Centre Universitaire Abdelhafid Bousouf - Mila

2024-2025 Semestre 6

Alimentation en eau potable

– Cours 3 –

Chapitre 03 : Réseau de distribution d'eau potable

Staff pédagogique			
Nom	**Grade**	**Institut**	**Adresse e-mail**
Boumessenegh Amel	MCB	Sciences et Technologie	a.boumessenegh@centre-univ-mila.dz

Etudiants concernés			
Institut	**Département**	**Année**	**Spécialité**
Sciences et Technologie	GC et hydraulique	Licence 3	Hydraulique urbaine

Objectifs du cours 3

Ce cours a pour objectif de fournir une compréhension approfondie des réservoirs d'eau potable, de leur rôle dans un réseau d'adduction et de distribution, ainsi que des principes de conception et de gestion.

1. Comprendre le rôle des réservoirs d'eau potable

- Assurer un stockage suffisant pour répondre à la demande en eau.
- Réguler la pression et compenser les variations de consommation.
- Servir de réserve en cas de panne ou d'incident dans le réseau.
- Contribuer à la gestion des ressources en eau et à la réduction des coûts énergétiques.

1. Introduction

Le réseau est un élément principal d'un système d'alimentation en eau potable. A partir du ou des réservoirs, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisation sur lesquelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

Le réseau doit présenter un diamètre suffisant, de façon à assurer le débit maximal avec une pression du sol compatible avec la hauteur des immeubles.

Dans un réseau de distribution il faut toujours vérifier les conditions suivantes :

- **Le Débit**

L'estimation des besoins de l'agglomération la plus précise possible.

Le calcul hydraulique des canalisations se fait avec le débit de pointe.

Il faut vérifier la condition d'incendie. Le débit d'incendie à prévoir au point le plus défavorable du réseau est de 60 m^3/h (17 l/s). On tient compte de plusieurs incendies en même temps dans le cas d'une grande ville ou en cas de risques élevé d'incendie.

- **La Pression**

Les réseaux doivent satisfaire les conditions de pression suivantes :

Une charge minimale de 10 m aux robinets les plus élevés.

Une charge maximale de 60 m (limitation des fuites et des bruits par les coups de Bélier).

Si une telle pression devait se manifester il faut prévoir des réducteurs de pression ou un réseau étagé.

- Aussi le réseau doit être calculé pour fournir les pressions au sol suivantes :

18 m pour un étage 22 m pour 2 étages

26 m pour 3 étages 36 m pour 5 étages 40 m pour 6 étages 44 m pour 7 étages 31 m pour 4 étages

Pour les immeubles plus élevés les propriétaires se trouvent obliger d'installer dans le sous-sol des surpresseurs.

Les canalisations équipées de bouches d'incendie devront pouvoir fournir en cas d'incendie une pression supérieure à 10 m.

- **Choix du diamètre**

Dans les tronçons avec bouche d'incendie : Dmin= 100mm

- **La vitesse**

Les vitesses inférieures à 0,50 m/s : favorisent les dépôts solides dans les canalisations.
Les vitesses supérieures à 1,50 : risquent de favoriser les fuites, les coups de bélier, et de créer les cavitations et les bruits.

En cas d'incendie en tolère une vitesse jusqu'à 2,5 m/s

- **La pression**

La pression de l'eau dans le réseau doit être de l'ordre de 10 à 40 mc d'eau. On évitera la pression supérieure à 40 mc d'eau qui risquent d'apporter des désordres (fuites notamment) et certains bruits désagréables dans les installations intérieures d'abonnés.

2. Classification du réseau d'AEP

Les réseaux peuvent être classés comme suit :

2.1 Les réseaux ramifiés

Le réseau ramifié dans lequel les conditions de desserte ne comportent aucune alimentation de retour, présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture. Un accident sur la conduite principale prive les abonnés en aval.

L'eau circule dans les tronçons dans un seul sens : des conduites principales vers les conduites secondaires

Avantage : économique

Inconvénient : Manque de sécurité (en cas de rupture d'une conduite principale tous les abonnés situés à l'aval seront privés d'eau)

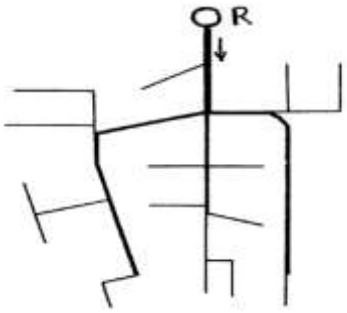


Fig. 3.1 schéma du réseau ramifié

2.2 Les réseaux maillés

Le réseau maillé permet, au contraire, une alimentation en retour et donc il évite l'inconvénient du réseau ramifié.

Une simple manœuvre de vanne permet d'isoler le tronçon endommagé. Il est bien entendu plus coûteux d'établissement, mais en raison de la sécurité qu'il procure, il doit être préféré au réseau ramifié.

Dérive du réseau ramifié par la connexion des extrémités des conduites permettant une alimentation de retour.

Avantage : Plus de sécurité (en cas de rupture d'une conduite il suffit de l'isoler et tous les abonnés situés à l'aval seront alimentés par les autres tronçons) avec une répartition plus uniforme de pression et du débit.

Inconvénient : Plus coûteux et plus difficile à calculer.

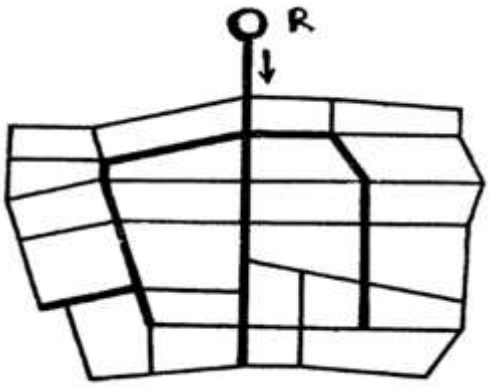


Fig. 3.2. Schéma du réseau maillé.

2.3 Les réseaux mixtes

Il s'agit d'un schéma contient deux réseaux le réseau ramifié et le réseau maillés, ce schéma est souvent choisi pour ses avantages en tant qu'économique et pour sa sécurité. Réseau mixte est calculée après séparation du réseau en deux réseaux l'un ramifié et l'autre maillé est calculée chacun séparément.

2.4 Réseau étagé

Le réseau étagé est caractérisé par des différences de niveau très importantes. Ce qui fait la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions aux points les plus bas (normes de pressions ne sont pas respectées). En effet, ces systèmes nécessitent l'installation d'un réservoir intermédiaire, alimenté par le premier qui permet de régulariser (réguler) la pression dans le réseau.

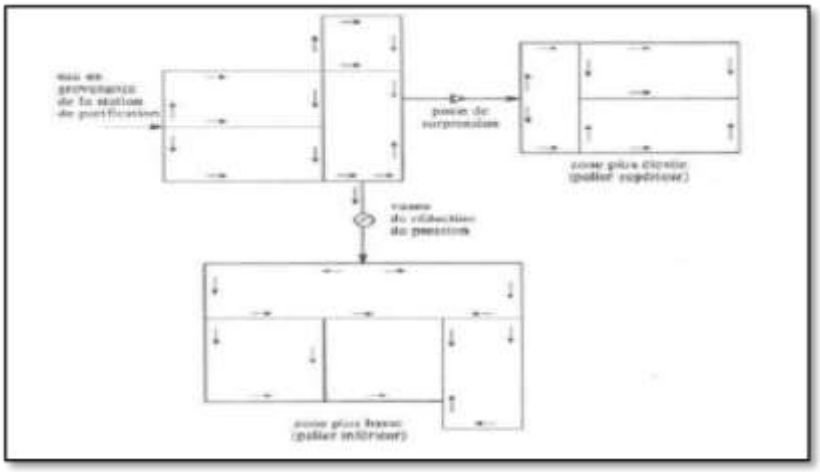


Fig.3.3. Schéma du réseau étagé.

En générale, on utilise un **réseau maillé** pour alimenter **une zone urbaine** et un **réseau ramifié** pour alimenter **une zone rurale**.

Le choix du type du réseau de consommation est en fonction de :

- Plan d'urbanisation directeur de l'agglomération (P.W.D).
- Plan de masse de l'agglomération.
- La position de gros consommateurs.

Nœud = point de rencontre de plusieurs conduites

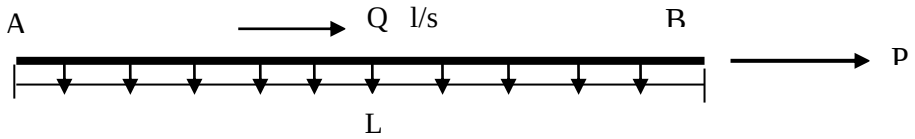
Tronçon = portion de conduite comprise entre deux nœuds successifs

3. Calcul hydraulique du réseau ramifié

Quand il s'agit du réseau ramifié, la conduite outre un débit d'extrémité, qui doit pouvoir distribuer sur son parcours l'eau aux abonnés par les nombreux branchements raccordés sur elle : c'est le débit en route.

Le débit en route est calculé en fonction du nombre d'usagers à desservir au moment de la pointe et en supposant ce débit uniformément réparti le long de la rue.

En effet, on appelle Q le débit ainsi distribué le long d'une conduite AB de longueur L, en admettant ainsi qu'il doit d'une part distribuer un débit uniforme sur son parcours, et d'autre part assurer un débit P à son extrémité.



Par ailleurs, on calcule le débit de la conduite par la formule suivante :

$$q = P + 0.55\ Q$$

Avec :

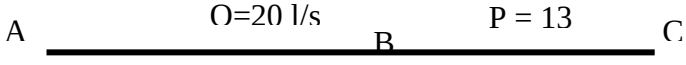
q : débit du tronçon.

P : débit aval.

Q : débit en route.

Exemple :

Le tronçon ABC, qui est alimenté dans la direction AC, offre des services en route avec des débits demander : Q=20 l /s, P=13l/s et sont respectivement les besoins des tronçons AB et BC. Quels sont les débits proposés pour calculer les tronçons AB et BC ?



Le tronçon BC : $q = P + 0.55\ Q = 0 + 0.55 * 13 = 7.15\ l/s$

Le tronçon AB : $q = P + 0.55\ Q = 13 + 0.55 * 20 = 24\ l/s$

3.1 Déterminer le débit spécifique

Il existe trois méthodes pour la détermination de ce débit :

a- Méthode de la longueur :

$$Q_{sp} = \frac{Q'}{\sum L} \text{ Avec } Q' = Q_p - Q_{éq}$$

Avec :

Q_{sp} : le débit spécifique.

Q_p : le débit de pointe.

$Q_{éq}$: le débit des équipements.

$\sum L$: la somme des longueurs du réseau.

Donc : $$le\ débit\ de\ route = Q_{sp} L_i + Q_{éq}$$

b- Méthode des surfaces :

$$Q_{sp} = \frac{Q'}{S_t}$$

St : surface totale.

Si : surface correspond au tronçon i

Donc : $$le\ débit\ de\ route = Q_{sp} S_i + Q_{éq}$$

c- Méthode en fonction de la population :

$$Q_{sp} = \frac{Q'}{N_p}$$

Np: nombre d'habitant.
Si : nombre d'habitant qui son branché sur le tronçon i

Donc : $$le\ débit\ de\ route = Q_{sp} N_{pi} + Q_{éq}$$

4. Calcul hydraulique du réseau maillé

Le calcul d'un réseau maillé est conduit par approximations successives selon la méthode de HARDY CROSS.

Cette méthode repose sur les deux lois suivantes :

1ère loi : en un nœud quelconque de conduites, la somme des débits qui arrivant à ce nœud est égale à la somme des débits qui en partent.

$$\sum Q\ entre = \sum Q\ sort$$

2ème loi : le log d'un parcours orienté et fermé, la somme algébrique des pertes de charge est nulle.

$$\sum \Delta H = 0$$

4.1 Principe de la méthode de HARDY CROSS

La méthode de HARDY CROSS consiste à :

On choisit un sens d'écoulement de l'eau.

Répartition des débits afin de satisfaire la 1èr loi.

Dans chaque maille la loi des pertes de charges est applicable selon la 2ème loi.

Ordinairement, cette égalité n'est pas vérifiée du premier coup et il est nécessaire de modifier la répartition initiale supposée des débits selon la formule suivante :

$$Q_1 = Q_0 + \Delta Q_0$$

Avec :

Q_1 : débit corrigé.

Q_0 : débit supposé.

ΔQ_0 : le débit correctif, il est calculé par la formule suivante :

$$\Delta Q = - \frac{\sum \Delta H}{2 \sum \frac{\Delta H}{Q}}$$

$\sum \Delta H$: la somme algébrique des pertes de charge dans une maille

$\sum \Delta H/Q$: la somme du pourcentage de la perte de charge de chaque tronçon de la maille par rapport au débit écoule de ce tronçon.

Les pertes de charge sont proportionnelles au carré des débits donc on peut écrire :

$$\Delta Q = - \frac{\sum r Q^2}{2 \sum r Q}$$

Avec : $\Delta H = J\ L = \frac{\lambda V^2}{2 g D} L = \frac{8 \lambda Q^2}{\pi^2 g D^5} L = r Q^2$

r : la résistance de la conduite sur la longueur L (L longueur équivalent).

Chaque maille est calculée séparément, les corrections apportées aux débits sont de deux types :

Correction propre à la maille considérée avec le signe ΔQ.

Correction propre à la maille adjacente avec le signe apposé de ΔQ.

4.2 Calcul les débits nodaux

Il y a plusieurs méthodes de calcul des débits nodaux :

4.2.1Méthode de la longueur

Le débit nodal d'un nœud est donné par la formule suivante :

$$Q_n = \frac{\sum Q_{tri}}{2} = \frac{\sum (q_{sp} L_{tr(i)} + Q_{moy\ j\ maj\ équipement})}{2}$$

Avec :

Q_n : débit du nœud (i) l/s.

q_{sp} : le débit spécifique (calculer par la méthode des longueur) (l/s/ml).

$\sum L_{tri}/2$: la somme de la moitié des longueurs du tronçon raccordé au nœud (m).

$Q_{moy\ j\ équipement}$: les débits d'équipements raccordés au nœud (i) (l/s).

Cette méthode n'est pas précise car il arrive qu'une conduite très longue et le nombre d'habitant raccordé est petit. Donc on utilise dans le calcul les longueurs équivalentes au lieu de la longueur réelle en introduisant des coefficients équivalents (C).

Tableau 3 – 6 : les valeurs du coefficient équivalent C.

Type de fonctionnement du tronçon	Longueur géométrique Lg	Coefficient équivalent	Longueur équivalent Leq
Bâtiment sue les deux coté du tronçon	Lg	2	2 Lg
Maison sur les deux coté du tronçon	Lg	1.5	1.5 Lg
La distribution sur un seul côté du tronçon	Lg	1	1 Lg
Les maisons sont à l'extrémité du tronçon	Lg	0.5	0.5 Lg
Aucune maison le log du tronçon	Lg	0	Lg **0**

4.2.2Méthode des surfaces

Le principe de cette méthode est de coupé la surface totale en surface partielle chacune d'elle entouré un nœud.

$$Q_n = \frac{\sum Q_{tri}}{2} = \frac{\sum (q_{sp} S_i + Q_{moy\ j\ maj\ équipement})}{2}$$

Avec :

Q_n : débit du nœud (i) l/s.

q_{sp} : le débit spécifique (calculer par la méthode des surfaces) (l/s/ha).

S_i : la surface occupée par le nœud (i) (ha)

$Q_{moy\ j\ équipement}$: les débits d'équipements raccordés au nœud (i) (l/s).

L'inconvénient de cette formule qu'elle ne tient pas compte de la répartition des habitants sur la surface totale on peut avoir un nœud de grand surface fourni l'eau un petit nombre d'habitant.

4.2.3Méthode en fonction de nombre d'habitant

C'est la méthode la plus précise par rapport aux autres méthodes.

$$Q_n = \frac{\sum Q_{tri}}{2} = \frac{\sum(q_{sp} N_{ptri} + Q_{moy\ j\ maj\ équipement})}{2}$$

Avec :

Q_n : débit du nœud (i) l/s.

q_{sp} : le débit spécifique (calculer des habitant) (l/s/hab).

$\sum L_{tri}/2$: la somme de la moitié du nombre d'habitant raccordé au nœud (hab).

$Q_{moy\ j\ équipement}$: les débits d'équipements raccordés au nœud (i) (l/s).

Conclusion

Les réseaux d'eau potable sont essentiels pour assurer un accès fiable à l'eau potable. La combinaison d'une gestion efficace, d'une modernisation des infrastructures et de l'utilisation de technologies avancées est nécessaire pour améliorer leur performance et répondre aux défis actuels liés à la durabilité et à la qualité de l'eau.

Liens utiles

https://youtu.be/4imD-10lDIM

https://youtu.be/RKaFLdWCaKk

https://youtu.be/Zqk4YES0dKw

Références

1. https://tpdemain.com/module/les-reseaux-deau-2/
2. https://www.oryxeleven.com/reseau-aep/
3. https://www.franceenvironnement.com/question/quels-sont-les-differents-constituants-un-reseau-eau-potable
4. https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_distribution_d'eau
5. https://uae.fr/glossaire/reseau-deau/
6. https://sigesaqi.brgm.fr/Qu-est-ce-qu-un-reseau-d-eau-potable.html
7. https://sc-st.univ-batna2.dz/sites/default/files/sc_st/files/les_reseaux_de_distribution.pdf
8. https://www.eaufrance.fr/sites/default/files/2021-10/MemoSurLeau_Maquette_VersionFinale_compresse.pdf