

Université Chahid Mustapha Ben Boulaid Batna 2

Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

Module : Distribution et Collecte des Eaux Urbaines

Chargé du Module : Mr KHELIF Abdelkrim

TD Destiné

Aux Étudiants Master 2 Option Hydraulique Urbaine

Semestre 3



TDN°2 : Evaluation Des Débits Des Eaux Usées

EXERCICE N°1 :

Il est prévu de construire dans une région un complexe résidentiel constitué par 40 villas de type (R + 1). Avec une moyenne de 20 habitants/villa, donc un taux de raccordement de 100%, un taux de restitution à l'égout de 80%, une dotation en eau potable de 150 l/j/hab, et un coefficient de pointe journalier égal 1.25

Calculer le débit de pointe des eaux usées domestiques.

SOLUTION N°1 :

Nombre d'habitants du complexe : $40 \times 20 = 800$ habitants ;

Soit un besoin moyen journalier en eau potable de :

$$Q_{\text{moyjEP}} = (800 \cdot 150) / 86400 = 1,4 \text{ l/s}$$

Le débit moyen journalier des eaux usées sera :

$$Q_{\text{moyjEU}} = T_{\text{res}} \times T_{\text{rac}} \times Q_{\text{moyjEP}} = 1,4 \times 0,8 = 1,12 \text{ l/s}$$

Qui donnera un débit maximal journalier des eaux usées :

$$Q_{\text{maxjEU}} = K_{\text{pj}} \cdot Q_{\text{moyjEU}} = 1,25 \times 1,12 = 1,4 \text{ l/s}$$

Le coefficient de pointe horaire est :

$$K_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_{\text{moyjEU}}(\frac{1}{s})}} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{1,12}} = 3,8$$

Donc nous aurons un débit de pointe :

$$Q_{\text{EUP}} = 1,4 \times 3,8 = 5,3 \text{ l/s}$$

EXERCICE N°2 :

Le nombre d'habitants actuel d'une ville est égal à 5000, le taux d'accroissement égal à 2,6. Si le taux de raccordement au réseau est $T_{\text{rac}} = 95\%$, le taux de restitution $T_{\text{res}} = 80\%$ et l'étude est projetée pour un horizon de 20ans :

1/ Calculer le débit moyen journalier des eaux usées Q_{moyjEU} de la ville avec une dotation de 150l/j/hab?

2/ Calculer le débit maximal journalier des eaux usées Q_{maxjEU} avec une majoration de 20% ?

3/ Calculer le débit de pointe des eaux usées évacué par le réseau d'assainissement ?

SOLUTION N°2 :

1/ Pour calculer le débit moyen journalier des eaux usées, on doit déterminer d'abord le débit moyen journalier des eaux potables :

$$Q_{\text{moyjEP}} = \frac{P_f \cdot D}{86400} \quad \text{Avec } P_f = P_0 \cdot (1 + \tau)^n = 5000(1 + 0.026)^{20} = 8354 \text{hab}$$

$$\text{Donc : } Q_{\text{moyjEP}} = \frac{8354 \cdot 150}{86400} = 14.504 \text{ l/s}$$

$$\text{Qui donne : } Q_{\text{moyjEU}} = T_{\text{rac}} \cdot T_{\text{res}} \cdot Q_{\text{moyjEP}} = 0.95 \cdot 0.8 \cdot 14.504 = 11.023 \text{ l/s}$$

2/ Calcul du débit maximal journalier des eaux usées :

$$Q_{\text{maxjEU}} = Q_{\text{moyjEU}} \cdot K_{\text{pj}} = 11.023 \cdot 1.2 = 13.228 \text{ l/s}$$

3/ Calcul du débit de pointe des eaux usées:

$$Q_{\text{EUP}} = Q_{\text{maxjEU}} \cdot K_p \quad \text{Avec : } K_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_{\text{moyjEU}}}} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{11.023}} = 2.253$$

$$Q_{\text{EUP}} = 13.228 \cdot 2.253 = 29.803 \text{ l/s}$$

EXERCICE N°3 :

Soit une zone d'habitation d'une dotation, $D=200 \text{ l/j/hab}$, dotée des caractéristiques suivantes :

- La surface totale de la zone est de 30 hectares ;
- La densité moyenne des habitants est de 80 logements/ha ;
- La densité moyenne d'occupation des logements est de 7 hab/logement ;

Calculer le débit journalier moyen et de pointe des eaux usées avec un taux de restitution de 80% et une majoration de 20 % de Q_{moyjEU} ?

SOLUTION N°3 :

D'abord, on doit calculer la population future P_f , de cette zone :

$$P_f = N_{\text{log}} \cdot 7 \quad \text{Avec } N_{\text{log}} : \text{Nombre de logements égal à } 80 \cdot 30 = 2400$$

$$\text{Donc : } P_f = 2400 \cdot 7 = 16800 \text{hab}$$

$$\text{Qui donne : } Q_{\text{moyjEP}} = \frac{P_f \cdot D}{86400} = \frac{16800 \cdot 200}{86400} = 38.89 \text{ l/s}$$

$$\text{Ainsi le : } Q_{\text{moyjEU}} = T_{\text{rac}} \cdot T_{\text{res}} \cdot Q_{\text{moyjEP}} = 1 \cdot 0.8 \cdot 38.89 = 31.112 \text{ l/s}$$

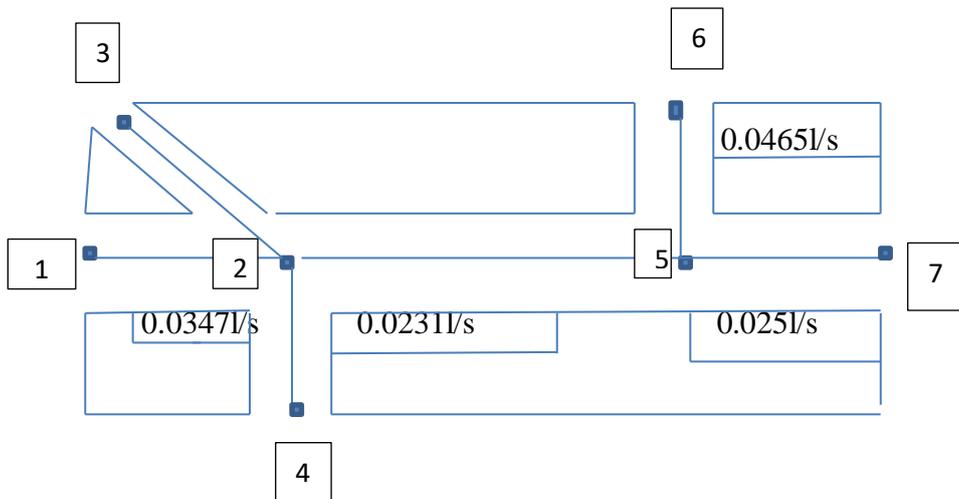
Calcul du débit de pointe des eaux usées:

On doit calculer d'abord le débit Q_{maxjEU} :

$$Q_{\text{maxjEU}} = Q_{\text{moyjEU}} \cdot K_{\text{pj}} = 31.112 \cdot 1.20 = 37.334 \text{ l/s}$$

$$\text{D'où : } Q_{\text{EUP}} = Q_{\text{maxjEU}} \cdot K_p \quad \text{Avec : } K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{\text{moyjEU}}}} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{31.112}} = 1.948$$

$$Q_{\text{EUP}} = 37.334 \cdot 1.948 = 72.73 \text{ l/s}$$

EXERCICE N°4 :

Soit le quartier ci-dessus, où il est mentionné les valeurs des débits d'eaux usées des différents équipements et on donne aussi les surfaces drainées par les collecteurs comme suit :

$A_{1-2} = 0.5\text{ha}$, $A_{3-2} = 1\text{ha}$, $A_{4-2} = 1\text{ha}$, $A_{2-5} = 3\text{ha}$, $A_{6-5} = 2\text{ha}$ et $A_{5-7} = 3\text{ha}$

Le nombre actuel d'habitants est de 10000 , avec un taux d'accroissement de 2% , taux de restitution au réseau de 80% , un taux de raccordement de 100% , une dotation égale à 200l/j/hab et sans majoration des débits moyens des eaux usées notre réseau est conçu pour un horizon de 20ans.

Faites les calculs pour le dernier tronçon (5-7):

- 1/ Calculer le débit moyen journalier des eaux potables Q_{moyjEP} , et des eaux usées Q_{moyjEU} ?
- 2/ Calculer le débit de pointe des eaux usées Q_{EUP} ?
- 3/ Calculer le débit des eaux usées total Q_{EUT} ?
- 4/ Calculer les débits totaux des eaux usées pour le reste des tronçons de notre réseau ?

SOLUTION N°4 :

1/ Tout d'abord, on détermine le nombre d'habitants futur :

$$P_f = P_a(1 + \tau)^n = 10000(1 + 0.02)^{20} = 14860\text{hab}$$

$$\text{Donc : } Q_{\text{moyjEP}} = \frac{P_f \cdot D}{86400} = \frac{14860 \cdot 200}{86400} = 34.40 \text{ l/s}$$

$$\text{D'où : } Q_{\text{moyjEU}} = T_{\text{rac}} \cdot T_{\text{res}} \cdot Q_{\text{moyjEP}} = 1 \cdot 0.8 \cdot 34.4 = 27.52 \text{ l/s}$$

2/ Calcul du débit de pointe des eaux usées :

$$Q_{\text{EUP}} = Q_{\text{moyjEU}} \cdot K_p \text{ Avec: } K_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_{\text{moyjEU}}}} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{27.52}} = 1.977$$

$$Q_{\text{EUP}} = 27.52 \cdot 1.977 = 54.41 \text{ l/s}$$

3/ Calcul du débit des eaux usées total :

$$Q_{EUT} = Q_{EUP} + Q_{CC} = 54.41 + (0.0347 + 0.0231 + 0.0465 + 0.025) = 54.54 \text{ l/s}$$

4/ Calcul des débits totaux des eaux usées pour chaque tronçon :

Pour réaliser nos calculs on utilise les formules suivantes :

$$Q_{pr} = Q_{sp} \cdot A_{partielle} ; Q_{moyjEU \text{ cum}} = Q_{pr} + Q_{tr} ; Q_{EUP} = Q_{moyjEU \text{ cum}} \cdot K_p,$$

$$\text{Avec : } Q_{sp} = \frac{Q_{moyjEU}}{A_T} = \frac{27.52}{10.5} = 2.621 \text{ l/s / ha}$$

Tr	A _p ha	Q _{sp} (l/s/ha)	Q _{moyjEU} (l/s)			K _p	Q _{EUP} (l/s)	Q _c (l/s)			Q _{EUT} (l/s)
			Q _{pr}	Q _{tr}	Q _{cum}			Q _{pr}	Q _{tr}	Q _{cum}	
1-2	0.5	2.621	1.311	0	1.311	3.684	4.828	0	0	0	4.828
3-2	1		2.621	0	2.621	3.044	7.978	0	0	0	7.978
4-2	1		2.621	0	2.621	3.044	7.978	0.0347	0	0.0347	8.012
2-5	3		7.863	6.552	14.414	2.158	31.106	0.0231	0.0347	0.0578	31.164
6-5	2		5.242	0	5.242	2.592	13.586	0.0465	0	0.0465	13.633
5-7	3		7.863	19.656	27.52	1.977	54.404	0.025	0.1043	0.1293	54.533

EXERCICE N°5 :

Soit le quartier ci-dessous caractérisé par les données suivantes :

Nombre d'habitant actuel est de 10000 avec un taux d'accroissement de 2.5%. Dans le but de mener une étude d'assainissement notre réseau sera projeter pour un horizon de 20ans avec, une dotation de 200l/j/hab et un coefficient de rejet $T_{res}=80\%$. Concernant les débits concentrés d'eau usée des équipements sont donnés comme suit :

$$APC = 0.0185 \text{ l/s, PTT} = 0.02 \text{ l/s, Café} = 0.03 \text{ l/s, École} = 0.04 \text{ l/s.}$$

Les surfaces drainées par chaque collecteur sont :

$$A_{1-2}=0.5\text{ha} ; A_{3-2}=0.5\text{ha} ; A_{2-4}=1.5\text{ha} ; A_{5-4}=1\text{ha} ; A_{4-6}=2.5\text{ha} ; A_{7-6}=1\text{ha} ; A_{6-8}= 3\text{ha.}$$

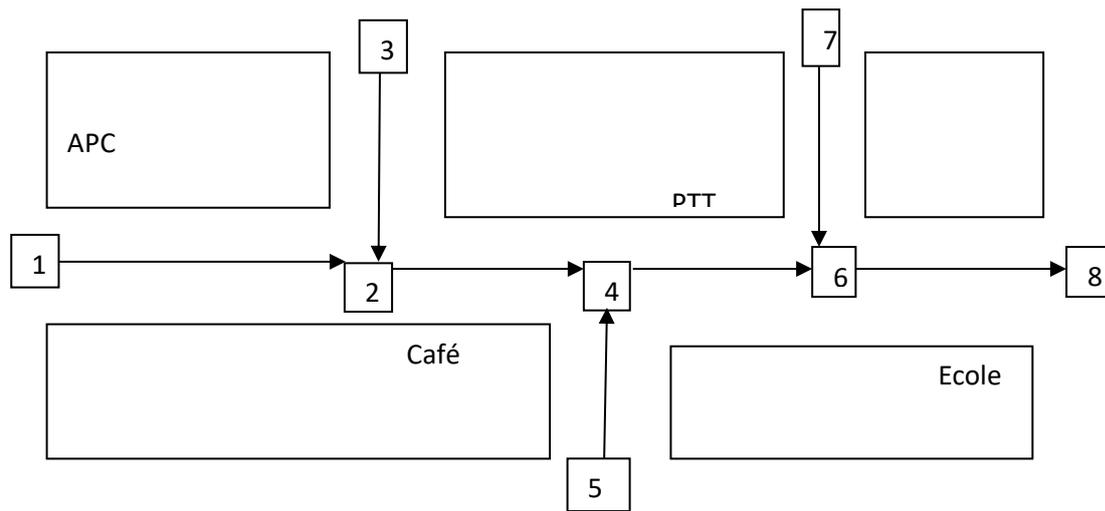
Faites les calculs pour le dernier tronçon (6-8):

1/ Calculer les débits moyens journaliers des eaux potables Q_{moyjEP} , et des eaux usées Q_{moyjEU} ?

2/ Calculer le débit de pointe des eaux usées Q_{EUP} ?

3/ Calculer le débit des eaux usées totale Q_{EUT} ?

4/ Calculer les débits totaux des eaux usées pour le reste des tronçons ?

**SOLUTION N°5 :**

- Calcul de la population future :

$$P_f = P_a(1 + \tau)^n = 10000(1 + 0.025)^{20} = 16386 \text{ hab}$$

- Donc: $Q_{\text{moyjEP}} = \frac{P_f \cdot D}{86400} = \frac{16386 \cdot 200}{86400} = 37.9306 \text{ l/s}$

- D'où : $Q_{\text{moyjEU}} = T_{\text{rac}} \cdot T_{\text{res}} \cdot Q_{\text{moyjEP}} = 1 \cdot 0.8 \cdot 37.9306 = 30.3445 \text{ l/s}$

2/ Calcul du débit de pointe des eaux usées :

$$Q_{\text{EUP}} = Q_{\text{moyjEU}} \cdot K_p \text{ Avec: } K_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_{\text{moyjEU}}}} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{30.3445}} = 1.9538$$

$$Q_{\text{EUP}} = 30.3445 \cdot 1.9538 = 59.2871 \text{ l/s}$$

3/ Calcul du débit des eaux usées totale :

$$Q_{\text{EUT}} = Q_{\text{EUP}} + Q_{\text{CC}} = 59.2871 + (0.0185 + 0.02 + 0.03 + 0.04) = 59.2871 + 0.1085 = 59.3956 \text{ l/s}$$

4/ Calcul des débits totaux des eaux usées pour chaque tronçon :

- Pour réaliser nos calculs on utilise les formules suivantes :

$$Q_{\text{pr}} = Q_{\text{sp}} \cdot A_{\text{partielle}} ; Q_{\text{moyjEU cum}} = Q_{\text{pr}} + Q_{\text{tr}} ; Q_{\text{EUP}} = Q_{\text{moyjEU cum}} \cdot K_p,$$

$$\text{Avec : } Q_{\text{sp}} = \frac{Q_{\text{moyjEU}}}{A_T} = \frac{30.3445}{10} = 3.0345 \text{ l/s / ha}$$

Tr	A (ha)	Q _{sp} (l/s/ha)	Q _{moyjEU} (l/s)			K _p	Q _{EUP} (l/s)	Q _{cc} (l/s)			Q _{EUT} (l/s)
			Q _{pr}	Q _{tr}	Q _{cum}			Q _{pr}	Q _{tr}	Q _{cum}	
1-2	0.5	3.0345	1.5173	0	1.5173	3.5296	5.3555	0.0185	0	0.0185	5.374
3-2	0.5		1.5173	0	1.5173	3.5296	5.3555	0	0	0	5.3555
2-4	1.5		4.5518	3.0346	7.5864	2.4077	18.2658	0.03	0.0185	0.0485	18.3143
5-4	1		3.0345	0	3.0345	2.9352	8.9069	0	0	0	8.9069
4-6	2.5		7.5863	10.6209	18.2072	2.0859	37.9784	0.02	0.0485	0.0685	38.0469
7-6	1		3.0345	0	3.0345	2.9352	8.9069	0	0	0	8.9069
6-8	3		9.1035	21.2417	30.3452	1.9538	59.2885	0.04	0.0685	0.1085	59.397