Chapitre II : Les réservoirs

2.1 Introduction

Les réservoirs sont des ouvrages destinés à recevoir des liquides (généralement de l'eau), de ce fait, ils doivent être parfaitement étanches.

On distingue deux types de parois : les parois planes et les parois circulaires.

Réservoirs à parois	Planes	Circulaires
exemples	Réservoirs parallélépipède ; Piscines	Réservoirs cylindriques ; tronconiques ; coupoles ; voûtes.
Avantages et inconvénients	Le coffrage plus facile à exécuter	Coffrage courbe plus complexe à réaliser.

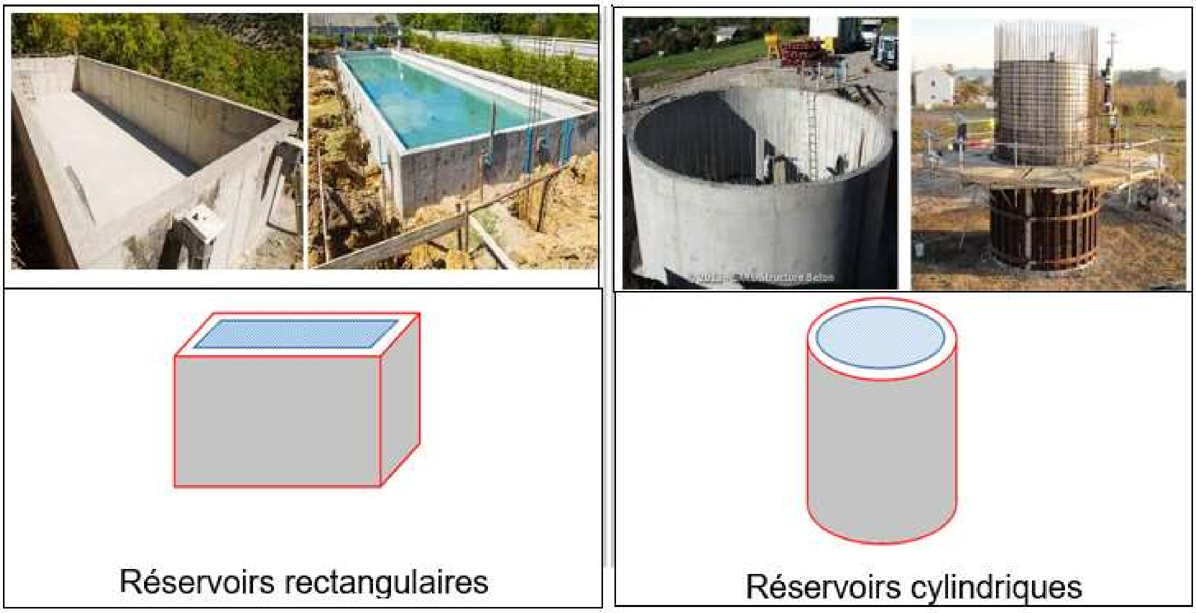


Figure 3.1 : Forme des réservoirs

En fonction de leur lieu de pose, on distingue :

- Les réservoirs sur levés ;
- Les réservoirs posés sur le sol ;
- Les réservoirs enterrés.

Dans le cas des réservoirs enterrés, il y'a lieu de tenir compte de l'action des poussées des terres notamment lorsque l'ouvrage est vide (forces intérieurs sollicitées en tractions).Lorsque l'ouvrage est plein, on peut, par mesure de sécurité, négliger l'action de la poussée.

3.2 Forces agissantes sur un réservoir

En faisant abstraction des charges climatiques et sismiques, il s'exerce sur les réservoirs les forces suivantes :

- Le poids constituants l'ouvrage ;
- Le poids du liquide stocké ;
- Les poussées des terres en cas de réservoir enterré.

Les parois des éléments constituants l'ouvrage et du liquide seront évalués à partir des masses volumiques.

3.2.1 Poussées d'un liquide sur une paroi

Soit ρ la masse volumique du liquide stocké. À une hauteur h , le liquide exerce sur la paroi du réservoir une pression perpendiculaire d'intensité égale à :

$$P = \rho . h \quad \text{...3.1}$$

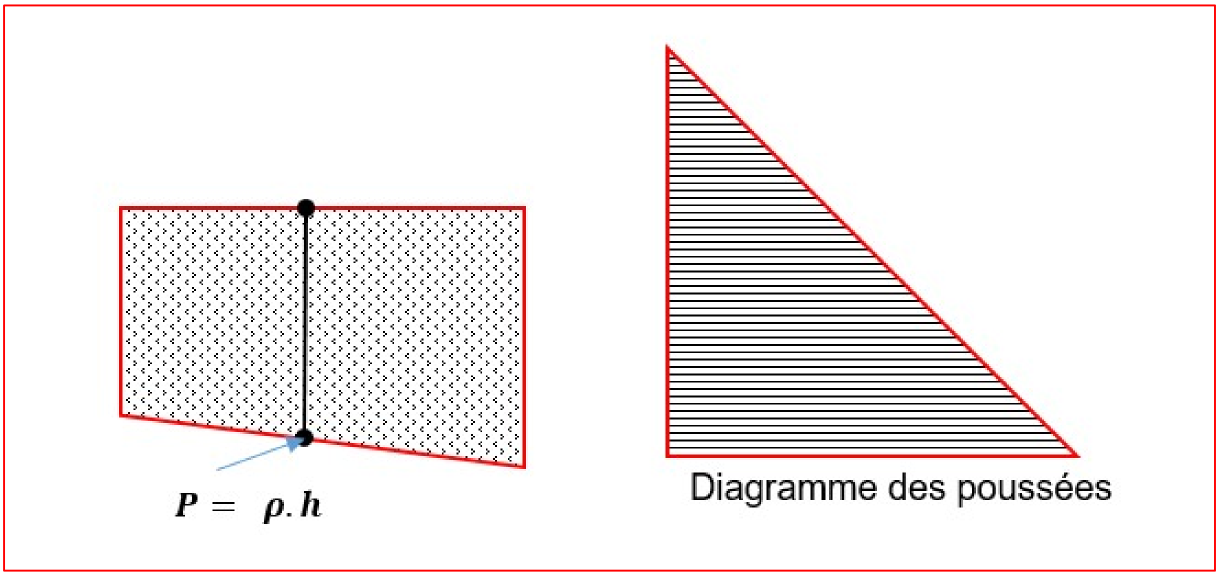


Figure 3.2 : Pression et diagramme des poussées des liquides

S'il s'agit de l'eau, la relation (3.1), devient :

$$P = 1000 . h$$

Ce qui correspond à un effort de poussée de :

$$Poussée = \varphi = \frac{1000h^2}{2}$$

3.2.2 Poussées des terres (Réservoirs enterrés)

La poussée des terres intervient lorsque le réservoir est vide, en effet, il y'a inversion des contraintes de traction du fait du changement du sens du moment. Le calcul de la poussée servira au calcul des armatures de la face intérieur du réservoir. À une hauteur $\boldsymbol{h}$ la terre exerce, selon Caquot et Kerizel, un effort de poussée sur la paroi verticale égal à :

$$\text{Poussée des terres} = \boldsymbol{P} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{K} \cdot \boldsymbol{\gamma} \cdot \boldsymbol{h}^{2}$$

Où :

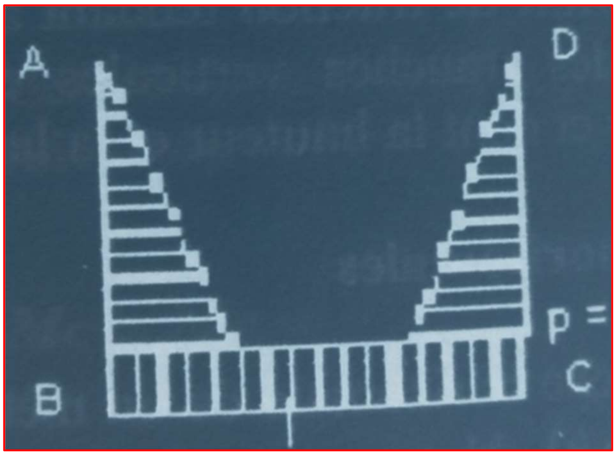
$\boldsymbol{\gamma}$: Poids volumique de la terre ; $\boldsymbol{K}$: Coefficient de poussée tiré à partir des tables de Caquot et Kerizel.

Dans ce qui suit, nous allons présenter les méthodes de calcul habituellement utilisées pour les réservoirs rectangulaires.

3.3. Méthodes de calcul des réservoirs rectangulaires

3.3.1. Méthodes des tranches verticales

Considérons une tranche verticale limitée par deux plans parallèles distants de 1m.



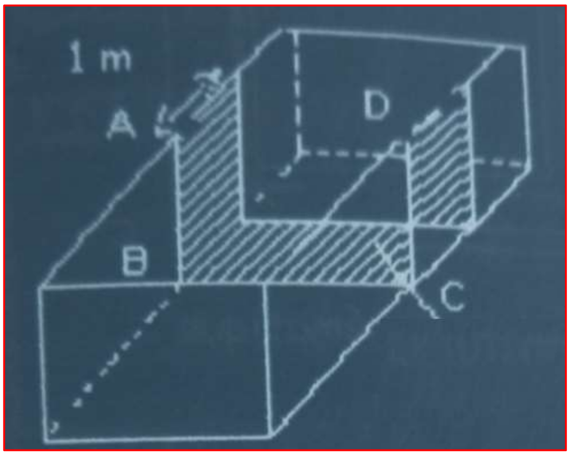


Figure 3.3 : Pression sur une tranche Verticale

Les parois transversales sont déterminées en considérant des tranches de 1m de hauteur, et en calculant ces tranches comme des dalles semi- encastrées soumises à l'action de la pression moyenne régnant à mi-hauteur de tranche. Ainsi les éléments AB et CD seront calculées à la flexion simple (en négligeant le poids des parois), et l'élément BC à la flexion composée, avec un effort normal de traction due à la poussée de l'eau qui est égale à :

$$P = \frac{1000h^2}{2}$$

La figure suivante représente schématiquement la disposition des armatures sur les faces du réservoir.

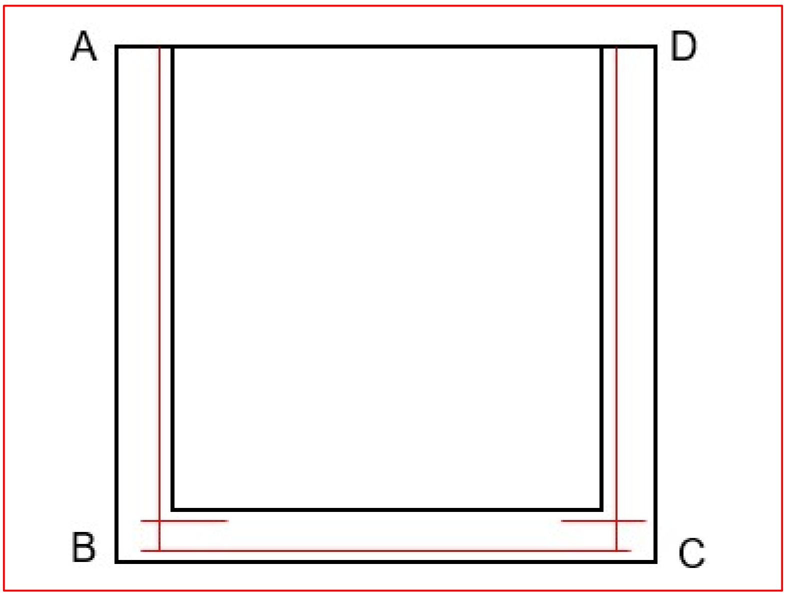


Figure 3.4 : Disposition de ferraillage

Les armatures de répartition des faces horizontales deferont etre suffisantes pour équilibrer l'effort de traction tendant à écarter les deux faces trabsversales. La méthode des tranches verticales est conseillée pour les réservoirs de grande longeur et dont le hauteur et la largeur sont faibles.

3.3.1. Méthodes des tranches horizontales

Considérons une tranche horizontale de 1m de hauteur soumise à la pression moyenne ($P = \rho.h$). Nous avons donc un cadre fermé soumis à une charge uniforme P.(voir figure 3.5).

La résistance des matériaux donne, pour les moments aux zxtrémités des cotés , les valeurs suivantes :

$$M_A = M_B = M_C = M_D = -\frac{P}{12} \cdot \frac{Ka^3 + b^3}{Ka + b}$$

Avec :

$$K = \frac{I_A}{I_B}$$

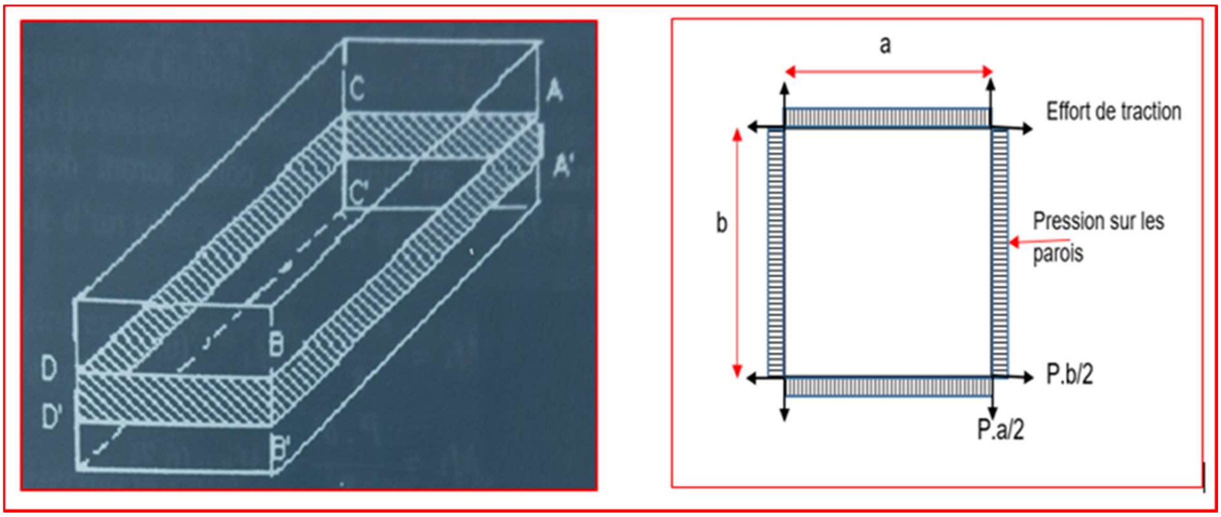


Figure 3.5 : Méthode des tranches horizontales

Dans le cas des parois rectangulaires d'épaisseurs e et e', les moments d'inerties pour une largeur de 1m auront pour valeurs :

$$I_A = \frac{1.e^3}{12}; \qquad I_B = \frac{1.e'^3}{12}$$

Les moments maximales au milieu des cotés seront déterminées par les relations suivantes :

$$M_1 = \frac{P.a^2}{8} + M_A$$

$$M_2 = \frac{P.b^2}{8} + M_B$$

Les valeursmaximales des efforts tranchants, pour chaque parois, sont données par les relations suivantes :

$$T(a,b) = \frac{P.a}{2} + \frac{M_B - M_A}{2} = \frac{P.a}{2}$$

$$T(b,c) = \frac{P.b}{2} + \frac{M_B - M_E}{2} = \frac{P.b}{2}$$

Les 04 points du cadre travaillent don en flexion avec un effort normal de traction. La figure suivante montre le diagramme des moments et la disposition des armatures tendues, ces armatures seront complétées par des armatures de répartition verticales.

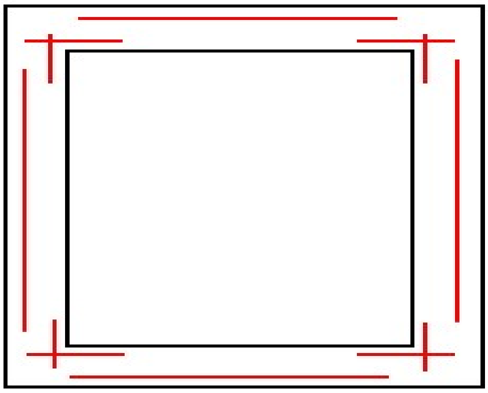


Figure 3.6 : Disposition de ferraillage.

La méthode des tranches horizontales donne des résultats satisfaisants dans le cas des réservoire de grande profondeur mais dont la longueur et la largeur sont faibles. Si le réservoir repose sur le sol, le poids de l'eau sur le fond du réservoir est équilibré par la réaction du sol.

3.4. Exercice

Calculer les sollicitations maximales d'un réservoir rectangulaire de 120 m^3 de capacité et reposant sur le sol.

On donne :

- Dimensions du réservoir (4x6) m^2 ;
- La hauteur du réservoir est 5 m ;
- Epaisseur de parois est 0.3m ;
- Portance du sol est 0.2 MPa.