**Licence Génie Civil**

**Projet de Fin de Cycle**

**Chargée du module : D.RIZI**

**TD Les Fondations**

**Exercice 1 :**

Soit une semelle isolée sous un poteau rectangulaire :$ b\_{x} . b\_{y}$ = (25 . 35) cm2.

 NG = 30 tf

 NQ = 13 tf

 MG = 1,5 tf.m

 MQ = 0,65 tf .m

 Ϭsol = 20 tf/m2;

Acier : Fe = 400 MPa ; Béton :fc28 = 25MPa; d’x=5,5 cm ; d’y = 4,5 cm

Fissuration préjudiciable

Déterminer le ferraillage de la semelle et présenter le schéma de ferraillage ?

**Solution**

1. **Dimensions:**

**E.L.U** :

 N = 1,35 . NG + 1,5 . NQ =1,35 .30 + 1,5.13 = 60 tf

 M = 1,35 .MG +1,5. MQ  = 1.35 . 1.5 + 1,5. 0,65 = 3 tf .m

**Soit:**

By  = 2,1 m

Bx  = $\frac{bx}{by }$ . By $= \frac{25}{35 }$ . 2,1 = 0,714 . 2,1 ≈ 1,5m

$ e\_{o}$ = $\frac{ 3}{60}$ = 5cm →$ e\_{o}$ <$ \frac{By}{6 }$ → trapézoïdal

$\frac{ By}{6}$ = $\frac{ 210}{6}$ = 35

$ σ\_{m}$= $\frac{N }{Bx . By } ( 1+ \frac{3 . e\_{o}}{ By }$ ) = $\frac{60 }{1,5 .2,1 }$ ( 1 + $\frac{3 . 0,05}{ 2,1 })$ = 20,4 ˃ 20 ( non vérifié)

Soit : $ B\_{y}$ = 2,20m

 $ B\_{x}$ = 0,714 . 2,2 ≈ 1,60 m

$σ\_{m}$ = $\frac{60 }{1,6 .2,2 }$ ( 1 + $\frac{3 .0,05 }{2,2 }$) = 18,2 < 20 (vérifié)

 $ d\_{x}= $ 46,5 cm

$ d\_{x}$ ≥ $\frac{By-by }{4 }$ = $\frac{220-35 }{4 }$ = 46,25 →

 *h* = 52 cm

$ d\_{y}$ = h - $ d'\_{y}$ = 52 – 4,5 = 47,5cm <$ B\_{x}$ - $ b\_{x}$ = 135 (vérifié)

1. **Ferraillage**:

$ e\_{o}$ = 5 <$ \frac{ By}{24}$ = $\frac{ 220 =}{24}$ = 9,16 → méthode des bielles avec charge Q.

Q = N ( 1 + 3 $\frac{ e\_{o}}{By}$) = 60 (1+ $\frac{ 3 .0,05}{2,2}$) = 64,1 tf

$ A\_{x}$= $\frac{ Q^{} (B\_{x}- b\_{x})}{8 . d\_{x} . σ\_{s}}$ = $\frac{ 64,1 .10^{3} ( 160-25)}{8 .46,5 . 3480}$ =6,68

$11T\_{10}$ = 8,63 cm²

 Soit :

 $ A\_{y}$= $\frac{ Q^{} (B\_{y}- b\_{y})}{8 . d\_{y} . σ\_{s}}$ = $\frac{ 64,1 .10^{3} ( 220-35)}{8 .47,5 . 3480}$ =8,96

$10T\_{12}$ = 11,31 cm²

Soit :

**3)E.L.S** :

 N = 30 +13= 43 tf

 M = 1,5 +0,65 = 2,15 tf .m

$ e\_{o}$ = 5

$\frac{by}{6 }$ = $\frac{220}{6 }$ = 36,6 →$ e\_{o}$ <$ \frac{By}{6 }$ → trapézoïdal

$ σ\_{m}$ = $\frac{43}{1,6 .2,2 }$ ( 1 + $\frac{3 .0,05}{2,2 }$ ) = 13,05 < 20 ( vérifié)

**Ferraillage**:

$ e\_{o}$ = 5 <$ \frac{ 220}{24}$ = 9,16 → méthode des bielles avec charge Q.

Q = 43 ( 1 + $\frac{ 3.0,05}{2,2}$) = 45,93 tf

$ A\_{x}$= $\frac{ 45,93 .10^{3} ( 160-25)}{8 .46,5 . 2400}$ = 6,94 < 8,63 (vérifié)

$ A\_{y}$= $\frac{ 45,93 .10^{3} ( 220-35)}{8 .47,5 . 2400}$ = 9,31 < 11,31 (vérifié)

$ e $≥ 6 Ø + 6 = 6. 1,2 + 6 = 13,2

$e$ = 15cm

Soit :  ; c = $ d'\_{y}$ $- Ø\_{y}$/2 = 4,5 – 0,6 = 3,9cm >3cm



**Exercice 2 :**

Soit une semelle isolée rectangulaire ; on donne :

 $ N\_{G}$ = 26 tf $ M\_{G}$ = 5,55tf.m

 $ N\_{Q}$ = 10 tf $ M\_{Q}$ = 3 tf.m

Poteau : 35 x 45 = $ b\_{x} . b\_{y}$ ; d′$x$ = 5,5 cm ; d′$y$ = 4,5 cm

Acier $ F\_{e}$ E 400 : fissuration préjudiciable ;

$ σ\_{sol}$ = 25tf/m²

**1)Dimensions**:

**E.L.U** :

 N = 1,35 . 26 + 1,5 . 10 = 50,1tf

 M = 1,35 . 5,55 + 1,5.3 ≈ 12 tf .m

$ B\_{y}$ = 1,8 m

$ B\_{x}$ = $ \frac{ b\_{x}}{ b\_{y}}$ . $ B\_{y}$= $\frac{ 35}{45} .1,8=0,777 .1,8 $≈ 1,4m

$ e\_{o}$ = $ \frac{ M}{N}$ =$ \frac{ 12}{50,1}$ = 0,2395 = 23,95cm → diagramme trapézoïdal

$\frac{ B\_{y}}{6}$ = $\frac{180}{6}$ = 30

$ σ\_{m}$= $ \frac{ 50,1}{1,8 .1,4}$ . ( 1 + $\frac{ 3.0,2395}{1,8}$ ) = 27,81 > $ σ\_{sol}$ = 25 tf/m² ( non vérifié)

$soit: $ $ B\_{y}$ = 1,9

 $ B\_{x}$ = 0,777 . 1,9 ≈ 1,5 m

$ e\_{o}$ = 23,95 < $\frac{ 190}{6}$ → diagramme trapézoïdal

$ σ\_{m}$ = $\frac{ 50,1}{1,9 .1,5 }$ ( 1 + $\frac{ 3.0,2395}{1,9 }$) = 24,22 < 25 (vérifié)

$ d\_{x}$ ≥ $\frac{ 190-45}{4 }$ = 36,25 →$ d\_{x}$ = 39,5

 h = $45$

$ d\_{y}$ = h - $ d'\_{y}$ = 45 – 4,5 = 40,5 < $ B\_{x}$ - $ b\_{x}$ = 115 (vérifié)

**2)Ferraillage**:

$ e\_{o}$ = 23,95 > $\frac{ B\_{y}}{24}$ = $\frac{ 190}{24}$ = 7,916 cm

* **Sens y** :

Dans ce sens ($ A\_{y})$ sera déterminée par la méthode dite de «  console »

$ σ\_{2}$= $\frac{ N}{ B\_{y} . B\_{x}}$ $(1+ \frac{ 6 . e\_{o} }{ B\_{y}}$ ) = $\frac{ 50,1}{1,9 .1,5}$ $(1+ \frac{ 6 . 0,2395 }{1,9})$ = 30,87 tf/m²

$ σ\_{d}$= $\frac{ N}{ B\_{x} . B\_{y}}$ $(1+ \frac{ 4,2 . e\_{o }. b\_{y } }{ (B\_{y})²}$ ) = $\frac{ 50,1}{1,5 .1,9}$ $(1+ \frac{ 4,2 . 0,2395 . 0,45 }{\left(1,9\right).1,9})$ = 19,78 tf/m²

$ M\_{d}$ = $ B\_{x}$ ($\frac{ B\_{y}}{2}$ - 0,35 . $ b\_{y}$)² $( \frac{ σ\_{d} +2. σ\_{2} }{6}$ ) =

= 1,5 ($\frac{ 1,9}{2}$ - 0,35 . 0,45)² ($\frac{ 19,78+ 2.30,87 }{6})$ = 12,798 tf.m

Z = $\frac{ 7}{8}$ . $ d\_{y}$ = $\frac{ 7}{8}$ . 40,5 = 35,437cm.

$ A\_{y}$ = $\frac{ M\_{d}}{z . σ\_{s} }$ = $\frac{12,798 .10 ^{5}}{35,437 . 3480} $ = 10,377cm²

$10 T\_{12}$ = 11,31cm²

Soit :

* **Sens x** : Méthode des bielles avec Q

$Q^{}$= N $ (1+ \frac{ 3 . e\_{o } }{ B\_{y}}$ ) = 50,1 $(1+ \frac{ 3 . 0,2395 }{1,9})$ ≈ 69,046 tf

$ A\_{x}$ = $\frac{ Q^{}( B\_{x - } b\_{x)}}{8 . d\_{x} . σ\_{s}}$ $= \frac{ 69, 046. 10 ^{3} ( 150-35)}{8.39,5.3480 }$ = 7,22

$12 T\_{10}$ = 9,42 cm²

Soit :

**3)E.L.S**:

 N′ = 36tf

 M = 8,55 tf .m

$ e\_{o}$ = $\frac{M}{N }$ = $\frac{8,55}{36 }$ = 0,2375 = 23,75cm

→ trapézoïdal

$\frac{By}{6 }$ = $\frac{190}{6 }$ = 31,66

$ σ\_{m}$ = $\frac{36}{1,9 .1,5 }$ ( 1 + $\frac{3 . 0,2375}{1,9 }$) = 17,368 < 25 ( vérifié)

 $ e\_{o}$ = 23,75 >$ \frac{By}{24 }$ = 7,916 → $Ay$ par la méthode de console.

$ σ\_{2}$ = $\frac{36}{1,5 .1,9 }$ ( 1 + $\frac{6 . 0,2375}{1,9 }$) = 22,105 tf/m²

$ σ\_{d}$ = $\frac{36}{1,5 .1,9 }$ ( 1 + $\frac{4,2 .0,2375.0,45}{(1,9 )² }$) = 14,2 tf/m2

$ M\_{d}$ = 1,5 ( $\frac{1,9}{2 }$ - 0,35 . 0,45)² ($\frac{14,2 + 2 . 22,105}{6}$) = 9,17 tf.m

Z = $35,437$

$ A\_{y}$ = $\frac{9,17 .10 ^{5}}{35,437 . 2400}$ = 10,78cm² < 11,31 ( vérifié)

* **Sens x :**

Q = 36 (1 + $\frac{3 . 0,2375}{1,9}$) = 49,5 tf

$ A\_{x}$ = $\frac{49,5 . 10^{3} ( 150-35)}{8 . 39,5 .2400}$ = 7,5 < 9,42 ( vérifié)

$e$ = 15 cm

$ e$ ≥ 6 Ø + 6 = 6.1,2 + 6 = 13,2 →

L’enrobage : c = $ d'\_{y}$ - $\frac{ Ø\_{y}}{2 }$ = 4,5 – 0,6 = 3,9 > 3cm