

Université Abou Bakr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique
Master 2: Hydraulique Urbaine

Matière HU911

Partie: 1

Chargée de la matière :
Pr. Abdelbaki Chérifa

Stockage et Mise en Pression de l'Eau

ROLE - FONCTION et UTILITE

La nécessité de construire un réservoir ou de manière générale un parc de stockage peut être dictée par plusieurs raisons ou arguments:

- Adduction gravitaire (pour pouvoir restituer l'eau au moment des heures de pointe).
- Accident sur la conduite de refoulement (changement de tuyaux y compris les opérations de nettoyage).
- Accident sur un forage ou un puits, nécessitant une dépose de pompe et une repose de la pompe de secours.
- Cas d'une eau momentanément trouble ou suspecte (sources turbides - eau de rivière ayant subi un traitement insuffisant) doit être mise en décharge.
- Grève! les mouvements sociaux montrent que cette éventualité n'est pas à écarter.

Aussi, le réservoir offre les avantages suivants:

- Régularité dans le fonctionnement du pompage.
- Simplification de l'exploitation, conséquence de l'avantage précédent.
- Sollicitation régulière des points d'eau.
- Régularité de la pression dans le réseau de distribution.
- En résumé, les réservoirs constituent un volant qui permet d'assurer, aux heures de pointe, les débits maximaux demandés. De plus, ils permettent de combattre efficacement les incendies.

REPARTITION DES DEBITS DE DISTRIBUTION

Le réservoir servant de tampon entre l'adduction et la distribution, il importe de connaître la répartition dans le temps, des débits de distribution.

On appelle débit horaire moyen de distribution a exprimé en m^3 , la valeur de la consommation journalière C répartie sur 24 h:

$$a = \frac{C}{24}$$

Or, des variations de la répartition se produisent selon l'époque ou l'heure de la journée et l'on distingue:

- Des variations annuelles, fonction du développement de la population et de l'hygiène.
- Des variations mensuelles, variables selon les villes (villes touristiques - grandes villes).
- Des variations journalières : selon le jour de la semaine (jour de marché par exemple).
- Des variations horaires; qui représentent la variation la plus importante avec deux pointes au moment de la préparation des repas.

CAPACITE DES RESERVOIRS

Pour satisfaire au rôle qu'ils doivent jouer, les réservoirs doivent avoir une capacité suffisante.

La capacité du réservoir doit être estimée, en tenant compte des variations de débit à l'entrée comme à la sortie; c'est à dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont, et d'autre part de la variation de la demande.

Le plus souvent, la capacité est calculée pour satisfaire aux variations journalières de débit de consommation en tenant compte bien entendu du jour de plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie.

Il y aurait intérêt à normaliser les capacités des réservoirs, afin que les coffrages puissent être réutilisés. Ces capacités normalisées sont: 25 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 350 - 500 - 750 - 1000 m³.

Le calcul théorique repose sur une répartition des débits de distribution qui peut différer d'une agglomération à une autre. Comme il est très difficile, à moins d'être en mesure d'avoir à sa disposition une statistique bien complète, de connaître avec précision les modalités de la distribution.

Il est conseillé en alimentation urbaine et pour réserver l'avenir sans, pour autant, exagérer le temps de stagnation de l'eau dans la cuve, de se rapprocher d'une capacité correspondant à une journée de consommation, augmentée éventuellement de la réserve d'incendie.

EMPLACEMENT DES RESERVOIRS

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre, car l'on doit tenir compte des considérations suivantes:

Pour des raisons économiques, il est préférable que son remplissage se fasse par gravité, ce qui implique qu'on puisse le placer à un niveau bas par rapport à la prise d'eau.

L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération.

Lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires, on doit les implanter de préférence soit en extrémité du réseau; soit à proximité du centre important de consommation

CLASSIFICATION DES RESERVOIRS

Situation par rapport à la distribution	Disposition par rapport au sol	Rôle joué	Pression d'air au dessus du plan d'eau	Matériaux de construction utilisés
• Réservoir en charge sur le réseau • Réservoir nécessitant une surpression	• Souterrain • Semi enterré • Au sol • Surélevé (ou château d'eau)	• Réservoir principal • Réservoir d'équilibre disposé sur le réseau	• Pression atmosphérique • Contre pression d'air	• Maçonnerie • Béton armé ou précontraint • Acier

CONSTRUCTION DES RESERVOIRS

Les réservoirs doivent être construits en matériaux durables. Ils doivent être couverts, à l'abri des contaminations, des eaux souterraines d'infiltration, des pluies et des poussières.

- Ils doivent être aérés tout en restant à l'abri du froid et de la chaleur et, de plus, visitables.

- Il sera bon de prévoir un compartimentage pour faciliter les nettoyages.

- Dans les réservoirs enterrés, ce compartimentage conduit à prévoir deux cuves identiques dont l'ensemble fait la capacité totale.

- Dans les réservoirs surélevés, on aménage deux cuves concentriques.

Ils doivent, en outre, comporter une chambre de manoeuvre où sont rassemblés les organes de réglage nécessaires.

Hauteur d'eau dans les réservoirs

La hauteur d'eau utile est limitée le plus souvent entre 3 et 6 mètres; l'optimum, pour les agglomérations d'importance petite ou moyenne, se situe le plus souvent vers 4 à 5 mètres.

Pour les réservoirs de grande capacité (villes importantes) la hauteur d'eau peut atteindre 7 à 10 mètres.

Forme des réservoirs

La section en plan des réservoirs est le plus souvent circulaire impérativement pour les réservoirs surélevés, et parfois rectangulaire (pour les réservoirs de capacité supérieure à 10.000 m³).

Étanchéité

L'étanchéité indispensable à la tenue de l'ouvrage et à la préservation de la qualité de l'eau pourra être obtenue avec un dosage assez riche en ciment (400 kg/m³ de béton mis en oeuvre), incorporation systématique de produits hydrofuges, un serrage correcte du béton par vibration dans la masse (et non sur les coffrages).

EQUIPEMENT DES RESERVOIRS

L'équipement des réservoirs, et en particulier leur fontainerie, disposé avantageusement dans une chambre de manoeuvre accolée au réservoir doit leur permettre de remplir les diverses fonctions que l'on attend d'eux:

réception de l'adduction et départ de l'eau vers la distribution, trop plein, vidange, by - pass permettant le nettoyage, matérialisation de la réserve d'incendie

Arrivée de l'adduction

L'arrivée de l'adduction dans le réservoir peut être placée soit au fond du réservoir, soit à la partie supérieure ou même déverser au - dessus de la surface libre dans celui- ci.

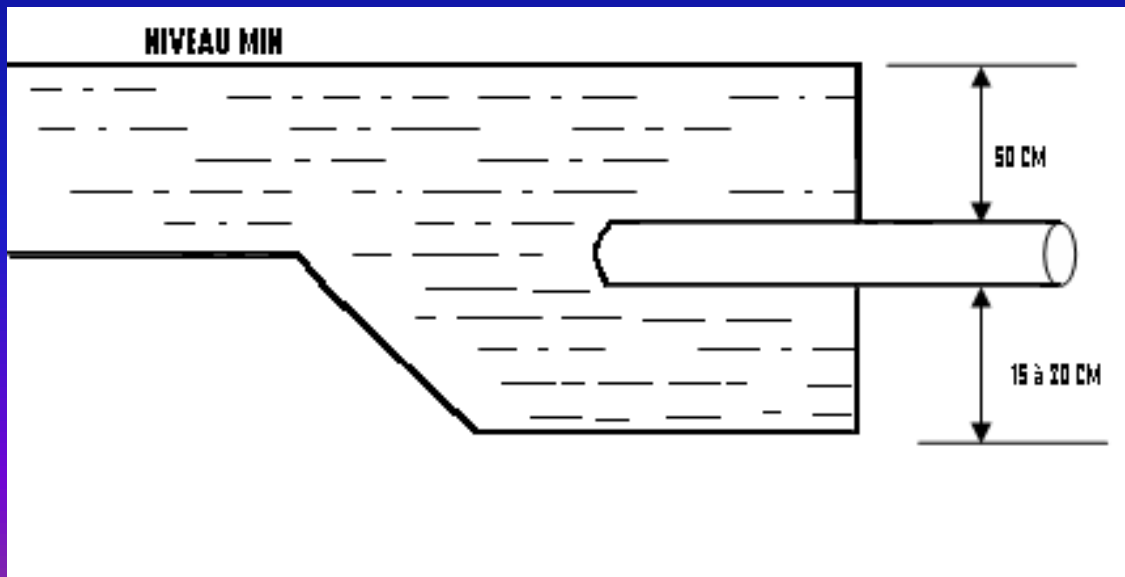
Pour éviter une surveillance pendant le remplissage, un contact à flotteur peut interrompre le pompage.

On peut aussi disposer (petites installations) un robinet à flotteur fermant l'arrivée lorsque le réservoir est plein.



Départ de la distribution

Pour faciliter le brassage de l'eau dans le réservoir, l'orifice de départ de la conduite de distribution devra être situé autant que possible à l'opposé de l'arrivée; il sera bien entendu placé près du fond, mais cependant à une faible hauteur au-dessus de celui-ci, pour éviter d'entraîner dans la conduite de distribution d'éventuels dépôts décantés dans le réservoir.



Trop plein

Le trop plein a pour but d'assurer sans déversement du réservoir l'évacuation du débit d'adduction, pour le cas où la pompe d'alimentation ne se serait pas arrêtée.

Il doit donc être dimensionné pour ce débit, et conduire l'eau à l'égout en tenant compte des pertes de charge et en limitant la vitesse dans la conduite de trop plein à 3 ou 4 m/s.

Vidange

Pour permettre l'inspection et le nettoyage du réservoir, ainsi que d'éventuelles répartitions, il est nécessaire de pouvoir le vidanger, au moyen d'une conduite généralement raccordée à la conduite de trop plein.

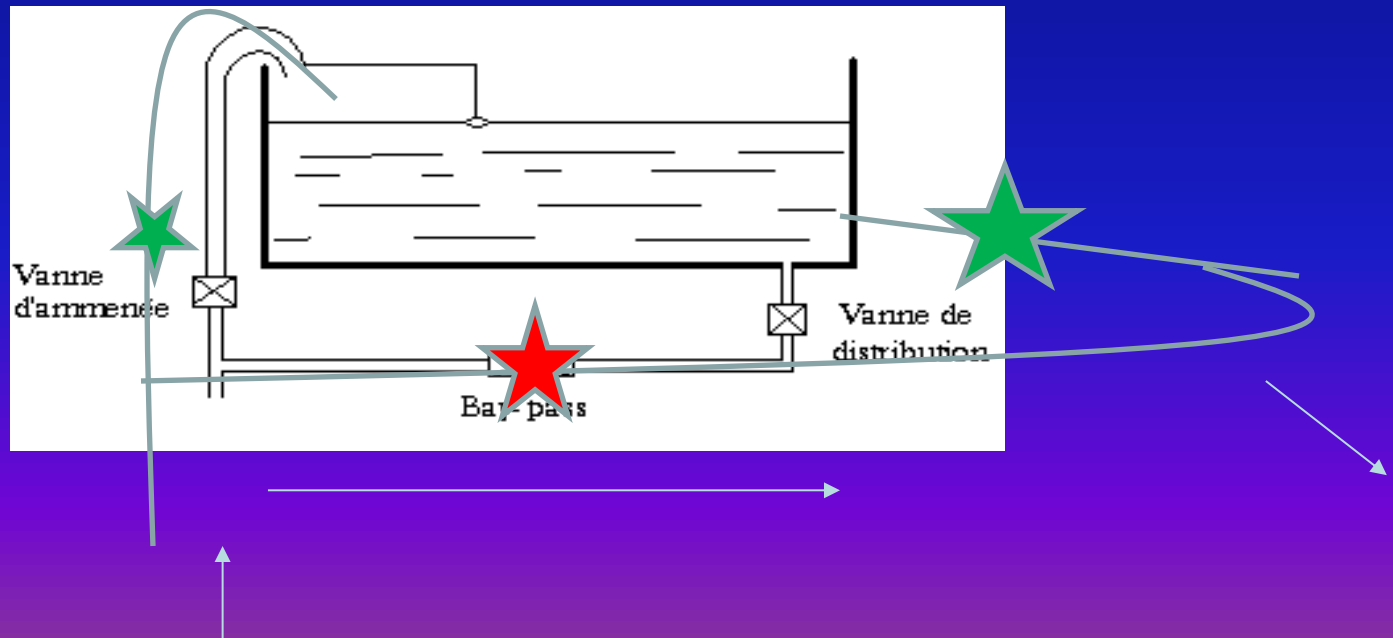
Cette conduite peut utilement comporter un siphon servant de garde d'eau, pour éviter les émanations gazeuses désagréables en provenance de l'égout.

Bien entendu, sauf en cas d'urgence, on a intérêt à n'effectuer cette vidange que sur un réservoir préalablement presque vidé en exploitation.

By - pass

Lorsqu'on désire assurer la distribution pendant la vidange d'un réservoir non compartimenté, il suffit de disposer un by - pass reliant la conduite d'amenée à la conduite de départ.

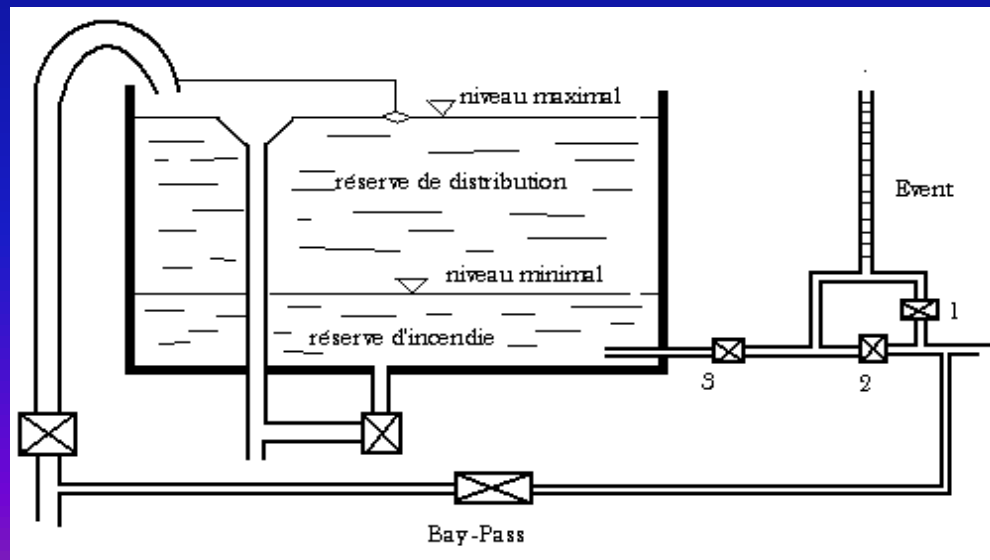
En marche normale, les vannes 1 et 3 sont ouvertes, la vanne 2 est fermée; au contraire, pendant que le réservoir est vidé, la vanne 2 est ouverte et les vannes 1 et 3 sont fermées.



Matérialisation de la réserve

Pour conserver sûrement une réserve permettant de lutter contre un incendie, il faut en interdire matériellement l'utilisation en service normal, et la rendre accessible par la manoeuvre d'une vanne spéciale en cas de nécessité.

Il est intéressant de disposer la fontainerie dans une chambre de manoeuvre accolée au réservoir (cas d'un réservoir semi - enterré).



ENTRETIEN DES RESERVOIRS

- Les réservoirs sont des ouvrages nécessitant des interventions régulières (opérations courantes de surveillance et entretien, nettoyage) ou occasionnelles (réparation).
 - Les ouvrages doivent être conçus pour permettre ces interventions avec le maximum de facilité et de sécurité.
 - Les opérations de nettoyage - désinfection des réservoirs comportent les diverses phases suivantes:

- Nettoyage proprement dit soit par brossage - raclage manuels pour les petits réservoirs, soit par voie chimique en utilisant des produits ayant un pouvoir dissolvant vis-à-vis des dépôts afin de faciliter le nettoyage du réservoir.
- Décapage des dépôts et rinçage des parois, des poteaux (plus faciles à nettoyer s'il sont de section carrée) et du radier au jet sous pression, en prenant soin de ne pas détériorer les revêtements éventuels.
- Remise en eau de la cuve et contrôle de la qualité de l'eau.

Quand le réservoir a une capacité ou une hauteur importante, ou présente une forme (cône, sphère) se prêtant difficilement au nettoyage, il est nécessaire de recourir à des dispositions spécifiques devant être prévues au moment de la conception de l'ouvrage et qui peuvent être constituées:

Par des équipements fixes: passerelles à mi - hauteur des réservoirs coniques, réseau de canalisations d'eau à l'intérieur des cuves des grands réservoirs.

Par des équipements mobiles (chariots équipés de brosses rotatives....).

Ces dispositions permettent d'assurer un travail de qualité tout en réduisant le temps d'intervention et en améliorant les conditions de sécurité.

Y a-t-il des questions ???

EXERCICE 1

Un centre urbain est composé de deux secteurs :

Secteur 01 : habitat de surface 50 ha, densité 80 logement/ha, densité d'occupation 7 habitants par logement, besoins moyens en AEP 250 l/j/hab.

Secteur 02 : un centre hospitalier 250 lits (500 l/j/lit), deux écoles à 400 élèves chacune (80 l/j/élève). Les pertes sont estimées à 35%, $k_{\max j} = 1,3$ et $k_p = 2,4$

Calculer le débit en l/s qui sera véhiculé pour dimensionner le réseau de distribution.

Pour le secteur 1

Nbre d'habitants= $50 \times 80 \times 7 = 28000$ hab

Besoins secteur 1= Nbre habitants *
dotation

$B1 = 28000 \times 250 = 7000000 \text{ l/j} = 7000 \text{ m}^3/\text{j}$

Pour le secteur 2

Besoins hôpital= $250 \times 500 = 125000 \text{ l/j} = 125 \text{ m}^3/\text{j}$

Besoins écoles: $2 \times 400 \times 80 = 64000 \text{ l/j} = 64 \text{ m}^3/\text{j}$

- $Bs1 = 7000 \text{ m}^3/\text{j}$
- $Bs2 = 125+64 = 189 \text{ m}^3/\text{j}$
- $Besoins = 7000 + 189 = 7189 \text{ m}^3/\text{j}$
- $Q_{moyj} = Besoins + \%pertes * Besoins =$
- $Besoins (1+0,35) = 1,35 * Besoins$
- $Q_{moyj} = 9705,15 \text{ m}^3/\text{j}$
- $Q_p = k_p * Q_{moyj} = 9705,15 * 2,4 = 23292,36$
 $\text{m}^3/\text{j} = 269,85 \text{ l/s}$
- $Q_p = 269,85 \text{ l/s}$

Exercice 2

- 1- Calculer le volume d'un réservoir alimentant une agglomération avec un débit de $300 \text{ m}^3/\text{h}$.
- 2- Tracer les courbes d'apport et de consommation et en déduire la capacité du réservoir.
- 3- Quel diamètre proposez-vous pour ce réservoir ?

On donne :

$$K_{\text{maxj}} = 1,3$$

$$K_p = 2,4$$

Les pertes sont estimées à 35%

<i>e</i>	<i>horaire</i>	<i>apporté</i>	<i>consommé</i>	<i>apporté</i>	<i>consommé</i>	ΔV^+	ΔV^-
0 – 1	1,5						
1 – 2	1,5						
2 – 3	1,5						
3 – 4	1,5						
4 – 5	2,5						
5 – 6	3,5						
6 - 7	4,5						
7 – 8	5,5						
8 – 9	6						
9 – 10	6						
10 – 11	6						
11 – 12	6						
12 – 13	5						
13 – 14	5						
14 – 15	5,5						
15 – 16	6						
16 – 17	6						
17 – 18	5,5						
18 – 19	5						
19 – 20	5,5						
20 – 21	4						
21 – 22	3						
22 – 23	2						
23 – 24	1,5						