

1| TD : V.R.D 3 : Hydrologie urbaine et assainissement

Exercice 1

Soit une agglomération ayant en l'année 2018 un nombre de population égal à 75000 habitants.

Si le taux de croissance de la population est de 2,7%, estimer le nombre d'habitants à l'horizon de 10 ans (en l'année 2028), et à l'horizon de 25 ans (en l'année 2043) ?

Solution Exercice 1

Nombre d'habitants à l'horizon de 10 ans

Nous avons :

$$P_n = P_0 (1 + T)^n$$

Donc

$$P_{2028} = P_{2018} (1 + T)^n$$

$$P_{2028} = 75000 (1 + 2.7/100)^{10}$$

$$P_{2028} = 97897 \text{ Hab}$$

Nombre d'habitants à l'horizon de 25 ans

$$P_{2043} = P_{2018} (1 + T)^n$$

$$P_{2043} = 75000 (1 + 2.7/100)^{25}$$

$$P_{2043} = 145990 \text{ Hab}$$

Rappel

- **Evaluation du débit moyen journalier**

La base de calcul de ce débit est la consommation en eau potable, à laquelle on ajoute un coefficient de rejet K_r ; ($K_r < 1$).

$$Q_{moy,j} = K_r \cdot \frac{N \cdot Dot}{1000} \quad (m^3/j)$$

Avec, $Q_{moy,j}$: Débit d'eau usée rejetée quotidiennement (m^3/j).

K_r : Coefficient de rejet, on estime que 80% de l'eau potable consommée est rejetée.

Dot : Dotation journalière en eau potable.

N : Nombre d'habitants.

- **Evaluation du débit de pointe**

Le régime du rejet est conditionné par le train de vie des citoyens, ce qui nous donne des heures où on a un pic et des heures creuses où le débit est presque nul (la nuit). Il est donné par la formule qui suit :

$$Q_p = K_p \cdot Q_{moy,j} \quad (l/s)$$

Avec, K_p : coefficient de pointe.

2| TD : V.R.D 3 : Hydrologie urbaine et assainissement

Pour estimer le coefficient de pointe on a plusieurs méthodes, parmi lesquelles on a :

Estimé de façon moyenne $K_p = 24/14$ $K_p = 24/10$

Relié à la position de la conduite dans le réseau $K_p = 3$ en tête du réseau $K_p = 2$ à proximité de l'exutoire

Calculé à partir du débit moyen $Q_{moy,j}$

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy,j}}} \quad \text{Dans le cas où } Q_{moy,j} \geq 2,8 \text{ l/s}$$

$$K_p = 3 ; \quad \text{Dans le cas où } Q_{moy,j} < 2,8 \text{ l/s}$$

Exercice 2

Soit une agglomération A d'une population de $N = 5000$ hab.

1. Calculer le débit moyen de rejet si le coefficient de rejet K_r est 80%?

On donne : la dotation d'alimentation est $Dot = 180 \text{ l/j/hab.}$

2. Calculer le coefficient de pointe K_p ?
3. Calculer le débit de pointe des rejets Q_p ?

Solution Exercice 2

1. Le débit moyen de rejet $Q_{moy,j}$:

Le débit moyen de rejet est :

$$Q_{moy,j} = K_r \cdot \frac{N \cdot Dot}{1000} \quad (m^3/j)$$

$$Q_{moy,j} = 0.8 \cdot \frac{5000 \cdot 180}{1000} \quad (m^3/j)$$

$$Q_{moy,j} = 720 \text{ m}^3/j = 8.33 \text{ l/s}$$

2. Le coefficient de pointe K_p :

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy,j}}}$$

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{8.33}}$$

$$K_p = 2.37$$

3. Le débit de point des rejets Q_p :

$$Q_p = K_p \cdot Q_{moy,j} \quad (l/s)$$

$$Q_p = 2.37 \cdot 8.33 \quad (l/s)$$

$$Q_p = 19.74 \text{ l/s} = 0.01974 \text{ m}^3/s$$

Exercice 3

Une ville de $N = 25000$ hab est assainie par me conduite d'assainissement en PVC d'une pente moyenne $I = 2\%$ et d'un coefficient de Strickler $K_s = 100$.

Si en admettant que la dotation d'alimentation est $Dot = 180$ l/j/hab et que le coefficient de rejet est $K_r = 80\%$

1. Calculer le débit moyen.
2. Calculer le débit maximum évacue par la conduite.
3. Estimer le diamètre de la conduite.

Solution Exercice 3

1. Le débit moyen de rejet est : $Q_{moy,j}$

$$Q_{moy,j} = K_r \cdot \frac{N \cdot D}{1000} \quad (m^3/j)$$

$$Q_{moy,j} = 0.8 \cdot \frac{25000 \cdot 180}{1000}$$

$$Q_{moy,j} = 3600 \text{ m}^3/j = 41.67 \text{ l/s}$$

2. Le débit maximum évacue par la conduite : Q_p

Le coefficient de pointe K_p :

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy,j}}}$$

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{41.67}}$$

$$K_p = 1.89$$

$$Q_p = K_p \cdot Q_{moy,j} \quad (l/s)$$

$$Q_p = 1.89 \cdot 3600 \quad (l/s)$$

$$Q_p = 6804 \text{ m}^3/j = 78.75 \text{ (l/s)} = 0.07875 \text{ m}^3/$$

3. Le diamètre de la conduite :

$$D = \left(\frac{3.2083 \cdot Q_p}{K_s \sqrt{I}} \right)^{3/8}$$

4| TD : V.R.D 3 : Hydrologie urbaine et assainissement

$$D = \left(\frac{3.2083 \cdot 0.07875}{100\sqrt{0.02}} \right)^{3/8}$$
$$D = 0.221 \text{ m}$$

On prend $DN = 0,25 \text{ m}$ (diamètre normalisé)

On calcule

$$Q_{ps} = K_s \cdot \frac{\pi \cdot DN^2}{4} \left(\frac{DN}{4} \right)^{2/3} \cdot \sqrt{I}$$
$$Q_{ps} = 100 \cdot \frac{\pi \cdot 0.25^2}{4} \left(\frac{0.25}{4} \right)^{2/3} \cdot \sqrt{0.02}$$
$$Q_{ps} = 0.109 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = \frac{Q_{ps}}{S} = \frac{Q_{ps}}{\frac{\pi \cdot DN^2}{4}}$$

$$V_{ps} = \frac{0.109}{\frac{\pi \cdot 0.25^2}{4}}$$

$$V_{ps} = 2.22 \text{ m/s}$$

Et nous avons $R_q = Q_p/Q_{ps}$

$$R_q = 0.07857 / 0,109 = 0,72$$

D'après l'abaque (annexe III) ce rapport des débits correspond à :

$$R_v = 1,09$$

$$R_h = 0,62$$

$$R_v = V/V_{ps} \Rightarrow V = R_v \cdot V_{ps} = 1,09 \cdot 2,22 = 2,42 \text{ m/s}$$

Donc nous avons $V > 1 \text{ m/s}$

Ce qui démontre que le choix du diamètre est judicieux.

Exercice 4

Une conduite circulaire de diamètre $D = 400$ mm, ayant une pente de 1%.

Déterminer la hauteur de remplissage de la conduite correspondant à une vitesse l'écoulement égale à 2 m/s ?

On donne le coefficient de Strickler du canal $K_s = 100$.

Solution Exercice 4

Nous avons :

$$Q_{ps} = K_s \cdot \frac{\pi \cdot DN^2}{4} \left(\frac{DN}{4}\right)^{2/3} \cdot \sqrt{I}$$

$$Q_{ps} = 100 \cdot \frac{\pi \cdot 0.4^2}{4} \left(\frac{0.4}{4}\right)^{2/3} \cdot \sqrt{0.01} = 0.271 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = \frac{Q_{ps}}{S} = \frac{Q_{ps}}{\frac{\pi \cdot DN^2}{4}}$$

$$V_{ps} = \frac{0.271}{\frac{\pi \cdot 0.4^2}{4}} = 2.156 \text{ m/s}$$

Le rapport de la vitesse sera: $R_v = V / V_{ps} = 2 / 2.156$

$$R_v = 0.93$$

D'après l'abaque; cette valeur du rapport des vitesses correspondant à un rapport des hauteurs de $R_h = 0,42$

$$R_h = H/DN = 0,42 \Rightarrow H = 0,42 \cdot 0,4$$

$$H = 168 \text{ mm}$$