

# EDUARDO TORROJA - OFICINA TÉCNICA

VARIANTE DE FONDATION  
=====

NOTE DE CALCUL.

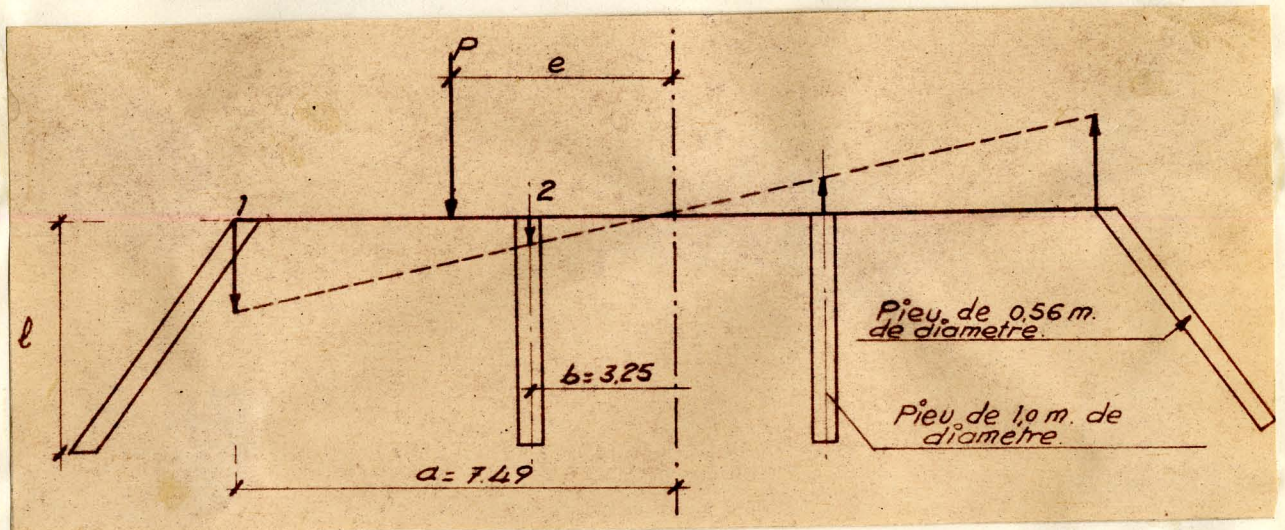
FECHA .....

N.º 849.311

OFFRE Nº 1 - PILES DOUBLES

FONDATION PAR PILES

Efforts dus à l'excentricité (e) de la charge (P)



La déformation verticale au point 2 doit être linéairement proportionnelle à celle du point 1, car la rigidité de la pile est très grande. C'est-à-dire

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{a}{b}$$

D'autre part, l'accourcissement des pieux est:

pieu 1. 
$$\varepsilon_1 = \frac{N_1 l}{E \Omega_1 \cos \alpha}$$

Pieu 2.  $\epsilon_2 = \frac{N_2 l}{E \Omega_2}$

étant  $\Omega_1 =$  Aire du pieu 1

$\Omega_2 =$  Id 2

$N_1 =$  Effort sur le pieu 1.

$N_2 =$  Id 2.

$\alpha = 20^\circ$  (Inclinaison du pieu 1 sur la verticale)

Les composantes verticales de ces accroissements sont:

$$\Delta_1 = \frac{\epsilon_1}{\cos \alpha} \qquad \Delta_2 = \epsilon_2$$

et celles des efforts

$$n_1 = N_1 \cos \alpha \qquad n_2 = N_2$$

De tout cela, on a

$$r_1 = \Delta_1 = \frac{N_1 l}{E \Omega_1 \cos^2 \alpha} = \frac{n_1 l}{E \Omega_1 \cos^3 \alpha}$$

$$r_2 = \Delta_2 = \frac{N_2 l}{E \Omega_2} = \frac{n_2 l}{E \Omega_2}$$

d'où

$$r_1 b = r_2 a$$

$$\frac{n_1 l b}{E \Omega_1 \cos^3 \alpha} = \frac{n_2 l a}{E \Omega_2}$$

$$n_2 = \frac{\Omega_2}{\Omega_1 \cos^3 \alpha} \times \frac{b}{a} n_1$$

et comme

$$\Omega_1 = \pi \frac{0,56^2}{4} = 0,56^2 \frac{\pi}{4}$$

$$\Omega_2 = \pi \frac{1,0^2}{4} = \frac{\pi}{4}$$

$$\cos^3 \alpha = 0,93969^3 = 0,8298$$

on tiens

$$n_2 = 3,843 \frac{b}{a} n_1$$

Enfin, il doit s'accomplir que

$$2 (a n_1 + b n_2) = P e$$

$$2 (a n_1 + 3,843 \frac{b^2}{a} n_1) = P e$$

d'où

$$n_1 = \frac{P e a}{2(a^2 + 3,843 b^2)} = \frac{7,49}{2(7,49^2 + 3,843 \times 3,25^2)} \quad P e = 0,03873 P e$$

$$n_2 = 3,843 \times \frac{3,25}{7,49} \times 0,03873 P e = 0,06458 P e$$

Les charges et ses excentricités les plus défavorables sont (Se reporter à la note de calcul de l'offre N° 1).

Surcharge roulante

Pour 4 convois:  $P = 167,0T.$   $e = 0,25 m.$

Pour 3 " :  $P = 125,0T.$   $e = 1,50 m.$

Surcharge du trottoir et de la piste cyclable (Une rive):

$P = 14,7T$   $e = 7,25 m.$

Charge permanente  $P = 473,4T$   $e = 0$

Charge sur les pieux:

Pieu n° 1:

$$1^{\text{ère}} \text{ Hypothèse. } H_1 = \frac{n_1}{\cos \alpha} = \frac{0,03873}{0,93969} (167,0 \times 0,25 + 14,7 \times$$

$$\times 7,25) = 6,1 T.$$

$$2^{\text{ème}} \text{ Hypothèse. } H'_1 = \frac{0,03873}{0,93969} \times (125,0 \times 1,50 + 14,7 \times 7,25) = 12,1 T.$$

Pieu n° 2.

$$N_2 = 0,06456 \times (167 \times 0,25 + 14,7 \times 7,25) = 9,6 \text{ T.}$$

$$N'_2 = \quad \quad \times (125 \times 1,50 + \quad \quad ) = 19,0 \text{ T.}$$

Efforts dus à la charge centrée

La déformation verticale doit être égale dans tous les points.

$$\Delta_1 = \Delta_2$$
$$\frac{n_1 l}{E \Omega_1 \cos^3 \alpha} = \frac{n_2 l}{E \Omega_2}$$

d'où

$$n_2 = n_1 \frac{\Omega_2}{\Omega_1 \cos^3 \alpha} = 3,843 n_1$$

Il doit s'accomplir

$$2 n_1 + 2 n_2 = P$$

$$2 n_1 (1 + 3,843) = P.$$

d'où

$$n_1 = \frac{1}{2 \times 4,843} P = 0,10324 P.$$

$$n_2 = 3,843 n_1 = 0,3968 P.$$

La charge centrée est

1<sup>e</sup> Hypothèse.  $P = 473,4 + 167,0 + 14,7 = 655,1 \text{ T.}$

2<sup>e</sup> " "  $P' = 473,4 + 125,0 + 14,7 = 613,1 \text{ T.}$

Charge sur les pieux:

Pieu n° 1.

$$N_1 = \frac{n_1}{\cos \alpha} = \frac{0,10324}{0,93969} \times 655,1 = 72,02.$$

$$N'_1 = \quad \quad = \quad \quad \times 613,1 = 67,4 \text{ T.}$$

Pieux n° 2

$$N_2 = 0,3968 \times 655,1 = 259,9$$

$$N'_2 = \quad \quad \times 613,1 = 243,3$$

Effort maximum sur les pieux

Pieu n° 1.

1<sup>o</sup> Hypothèse.  $N_1 = 6,1 + 72,0 = 78,1 \text{ T.}$

2<sup>o</sup> " "  $N'_1 = 12,1 + 67,4 = 79,5 \text{ T.}$

Pieu n° 3.

$$N_2 = 9,6 + 259,9 = 269,5 \text{ T.}$$

$$N'_2 = 19,0 + 242,3 = 261,3 \text{ T.}$$

PILÉ

Il s'agit d'une poutre-cloison continue de trois travées, la centrale de  $l = 6,50$  mètres de portée et les latérales de  $l_1 = 4,25$  mètres et dans laquelle l'hauteur est  $H = 5,20$  mètres.

Pour déduire les armatures nécessaires, on prend les formules des "Règles d'utilisation du Béton Armé" de Décembre 1945, correspondantes à la poutre-cloison avec une hauteur égale à la moitié de la portée pour la travée centrale ( $H = \frac{6,5}{2} = 3,25 \text{ m}$ ), et avec une hauteur égale à la portée pour les travées latérales ( $H = 4,25$  mètres).

La charge répartie par mètre linéaire de pile est

$$q = \frac{473,4 + 14,7 \times 2 + 167,0}{16,2} = 41,4 \text{ T/m.}$$

Etant  $R_a = 1,3 \text{ T/cm}^2$  la contrainte de l'acier, les armatures nécessaires sont:

Dans la travée centrale:

$$w_p = 0,5 q \frac{l}{R_a} = 0,5 \times 41,4 \times \frac{6,5}{1,3} = 103 \text{ cm}^2$$

$$w_h = \frac{0,15}{0,5} w_p = 31 \text{ cm}^2$$

$$w_v = \frac{0,32}{0,5} w_p = 66 \text{ cm}^2$$

Dans les travées latérales

$$w_p = 0,25 \times 41,4 \times \frac{4,25}{1,3} = 34 \text{ cm}^2$$

$$w_h = 0,18 \times \quad \quad \quad = 24 \quad "$$

$$w_v = 0,32 \times \quad \quad \quad = 43 \quad "$$

Épaisseur minimum admissible, étant  $R_b = 1.400 \text{ g/cm}^2$  la contrainte du béton.

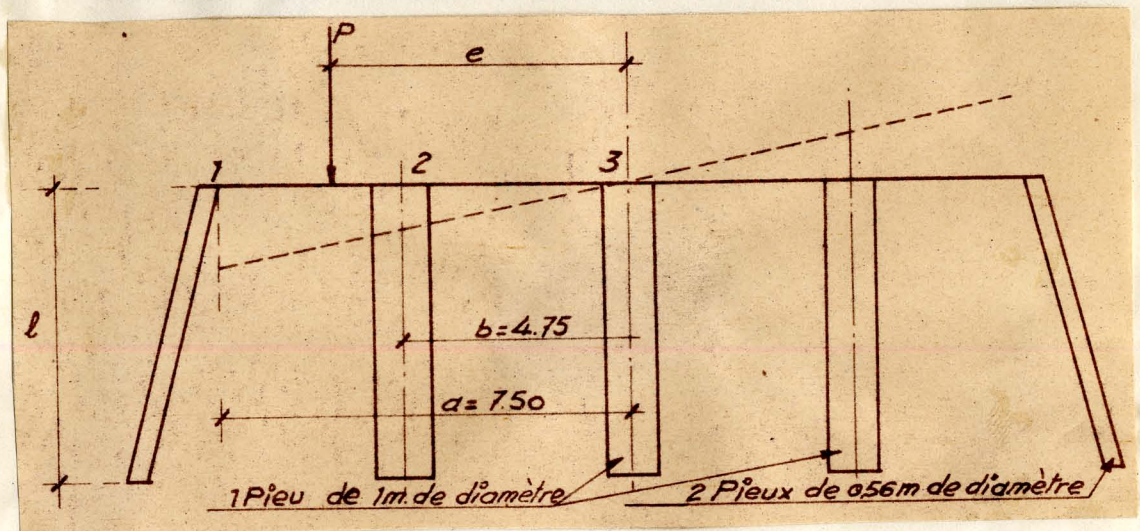
$$e_1 = 4 \frac{q}{R_b} = \frac{4 \times 41,4}{1.400} = 0,12 \text{ m.}$$

$$e_2 = \frac{\lambda^2}{2} \frac{q}{R_b} = \sqrt[3]{\frac{1}{2} \frac{l^2}{400} \frac{q}{R_b}} = \sqrt[3]{\frac{6,5^2}{800} \times \frac{41,4}{1.400}} = 0,12 \text{ m.}$$

OFFRE N° 3 - PILES EN Y

FONDATION PAR PILES

Efforts dus à l'excentricité (e) de la charge (P)



Il doit s'accomplir que

$$2 (2 n_1 a + n_2 b) = P e$$

$$2 (2 a n_1 + 3,843 \frac{b^2}{a} n_1) = P e$$

d'où

$$n_1 = \frac{P e a}{2(2a^2 + 3,843b^2)} = \frac{7,5}{2 \times (2 \times 7,5^2 + 3,843 \times 4,75^2)} \quad P e = 0,01882 P e$$

$$n_2 = 3,843 \times \frac{4,75}{7,50} n_1 = 0,04582 P e$$

Charges et excentricités (Se reporter à la note de calcul de l'offre n° 3).



Charge permanente.	P = 958,0 T	e = 0
Surcharge de 4 convois	P = 288,4 T	e = 0,25 m.
" 3 "	P = 216,3 T	e = 1,50 m.
Piste et trottoir (Une rive)	P = 29,4T	e = 7,25

Pieu n° 1:

1ère Hypothèse.

$$H_1 = \frac{n_1}{\cos \alpha} = \frac{0,01882}{0,93969} \times (288,4 \times 0,25 + 29,4 \times 7,25) = 5,7 \text{ T}$$

2ème hypothèse.

$$H'_2 = \frac{0,01882}{0,93969} \times (216,3 \times 1,50 + 29,4 \times 7,25) = 10,8 \text{ T}$$

Pieu n° 2.

$$H_2 = 0,04582 \times (288,4 \times 0,25 + 29,4 \times 7,25) = 13,1 \text{ T.}$$

$$H'_2 = " \times (216,3 \times 1,50 + " ) = 24,6 \text{ T.}$$

Efforts dus à la charge centrée

Il doit s'accomplir que

$$4 n_1 + 3 n_2 = P$$

et comme

$$n_2 = 3,843 n_1$$

on a:

$$4 n_1 + 3 \times 3,843 n_1 = P$$

d'où

$$n_1 = \frac{P}{4 + 3 \times 3,843} = 0,06439P$$

$$n_2 = 3,843 n_1 = 0,24745P$$

Charge centrée

1<sup>re</sup> hypothèse.  $P = 958,0 + 288,4 + 29,4 = 1.275,8$

2<sup>e</sup> " "  $P' = 958,0 + 216,3 + 29,4 = 1.203,7$

Charge sur les pieux:

Pieu n° 1.

$H_1 = \frac{n_1}{\cos \alpha} = \frac{0,06439}{0,93969} \times 1,275,8 = 87,4 \text{ T}$

$H'_1 = \text{ " } \times 1,203,7 = 82,5 \text{ T}$

Pieu n° 2.

$H_2 = 0,24745 \times 1,275,8 = 315,7$

$H'_2 = \text{ " } \times 1,203,7 = 297,9$

Effort maximum sur les pieux

Pieu n° 1.

$H_1 = 5,7 + 87,4 = 93,1 \text{ T}$

$H'_1 = 10,8 + 82,5 = 93,3 \text{ T.}$

Pieu n° 2.

$H_2 = 13,1 + 315,7 = 328,8 \text{ T.}$

$H'_2 = 24,6 + 297,9 = 322,5 \text{ T.}$

Charge horizontale admissible par les pieux de 0,56 m de diamètre inclinées 20°

Dans la note de calcul de l'offre n° 3 on voit que la poussée horizontale maxima correspond à l'hypothèse de surcharge roulante dans une travée, c'est-à-dire, pour

$P = 167 \text{ T}$

$e = 0,25 \text{ m.}$

Dans ce cas, l'effort dans le pieu est:

$$N_1 = \frac{1}{0,93969} \times [0,01882 \times (167,0 \times 0,25 + 29,4 \times 7,25) + 0,06439 \times x(958,0 + 167,0 + 29,4)] = 84,2 \text{ T.}$$

Etant 125 T la charge portante du pieu, il en reste une charge utile de

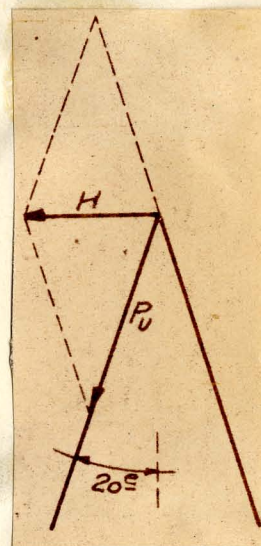
$$P_u = 125,0 - 84,2 = 40,8 \text{ T.}$$

La charge horizontale admissible par le pieu, parallèlement à l'axe longitudinal du pont est

$$H = 2 P_u \frac{\sin 20^\circ}{\sqrt{2}} = 1,414 \times 0,34202 \times 40,8 = 19,7 \text{ T.}$$

Et pour les deux pieux inclinés vers la même culée (un à l'aval du pont et l'autre à l'amont) on a  $2 \times 19,7 = 39,4 \text{ T.}$

Cette charge horizontale admissible par les pieux, est très supérieure à celle de 29T déduite dans la note de calcul de l'office n° 3.



#### FILE

Poutre-cloison continue de quatre travées; les deux centrales de  $l = 4,75 \text{ m.}$  de portée et les deux latérales de  $l = 2,75 \text{ m.}$  Hauteur,  $H = 3,4 \text{ m.}$

Charge répartie,

$$q = \frac{958,0 + 29,4 \times 2 + 288,4}{16,2} = 80 \text{ T/m.}$$

Armatures de la travée centrale ( $H = \frac{l}{2}$ )

$$w_p = 0,5 \times 80 \times \frac{4,75}{1,3} = 146 \text{ cm}^2.$$

$$w_{H_1} = 0,15 \times 60 \times \frac{4,75}{1,3} = 44 \text{ cm}^2.$$

$$w_{V_1} = 0,32 \times " \times " = 94 \text{ "}$$

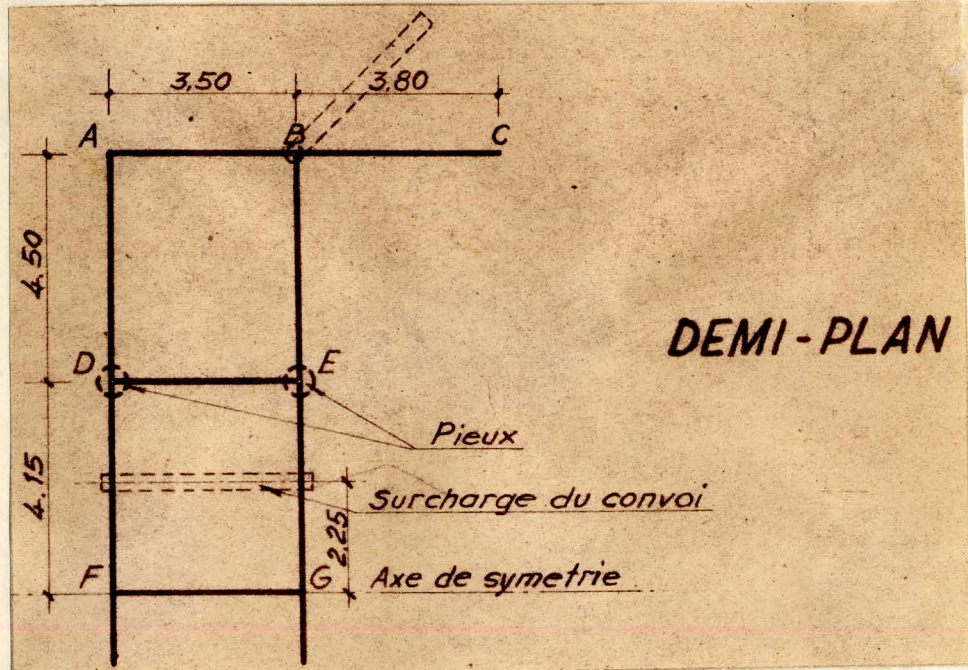
Armaturos de la travée lateral (H = l)

$$w_{D_1} = 0,25 \times 80 \times \frac{2,75}{1,3} = 42 \text{ cm}^2.$$

$$w_{H_2} = 0,15 \text{ " " " " } = 25 \text{ "}$$

$$w_{V_2} = 0,32 \text{ " " " " } = 54 \text{ "}$$

CULBRE RIVE DROITE



Charge permanente au mètre linéaire

Entre A et E.

Béton	$\frac{0,25 \times 0,50}{2} \times 1,3$	=	0,49
	$0,34 \times 0,22$	=	0,07
	$0,90 \times \frac{1,48}{2}$	=	0,67
	$1,00 \times 6,45$	=	6,45
	$1,00 \times 1,20$	=	1,20
	$0,50 \times 1,80$	=	<u>0,90</u>
	$9,78 \times 2,3$	=	22,5

REMPLISSAGE de sable

	$2,9 \times 1,6 \times 1,75$	=	<u>8,1</u>
			<u>30,62/m</u>

Entre B et C:

Béton.	$\frac{0,25+0,50}{2} \times 1,30$	= 0,49	
	$0,34 \times 0,22$	= 0,07	
	$0,90 \times \frac{1,48}{2}$	= 0,67	
	$1,00 \times 4,9$	= <u>4,90</u>	
		$6,13 \times 2,3$	= <u>14,1 T/m</u>

En C. →  $(0,49+0,07+0,67+1,00 \times 1,48) \times 2,3 = \underline{\underline{6,2}}$

Entre A et F

Béton.	$1,00 \times 1,25$	= 1,25	
	$0,50 \times 3,40$	= 1,70	
	$\frac{1,6+2,3}{2} \times 1,45$	= 2,83	
	$1,65 \times 0,13$	= 0,21	
	$\frac{1,00+1,67}{2} \times 1,48$	= <u>1,98</u>	
		$7,97 \times 2,3$	= <u>18,3 T/m</u>

Entre D et E

Béton.	$1,00 \times 3,4$	= 3,40	
	$0,50 \times 3,45$	= 1,73	
	$1,00 \times 1,20$	= <u>1,20</u>	
		$6,33 \times 2,3$	= 14,6
Remplissage	$2,9 \times 4,15 \times 1,75$	= <u>21,1</u>	<u>35,7 T/m</u>

Entre F et G

35,7 T/m

Entre B et G

Béton.	$0,5 \times 4,4 \times 2,3$	= 5,1 T/m.	
--------	-----------------------------	------------	--

SURCHARGE DU CONVOI

La surcharge du convoi est de 100 T avec une excentricité maxima de 2,25 mètres par rapport à l'axe de symétrie de la culée. De l'autre côté il y a un surcharge de

$$0,175 \times 2,5 \times 4,5 = 2,0 \text{ T}$$

avec la même excentricité de 2,25 m.

PIECE ABC

Momento Fléchissant en B.

$$M_B = - \left( 6,2 + \frac{14,1 - 6,2}{3} + 0,4 \times 1,4 \right) \times \frac{3,86^2}{2} = - 67 \text{ mt.}$$

$$H = 4,7 \text{ m.}$$

$$\omega = 13,5 \text{ cm}^2.$$

PIECE BB'

Poutre continue de trois travées; la centrale de  $l = 8,30$  mètres de portée et de 3,50 mètres les travées laterales; l'hauteur de la poutre est de 4,35 mètres.

Travées laterales. - On verra plus loin, dans le calcul des pieux de fondation que celui de rive (au point B) doit supporter un effort vertical de

$$66,2 \times 0,93969 = 62,2 \text{ T.}$$

et que la charge centrée en B, correspondante à la pièce ABC, est de 115,5 T.

A la différence entre ces charges et au poids propre de la pièce BB correspond un moment fléchissant

dans B:

$$M_B = - (115,5 - 62,2 + 5,1 \times \frac{4,5}{2}) \times 4,5 = - 291 \text{ mt.}$$

et un effort tranchant de

$$Q = 115,5 + 5,1 \times 4,5 - 62,2 = 76,3 \text{ T}$$

$$H = 4,35$$

Armatures pour flexion  $\omega = 60 \text{ cm}^2$ .

$$25 y^2 + 60 \times 15x(y - 420) = 0$$

$$25 y^2 + 900 y - 378.000 = 0 \quad = 106,3 \text{ cm.}$$

$$I = 50 \times \frac{106,3^3}{3} + 900 \times 313,7^2 = 108.590.000 \text{ cm}^4.$$

$$\sigma_b = - \frac{291}{1,0859} \times 1,063 = - 285 \text{ T/m}^2.$$

$$\sigma_a = \frac{291}{1,0859} \times 3,137 \times 15 = 12.600 \text{ T/m}^2$$

Armatures pour l'effort tranchant

$\omega' = 73 \text{ cm}^2$  dans une longueur de

$$\frac{291}{12.600 \times 0,0060} = 3,85 \text{ m.}$$

$$\sigma_a' = \frac{76,3}{0,0073} = 10.400 \text{ T/m}^2.$$

### Travée centrale

On peut le considérer comme une poutre-cloison continue d' hauteur ( $H = 4,15 \text{ m}$ ) moitié de la portée ( $l = 8,30$ ).

On étudie la surcharge équivalente aux charges isolées.

Le convoi placé au centre de la travée et la pièce PG donnent une charge isolée de



$$P_G = \frac{100}{2} + 35,7 \times \frac{3,5}{2} = 112,5 \text{ T}$$

Cette charge donne un moment fléchissant au centre,

$$M_G = \frac{1}{4} P_G l$$

La charge répartie origine, au centre de la travée un moment flechissant:

$$M_G = q \frac{l^2}{8}$$

d'où cette charge répartie a une valeur

$$q_1 = \frac{2 P_G}{l} = \frac{2 \times 112,5}{8,3} = 27,1 \text{ T/m.}$$

Etant 5,1 T/m le poids propre de la poutre on a une répartie totale:

$$q = 27,1 + 5,1 = 32,2 \text{ T/m.}$$

Armatures:

$$w_p = 0,5 \times 32,2 \times \frac{8,3}{1,3} = 103 \text{ cm}^2.$$

$$w_h = 0,3 w_p = 31 \text{ cm}^2$$

$$w_v = 0,64 w_p = 66 \text{ cm}^2.$$

PISOS AA'

Charge en A

$$P_A = (30,6 + 0,4 \times 2,97) \times \frac{3,5}{2} - \frac{62}{3,5} = 38,0 \text{ T.}$$

Poids propre entre A et F.  $q = 18,3 \text{ T/m}$

Moment flechissant dans D.

$$M_D = - (38,0 + 18,3 \times \frac{4,5}{2}) \times 4,5 = - 356 \text{ mt.}$$

Effort tranchant

$$Q_D = 38,0 + 18,3 \times 4,5 = 120 \text{ T.}$$

$$H = 6,30 \text{ m.} \quad \omega = 47 \text{ cm}^2$$

$$25 y^2 + 47 \times 15 \times (y - 615) = 0 \quad y = 118,3 \text{ cm.}$$

$$I = 50 \times \frac{118,3^3}{3} + 705 \times 496,7^2 = 201.500.000 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_b = - \frac{356}{2,015} \times 1,183 = - 209 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_a = \quad \quad \quad \times 4,967 \times 15 = 13.100 \text{ T/m}^2$$

$$\omega' = 115 \text{ cm}^2 \text{ dans une longueur de}$$

$$\frac{356}{13.100 \times 0,0047} = 5,8 \text{ m.}$$

$$\sigma_a = \frac{120}{0,0115} = 10.400 \text{ T/m}^2$$

Dans la travée centrale la charge répartie équivalente est de 27,1 T/m et le poids propre 18,3 T/m. Soit 27,1 + 18,3 = 45,4 T/m.

Armatures correspondantes à poutre-cloison continue d'hauteur moitié de la portée

$$w_p = 0,5 \times 45,4 \times \frac{8,3}{1,3} = 145 \text{ cm}^2.$$

$$w_h = 0,3 w_p = 43 \text{ cm}^2.$$

$$w_v = 0,64 w_p = 93 \text{ cm}^2$$

#### FONDATION PAR PILES.--

##### Poutre BEGE 'B'

On a vu auparavant, dans le calcul de la fondation de la variante de l'offre n° 1, qu'il doit s'accomplir

$$n_1 = \frac{P \text{ e a}}{2(a^2 + 3,843b^2)}$$

$$n_2 = 3,843 \frac{b}{a} n_1$$

Dans ce cas on a:

$$a = 8,25 \quad b = 4,15$$

d'où

$$n_1 = \frac{8,25}{2 \times (8,25^2 + 3,843 \times 4,15^2)} P e = 0,03073 P e$$

$$n_2 = 3,843 \times \frac{4,15}{8,25} \times 0,03073 P e = 0,059 P e$$

Pour la moitié de la surcharge du convoi

$$P = \frac{100}{2} = 50 T \quad e = 2,25$$

Pour la surcharge (0,4 T/m<sup>2</sup>) du trottoir d'une rive

$$P = 0,4 \times 1,4 \times \frac{7,3^2}{2} \times \frac{1}{3,5} = 4,3 T \quad e = 8,05$$

Pour la surcharge de la piste cyclable d'une rive

$$P = 0,4 \times 1,57 \times \frac{3,5}{2} = 1,1 T \quad e = 6,56$$

Efforts dans les pieux

Pieu de rive:

$$H_1 = \frac{0,03073}{0,93969} \times (50 \times 2,25 + 4,3 \times 8,05 + 1,1 \times 6,56) = 5,0 T$$

Pieu central,

$$H_2 = 0,0594 \times (50 \times 2,25 + 4,1 \times 8,05 + 1,1 \times 6,56) = 9,1 T$$

La charge totale est,

Par pièce A B C

$$P_B = (30,6 + 0,4 \times 2,97) \times \frac{3,5}{2} + (6,2 + 0,4 \times 1,4 + \frac{14,1 - 6,2}{2}) \times 3,8 + \frac{67,0}{3,5} = 115,5 T.$$

Par pièce D E

$$P_E = 35,7 \times \frac{3,5}{2} = 62,5$$

Par pièce F G

$$P_G = P_E$$

Par pièce BB'

$$p = 5,1 \text{ T/m.}$$

Par convoi

$$P_c = 50T$$

Soit en total

$$P = 115,5 \times 2 + 62,5 \times 4 + 5,1 \times 17,3 + 50,0 = 556,7T$$

Efforts dans les pieux

$$\text{Pieu dans B. } H_1 = \frac{0,10324}{0,93969} \times 556,7 = 61,2$$

$$\text{B. } H_2 = 0,3968 \times 556,7 = 220,9$$

Effort maximum sur les pieux

$$\text{Pieu dans B. } H_1 = 5,0 + 61,2 = 66,2 \text{ T}$$

$$\text{B. } H_2 = 9,1 + 220,9 = 230,0 \text{ T.}$$

Poutre ADEF'A'

Charge totale maxima sur le pieu.

Pièce ABC.		= 38,0
" AP	$18,3 \times 8,65$	= 158,3
" DE	$35,7 \times \frac{3,5}{2}$	= 62,5
" FG	$35,7 \times \frac{3,5}{2} \times \frac{1}{2}$	= 31,2
Convoi	$\frac{100}{2} \times \frac{2,25 + 4,15}{0,3}$	= 38,6

Total: 328,6 T