

Chapitre 4 : Avant métré

4.1 Poids de l'eau et des différents éléments du château d'eau :

Masse volumique du béton : $\rho=2500 \text{ kg/m}^3$

Masse volumique du béton de propriétés : $\rho_p=2200 \text{ kg/m}^3$

Masse volumique de l'enduit : $\rho=2000 \text{ kg/m}^3$

Poids de l'enduit intérieure : $\rho_e=40\text{kg/m}^2$

Masse volumique de l'eau : $\delta_{eau}=1000 \text{ kg/m}^3$

Le volume d'eau utile :

4.1.1 La partie de la cuve ABCD :

$R=13,62\text{m}$

$H=7\text{m}$

$$V_{ABCD}=\pi R^2 H$$

$$V_{ABCD}=4079,45\text{m}^3$$

4.1.2 Le tronc de cône CDEF :

4.1.3 Dimension :

$$R=13,62-0,28=13,34\text{m}$$

$$r=\frac{13,34}{2}=6,67\text{m}$$

$L=3\text{m}$

$$V_{CDEF}=\frac{\pi L}{3} (R^2+r^2+Rr)$$

Chapitre 4 : Avant mètre

$$D'où : V_{CDEF} = 1007,43m^3$$

4.2 La calotte sphérique EFGH :

4.2.1 Dimension :

$$f=0,86m$$

$$r=6,67m$$

$$V_{EFGH} = \frac{\pi f^2}{3} (3r-f)$$

$$V_{EFGH} = \frac{3,14 (0,86)^2}{3} (3(6,67)-0,86)$$

$$V_{EFGH} = 14,82m^3$$

4.3 La cheminé GHij:

4.3.1 Dimension:

$$\emptyset=2,20m$$

$$h=7,21m$$

$$V_{GHij} = \frac{\pi \phi^2}{4} h$$

$$V_{GHij} = \frac{3,14(2,20)^2}{4} \cdot 7,21 \text{ alors } V_{GHij} = 27,40 m^3$$

4.4Le volume d'eau utile V_U :

$$V_U = V_{ABCD} + V_{CDEF} - V_{EFGH} - V_{GHij}$$

$$V_U = 4079,45 + 1007,43 - 14,82 - 27,40$$

Chapitre 4 : Avant métré

$$V_U = 5044,66 m^3$$

$$V_U = 5045 m^3$$

4.5 Le poids d'eau :

$$P_e = \delta_{eau} \cdot V_U$$

$$P_e = 1000 \times 5045$$

$$P_e = 5045000 \text{ kg}$$

4.5.1 Remarque :

Le château d'eau est alternativement vide ou plein de l'eau est comme une surcharge variable donc il est indispensable de tenir compte du coefficient de majoration de 20 % est :

$$\delta_{eau} = 1200 \text{ Kg/m}^3$$

$$\frac{1000 \times 20}{100} = 200$$

$$200 + 1000 = 1200$$

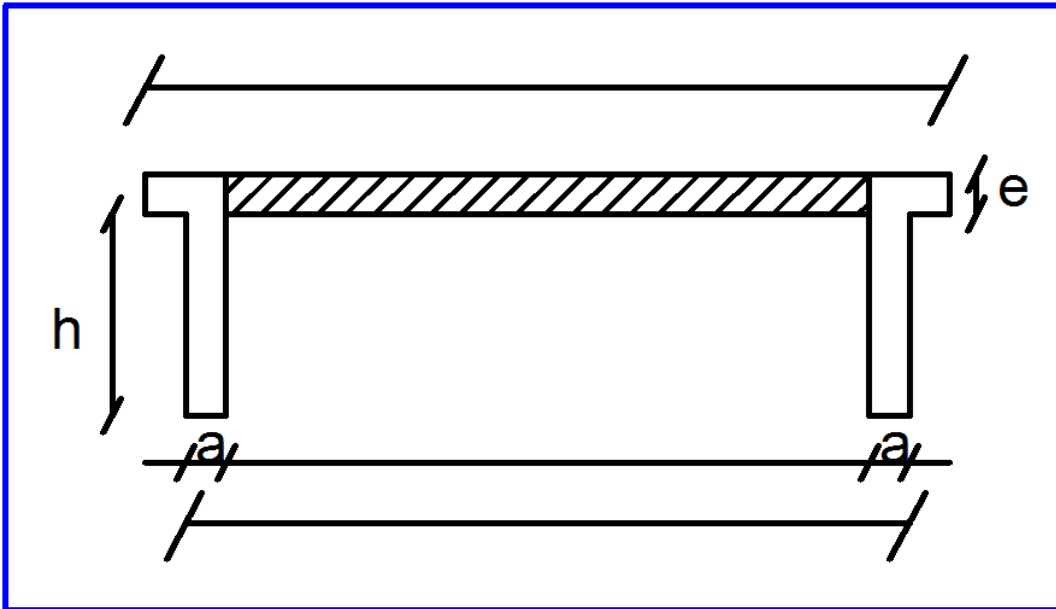
-il est de même pour tenir de coefficient de majoration de 20% pour le calcul du poids de l'eau soit :

$$P_{eau} = 5045 \times 1200$$

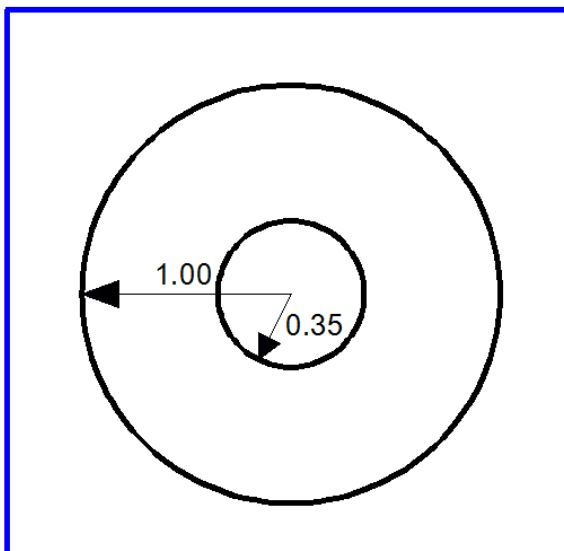
$$P_{eau} = 6054000 \text{ Kg}$$

Chapitre 4 : Avant mètre

4.6 Poids total de lanterneau:



4.6.1 Couverture de lanterneau:



Chapitre 4 : Avant mètre

$$P_0 = \pi(R_{ext}^2 - R_{int}^2)\rho_b \cdot e_b$$

$$P_0 = 3,14 (1^2 - 0,35^2) 2500 \times 0,010$$

$$P_0 = 688,83 \text{Kg}$$

4.6.2 Poids de revêtement :

$$P'_0 = \pi(R_{ext}^2 - R_{int}^2)\rho_e \cdot e_e$$

$$P'_0 = 3,14 (1^2 - 0,35^2) 2000 \times 0,02$$

$$P'_0 = 110,21 \text{Kg}$$

$$P_1 = P_0 + P'_0$$

$$P_1 = 688,83 + 110,21$$

$$P_1 = 799,04 \text{ Kg}$$

4.6.3 lanterneau cylindrique :

4.6.3.1 Poids du béton :

$$P_2 = \pi(R_{ext}^2 - R_{int}^2) h \cdot \rho_b$$

$$P_2 = 3,14(0,45^2 - 0,35^2) 0,50 \cdot 2500$$

$$P_2 = 314 \text{Kg}$$

4.6.3.2 Poids du revêtement :

$$P_3 = \pi(R_{ext}^2 - R_{int}^2) h \cdot \rho_e$$

$$P_3 = 3,14(0,45^2 - 0,35^2) 0,50 \cdot 2000$$

Chapitre 4 : Avant mètre

$$P_3=251,2\text{Kg}$$

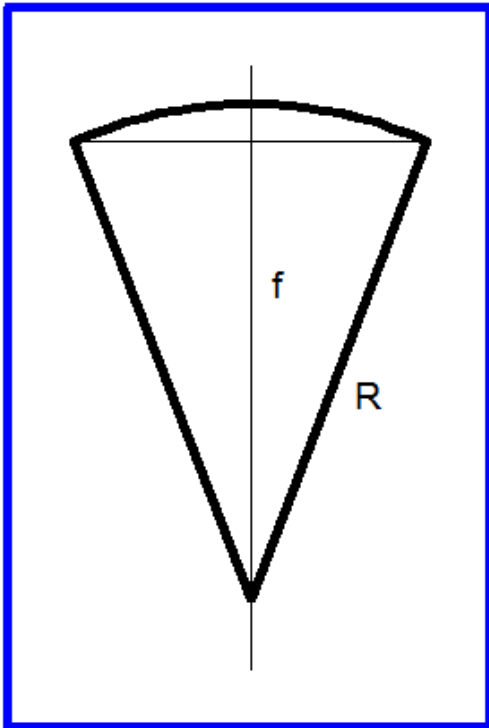
4.6.3 Poids total de lanterneau :

$$P=P_1+P_2 + P_3$$

$$P=799,04+314+251,2$$

$$P=1364,24\text{Kg}$$

4.7 Couverture supérieure :



$$e=0,08\text{m}$$

$$f=1,75\text{m (flèche)}$$

$$\text{Rayon horizontale } R=13,62\text{m}$$

$$\text{Rayon verticale } R=15,34\text{m}$$

Chapitre 4 : Avant métré

$$\emptyset_i=0,7\text{m}$$

4.7.1 Surface de la coupole :

$$S=2\pi Rf$$

$$S=2 \times 3,14 \times 15,34 \times 1,75$$

$$S= 168,58 \text{ m}^2$$

4.7.2 Surface revenant au lanterneau :

$$S_L = \frac{\pi \emptyset_i^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,70)^2}{4}$$

$$S_L=0,38 \text{ m}^2$$

4.7.3 Surface nette de la coupole :

$$S_n = S - S_l$$

$$S_n = 168,58 - 0,38$$

$$S_n = 168,20 \text{ m}^2$$

4.7.4 Poids du béton :

$$P_B = S_n \cdot e_b \cdot \rho_b$$

$$P_B = 168,20 \times 0,08 \times 2500$$

$$P_B = 33640 \text{ kg}$$

4.7.5 Poids de revêtement :

$$P_e = S_n \cdot e_e \cdot \rho_e$$

Chapitre 4 : Avant métré

$$P_e = 168,20 \times 0,02 \times 2000$$

$$P_e = 6728 \text{ kg}$$

4.7.6 Charge d'exploitation :

$$(Q = 150 \text{ kg/m}^3)$$

$$P_Q = 168,20 \times 150$$

$$P_Q = 25230 \text{ kg}$$

4.7.7 Poids de la terre végétale :

$$P_t = S_n \cdot e_t \cdot \rho_t$$

$$P_t = 168,20 \times 0,10 \times 1800$$

$$P_t = 30276 \text{ kg}$$

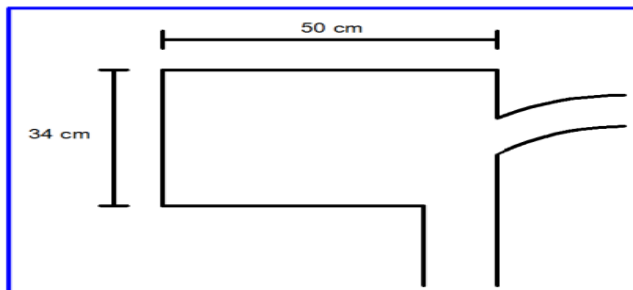
4.7.8 Poids totale de la couverture :

$$P = P_B + P_e + P_t + P_Q$$

$$P = 33640 + 6728 + 30276 + 25230$$

$$P = 95874 \text{ kg}$$

4.8 La ceinture supérieure :



Chapitre 4 : Avant mètre

On a une section rectangulaire :

$$b=50 \text{ cm}$$

$$h=34 \text{ cm}$$

$$R_{int}=13,62 \text{ m}$$

$$R_{ext}=14,12 \text{ m}$$

$$V_{CS}=\pi \cdot h (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

$$V_{CS}=3,14 \cdot 0,34 (14,12^2 - 13,62^2)$$

$$V_{CS}=14,80 \text{ m}^3$$

4.8.1 Poids de la ceinture supérieure :

$$P_{CS}=V_{CS} \cdot \rho_b$$

$$P_{CS}=14,80 \times 2500$$

$$P_{CS}=37000 \text{ kg}$$

4.9 La paroi cylindrique :

$$e_b = 22 \text{ cm} = 0,22 \text{ m}$$

$$e_e = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$h = 7,25 \text{ m}$$

$$R_{int}=13,62 \text{ m}$$

Chapitre 4 : Avant mètre

$$R_{ext}=13,84 \text{ m}$$

4.9.1 La surface de la paroi cylindrique :

$$S=\pi \cdot (R_{ext}^2-R_{int}^2)$$

$$S=3,14 (13,84^2-13,62^2)$$

$$S=18,97 \text{ m}^2$$

4.9.2 Le volume de la paroi cylindrique :

$$V=S \cdot h$$

$$V=18,97 \cdot 7,25$$

$$V=137,53 \text{ m}^3$$

4.9.3 Le poids du béton :

$$P_b=V \cdot \rho_b$$

$$P_b=137,53 \cdot 2500$$

$$P_b=343825 \text{ kg}$$

4.9.4 Le poids de l'enduit :

On calcule la surface de l'enduit :

$$S_e=\pi (R_{ext}^2-R_{int}^2)$$

$$S_e=3,14(13,62^2-13,6^2)$$

$$S_e=1,709 \text{ m}^2$$

Chapitre 4 : Avant métré

4.9.5 Le volume de l'enduit :

$$V_e = S_e \cdot h$$

$$V_e = 1,709.7, 35$$

$$V_e = 12,56 \text{ m}^3$$

4.9.6 Le poids de l'enduit :

$$P_e = V_e \cdot \rho_e$$

$$P_e = 12,56 \cdot 2000$$

$$P_e = 25120 \text{ kg}$$

4.9.7 Le poids de la paroi cylindrique :

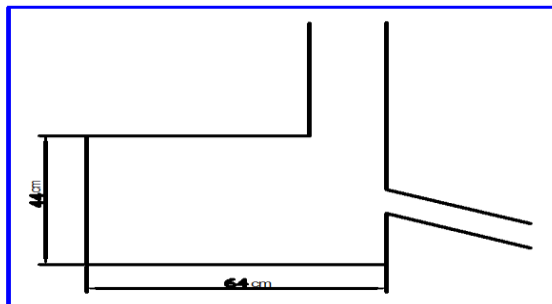
$$P_{pc} = P_b + P_e$$

$$P_{pc} = 343825 + 25120$$

$$P_{pc} = 368945 \text{ kg}$$

4.10 Ceinture inférieure :

La ceinture inférieure sera calculée de la même façon que la ceinture supérieure



Chapitre 4 : Avant métré

$$b=64\text{cm}$$

$$h=44\text{cm}$$

$$R_{int} = 13,62\text{m}$$

$$R_{ext}=14,26\text{m}$$

$$V_{ci}=\pi.h(R_{ext}^2-R_{int}^2)$$

$$V_{ci}=3,14.0,44(14,26^2-13,62^2)$$

$$V_{ci}=24,65\text{m}^3$$

4.10.1 Poids de la ceinture inférieure :

$$P_{ci}=V_{ci}.\rho_b$$

$$P_{ci}=24,65.2500$$

$$P_{ci}=61625 \text{ kg}$$

4.11 Partie tronconique :

$$L=3\text{m}$$

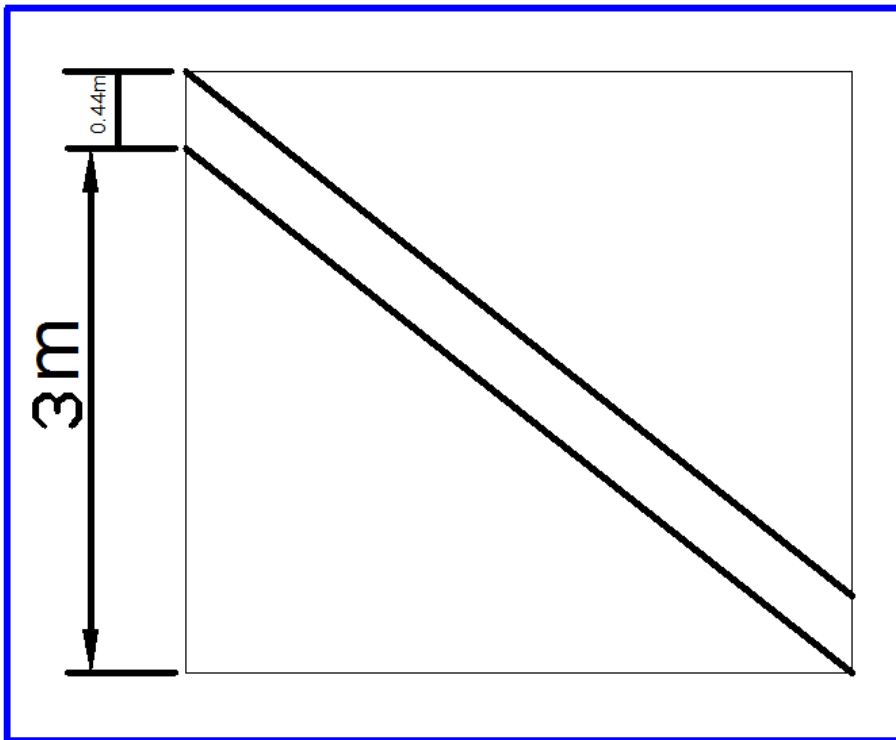
$$R_{ext}=13,62 \text{ m}$$

$$R_{int}=10,71 \text{ m}$$

$$V_{AA'CC'}=V_{ABCD}-V_{ABC'}-V_{A'CD}$$

Chapitre 4 : Avant mètre

$$V_{ABCD} = L \cdot \pi (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$



$$V_{ABCD} = 3 \times 3,14 (13,62^2 - 10,71^2)$$

$$V_{ABCD} = 666,93 \text{ m}^3$$

$$V_{ABC'} = \frac{\pi}{3} \cdot h (R_{ext}^2 + R_{ext} \cdot R_{int} + R_{int}^2)$$

$$V_{ABC'} = \frac{3,14}{3} \cdot 0,70 (13,62^2 + 13,62 \times 10,71 + 10,71^2)$$

$$V_{ABC'} = 326,82 \text{ m}^3$$

$$V_{A'CD} = \pi \cdot h \cdot R_{ext}^2 - \frac{\pi}{3} \cdot h (R_{ext}^2 + R_{ext} \cdot R_{int} + R_{int}^2)$$

$$V_{A'CD} = 295,90 \text{ m}^3$$

$$V_{AA'CC'} = V_{ABCD} - V_{ABC'} - V_{A'CD}$$

Chapitre 4 : Avant métré

$$V_{AA'CC'} = 666,93 - 326,82 - 295,90$$

$$V_{AA'CC'} = 44,21 \text{ m}^3$$

4.11.1 Le poids du béton :

$$P_{tc1} = V_{AA'CC'} \cdot \rho_b$$

$$P_{tc1} = 44,21 \times 2500$$

$$P_{tc1} = 110525 \text{ kg}$$

4.11.2 Le poids de l'enduit :

On a l'épaisseur de l'enduit qui égale a 2 cm, cette dernier étant très mince on appliquera une méthode approximative

$$R_{moy} = \frac{R_{ext} + R_{int}}{2}$$

$$R_{moy} = \frac{13,62 + 10,71}{2}$$

$$R_{moy} = 12,16 \text{ m}$$

$$V_e = e \cdot s$$

$$V_e = 0,02 \cdot \pi \cdot 2R_{moy} \cdot h$$

$$V_e = 0,02 \times 3,14 \times 2 \times 12,16 \times 65$$

$$V_e = 4,04$$

$$P_e = V_e \cdot \rho_e$$

$$P_e = 4,04 \times 2000$$

Chapitre 4 : Avant mètre

$$P_e=8080 \text{ kg}$$

4.11.3 Poids totale du tronconique :

$$P_{tc}=P_{tc1}+P_e$$

$$P_{tc}=110525+8080$$

$$P_{tc}=118605 \text{ kg}$$

4.12 Ceinture d'appui :

1-tronconique

2-ceinture d'appui

3-support

4-coupole de fond

5-enduit

-on a une section rectangulaire de

$$b=0,63 \text{ m}$$

$$h=1,00 \text{ m}$$

4.12.1 Poids du béton :

$$V=\pi \cdot h (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

$$V=3,14 \cdot 1 (10,71^2 - 10,08^2)$$

$$V= 41,12 \text{ m}^3$$

$$P_b=V \cdot \rho_b$$

Chapitre 4 : Avant métré

$$P_b=41,12 \times 2500$$

$$P_b=102800 \text{ kg}$$

4.12.2 Poids de l'enduit :

$$V_e = \pi \cdot e (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

$$V_e = 3,14 \cdot 0,02 (10,71^2 - 10,08^2)$$

$$V_e = 0,82 \text{ m}^3$$

$$P_e = V_e \cdot \rho_e$$

$$P_e = 1640 \text{ kg}$$

4.12.3 Poids de la ceinture d'appui :

$$P_{ca} = P_b + P_e$$

$$P_{ca} = 102800 + 1640$$

$$P_{ca} = 104440 \text{ kg}$$

Coupole de fond :

$$e = 20 \text{ cm}$$

$$f = 0,86 \text{ m}$$

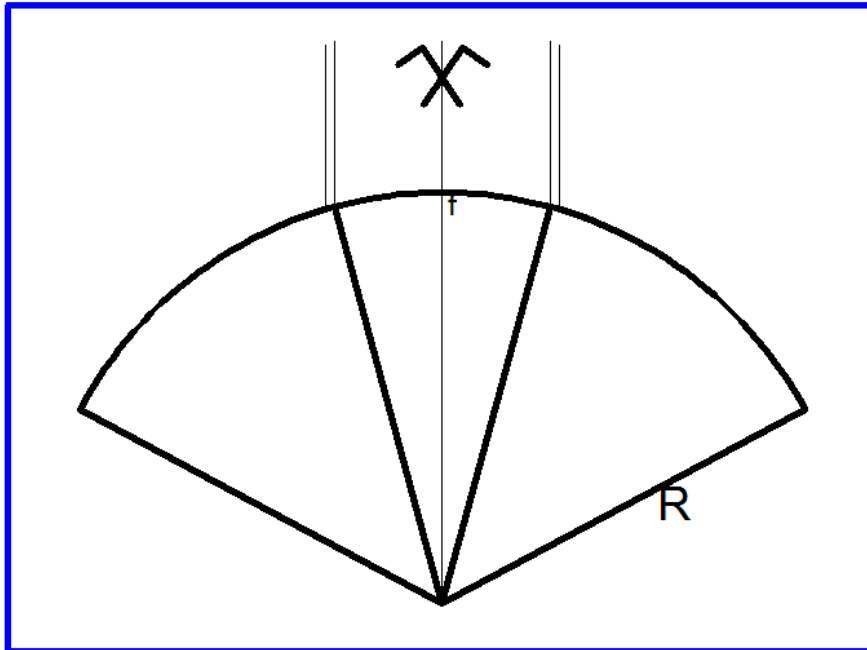
$$\emptyset = 2 \text{ m}$$

$$R = 7,72 \text{ m}$$

Chapitre 4 : Avant mètre

4.13 Surface totale :

4.13.1 La coupole de fond :



$$S_1 = 2\pi Rf$$

$$S_1 = 2 \times 3,14 \times 7,72 \times 0,86$$

$$S_1 = 41,69 \text{ m}^2$$

4.13.2 La surface due a la cheminée :

$$S_2 = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{3,14(2)^2}{4}$$

$$S_2 = 3,14 \text{ m}^2$$

4.13.3 La surface nette de la coupole de fond est :

$$S = S_1 - S_2$$

$$S = 41,69 - 3,14 \text{ donc } S = 38,55 \text{ m}^2$$

Chapitre 4 : Avant métré

4.13.4 Poids du béton :

$$P_B = S \cdot e_b \cdot \rho_b$$

$$P_B = 38,55 \times 0,2 \times 2500$$

$$P_B = 19275 \text{ kg}$$

4.13.5 Poids de l'enduit :

$$P_e = S \cdot e_e \cdot \rho_e$$

$$P_e = 38,55 \times 0,02 \times 2000$$

$$P_e = 1542 \text{ kg}$$

4.13.6 Poids de la coupole de fond :

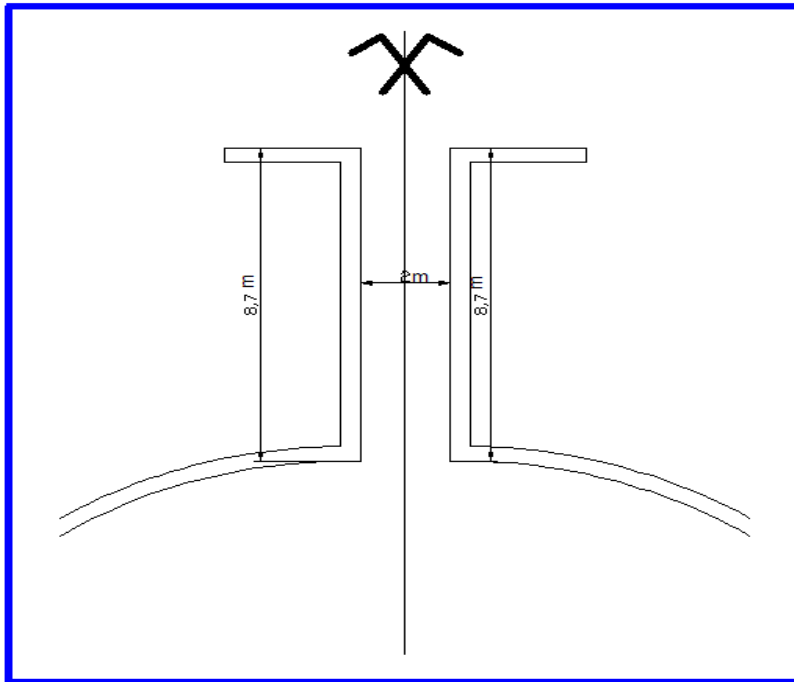
$$P_{cf} = P_B + P_e$$

$$P_{cf} = 19275 + 1542$$

$$P_{cf} = 20817 \text{ kg}$$

Chapitre 4 : Avant mètre

4.13.7 La cheminée :



$$h=8,70 \text{ m}$$

$$e=10 \text{ cm}$$

4.13.8 la dalle de la cheminée :

$$V_d = \pi \cdot h (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

$$V_d = 3,14 \times 8,70 (2^2 - 1^2)$$

$$V_d = 1,130 \text{ m}^3$$

$$P_d = V_d \cdot \rho_b$$

$$P_d = 2825 \text{ kg}$$

Chapitre 4 : Avant mètre

4.14 la partie cylindrique :

4.14.1 Poids du béton :

$$V_B = \pi \cdot h (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

$$V_B = 3,14 \cdot 8,7 (1,10^2 - 1,00^2)$$

$$V_B = 5,74 \text{ m}^3$$

$$P_B = V_B \cdot \rho_b$$

$$P_B = 5,74 \times 2500$$

$$P_B = 14350 \text{ kg}$$

4.14.2 Poids de l'enduit :

$$V_e = \pi \cdot h (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

$$V_e = 3,14 \times 7,21 (1,125^2 - 1,10^2)$$

$$V_e = 1,26 \text{ m}^3$$

$$P_e = V_e \cdot \rho_e$$

$$P_e = 1,26 \times 2000$$

$$P_e = 2520 \text{ kg}$$

4.14.3 Poids totale de la cheminée :

$$P_T = P_d + P_B + P_e$$

$$P_T = 2825 + 14350 + 2520$$

Chapitre 4 : Avant mètre

$$P_T = 19695 \text{ kg}$$

4.14.4 La dalle de la manœuvre :

$$h = 0,07 \text{ m}$$

$$R_{ext} = 3,93 \text{ m}$$

$$R_{int} = 1,00 \text{ m}$$

1-la tour

2-la dalle de manœuvre

3-ouverture pour conduite

4.14.5 Le volume de la dalle :

$$V' = \pi \cdot h (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

$$V' = 3,14 \times 0,07 (3,93^2 - 1,00^2)$$

$$V' = 3,17 \text{ m}^3$$

En tenant compte des deux ouvertures pour tuyauterie

$$V = V' - e \left(\frac{\pi \phi^2}{4} \right) \cdot h$$

$$V = 3,17 - 2 \left(\frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} \right) \cdot 0,07$$

$$V = 3,15 \text{ m}^3$$

Chapitre 4 : Avant mètre

4.14.6 Poids de la dalle de la manœuvre :

$$P'_{dm} = V \cdot \rho_b$$

$$P'_{dm} = 3,15 \times 2500$$

$$P'_{dm} = 7875 \text{ kg}$$

4.15 Charge d'exploitation :

$$(Q = 150 \text{ kg/m}^2)$$

$$S = \pi \cdot (R_{ext}^2 - R_{int}^2) - 2 \left(\frac{\pi \phi^2}{4} \right)$$

$$S = 3,14 (3,93^2 - 1^2) - 2 \left(\frac{\pi \cdot 0,4^2}{4} \right)$$

$$S = 45,10 \text{ m}^2$$

$$G_{dm} = S \cdot Q$$

$$G_{dm} = 45,10 \times 150$$

$$G_{dm} = 6765 \text{ kg}$$

$$P_{dm} = P'_{dm} + G_{dm}$$

$$P_{dm} = 7875 + 6765$$

$$P_{dm} = 14640 \text{ kg}$$

4.15.1 Parois de support :

$$e = 16 \text{ cm}$$

$$R_{ext} = 4,09 \text{ m}$$

Chapitre 4 : Avant mètre

$$R_{int}=3,93\text{m}$$

$$V_{ps}=\pi.h(R_{ext}^2-R_{int}^2)$$

$$V_{ps}=3,14.15,15(4,09^2-3,93^2)$$

$$V_{ps}=61,04\text{ m}^3$$

En tenant compte des divers ouvertures (portes, briques de verre)

$$V_t=61,04-4,5$$

$$V_t=56,54\text{m}^3$$

$$P_t=V_t.\rho_b$$

$$P_t=56,54 \times 2500$$

$$P_t=141350\text{ kg}$$

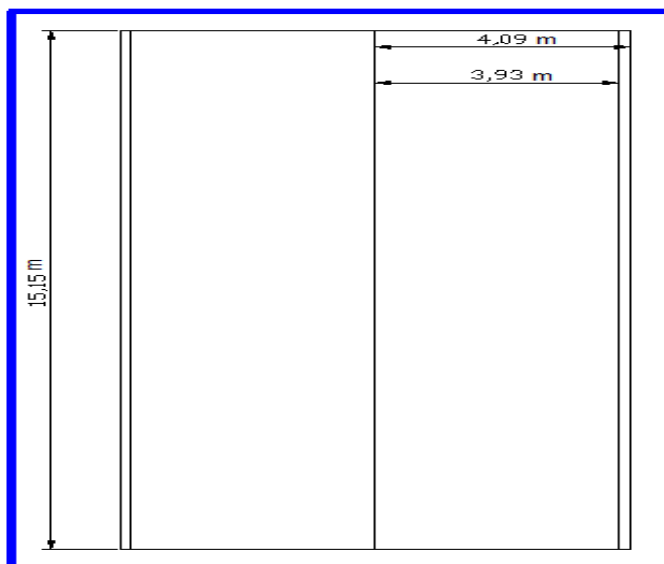


Tableau 4.1 des résultats consignés

Chapitre 4 : Avant métré

Elément	Charge permanent G (kg)	Charge d'exploitation Q (kg)	Poids par élément P (kg)
lanterneau	1364,24	413,30	1777,54
Coupole de couverture	70644	25230	95874
Ceinture supérieure	37000	0	37000
Parois cylindrique	368945	0	368945
Ceinture inférieure	61625	0	61625
Partie tronconique	118605	0	118605
Ceinture d'appui	104440	0	104440
Coupole de fond	20817	0	20817
Cheminée+dalle	19695	1413	21108
Dalle de manœuvre	7875	6765	14640
Tour	141350	0	141350
Poids total des éléments	952360,24	33821,3	986181,54
Cuve vide	Poids de l'eau		986181,54
Cuve pleine	5045000		6031181,54

Chapitre 4 : Avant métré