

## Chapitre V

### Système de distribution des eaux

#### Cours 1 : Type de réseau de distribution

##### V.1. Introduction:

Le réseau de distribution doit être dimensionné en respectant les conditions:

- 1) Assurer une pression minimale au robinet le plus défavorisé de 0.3 bars au moins et 0.5 bars dans le cas de chauffe-eau;
- 2) Ne pas dépasser une pression de 4 bars car cela causerait des fuites, des bruits et un risque de détérioration du matériel;
- 3) Maintenir une vitesse  $0,5 \text{ m/s} \leq U \leq 1 \text{ m/s}$ .

##### V.2. Choix du type de réseau:

Il y a deux grandes famille de réseau:

###### 1. Réseau ramifié:

Economique, mais en cas de panne toute la partie aval à l'endroit de la panne est pénalisée. Il est choisie dans les petites opérations: groupes d'habitations, lotissements, etc.

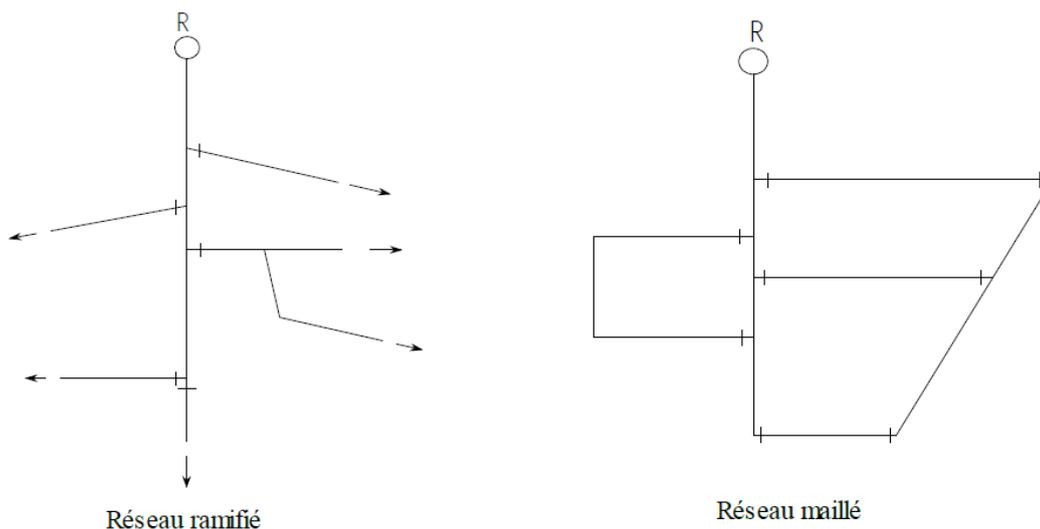


Figure V.1 : Schéma de type de réseau

###### 2. Réseau maillé:

Plus coûteux, mais en cas de panne on peut isoler la conduite concernée et les autres abonnés sont alimentés par retour d'écoulement. Il est imposé sur les réseaux importants ou pour la desserte de bâtiments présentant des risques d'incendie. Toutefois, en raison de la sécurité qu'il procure, et dans la mesure de possible, on préfère ce type de réseau.

###### 2.1. Détermination des débits aux nœuds pour les réseaux maillés:

Pour le calcul on fait l'hypothèse selon laquelle les besoins domestiques sont répartis régulièrement sur la longueur du réseau de distribution. Alors, on calcul:

###### 1) Le débit spécifique:

$$q_{sp} = \frac{Q_p}{\sum L_i} \left( \frac{\ell}{s/m\ell} \right) \quad (V.1)$$

2) **Le débit en route de chaque conduite  $i$  :**

$$q_{ri} = Q_{i\ cons} - Q_{i\ conc} \left( \frac{\ell}{s} \right) \quad (V.2)$$

Où :

$Q_{i\ cons}$  : Débit de consommation de la conduite  $i$ . Dans notre cas :

$$Q_{i\ cons} = q_{sp} \cdot L_i \quad (V.3)$$

$Q_{i\ conc}$  : Débit concentré dans la conduite  $i$ . En général, on les prend :

$$Q_{i\ conc} = 0$$

3) **Le débit nodale :**

C'est un débit concentré en chaque nœud, alimentant la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite, ayant en commun les nœud considérés, ils sont déterminés par la formule:

$$q_{nj} = 0,5 \sum q_{ri} + \sum Q_{conc\ i} \quad (\ell/s) \quad (V.4)$$

Où :

$q_{nj}$  : Débit en nœud ;

$\sum q_{ri}$  : Somme des débits en route des tronçons reliés au nœud considéré ;

$\sum Q_{conc\ i}$  : Somme des débits concentrées au niveau du nœud considéré.

### 3. Détermination des débits pour les réseaux ramifiés:

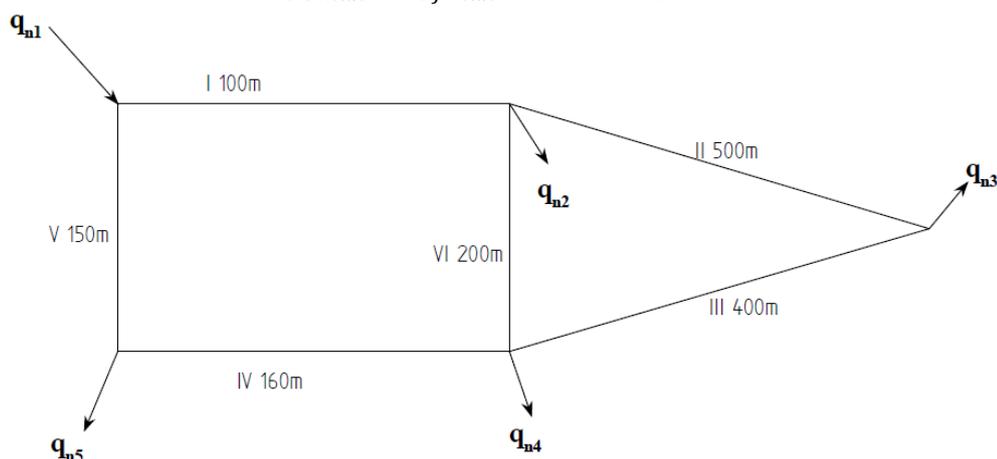
On calcul de la même manière les débits spécifiques et en routes que le réseau maillé, puis on affecte le débit cumulé à chaque conduite en commençant par les tronçons qui se trouvent le plus en aval.

#### Exemple d'application I:

Réseau maillé:

Soit le réseau maillé suivant. Déterminer les débits aux nœuds,  $q_{nj}$ . On donne :

$$Q_{h\ max} = Q_{j\ max} = 100\ m^3/j$$



Solution:

$$Q_{max\ j} = 100\ m^3/j = 1,157\ \ell/s$$

$$\sum L_i = 10 + 150 + 160 + 200 + 500 + 400 = 1510\ m$$

Calcul de débit spécifique:

$$q_{sp} = \frac{Q_{h\ max}}{\sum L_i} = \frac{1,157}{1510} = 7,66 \cdot 10^{-2} \ell/s/m\ell$$

Calcul des débits en route de chaque conduite:

Nœud	Tronçon	Longueur	$q_{sp}$	$0.5 \Sigma Q_r$	$Q_{conc i}$	$Q_{n j}$
		m	l/s/ml	l/s	l/s	l/s
2	I – II – VI	100 – 500 – 200	$7.66 \times 10^{-2}$	0.345	0	0.345
3	II – III	500 – 400	$7.66 \times 10^{-2}$	0.345	0	0.345
4	III – IV – VI	400 – 160 – 200	$7.66 \times 10^{-2}$	0.291	0	0.291
5	IV – V	160 – 150	$7.66 \times 10^{-2}$	0.176	0	0.176

$$q_{rI} = 100 \cdot 7,66 \cdot 10^{-4} = 7,66 \cdot 10^{-2} \ell/s$$

$$q_{rII} = 500 \cdot 7,66 \cdot 10^{-4} = 0,3830 \ell/s$$

$$q_{rIII} = 400 \cdot 7,66 \cdot 10^{-4} = 0,3066 \ell/s$$

$$q_{rIV} = 160 \cdot 7,66 \cdot 10^{-4} = 0,1533 \ell/s$$

$$q_{rV} = 150 \cdot 7,66 \cdot 10^{-4} = 0,1155 \ell/s$$

$$q_{rVI} = 200 \cdot 7,66 \cdot 10^{-4} = 0,1533 \ell/s$$

Calcul des débits aux nœuds:

$$q_{n2} = q_{rI} + 0,5(q_{rII} + q_{rVI}) = 0,345 \ell/s$$

$$q_{n3} = 0,5(q_{rII} + q_{rIII}) = 0,345 \ell/s$$

$$q_{n4} = 0,5(q_{rIII} + q_{rIV} + q_{rVI}) = 0,291 \ell/s$$

$$q_{n5} = 0,5(q_{rIV}) + q_{rV} = 0,176 \ell/s$$

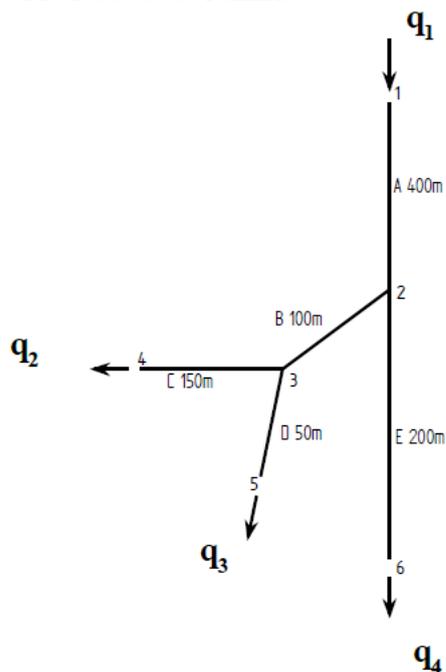
Vérification

$$q_{n2} + q_{n3} + q_{n4} + q_{n5} = 1,157 \ell/s = q_{hmax} = q_{n1}$$

Exemple d'application II:

Réseau ramifié:

Même données, sauf que cette fois ci le réseau est ramifié.



Solution:

Débit spécifique:

$$q_{sp} = \frac{Q_{h\ max}}{\sum L_i} = \frac{1,157}{1510} = 7,66 \cdot 10^{-2} \ell/s/m\ell$$

Débits en route:

$$q_{ri} = L_i \cdot q_{sp}$$

$$q_{rA} = 0,5144 \ell/s$$

$$q_{rB} = 0,2572 \ell/s$$

$$q_{rC} = 0,1286 \ell/s$$

$$q_{rD} = 0,0643 \ell/s$$

$$q_{rE} = 0,1929 \ell/s$$

Débits de calcul cumulés de chaque tronçon:

$$q_E = q_{rE} = 0,1929 \ell/s$$

$$q_D = q_{rD} = 0,0643 \ell/s$$

$$q_B = q_{rB} = 0,2572 \ell/s$$

$$q_C = q_E + q_D + q_{rC} = 0,3858 \ell/s$$

$$q_A = q_B + q_C + q_{rA} = 1,157 \ell/s$$

#### 4. Calcul du réseau de distribution:

##### 4.1. Calcul des pressions au sol:

On calcul les pressions au sol (ou pression de service du réseau) par la formule:

$$P_{Si} = C_{pi} - C_{Ti} \quad (V.5)$$

D'où :

$P_{Si}$  : Pression au sol au point  $i$  ;

$C_{pi}$  : Cote piézométrique au point  $i$  ;

$C_{Ti}$  : Cote du terrain au point  $i$ .

La pression au sol demandé au droit d'un immeuble :

$$P_{Sol} = n \cdot 3 + P_{min} \quad (V.6)$$

Où le chiffre 3 représente la hauteur d'un immeuble et  $P_{min} = 0.3$  à  $0.5$  bar .

#### 4. Calcul des diamètres:

Après la détermination des débits aux nœuds, on suit les étapes suivantes:

- 1) Pour les réseaux ramifiés, on détermine les débits puis on calcul: les diamètres, pressions au sol, vitesses, ... . On constate que le calcul de réseau ramifié est beaucoup plus simple que le réseau maillé.
- 2) Pour les réseaux maillés, on détermine les débits arbitraires dans chaque tronçon en se basant sur la loi de continuité et ce pour déterminer les diamètres avantageux selon le tableau suivant:

Diamètres (mm)	Débits limites (L/s)
80	<7.3
100	7.3 à 10.6
125	10.6 à 15.1
150	15.1 à 19.8
175	19.8 à 26.5
200	26.5 à 42
250	42 à 65
300	65 à 93

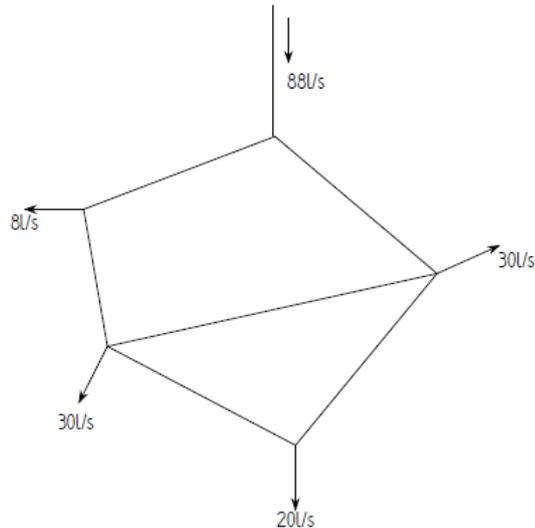
- 3) **Loi de continuité:** la somme des débits dans les conduites reliés au nœud sont égal au débit en ce nœud.

$$\sum Q_i = q_{n j} \quad (V. 7)$$

- 4) Évaluation des débits, vitesses et p.d.c dans chaque conduite ainsi que les charges, pressions au sol en chaque nœud. (on utilise souvent des logiciels appropriés).

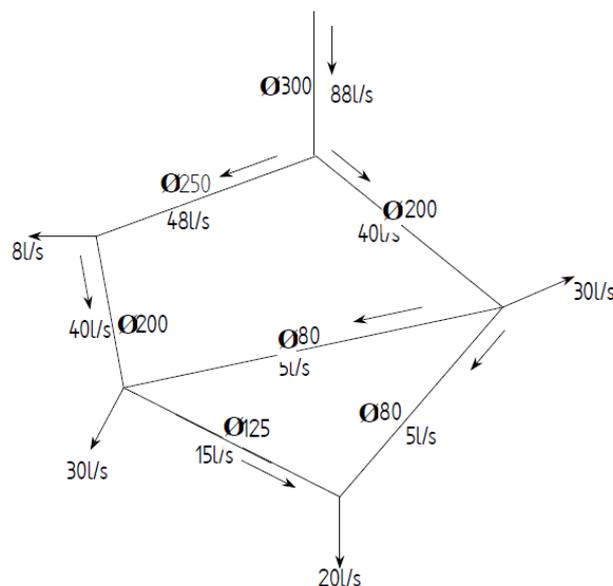
### Exemple II:

Déterminer les diamètres avantageux du réseau maillé suivant:



### Solution:

D'abord, on détermine la répartition arbitraire des débits puis à l'aide du tableau précédent on donne les diamètres avantageux.



## 5. Pose des conduites:

### 5.1. La profondeur et la largeur de la tranchée:

La profondeur de la tranchée  $H$  varie en fonction du diamètre, de plus elle est choisie de façon à protéger la conduite contre les sollicitations des charges mobiles :

$$H = D + h_I + h_L \text{ (m)} \quad (V. 8)$$

Où:

D : Diamètre de la conduite ;

$h_f$  : Hauteur entre la surface du sol et la génératrice supérieure de la conduite.  $h_{f \min}=1\text{ m}$  ;

$h_L$  : Epaisseur de lit.

La largeur :

$$L = D + 2 \cdot 0,3 \text{ (m)} \quad (V. 9)$$

### 5.2. Lit de pose:

Ce lit de pose est constitué de 15 à 20 cm de:

- ✓ Gravier, dans les terres ordinaires ;
- ✓ Pierre cassée à l'anneau de 5cm pour former drain, dans les terrains imperméables ou rocheux
- ✓ Un lit de béton maigre dans les parties rocheuses très en pente.

### 5.3. Remblai de la tranchée:

Le remblaiement se fait par couches successives arrosée est bien tassées, en commençant par terre fine. Au niveau des robinets vannes on doit aménager des niches pour la manœuvre des vannes.

## 6. Équipement du réseau de distribution:

### 6.1. Robinets vannes:

Ils permettent l'isolement des divers tronçons du réseau, et le réglage des débits. Nous les plaçons à chaque nœud ou sur le parcours d'une longue conduite, (à chaque 150 à 600 m selon le diamètre de la conduite)

### 6.2. Bouches d'incendies:

Ces appareils sont placés en bordures des trottoirs espacés environs 200 m pour des risques importants et 400 m pour des risques faibles.



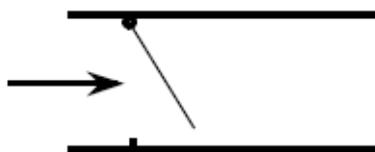
Photo V.1 : Bouche d'incendie

### 6.3. Robinets de décharges:

Ces robinets sont placés au niveau des points les plus bas du réseau.

### 6.4. Clapets:

Pour empêcher le retour de l'eau en sens inverse.



## Travaux Dirigés ( N° 5)

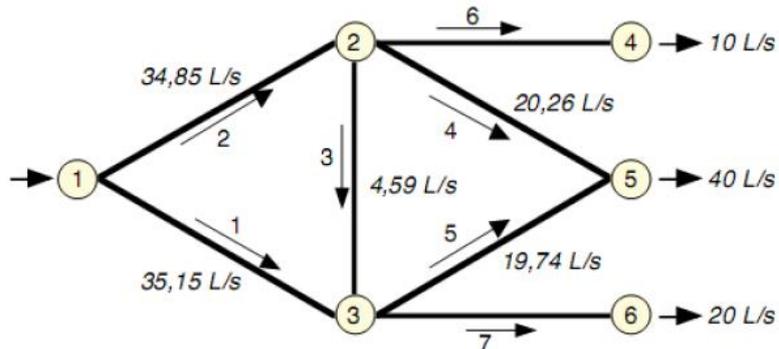
### Exercice 1 :

Un réseau hydraulique est décrit ci-dessous. On néglige les pertes de charge singulières et l'énergie cinétique.

- 1) Vérifier si les valeurs des débits proposées comme solution sont bonnes (précision: 4 chiffres après le point) en justifiant votre réponse. Quel est le débit entrant au nœud 1 ?
- 2) Quelle est la charge piézométrique aux nœuds si celle du nœud 5 est 50 m d'eau ?
- 3) Déduire les pressions au sol à chaque nœuds si les cotes du terrain sont comme suit:  
 $z_1=10m$  ,  $z_2= 8m$ ,  $z_3=8.6m$  ,  $z_4= 9m$ ,  $z_5=20m$  ,  $z_6=21.5m$

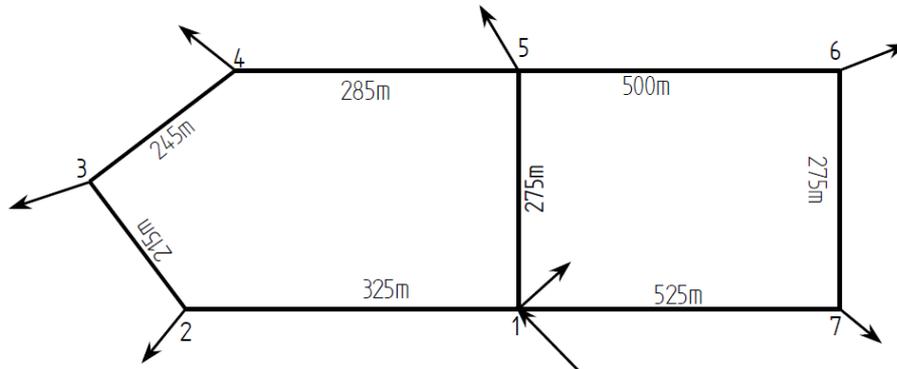
### Indication:

la perte de charge est donnée sous la forme:  $\Delta H = RQ^2$  où  $R=500$  pour chaque conduite.



### Exercice 2 :

Soit le réseau maillé suivant. Déterminer les débits aux nœuds  $q_{n j}$ . On donne  $Q_{hmax}=300 \text{ m}^3/\text{h}$ .



### Exercice 3 :

Déterminer la répartition des débits dans chaque conduite sachant que  $Q_{hmax}=50 \text{ m}^3/\text{h}$ .

