

Université Chahid Mustapha Ben Boulaid Batna 2
Faculté de technologie
Département d'hydraulique



Cours destiné
Aux étudiants 3^{ème} Année Licence hydraulique
Semestre 2.

Chapitre 5. Les réservoirs

Chapitre 5. Les réservoirs

5.1. Fonctions générales des réservoirs :

Les fonctions générales assurées par des réservoirs d'eau potable sont multiples et de nature à la fois technique et économiques. Ces fonctions sont résumées par le tableau suivant :

Fonctions techniques	Fonctions économiques
- Régulation de débit	- Réduction des investissements sur les ouvrages de production
- Sécurité d'approvisionnement	- Réduction des investissements sur le réseau de distribution
- Régulation de la pression	- Réduction des dépenses d'énergie
- Simplification de l'exploitation	
- Réacteur principal au traitement	

5.2. Classification des réservoirs :

Les réservoirs peuvent être classés de différentes façons selon les critères retenus, le tableau suivant fournit quelques possibilités de classification.

Possibilités de classification des réservoirs

Situation par rapport à la distribution	Disposition rapport au sol	Rôle joué	Matériau de construction utilisé
- Réservoir en charge sur le réseau	- Souterrain	- Réservoir principal	- Maçonnerie
- Réservoir nécessitant une surpression	- Semi enterré	- Réservoir d'équilibre disposé sur le réseau	- Béton armé ou précontraint
	- Posé sur le sol		- Acier
	- Surélevé (ou château d'eau)		

De multiples facteurs interviennent dans la détermination du type de réservoir :

- Conditions topographiques de la région à desservir
- Conditions hydrauliques de la distribution : volume du réservoir, pression à assurer.

5.3. Caractéristiques principales d'un réservoir :

Lors de la phase de conception d'un réservoir, quatre paramètres principaux doivent être déterminés :

- le type de réservoir
- le volume
- l'emplacement
- la charge.

5.3.1. *Type de réservoir* : les critères de choix et les facteurs entrant dans la détermination du type de réservoir ont été examinés précédemment.

5.3.2. *Emplacement*

Le choix de l'emplacement d'un réservoir est effectué en tenant compte des conditions :

- Conditions géologiques* : la géologie du site et de la région d'étude d'une manière générale.
- Conditions topographiques* : selon la topographie de la région d'étude.
 - Lorsque l'agglomération à desservir est implantée en pleine, la localisation du réservoir est très libre, mais on a intérêt de placer le réservoir le plus près possible des utilisateurs.
 - Si en éloignant le réservoir de la ville nous sommes conduits à augmenter soit son altitude soit le diamètre de la conduite de distribution.
 - La solution économique réside dans le choix de l'emplacement au centre de gravité de la ville.
 - La présence d'un relief à proximité d'une ville peut faciliter l'emplacement du réservoir se sera la solution la plus économique.

- Si la ville à alimenter présente des différences de niveau très importantes dans ce cas, il est alors nécessaire de disposer à une cote intermédiaire, un réservoir destiné à briser la charge, ce réservoir est alimenté par une conduite en liaison avec le 1^{er} réservoir, cette solution est appelée alimentation étagée.

L'emplacement du réservoir est déterminé par une cote appelée " cote de radier du réservoir C_r " est déterminée par la relation suivante :

$$C_r = C_{TN} + P_S + \sum_{i=1}^n J_i \quad (m)$$

Avec :

- C_r : Cote du radier du réservoir
- P_S : Pression au sol, imposée au point la plus défavorable (donnée suivant la hauteur des immeubles à ce point)
- C_{TN} : Cote du terrain naturel du point le plus défavorable
- $\sum_{i=1}^n J_i$: Somme des pertes de charge le long du cheminement à partir du réservoir jusqu'au point le plus défavorable.

N.B : la cote du radier du réservoir est déterminée par tâtonnement.

5.3.3. Volume du réservoir :

Le volume total des réserves nécessaires sur un réseau de distribution est déterminé à partir des fonctions de régulation et de sécurité d'approvisionnement, comprend trois parties :

- Une 1^{ère} partie qui correspond au volume nécessaire pour assurer la fonction de régulation entre la demande et la production, ce volume se détermine théoriquement ; en comparant sur un graphique pour une journée donnée :
 - De la courbe de consommation journalière cumulée
 - De la courbe de production journalière cumulée
 Ce débit destiné à assurer la régulation entre la production et la demande, exprime en pourcentage de la consommation maximal journalière (15% à 30% $Q_{max,j}$).
- Une seconde partie qui correspond au volume nécessaire pour assurer la sécurité d'approvisionnement. Cette partie est appelée communément pour les petits réservoirs " Réserve d'incendie ".
- Une troisième partie : comprenant le volume mort (partie inférieure du réservoir) ; ceci représente une tranche d'eau de l'ordre de 10 à 20cm.

La capacité pratique du réservoir V_r est donnée par :

$$V_r = (15 \div 30\%)Q_{max,j} + V_{inc} \quad (m^3)$$

Avec :

- V_r : Volume du réservoir
- $(15 \div 30\%)Q_{max,j}$: Pourcentage de la consommation maximal journalier
- V_{inc} : Volume d'incendie est déterminé par la relation suivante

$$V_{inc} = 3.6 \times Q_{inc} \times t \quad (m^3)$$

Avec :

- Q_{inc} : Débit d'incendie en fonction du nombre d'habitants (l/s)
- t : Durée d'extinction d'un incendie ($t = 2 \div 3$ heures)

Le volume du réservoir peut être déterminé par la méthode des coefficients horaires selon la formule suivante :

$$V_r = |\Delta V_{max}^+| + |\Delta V_{max}^-| + V_{inc} \quad (m^3)$$

Avec :

- $|\Delta V_{max}^+|$: Différence maximal positive entre le volume d'apport et le volume distribué
- $|\Delta V_{max}^-|$: Différence maximal négative entre le volume d'apport et le volume distribué

5.4. Capacité théorique du réservoir :

La capacité théorique du réservoir est déterminée en fonction des besoins à satisfaire pendant une journée.

Si on suppose « a » le débit horaire moyen de distribution $a = \frac{C}{24}$

C : est la consommation moyenne journalière (m³/j).

Exemple : soit les chiffres indicatifs suivants :

Temps (heure)	Débit distribué
T(h)	Q (m ³ /h)
06h à 07h00	a
07h à 11h00	3.5a
11h à 16h00	0.4a
14h à 18h00	2a
18h à 22h00	0.5a
22h à 06h00	0.125a

a) A partir des données ci-dessus schématiser le digramme de distribution

On envisage deux cas d'adductions :

- Adduction continue (24h/24h) avec $Q_{apport} = a \text{ m}^3/h$
- Adduction discontinue (10h/24h) avec $Q_{apport} = 2.4 a \text{ m}^3/h$ le pompage est effectuée à partir de 20h jusqu'à 06h

b) Déterminer la capacité du réservoir dans les deux cas.

Débit distribué Q_d (m³/h) selon le diagramme

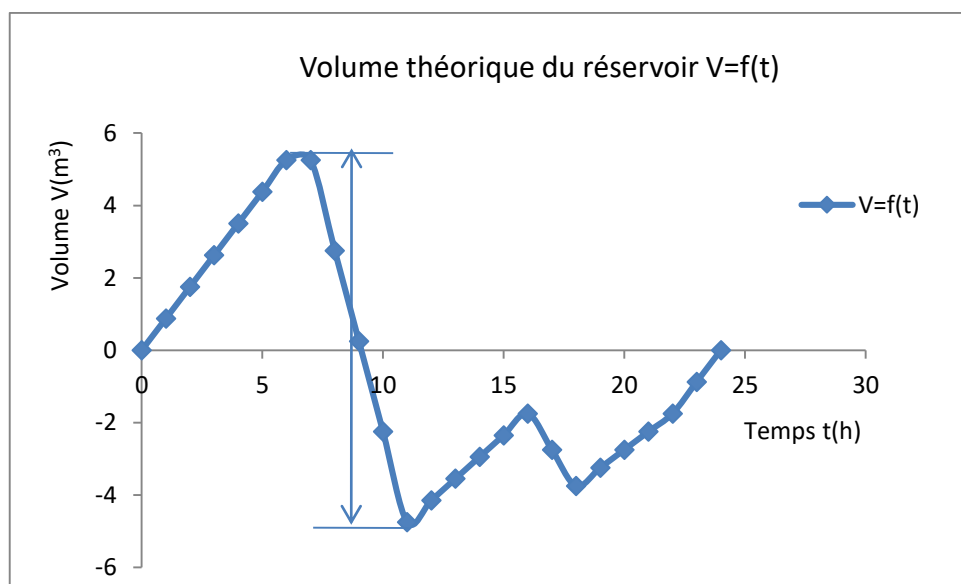
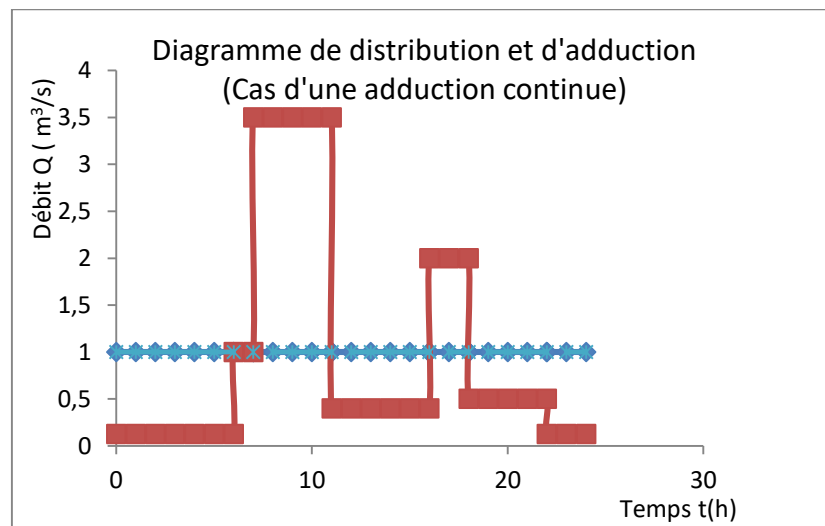
Le volume distribué partiel $V_d = Q_d \times t$

Débit d'apport Q_a (m³/h)=a

Le volume d'apport partiel $V_a = Q_a \times t$

Tableau de calcul

Temps t(h)	0 - 6	6 - 7	7 - 11	11-16	16- 18	18-20	20-22	22-24
Volume distribué cumulé V_d (m ³)	0.75a	1.75a	1.75a	17.75a	21.75a		23.75a	24a
Volume d'apport cumulé V_a (m ³)	6a	7a	11a	16a	18a	20a	22a	24a
Différence V (m ³) $V = V_a - V_d$	+5.25a	+5.25a	-4.75a	-1.75a	-3.75a		-1.75a	0



La capacité théorique en adduction continue :

$$V_r = 5.25a + 4.75a = 10a$$

5.5. Nombre de réservoirs :

L'alimentation d'une agglomération urbaine ne comportera que rarement un réservoir unique le plus souvent plusieurs réservoirs seront nécessaires.

5.6. Niveau des réservoirs :

Le niveau dans les réservoirs doit être tel qu'au moment de la pointe la ligne piézométrique relative à chaque canalisation de distribution passe au-dessus du niveau de tous appareils de puisage.

5.7. Hauteur de l'eau dans le réservoir :

La hauteur de la tranche d'eau dans le réservoir est de l'ordre de 03 à 06 m et peut atteindre 10m dans les cas exceptionnels.

5.8. Conception des réservoirs :

Un ouvrage bien conçu sera facile d'exploitation et requerra des travaux d'entretien facilité ou réduits.

La conception des réservoirs doit tenir compte des deux impératifs essentiels suivant :

- Conserver la qualité de l'eau qu'y stockée
- Faciliter les conditions d'exploitation et d'entretien.

a) *Qualité de l'eau :*

Afin d'éviter la dégradation de la qualité de l'eau lors de la traversée d'un réservoir, il convient :

- D'assurer l'étanchéité de l'ouvrage, terrasse, radier et parois pour les réservoirs au sol et semi enterrés.
- De limiter l'éclairage naturel de l'intérieur du réservoir.
- De procéder à un nettoyage au moins annuel du réservoir, le renouvellement de l'eau dans les réservoirs est une condition nécessaire à la préservation de la qualité de l'eau.

b) Condition d'exploitation :

Les conditions de nettoyage notamment doivent être étudiées en détail au moment de la conception et des équipements spécifiques doivent être prévus plus spécialement pour les réservoirs de grande hauteur d'eau. Le réservoir comportera deux cuves distinctes et séparées permettant des interventions éventuelles (entretien, nettoyage) sur l'une des cuves, l'autre maintienne les fonctions jouées par le réservoir. Les ouvrages doivent comporter des trappes de visite pour le personnel et de large trappe d'accès pour le matériel.

5.9. Equipements des réservoirs :

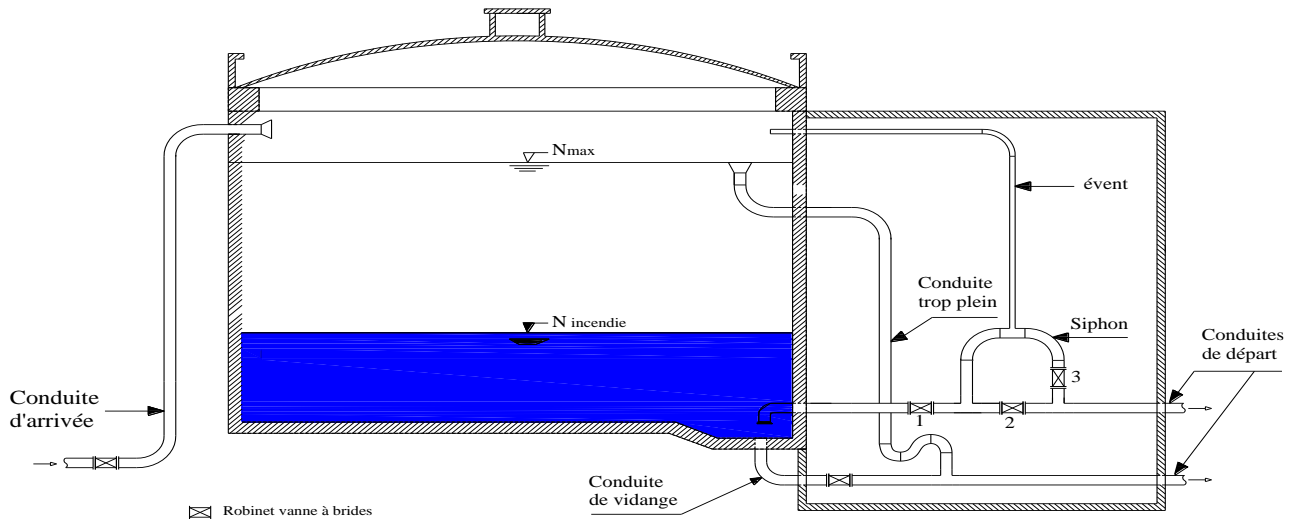
Les principaux équipements sont généralement regroupés dans une chambre d'accès facile et convenablement dimensionnés.

Le tableau suivant fournit une liste des équipements susceptibles d'être installé dans un réservoir.

Tableau fournit une liste des équipements susceptibles d'être installé dans un réservoir

Fonction	Equipements	Fonction	Equipements
Hydraulique	- Vannes diverses	Qualité de l'eau	- Equipement pour renouvellement de l'eau
	- Clapet		- Equipement pour renouvellement de l'air
	- Equipement de trop pleine		- Robinets de prélèvement
	- Vidange		- Equipement de désinfection, analyseurs
	- Siphon pour réserve incendie		- Dispositifs de protection contre les actes de malveillance et les intrusions
	- Canalisation de liaison		Sécurités lors des interventions
	- Compteur	- Echelle à crinoline	
	- Clapet à entrer d'air	- Garde cops	
	- Purgeur d'air	- Ancrage pour harnais la sécurité	
Exploitation	- Niveau	- Eclairage	
	- Débit	- Suivant les réservoirs	
	- Equipement de télétransmission	- Compresseur d'air, protection thermique des équipements, alarmes diverses.	
	- Télécommande		
	- Poste de livraison électrique		
Entretien	Appareils de manutention		
	Joint de démontage		
	Eclairage		
	Pompe d'alimentation en eau		

5.10. Description des équipements du réservoir :



5.10.1 Conduite d'adduction : se dimensionne en fonction du débit d'exploitation de la source.

5.10.2 Conduite de distribution ou conduite d'amenée : elle se dimensionne par le débit de pointe Q_p de la

5.10.3. Conduite du trop plein : conduite assurant l'évacuation la totalité du débit arrivant au réservoir. Elle ne comportera pas de robinet vanne sur son parcours. Le calcul de la conduite est basé sur la formule de LENCASTRE

$$Q = 27.828\mu R h^{3/2}$$

Avec :

- Q : Débit d'eau évacué
- μ : Coefficient de débit
- R : Rayon de la grande circonférence
- h : Lamé d'eau déversée

Valeur de μ en fonction $\frac{h}{R}$

Valeur de $\frac{h}{R}$	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50
Valeur de μ	0.415	0.414	0.410	0.404	0.393

5.10.4. Conduite de vidange : la vidange de l'ouvrage sera conçue et dimensionnée pour assurer la vidange totale de l'ouvrage dans les meilleures conditions. Elle part du point le plus bas du réservoir et se raccorde avec la conduite du trop plein. Elle comporte un robinet vanne. Conduite du trop plein et vidange seront conçues pour être efficacement protégés contre les entrées en provenance du milieu extérieur (Eau en retour, animaux, insecte...)

5.10.4. Disposition spécial By-pass entre l'adduction et distribution (en cas de nettoyage du réservoir)

5.10.5. Matérialisation de la réserve d'incendie (disposition permettant de garder la réserve d'incendie dans le réservoir)