

Chapitre 2 : Les Réservoirs

1. Définition :

Un réservoir est une enveloppe contenant un liquide qui est généralement de l'eau (soit potable ou usée). Parmi d'autres liquides, il existe les hydrocarbures. Ces réservoirs peuvent être posés sur le sol, soit légèrement enterrés, soit sur une superstructure, soit sur des pylônes de grandes hauteurs (châteaux d'eau). Ils peuvent être découverts (bassins) ou munis d'une couverture.

2. Forme en plan :

Elles peuvent être quelconque, cependant la plupart des temps, les réservoirs sont carrés ou rectangulaire bien que **la forme circulaire soit le moins couteux** pour deux raisons

- à volume et hauteur donnée, donc à surface en plan **S** donnée, le développement de paroi en plan (**périmètre**) conduira au réservoir le moins couteux.

Le périmètre d'un carré de surface S est : $p_1 = 4 \cdot \sqrt{S}$

Pour un cercle, $p_2 = \sqrt{4 \cdot \pi \cdot S} = 3,75 \cdot \sqrt{S}$

Pour un rectangle de coté a et b = k.a , avec $k \geq 1$, alors le périmètre

$$p_3 = \frac{\sqrt{k}}{k} \cdot 2(k+1) \cdot \sqrt{S} = \gamma \cdot \sqrt{S}$$

Notions générales sur les constructions C.I

Les valeurs de γ en fonction de k sont données dans le tableau suivant :

k	1	1,5	1,6	2	3	4
γ	4	4,08	4,11	4,23	4,61	5,0

- Les réservoirs sont soumis à la pression hydrostatique du liquide contenu et on sait que le diagramme des pressions radiales uniforme est un cercle. Les réservoirs circulaires ne seront soumis donc qu'à un effort normal de traction.

Si p est la pression uniforme, l'effort normal est égal à !:

$$F = p \cdot \frac{d}{2} ; \text{ avec } d : \text{diamètre du réservoir} ; d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = 1,13 \cdot \sqrt{S}$$

$$F = 0,565 \cdot p \cdot \sqrt{S}$$

Pour un réservoir carré de coté $a = \sqrt{S}$, l'effort normal est égal à :

$$F = p \cdot \frac{a}{2} = p \cdot \frac{\sqrt{S}}{2} = 0,500 \cdot \sqrt{S}$$

Il est légèrement plus petit que dans le cas d'un réservoir circulaire, mais par contre, la paroi sera soumise à un important moment de flexion égal à :

$$M = \frac{p \cdot a^2}{12} = \frac{p \cdot S}{12}$$

Et cela nécessitera beaucoup plus de béton et d'acier. Finalement on voit bien que le réservoir carré est beaucoup plus couteux tant en béton qu'en acier en coffrage (périmètre de 12% plus élevé) et en étanchéité.

3. Dimensions :

Elles sont variables selon l'utilisation du réservoir. Partant d'un volume V donné, les considérations d'exploitations déterminent le plus souvent la hauteur du liquide emmagasiné. Par exemple ; les réservoirs d'eau potable la hauteur de 2,0 m pour les petits réservoirs à 7,0 – 8,0 – jusqu'à 11,0 m pour les gros.

Il y a intérêt de ne pas dépasser cette hauteur de façon à éviter les grandes variations de pressions dans les canalisations d'eau. Par ailleurs, les efforts (pressions) dans les parois et sur le fond étant proportionnels à la hauteur du liquide ; on cherche toujours à la réduire quitte à choisir une plus grande dimension en plan (le diamètre).

4. Exigences techniques dans la construction des réservoirs :

Un bon réservoir doit remplir les exigences suivantes :

- **Resistance** : le réservoir doit dans toutes ses parties équilibrer les efforts auquel il est soumis tels que :
 - a- poids propre du réservoir et ouvrages annexes ;
 - b- charge due au liquide contenu (pressions) ;
 - c- divers surcharges d'exploitations ;
 - d- effets climatiques (neige et vent) ;
 - f- influence du séisme.

- **Etanchéité** : il doit constituer pour le liquide qu'il contient un volume clos sans fuite. IL doit être étanche, c'est-à-dire non fissuré dans des conditions acceptables.
- **Durabilité** : le réservoir doit durer dans le temps, c'est-à-dire que le matériau béton dont il est constitué doit conserver ses propriétés initiales après un contact prolongé avec le liquide dont il est destiné à contenir. Enfin, le contact avec le béton du parement inférieur du réservoir ne doit pas altérer les qualités du liquide emmagasiné.

5. classification des réservoirs :

On peut les classer selon :

5.1 : La position du réservoir par rapport au sol :

- au niveau du sol (ou très peu enterré). Le radier du réservoir est toujours placé au contact du sol sur un béton maigre de 5 à 10 cm d'épaisseur.(**figure 1**) ;
- sur poteaux (légèrement surélevé). C'est le cas des piscines (**figure 2**);
- sur pylônes : c'est le cas des châteaux d'eau (**figure 3**).

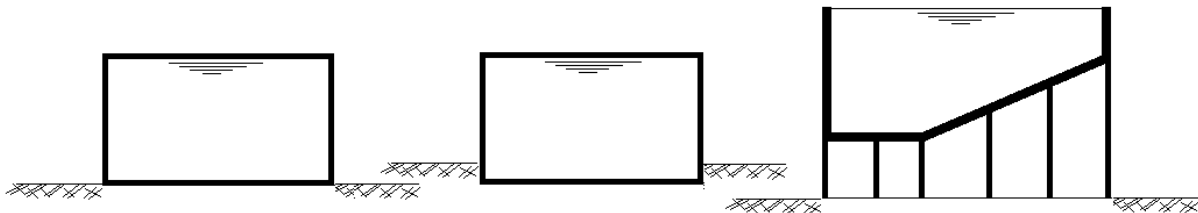


Figure 1

figure 2

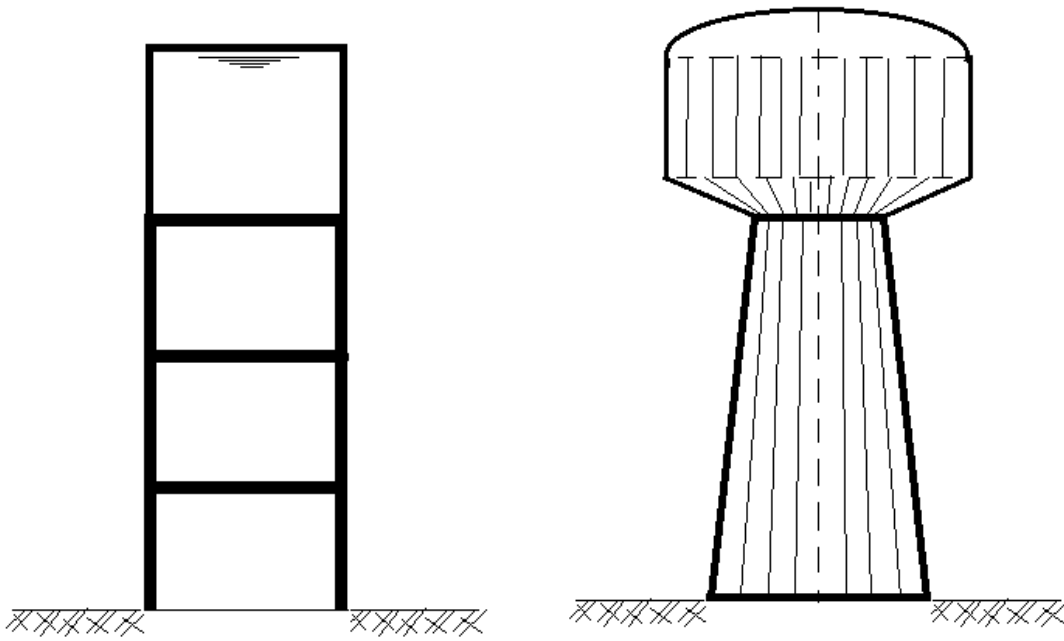


figure 3

5.2 . Selon la forme du cuve :

- réservoir carré ;
- réservoir rectangulaire ;
- réservoir circulaire.

5.3. Selon le mode de fermeture :

- réservoir non couverts (bassins) ;
- réservoirs couverts.

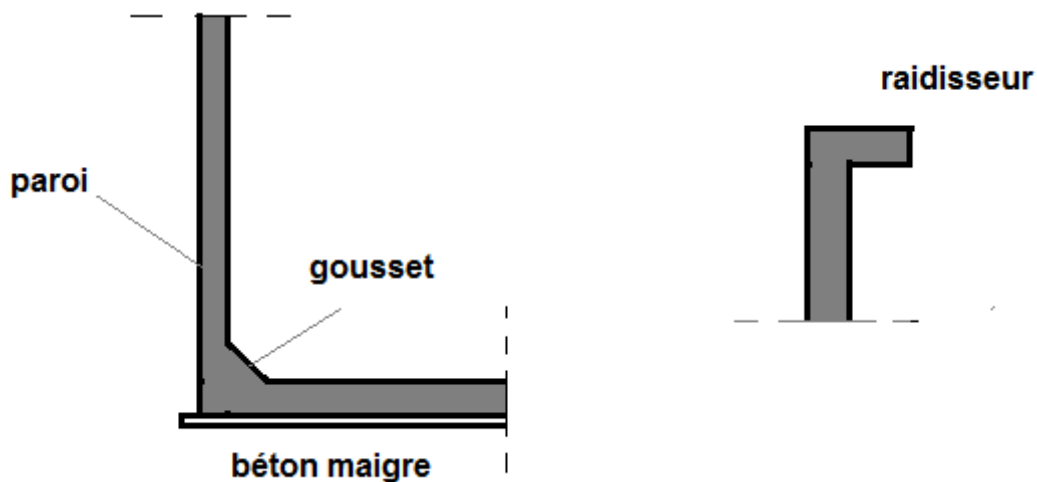
5.4. Selon la nature du liquide conservé :

- réservoirs à eau ;
- réservoir à hydrocarbures (pétrole, essence ou gasoil).

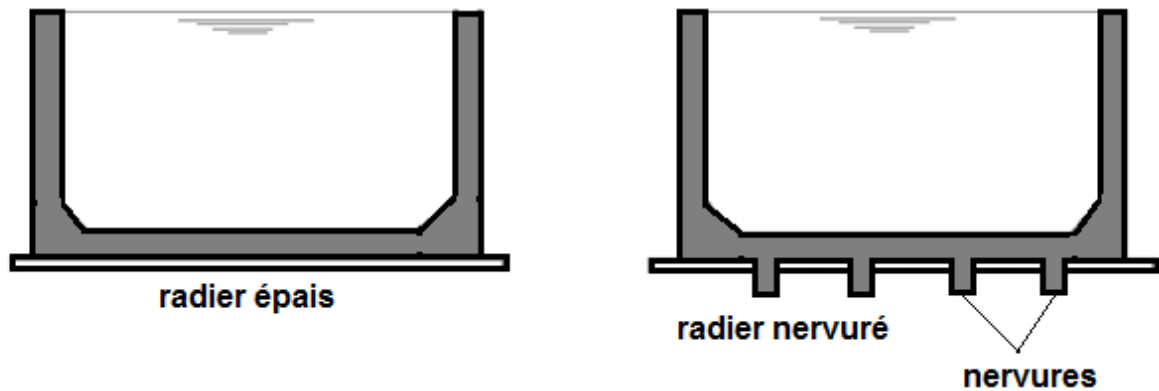
6. Technologie :

6.1 : Bassins rectangulaires posés sur le sol : On distingue les petits et les grands bassins.

6.1.1 Petits bassins : ils comportent un radier et des parois avec goussets d'angles. Les parois sont d'épaisseur constante ou variable avec un minimum de 7 cm en haut. A cet endroit le bord libre peut être raidi selon un profil généralement rectangulaire.



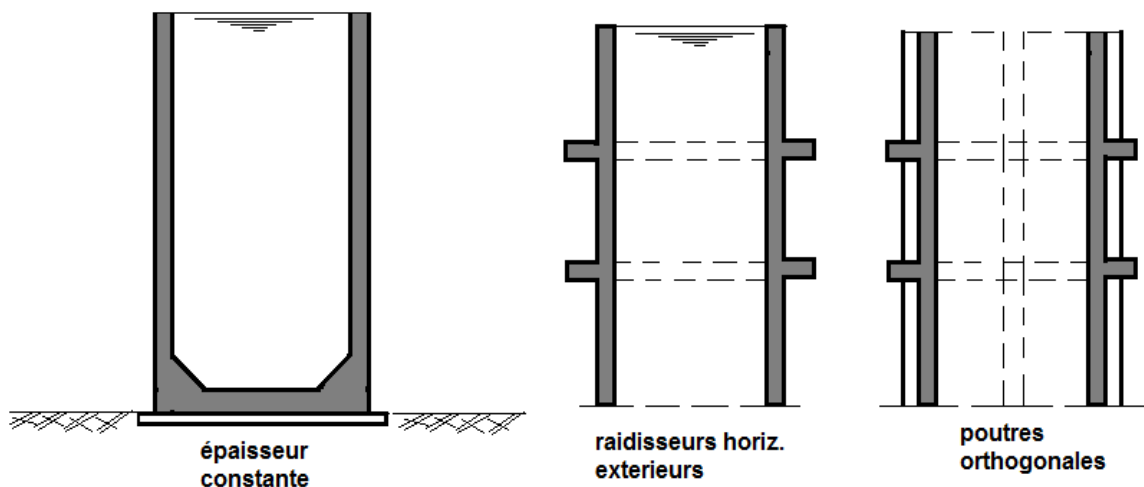
6.1.2 : Bassins de grandes dimensions horizontales : le radier peut être réalisé de différentes façons. Les charges des parois peuvent être réparties sur le sol par **un radier plus ou moins épais** ou par **un radier nervuré**. On préfère généralement le radier épais bien qu'il conduira à un volume important de béton car le tassement est beaucoup plus simple. Les parois peuvent être d'épaisseur variable, c'est la solution la plus simple.



6.1.3 : Bassins de grandes dimensions verticales :

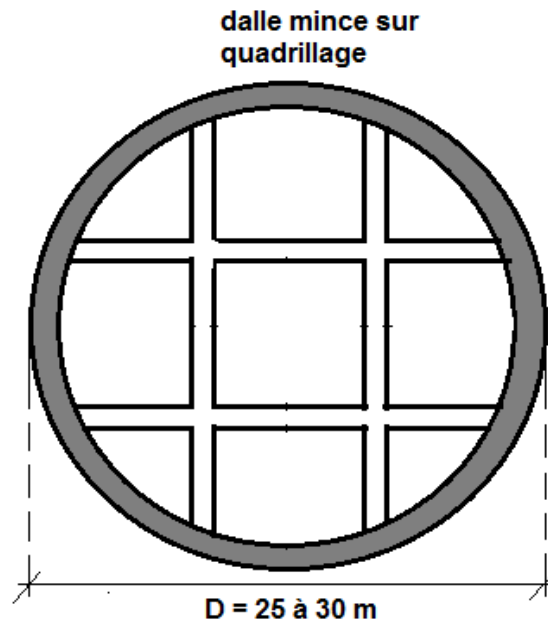
Ils peuvent être réalisés :

- En paroi d'épaisseur constante ou variable ;
- En paroi mince avec raidisseurs extérieurs horizontales ;
- En paroi mince avec poutres orthogonales.



6.2 Bassins circulaires posés sur le sol :

6.2.1 : Bassins de grandes dimensions horizontales : Le radier est soit une dalle pleine épaisse, soit **une dalle mince sur quadrillage de poutres orthogonales**. Jusqu'à 25 à 30 m de diamètre, la paroi encastrée sur le radier a une épaisseur constante ou variable. Au-delà, les déformations prennent une telle importance qu'il vaut mieux recourir aux voutes.

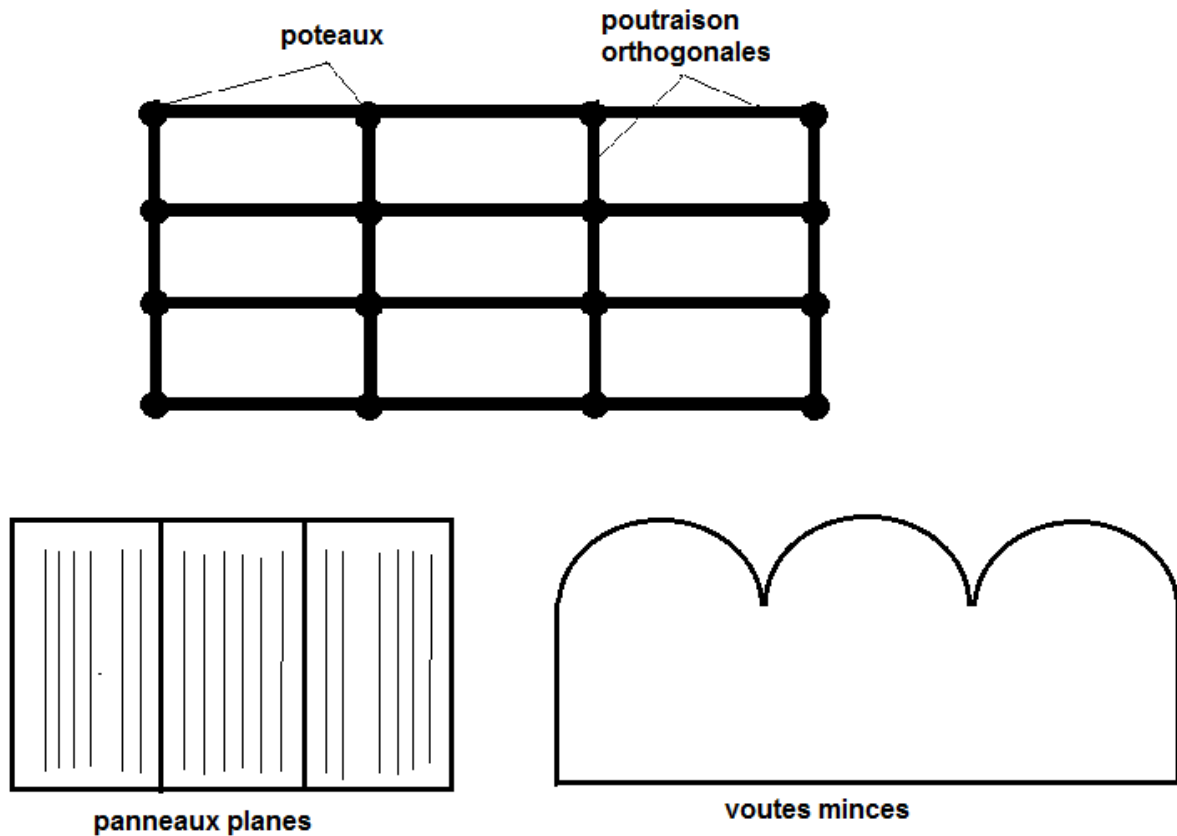


6.2.2 Bassins de grandes hauteurs : La paroi d'épaisseur variable constitue la solution la plus satisfaisante.

6.3 Réservoirs rectangulaires posés sur le sol :

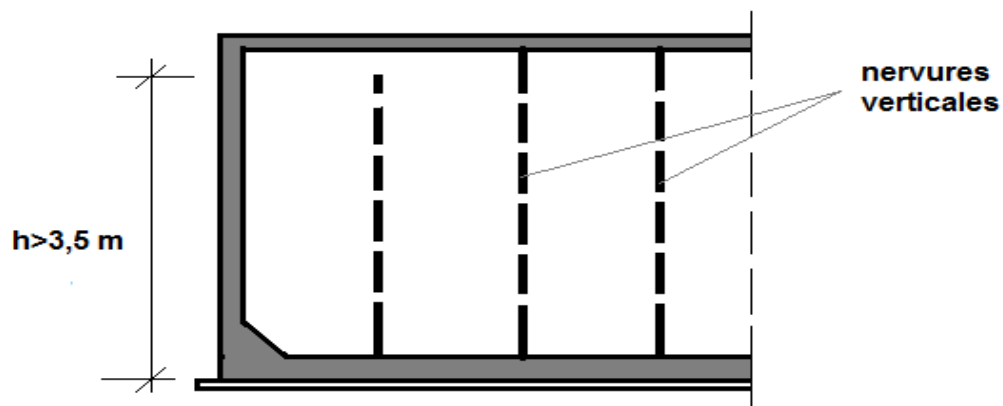
Un réservoir diffère d'un bassin par le fait qu'il est couvert. Les charges sont plus importantes, mais le radier se traite comme celui d'un bassin. La couverture est organisée comme un plancher.

Pour les réservoirs de grandes dimensions en plan, l'appui de la couverture sur les parois extérieures ne suffit pas, on doit prévoir des poteaux intérieurs et **un système de poutres orthogonales**. Les panneaux entre poutres peuvent être **des dalles planes ou des voutes minces** en bonnet d'évêque.



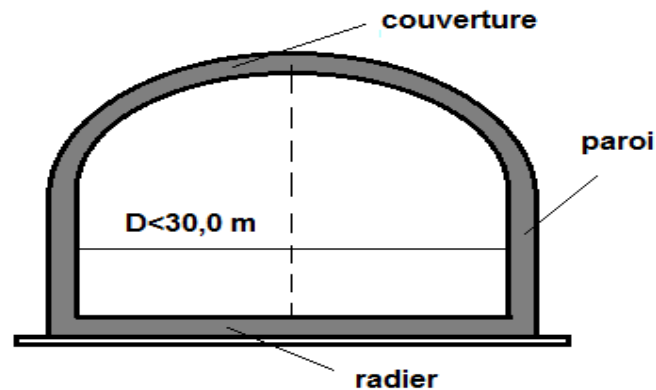
6.4 : Réservoirs de grandes dimensions en plan:

Jusqu'à 3,0 m et même 3,50 m de hauteur, la paroi épaisse constitue la solution la plus simple. Au-delà de 3,50 m la dalle mince avec **nervures verticales** conduit à une solution économique.

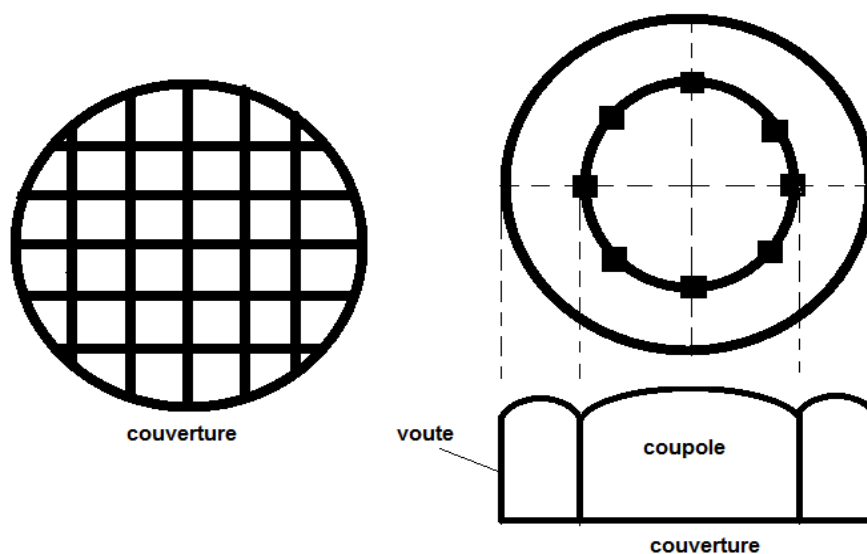


6.5 : Réservoirs circulaires posés sur le sol :

6.5.1 : Petits réservoirs : Les réservoirs classiques comportent **un radier plein**, des **parois** pleines d'épaisseur constante ou variable et **une calotte de couverture** avec une ceinture ou une dalle. On doit être prudent à cause des déformations et donc des risques de fuites de dépasser 30 m de diamètre.



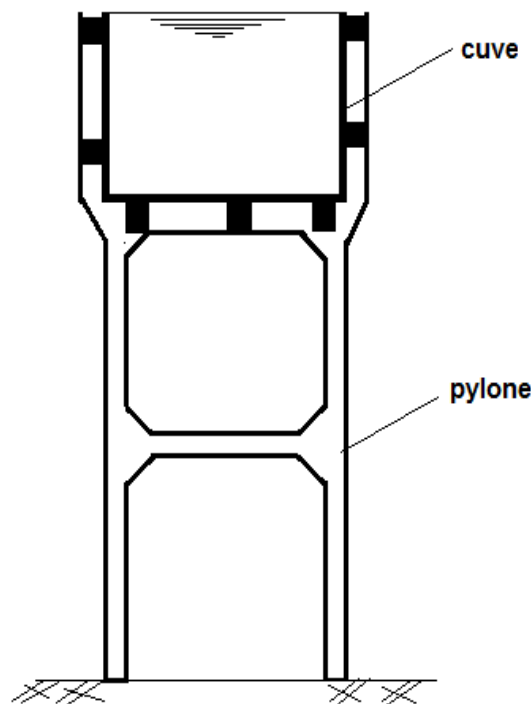
6.5.2 : Réservoirs de grandes dimensions en plan ($D > 30,0$ m) : On adopte la paroi auto stable. Des poteaux pour soutenir la couverture sont nécessaires comme pour les réservoirs rectangulaires. La couverture serait soit une dalle sur poutraison orthogonale soit mieux à l'aide d'une coupole centrale et d'une ou plusieurs voutes périphériques.



6.6 : Réservoirs cylindriques sur pylônes :

La conception des réservoirs surélevés est pratiquement la même que celle des cuves des réservoirs rectangulaires posés sur le sol. Le radier qui porte le liquide contenu peut être soit une dalle plus ou moins épaisse, soit une dalle à nervures parallèles ou soit une dalle à nervures orthogonales.

Le pylône lui-même peut être constitué soit d'un voile mince plein, soit par des poteaux verticaux entretoisés ou non par un ou plusieurs cours de poutres horizontales. On dispose généralement de quatre poteaux. La cuve étant posée en tête du pylône sur des poutres de contour ceinturant les poteaux. Le moyen d'accès à la cuve doit être prévu, soit un escalier à échelle.



6.7 : Réservoirs circulaires sur pylône :

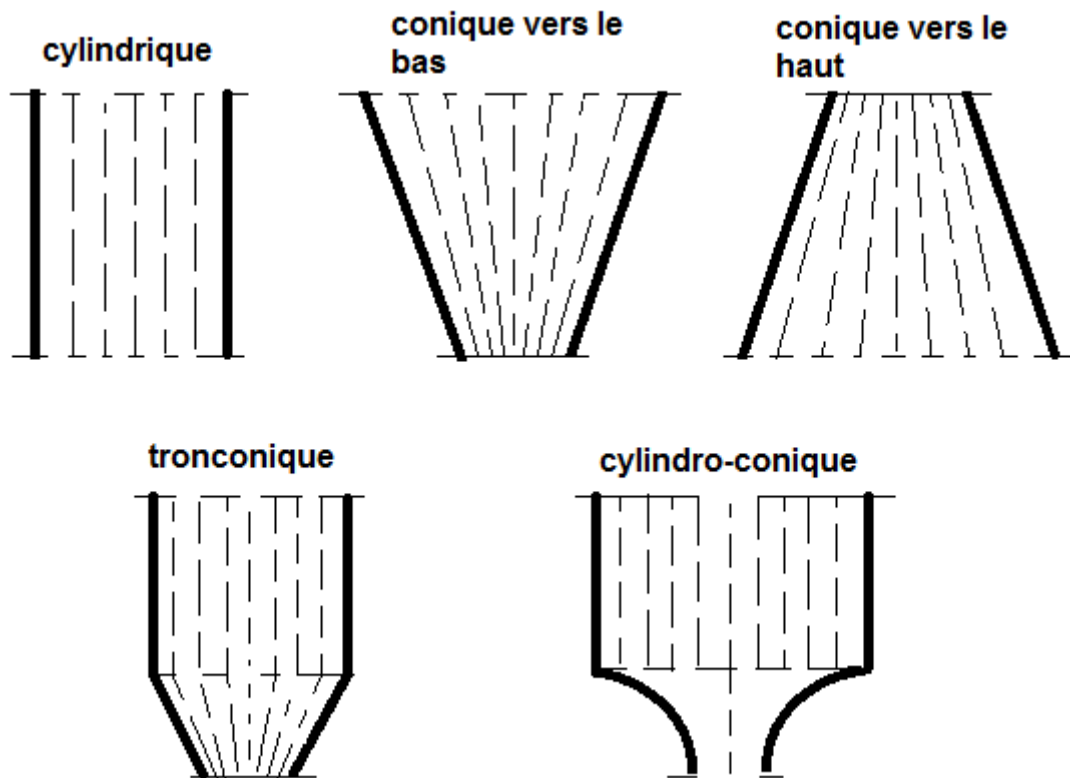
Le réservoir comprend deux parties principales qui sont : la cuve et le pylône.

6.7.1 : La cuve : nous distinguons **trois parties** qui sont :

Notions générales sur les constructions C.I

- a - La partie principale de forme circulaire en plan qui est la paroi ;
- b - La couverture ;
- c - Le fond avec la jonction sur pylône.

a – La paroi : selon la forme de sa courbe méridienne, la cuve peut prendre différents aspects :



b – La couverture : Elle peut être constituée par :

- Une dalle plate (pente 1 cm par mètre)
- Une coupole sphérique ;
- Un tronc de cône ;
- Un cône et une coupole ;
- Un demi-sphère.