

## CHAP. 3

### Les Réseaux de Distribution (extérieurs)

#### 1- Généralités.

##### 1.1- Définition.

On définit le réseau extérieur de distribution d'eau potable comme le système de conduites qui acheminent l'eau du réservoir de stockage jusqu'aux branchements des consommateurs, généralement le réseau de distribution comporte une conduite principale (dite conduite d'amenée) issue du réservoir sur laquelle se branchent des conduites de diamètres plus petits appelées conduites secondaires parfois tertiaires. C'est sur ce réseau de conduites que les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

Le réseau doit être dimensionné pour acheminer le débit de pointe et garantir les pressions au sol nécessaires. Ce réseau doit être également vérifié pour assurer les débits et les pressions nécessaires à la lutte contre les incendies.

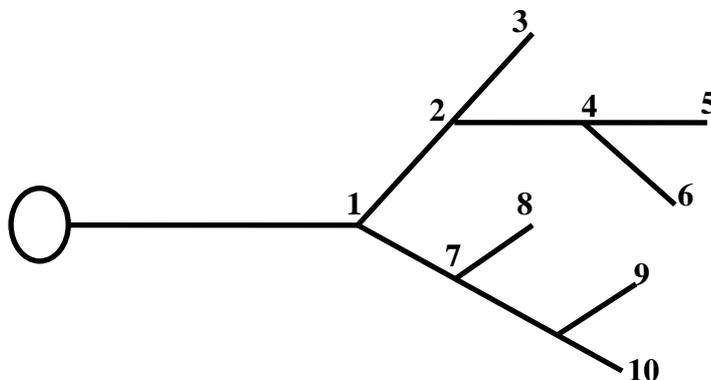
##### 1.2- Tracé des conduites.

Il est évident que d'une manière générale, on doit choisir le tracé qui permet d'alimenter l'abonné avec une longueur de conduite minimale et un coût de réalisation le moins cher possible, mais dans la réalité les conduites d'AEP par leur fonction même, elle doivent être posées le long des rues de l'agglomération sauf pour les conduites d'amenée dont le tracé doit être choisi de la même manière qu'une conduite d'adduction.

#### 2- Classification des réseaux.

On distingue quatre types de réseau extérieurs d'AEP suivant le mode de leur fonctionnement.

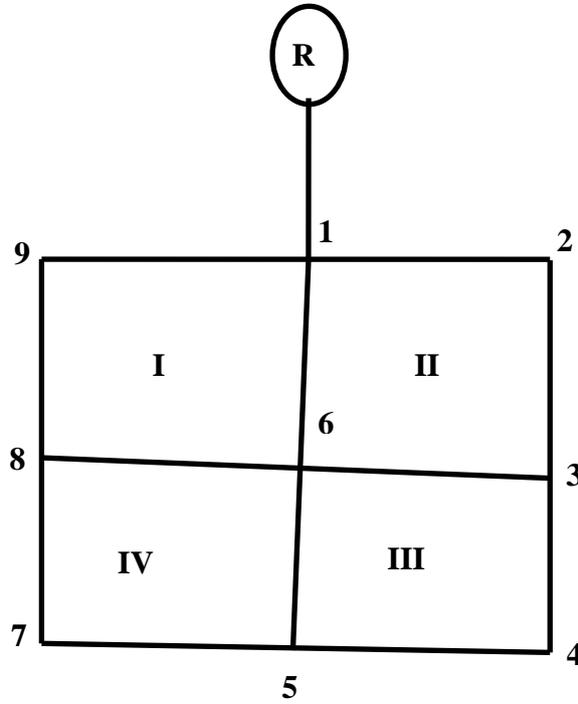
##### 2.1- Réseau ramifié.



Un réseau est dit ramifié quand les conduites qui le composent se divisent successivement depuis un point commun d'alimentation sans se refermer en circuit.

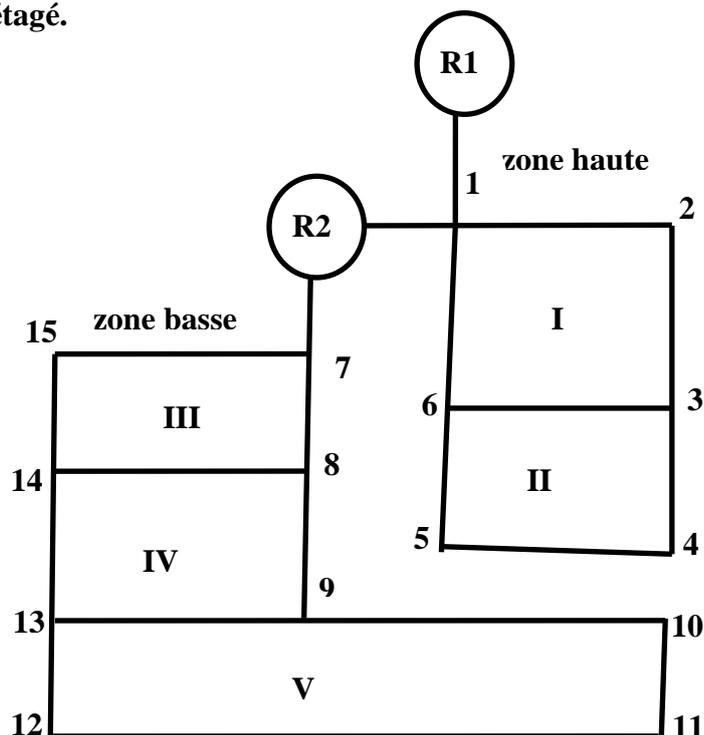
Ce type de réseau présente l'avantage d'être économique mais il présente l'inconvénient d'être moins sûr et en cas de rupture sur une conduite et tous les abonnés à l'aval seraient privés d'eau.

### 2.2- Réseau maillé.



Un réseau est dit maillé quand il est formé de plusieurs contours fermés et raccordés les uns aux autres, ainsi on peut avoir une alimentation en retour ce qui procure une certaine souplesse de fonctionnement surtout en cas d'accident sur un tronçon on peut l'isoler facilement pour le réparer sans priver toute l'agglomération en eau.

### 2.3- Réseau étagé.



Le réseau étagé est adopté pour les agglomérations dont le relief est accidenté et où la différence de charge entre le réservoir et le point le plus bas du réseau est importante (supérieure à 10bars). Il est constitué d'au moins deux réseaux indépendants ramifiés ou maillés avec des pressions maximales ne dépassant la pression admissible.

## 2.4- Réseau à distribution distincte.

C'est le cas où l'on sépare l'eau potable et l'eau non potable, donc on réalise deux réseaux distincts. Cette solution n'est pas courante et elle se justifie par le non traitement de l'eau utilisée dans le lavage des rues, alimentation des industries, etc.

## 3- Calcul du réseau.

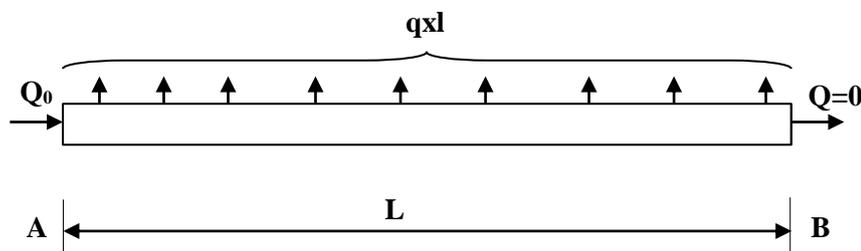
### 3.1- Rappels.

Dans les conduites d'eau potable on rencontre trois types de fonctionnements.

➤ **Fonctionnement d'extrémité.** C'est lorsque la conduite ne fait que transiter le débit sans distribution en route donc le débit reste constant sur toute la longueur de la conduite.

➤ **Fonctionnement en route.**

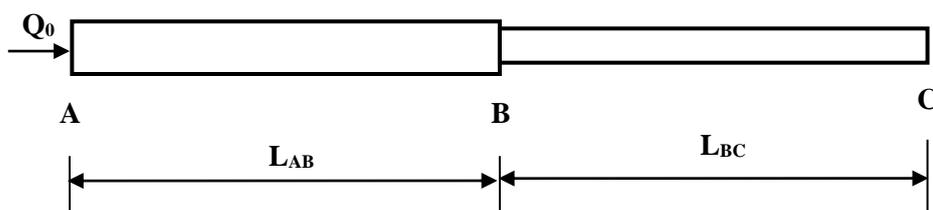
Une conduite assurant un service en route est une conduite qui distribue de l'eau le long de sa longueur pour que le débit s'annule à son extrémité aval.



$Q=f(l)$  est une fonction mal connue.

Pour calculer une telle conduite on suppose que le débit  $q$  est uniformément repartie le long de la conduite donc  $Q= qxl$

➤ **Fonctionnement en service mixte.**



Une conduite qui distribue de l'eau le long de sa longueur tout en assurant un débit à son extrémité aval est une conduite fonctionnant en service mixte.

- Le débit de consommation.

$$Q_0 = q \times L_{AB} + q \times L_{BC}$$

- Le débit de dimensionnement.

$$Q_C = Q_{AB} \times 0.55 + Q_{BC}$$

### 3.2- Calcul du réseau ramifié.



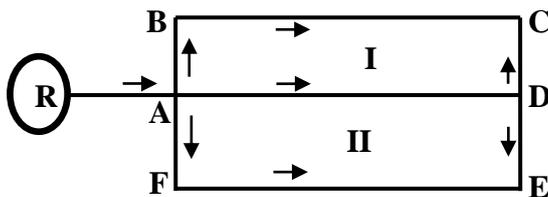
Méthode de calcul.

- Détermination du débit de pointe.
- Détermination du Débit spécifique.

$$Q_{sp} = \frac{Q_c}{N_{hab}} \quad \text{Ou} \quad Q_{sp} = \frac{Q_c}{L_{rés}} \quad \text{ou} \quad Q_{sp} = \frac{Q_c}{Surface}$$

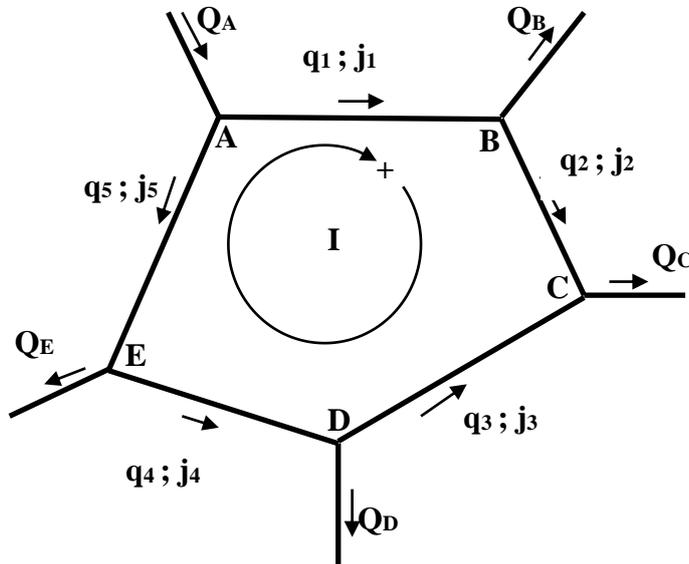
- Détermination du débit de consommation pour chaque tronçon.
- Détermination du débit transitant par chaque tronçon.
- Détermination du débit de calcul pour chaque tronçon.
- Choisir les diamètres.
- Calcul des vitesses et des pertes de charge de chaque tronçon.
- Vérification des pressions au sol en chaque nœud

### 3.3- Calcul d réseau maillé.



Le calcul du réseau maillé est plus complexe que le calcul du réseau ramifié et on rencontre plusieurs méthodes de calcul toutefois on emploie souvent la méthode dite de Hardy-Cross Où le calcul est réalisé par approximations successives.

➤ **Bases de la méthode.**



Deux lois de Kirchhoff appliquées à l'hydraulique.

- **1<sup>e</sup> loi :** (Equation de continuité).

En un nœud quelconque du réseau, la somme des débits qui y entre et égale la somme des débits qui y en sort.

Ex. nœud A :  $Q_A = q_1 + q_2$

- **2<sup>e</sup> loi** (équation des pertes de charge).

Le long du périmètre d'une maille du réseau la somme algébrique des pertes de charge est nulle.

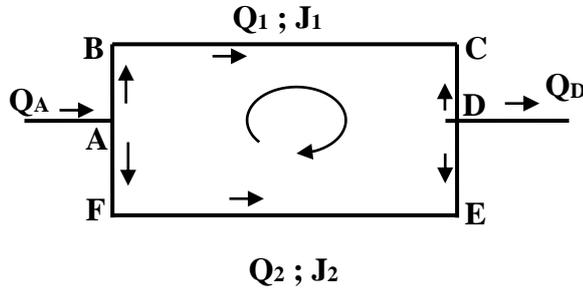
Ex.  $. j_1 + j_2 + j_3 + j_4 + j_5 = 0$

➤ **Etapas de calcul.**

- Dans chaque maille on fixe une répartition des débits en respectant la première loi de Kirchhoff.
- On choisit un sens positif dans la maille et on fait la somme algébrique des pertes de charge le long du périmètre fermé de la maille et qui doit être nulle.
- Si cette somme n'est pas nulle on calcule la valeur du débit correctif qu'on ajoute ou on retranche aux débits initialement supposés pour obtenir les débits exactes.

➤ **Formules de calcul.**

- **Cas simple d'une maille.**



- soit dans la maille ci-dessus on choisi la répartition des débits en respectant la première loi de Kirchhoff.

$$Q_A = Q_1 + Q_2 = Q_D$$

- on choisi un sens positif de la maille.
- On choisi les diamètres des conduites.
- On calcule les pertes de charge.

$$J_1 = \frac{L_1 \cdot \lambda_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g \cdot D_1} = \frac{16 \cdot L_1 \lambda_1}{2 \cdot g \cdot D_1} \cdot \frac{Q_1^2}{\pi^2 \cdot D_1^4} = \frac{8 \cdot L_1 \cdot \lambda_1}{g \cdot \pi^2 \cdot D_1^5} \cdot Q_1^2$$

On peut faire la même chose pour le tronçon 2.

Posons :

$$J_1 = K_1 \cdot Q_1^2$$

$$J_2 = K_2 \cdot Q_2^2$$

- Vérification de la 2eme loi.

$$J_1 - J_2 = 0$$

$$K_1 \cdot Q_1^2 - K_2 \cdot Q_2^2 = 0$$

Supposons que cette égalité n'est pas vérifiée et il serait nécessaire de modifier les débits  $Q_1$  et  $Q_2$  initialement supposés.

- Soit  $\Delta q$  la valeur de la correction du débit d'où la 2eme loi doit s'écrire :

$$K_1(Q_1^2 + \Delta q)^2 - K_2(Q_2^2 - \Delta q)^2 = 0$$

Après avoir effectué et négligé le terme  $\Delta q^2$  qui est trop petit.

On peut avoir :

$$\Delta q = \frac{K_2 Q_2^2 - K_1 Q_1^2}{2(K_1 Q_1 + K_2 Q_2)}$$

On remplace :

$$K_1 = \frac{J_1}{Q_1^2} \quad \text{Et} \quad K_2 = \frac{J_2}{Q_2^2}$$

On aura :

$$\Delta q = -\frac{J_1 - J_2}{2\left(\frac{J_1}{Q_1} + \frac{K_2}{Q_2}\right)}$$

- **Cas général d'une maille quelconque.**

$$\Delta q = -\frac{\sum J_i}{2\left(\sum \frac{J_i}{Q_i}\right)}$$

Après avoir déterminé la valeur de la première correction ; on corrige une première fois les débits, si la deuxième loi n'est pas vérifiée on corrige une deuxième fois et ainsi de suite jusqu'à obtenir la vérification de la deuxième loi.