

X.1. Introduction :

Depuis la nuit des temps, l'un des principaux soucis de toute civilisation était l'approvisionnement en eau potable et l'histoire en est témoin, vu que les premières civilisations humaines ont pris naissance aux bords de grands fleuves (la Mésopotamie, la dynastie pharaonique...), l'eau fut transportée en usant de moyens traditionnels et peu efficaces de la source aux consommateurs.

Vu l'importance de cette ressource (l'eau) l'homme s'est investi au cours des siècles pour assurer sa disponibilité tout près de lui à tout moment et en quantité suffisante.

Tous ces efforts ont abouti à des dispositifs répondants à nos besoins en eau de nos jours et on leur a attribué l'appellation de systèmes d'alimentation en eau potable.

X.1.1 choix du tracé :

Le tracé en plan est imposé à partir des modalités de raccordement avec le réseau extérieur, de la disposition locale des îlots et des équipements collectifs, il doit répondre à certains critères :

- Minimiser le plus possible la longueur du réseau (le trajet des canalisations) y compris le nombre des pièces spéciales afin de rendre le projet économique.

- Respecter les écarts minimums entre les canalisations d'AEP et les divers réseaux.

- Diamètre suffisant afin d'assurer un débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles pour desservir tous les îlots y compris les abonnés.

Les principes du tracé d'un réseau sont les suivantes :

- Fonctionnement hydraulique simple et efficace.

- Continuité du service en évitant la création des points de faiblesse ou en prévoyant des alternatives en cas de rupture.

- Optimisation de la longueur du réseau par le choix des rues devant recevoir les conduites

- Équipement minimum afin de faciliter la maîtrise du réseau et son entretien: vannes, vidanges, ventouses.

X.2. Type du réseau de distribution :

Suivant la nature du projet et suivant les qualités d'eau (grand débit) qu'on peut offrir, on distingue deux types de réseaux

X.2.1. Réseau maillé :

Le réseau maillé permet d'offrir aux usagers le meilleur service possible.

En effet la pression dans le réseau est ainsi mieux équilibrée et il permet la continuité de la distribution en cas d'avaries Puisque l'eau peut atteindre un même point de consommation par plusieurs chemins

Dans un réseau maillé la vitesse d'écoulement de l'eau est rarement nulle C'est un avantage pour le maintien d'une bonne qualité de l'eau distribuée

En revanche il est coûteux car il doit être muni de plusieurs accessoires telles des vannes d'arrêt coudes cones..... etc

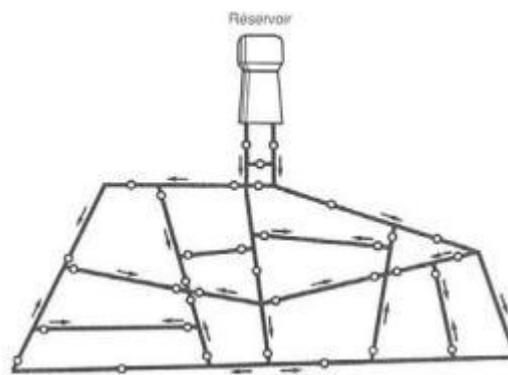


Figure X.1 : Réseau maillé.

- **Avantages :**

- Sécurité pendant les pannes.
- Répartition uniforme de l'eau inconvénient
- Très coûteux et calcul complexe pour notre cas, on choisit le réseau maillé

X.2.2 .Réseau ramifié :

Le réseau n'est pas maillé il est dit ramifié ;, il y a l'avantage d'être économique, mais dans un tel réseau , la défaillance d'une conduite entraîne la perte de service pour tous les usages situés en aval. De plus dans une telle conduite l'eau s'écoule toujours dans le même sens.

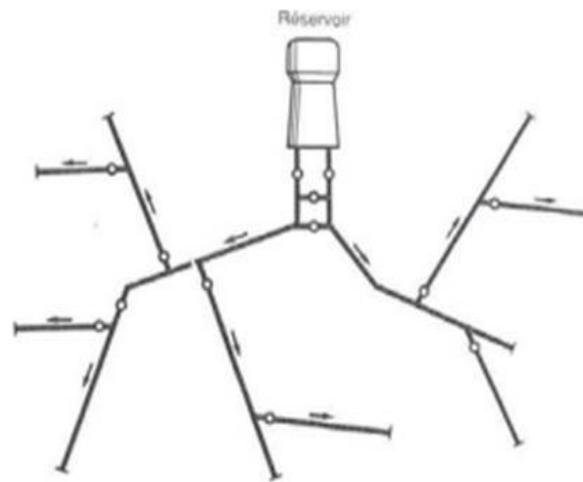


Figure X.2 : Réseau ramifié

- **Avantages :**

- Très économiques
- Simple à calculer

- **inconvénient :**

Ce réseau présente un inconvénient majeur qui est l'écoulement de l'eau dans le réseau et dans une même sens et il en résulte que lorsqu'un arrêt se produit en un point quelconque toute les conduites placées en aval se trouvent privées d'eau

X.2.3.choix du réseau :

Par mesure d'économie, le réseau à préconiser dans notre projet est de type dit ramifié

X.3. condition d'exploitations

- **vitesse :**

Les vitesse d'écoulement de l'eau dans les conduites devront être inférieures à 1,6m/s , pour éviter les bruits et la dégradation des conduites , est supérieures à 0.5m/s pour éviter les dépôts donc

$$0.5\text{m/s} < V < 1.5 \text{ m/s}$$

- **Les pressions :**

On doit éviter les pressions supérieures à 4 bars l'ensemble du réseau d'alimentation, afin d'annuler les vibrations des conduites et on doit assurer une pression minimum de 0.5 bars. Chez l'abonné pour permettre le fonctionnement d'une chauffe bain

-Les conduites :

Elles devront pouvoir véhiculer les plus fortes débits instantanés et tenant compte des débits de partie

- Les pertes de charges :

Elles sont appelées aussi pertes d'énergie, sont dues aux frottements entre les molécules liquides et la paroi de la conduite ou les calculs s'effectuera à l'aide de la formule de Cole-Brook qui est :

$$J = \lambda V^2 / 2g D \text{ (m /m)}$$

$$J = \lambda LV^2 / 2gD \text{ (m)}$$

J : perte de charge

V : vitesse du fluide (m/s)

g : accélération de la pesanteur

D : diamètre de conduite (mm)

λ : coefficient en fonction du nombre de Reynolds Re et K/D

K : coefficient de rugosité qui est dimension des aspérités de la paroi quidant la masse liquide

$$1/\lambda = \log (K/3,11 D) + 2,51/ Re \sqrt{\lambda}$$

Pour les conduits neuves, quelque soit la nature du matériau qui les composent (fonte, acier, amiante ou béton armé). On prend pour K la valeur 0,03 pour la détermination des pertes de charges, on utilise les tables de Brooks

Caractéristique du projet :

Besoin domestique :

$$Qj_{moy} = \frac{C \times N}{86400}$$

C : dotation C =150 L/j/habitant

N : nombre d'habitations du site estimé à

N= 290.6 hab /logt=1740 habitants

TOL : taux d'occupation par logt (densité)

86400 seconds=1jour.

$$Qj_{moy} = \frac{150.1740}{86400} \rightarrow Qj_{moy} = 3,020 \text{ L/S}$$

Le débit journalier maximal :

$$Q_{j_{max}} = K_{j_{max}} \cdot Q_{j_{moy}}$$

$K_{j_{max}}$: Coefficient de variation journalière (il varie entre 1,3 à 1,4)

On prend $K_{j_{max}} = 1,3$

On trouve $Q_{j_{max}} = 1,3 \cdot 3,020$

$$Q_{j_{max}} = 3,926 \text{ L/S}$$

Le début de fuite :

Tous les réseaux d'alimentation en eau potable marquent des fuites à cause de la surpression et l'état de robinet et des vannes

Si on suppose que notre réseau est dans un état moyen c'est-à-dire que les fuites sont de 0,20 (20%) du volume consommé

$$Q_{fuite} = 0,20 \cdot Q_{j_{max}}$$

$$Q_{fuite} = 0,20 \cdot 3,926 = 0,785 \text{ L/S}$$

Débit de point :

$$Q_p = K_p \cdot Q_{moy}$$

k_p : Coefficient de pointe.

$$k_p = k_0 \cdot k_j$$

k_0 : Coefficient de variation horaire : il est défini comme le rapport de la consommation horaire maximale et la consommation horaire moyenne ou : $k_0 = \alpha \cdot \beta$

$$\alpha = (1,2 \div 1,3) \rightarrow \text{on prend } \alpha = 1,25$$

β : coefficient qui dépend de l'importance de la population $\beta = 1,2$

k_j : Coefficient de variation journalière : il est le rapport de la consommation maximale journalière et la consommation moyenne.

$$k_j = (1,2 \div 1,5) \rightarrow \text{on prend } k_j = 1,3$$

$$\text{Donc : } k_p = 1,25 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \rightarrow k_p = 1,95$$

Donc :

$$Q_p = 1,95 \cdot 3,020 = 5,889 \text{ L/S} \quad 6,674$$

Le débit total :

$$\text{Donc } Q_t = Q_p + Q_{fuite} + Q_{eq} = 5,889 + 0,785 = 6,674 \text{ L/S}$$

$$\text{Le débit total } Q_t = 6,674 \text{ L/S} \quad 23,674 \text{ L/S}$$

Répartition linéaire des débits :

La longueur totale du réseau étant : $L_T = 471$ m

Le débit unitaire $q = \frac{Q_T}{L_T} = \frac{Q_T}{L_T} = \frac{6,674}{471} = 0.0141$ l/s/m

Le débit linéaire de chaque tronçon est $Q_i = q \cdot L_i$

X.4. Détermination des diamètres des conduites

Connaissant le débit qui transit dans chaque tronçon les diamètres sont obtenus par la formule suivante :

$$Q = V \cdot S$$

Q : débit du tronçon en (m³/s).

S : section de la conduite en (m²).

V : vitesse d'écoulement en (m/s).

Pour une vitesse économique $V = 1$ m/s ; on détermine les diamètres théoriques des canalisations qui donnés par la formule suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot 1}}$$

X.4. Présentation du logiciel « MecaFluid »

Les avantages des logiciels sont :

MecaFluid est un logiciel de calcul d'hydraulique à surface libre, en régime permanent et à géométrie paramétrée, à double objectif d'utilisation :

Pédagogique, pour assimiler les concepts de base de l'hydraulique, en manipulant aisément les calculs et en visualisant les résultats.

Professionnelle, pour dimensionner les réseaux d'AEP, assainissement ou vérifier sommairement des ouvrages et des écoulements dans des rivières ou des canaux en effectuant des calculs simples et rapides.

- 1) Dimensionnement des réseaux d'AEP (ramifier & maille)
- 2) Calcul et dimensionnement des réseaux d'assainissement conformément aux règles techniques 1977
- 3) Calcul des pertes de charge avec plusieurs formules (Cole brook, swiming,...)
- 4) Déterminations des diamètres économiques et normalisés
- 5) Débit des canalisations avec Manning

6) Une calculatrice Manning

7) Calcul des pertes de charge dans les canalisations circulaires partiellement remplis

Après calcul de simulation par le Logiciel d'hydraulique (AEP & Assainissement)

MecaFluid les résultats sont résumer dans les tableaux suivants :

Tableau X.1 : les diamètres et les débits.

Tronçon	Débit calculé MAX Q (l/s)	Diamètre calculé (l/s) (mm)	Diamètre choisi (l/s)) (mm)
1-2	6,74	96,76	100
2-3	5,87	87,05	90
2-4	5,53	95,26	100
4-5	4,97	81,95	85
5-6	2,01	39,12	40

Tableau X.2 : Des pertes de charge

Nœud	tronçon	longueur	Diamètre (mm)	Coefficient de rugosité k=0,03 mm	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Coefficient Perte charge λ (abaque)	Perte charge total (mec)
1	1-2	36	100	0.020	6,74	0.85	0,021	0,757
2	2-3	175	90	0.022	5,87	0,98	0,038	6,706
3	2-4	62	100	0.020	5,53	0,867	0,024	1,463
4	4-5	175	85	0.025	4,97	0,98	0,038	6,706
5	5-6	20	40	0.050	2,01	0,438	0,011	0,214

-Cote piézométrique :

$$N1 : 30 + 99,21 = 129,21(\text{m}).$$

$$N2 : 129,21 - 0,431 = 128,77 (\text{m}).$$

$$\text{Pression} : 128,90 - 99,55 = 29,35 (\text{m}).$$

-Ligne piézométrique H :

C'est la limite d'ascension de l'eau qui est entraînée par une pression quelconque, cette limite est atteinte avec énergie cinétique nulle.

La cote piézométrique est donnée par l'expression suivante

$$H = Z + P$$

Z : cote altimétrique de l'eau

P : pression entraînée en m c E

H : cote piézométrique

- Pression :

C'est une grandeur physique qui s'exerce sur un liquide dans une conduite pour lui apporter l'énergie nécessaire qui permet de vaincre les différentes pertes de charges rencontrées dans cette conduite

Pression nécessaire au point de piquage

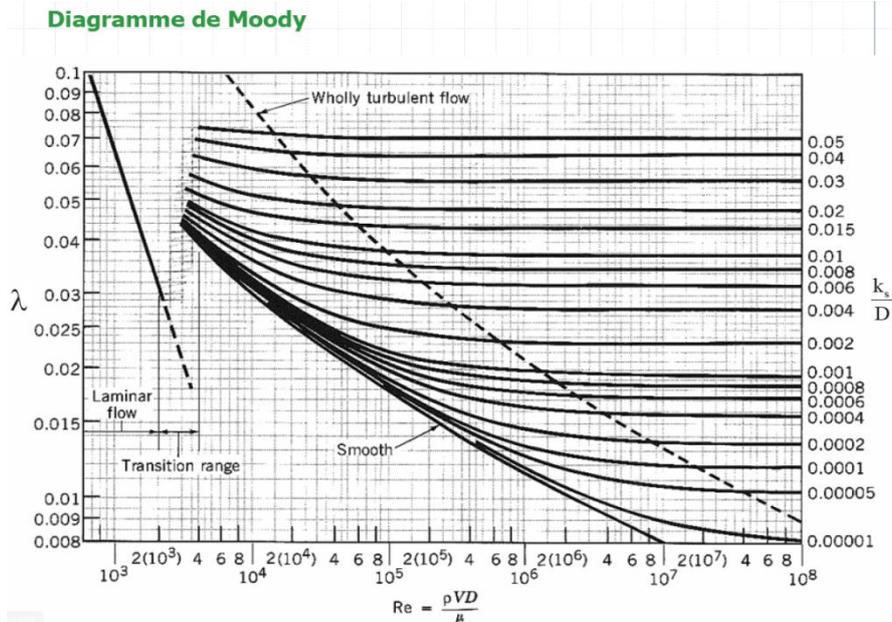
Les normes exigent que la pression minimale pour le fonctionnement normal d'un

chauffe-bain	5 mce
Robinet de puisage	2 mce

$$5 \text{ mce} \leq P \leq 40 \text{ mce}$$

mce ou mH₂O: matre Kolonne d'eau

$$1 \text{ mce} = 9806.7 \text{ Pa} = 0.09867 \text{ bar}$$



Pour l'eau : à (20°C)

$$P = 998,2 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\mu = 1002 \cdot 10^{-6} \text{ Pas}$$

$$Re = \rho \cdot V_{\text{moy}} \cdot D / \mu$$

V_{moy} : la vitesse moyenne

Si : $V_{\text{moy}} = 0,96 \text{ m/s}$ et $D = 80 \text{ mm}$ et $K = 0,03 \text{ mm}$

$$Re = 998,2 \times 0,96 \times 80 \cdot 10^{-3} / 1002 \cdot 10^{-6}$$

$$Re = 998,2 \times 0,96 \times 80 \cdot 10^{-3} / 1002 \cdot 10^{-6} = 7,6508 \cdot 10^4$$

$$K/D = 0,000375$$

A partir de l'abaque : $\lambda = 0,035$

X.5. Les accessoires du réseau de distribution :

-Les vannes :

Ils permettent le réglage de débit et l'isolement des divers tronçons du réseau pour effectuer des réparations en répartitions en cas de rupture

-Les bouches d'incendie et arrosage :

Les bouches d'incendies et d'arrosage exigent un diamètre de 100 ou 150 mm installées aux bordures des trottoirs Le rayon ne dépasser 300m.

-Les tés et les coudes :

Pour permettre la prise des conduites secondaires, principales, et pour changement des directions.

Les cônes de raccordement (réducteurs)

Pour raccordement des tuyaux des différents diamètres

- Vidanges

Il se trouve aux points bas des canalisations. Ils servent à nettoyer le réseau d'alimentation.

-Fourreaux :

À la droite de traversées de la chaussée, la canalisation est protégée par un fourreau constitué par des buses de diamètre supérieur à celle des canalisations.

X.5.1.Choix des conduites :

Toutes les conduites du réseau que nous avons projeté sont en PEHD Vue leur résistance à la corrosion et leurs disponibilités sur le marché.

X.5.2. Pose des conduites :

La pose de conduites se fait dans une tranchée sous la chaussée avec :

La hauteur de recouvrement au dessus de la génératrice supérieure de la canalisation soit de 60 cm au minimum.

Le lit de sable soit de 10cm d'épaisseur minimale

Remblais soit damé jusqu'à la génératrice du tuyau

Et prévoir un grillage avertisseur autour de la canalisation pour éviter les dégradations lors des grands travaux.