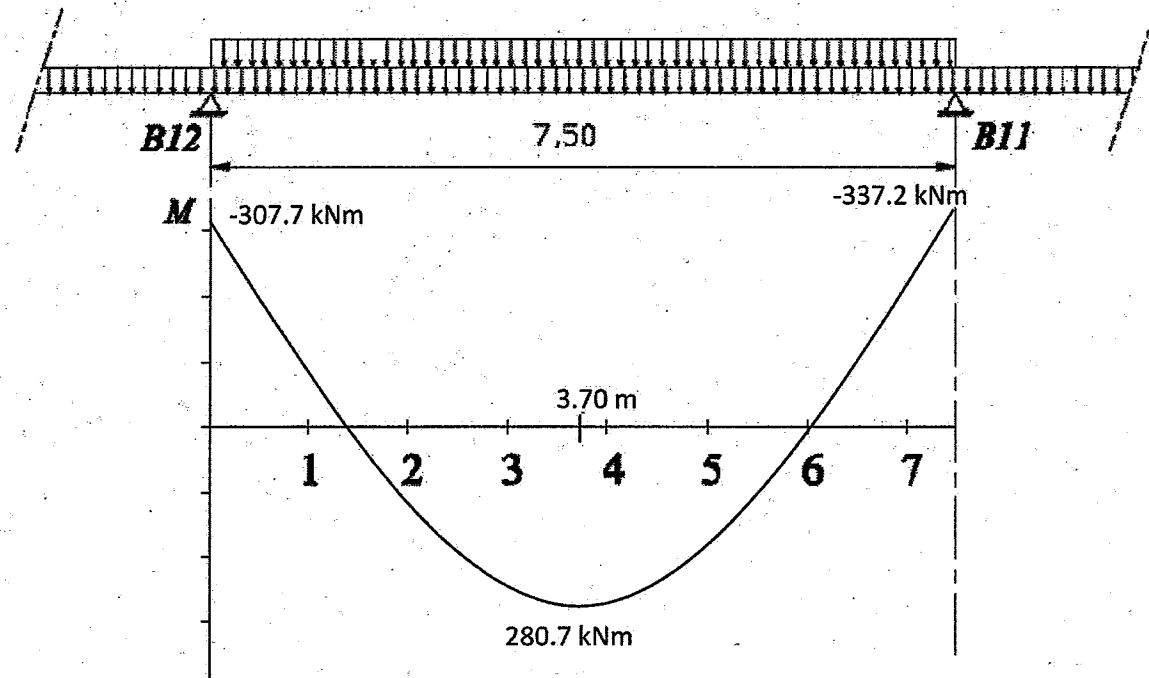
$$= 14.912 \times 10^3 \text{ kNm}$$

B4 : tracé de la courbe de Moment Fléchissant

$$M_0 = \frac{pl^2}{8} = 603.1 \text{ kNm}$$

$$M_{r-1} = -307.7 \text{ kNm} \quad M_j = -337.2 \text{ kNm}$$

$$M_{fl,max} = 280.7 \text{ kNm à une abscisse de 3.70 m}$$



B5 : Sections d'aciers longitudinaux

$$M_{Ed} = -375 \text{ kNm}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa} \quad f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$b = 0.40 \text{ m} \quad h = 0.62 \text{ m} \quad d = 0.9 \times 0.62 = 0.56 \text{ m}$$

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

$$\mu = 0.151 \quad \alpha = 0.205$$

$$z = d(1 - 0.4\alpha) = 0.512 \text{ m}$$

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{z f_{yd}} = 16.84 \text{ cm}^2$$

Condition de non-fragilité:

$$A_{s,min} = \max \left[0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_w d ; 0,0013 b_w d \right]$$

$$A_{s,min} = \max(3.37 ; 2.91)$$

$$A_{s,min} = 3.37 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.04 A_c = 0.04 \times 40 \times 62 = 99.2 \text{ cm}^2$$

⇒ Choix 4 HA 20 + 4 HA 14 (18.73 cm²)

B6 : Calcul de cadres

$$V_{Ed,u} = 325.6 \text{ kN}$$

$$1 \text{ cadre} + 2 \text{ épingles HA 6} \rightarrow A_{sw} = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd}$$

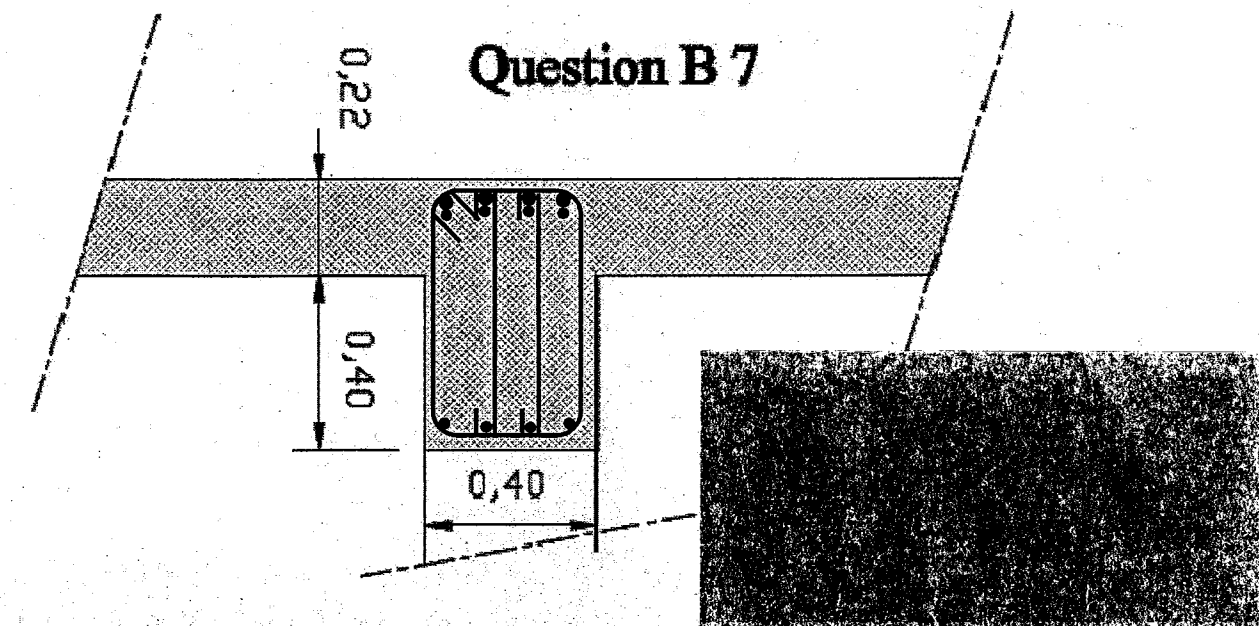
$$s \leq \frac{A_{sw}}{V_{Ed}} z f_{ywd}$$

$$s \leq \frac{1.13 \times 10^{-4}}{325.6 \times 10^3} \times 0.512 \times 435 \times 10^6 = 0.077 \text{ m}$$

(L'utilisation de la valeur forfaitaire du bras de levier est admise pour les bâtiments : $z = 0,9 d = 503 \text{ mm}$ (avec $d = 0,9 h$) d'où $s \leq 0,076 \text{ m}$.)

On pourra prendre $s_1 = 7 \text{ cm}$

B6 : Schéma de la section



Etude C : Etude d'un poteau

Poteau circulaire $\Phi = 40 \text{ cm}$

$$l_0 = l = 3.52 \text{ m}$$

C1 : Aciers longitudinaux

$$N_{Ed,u} = 1530 \text{ kN.}$$

$$\lambda = \frac{4l_0}{D} = 35.2$$

$$\alpha = \frac{0.84}{1 + \left(\frac{\lambda}{52}\right)^2} = 0.576$$

$$k_h = 0.93$$

$$N_{Rd} = \alpha k_h [A_c f_{cd} + A_s f_{yd}]$$

$$N_{Rd} = 0.576 \times 0.93 [\pi \times (0.2)^2 \times 20 \cdot 10^6 + A_s \times 435 \cdot 10^6] \geq 1530 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$A_s \geq 7.88 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_s \geq 7.88 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = \max \left[0.1 \frac{N_{Ed}}{f_{yd}}; 0.002 A_c \right] = \max [3.5 \text{ cm}^2; 2.51 \text{ cm}^2]$$

$$A_{s,min} = 3.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.04 A_c = 50.3 \text{ cm}^2$$

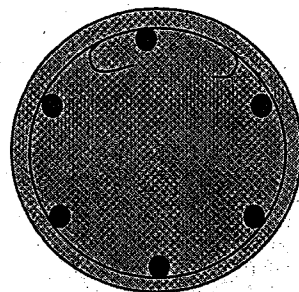
On garde 7,88 cm² Soit **6 HA 14** (9,24 cm²)

C2 : Aciers transversaux

$$\Phi_t = 6 \text{ mm}$$

$$s_{cl,t} \leq \min [400; 20 \times 14; 400] = 280 \text{ mm}$$

C3 : Coupe



Etude D : Etude d'une fondation

D1 Dimensionnement de la fondation

$$N_{Ed} = 2250 \text{ kN}$$

$$q_d = 550 \text{ kPa}$$

Semelle à débords égaux :

$$(0.30 + 2 d_0) \times (0.70 + 2 d_0) = \frac{N_{Ed}}{q_d} = \frac{2250}{550} = 4.091 \text{ m}^2$$

$$d_0 = 0.766 \text{ m}$$

Fondation 1,83 x 2,23

On peut arrondir à 1,90 x 2,30 pour tenir compte du poids propre

$$\text{Hauteur utile } d = \frac{d_0}{2} = 0.40 \text{ m}$$

Hauteur de la fondation 44 ou 47 cm suivant s'il y a un béton de propreté ou pas

D2 Vérification

$$\frac{N_{Ed} + 1.35 \times 1.90 \times 2.30 \times 0.50 \times 25}{1.90 \times 2.30} = 531.8 \text{ kPa} \leq 550 \text{ kPa}$$

