TD: Alimentation en Eau Potable

Exercice N°1

Une conduite d'AEP alimentant une population de 350hab. Supposant que le taux de fuitesur la conduite est 30%

1. Déterminer le débit moyen à transiter par la conduite (débit de la distributionnormale : heure normale) ?
2. Calculer le coefficient de pointe ?
3. Estimer le débit maximum à véhiculer par la conduite (le débit pendant l'heure depointe) ?
4. Si la conduite doit assurer aussi à son extrémité le débit d'incendie, calculer ;
   - Le débit à transiter pendant l'heure normale ?
   - Le débit à transiter pendant l'heure de pointe ?

On donne une dotation de 150l/j/hab. Calculer le diamètre de la conduite pour chaquecas ?

Solution :

1- Le débit à consommer est Qcons. = Dot.N^{bre} habit.= 150.350= 52500 l/j= $0,6.10^{-3} m^3/s$.

Le débit à distribuer= Qcons. + Taux de fuites.Qcons. = Qcons.(1+0,3)= $0,78.10^{-3}$ m^3/s.

Qnormal= Qn = $0,78.10^{-3}$ m^3/s.

Pour le diamètre correspondant : On a $Q = V.\pi.D^2/4$.

A raison d'une vitesse de 1m/s : D= $\sqrt{\dfrac{4.Q}{\pi}} = 0.031$ m = 31 mm.

2- le coefficient de pointe :

$$K= 1,5 + \frac{1}{\sqrt{Qmoy(l/s)}} = 1,5 + \frac{1}{\sqrt{0,78}} = 2,63$$

3- le débit maximum : Qmax = K.Qn

$\Rightarrow$ Qmax = $2,63.0,78.10^{-3}$= $2,05.\ 10^{-3}$ m^3/s.

Le diamètre pour ce cas, sera : D= $\sqrt{\dfrac{4.Q}{\pi}} = 0,051$m= 51 mm.

4- si on considère le débit d'incendie :

a- Qtr.n= $0,78.10^{-3} + 0.017 = 17,78.10^{-3}$ m^3/s.

$\Rightarrow$D= $\sqrt{\dfrac{4.Q}{\pi}} = 0,15$ m= 150 mm.

b- Qtr.max = K.Qmoy + Qincd = $2,63.0,78.10^{-3} + 17.10^{-3} = 19,05.10^{-3}$ m^3/s.

$\Rightarrow$D= $\sqrt{\dfrac{4.Q}{\pi}} = 0,156$ m= 156 mm.

Exercice N°2

Une conduite d'AEP desservant une petite Cité comptant 600hab. pendant l'année 2014. Sile taux d'accroissement annuel de la population est T=2,2%.

1. Calculer le débit moyen que doit véhiculer cette conduite à l'année 2029 (à l'horizonde 25ans) ? Tout en admettant une dotation de 150l/j/hab.
2. Calculer le diamètre qu'il faut donner à la conduite ?

Solution :

Le débit de la consommation actuelle :

Qcons. = Dot.N^{bre} habit.= 150.600= 9000 l/j= $1,04.10^{-4}$ m^3/s.

Le nombre d'habitant en l'an 2009 : $N= N_0.(1+T)^n$.

Avec N0 : nombre d'habitants pendant l'année de référence.
T : taux d'accroissement de la population.
n: nombre d'années à partir de l'année de référence.

$N= 600.(1+0,022)^{25}= 600.1,022^{\,25}= 1034$ hab.

$\Rightarrow Q_{2029}$ = Dot.N^{bre} habit.= 150.1034= 155100 l/j = $1,79.10^{-3}$ m^3/s.

Le diamètre convenant à raison d'une vitesse de 1m/s est :

$$D= \sqrt{\frac{4.Q}{\pi}} = 0,047m= 47\ mm$$

Le diamètre normalisé est Ø50 donnant une vitesse de :

$V= \dfrac{Q}{S} = \dfrac{Q}{\pi.\dfrac{D^2}{4}}$ =0,91m/s : c'est acceptable (0,5m/s < V= 0,91m/s < 1,5m/s): donc le choix du diamètre normalise est judicieux.

Exercice N°3

Une zone urbaine comptant une population de 400hab ; est alimentée par une conduitepour des fins d'AEP. Si on donne :

- La dotation est 180l/j/hab.
- Le taux de fuite sur la conduite est de 25%
- Le taux d'accroissement de la population est de 1,9%

1. Calculer le débit à transiter par cette conduite pendant l'heure de pointe et d'incendie à l'horizon de 25 ans ?
2. Calculer le diamètre à donner à cette conduite pour que la vitesse d'écoulement soit 0.5<V<1,5m/s ?

Solution :

Le nombre de la population à l'horizon de 25 ans :

$N = N_0.(1+T)^n$. $\Rightarrow N = 400.(1+0.019)^{25} = 640$ hab.

Le débit de la consommation à l'horizon de 25ans :

Qcons. = Dot.N^{bre} habit.= 180.640= 115200 l/j= $1,33.10^{-3}$ m^3/s.

Le débit à transiter à cet horizon :

Q= Qcons. + Taux de fuites.Qcons. = $1,33.10^{-3}.(1+0,25) = 1,66.10^{-3}$ m^3/s.

Qmoy = $1,66.10^{-3}$ m^3/s.

Le coefficien de pointe : $K = 1,5 + \dfrac{1}{\sqrt{Qmoy(l/s)}} = 1,5 + \dfrac{1}{\sqrt{1,66}} = 2,28$

Le débit de pointe sera : Qmax = K.Qmoy = $2,28.1,66.10^{-3} = 3,78.10^{-3}$ m^3/s.

Pendant l'heure d'incendie, ce débit sera:

Qmax= K.Qmoy + Qincd= $3,78.10^{-3} + 17.10^{-3} = 20,78.10^{-3}$ m^3/s.

Le diamètre qui convient pour ce cas, à raison d'une vitesse de 1m/s:

$D = \sqrt{\dfrac{4.Q}{\pi}} = 0,163$ m= 163 mm.

Le diamètre normalisé peut être : Ø160

$V = \dfrac{Q}{S} = \dfrac{Q}{\pi.\dfrac{D^2}{4}} = 1,03$ m/s

0,5m/s < 1,03m/s < 160m/s : Donc le choix du diamètre normalisé est judicieux.

Exercice N°4

De l'eau coule à 20°C d'un réservoir A vers un réservoir B avec un débit de $0.05 m^3/s$ à travers trois tuyaux en ciment connectés en série, ayant les caractéristiques suivantes respectivement : L1=2600m, D1=400mm ; L2=1850m, D2=300mm ; L3=970m, D3=200mm. Trouver la différence de niveau Δh entre les deux réservoirs ? Par les deux procédés :

a) Par Colbrook en donnant $\varepsilon = 24.10^{-7}$ m.

b) Par Hazen-Williams en donnant C=120

En négligeant toutes les pertes de charges mineures.

Solution :

a- par l'application de l'équation de Bernoulli :

$$Z_A + \frac{P_A}{\varpi} + \frac{V_A^2}{2g} = Z_B + \frac{P_B}{\varpi} + \frac{V_B^2}{2g} + \Delta h_{A\text{-}B}.$$

Avec :
$P_A = 0$ (pression atmosphérique)
$V_A = 0$ (section importante)
$P_B = 0$ (pression atmosphérique)
$V_B = 0$ (section importante)

$\Rightarrow \Delta h = Z_A - Z_B = \Delta h_{A\text{-}B}$.

$$\Delta h_{A\text{-}B} = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 = \frac{f_1.Q^2.L_1}{\pi^2.g.D_1^5} + \frac{f_2.Q^2.L_2}{\pi^2.g.D_2^5} + \frac{f_3.Q^2.L_3}{\pi^2.g.D_3^5}$$

Nous avons d'après Colbrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2.\log\left[\frac{\varepsilon}{3{,}7.d} + \frac{2{,}51}{\text{Re}.\sqrt{f}}\right]$$

Avec Re : nombre de Reynolds

$$\text{Re} = \frac{V.d}{\nu}$$

Où ν : la viscosité cinématique de l'eau.
D'après la formule de Poiseuille :

$$\nu = \frac{0{,}0178}{1 + 0{,}0337.T + 0{,}000221T^2}.10^{-4}.$$

Où T : le température en °C.

A 20° C, $\nu = 1{,}01.10^{-6}\ m^2/s$.

Par un processus itératif, on détermine f pour les trois conduites :
$f_1 = 0{,}0164.$
$f_2 = 0{,}0156.$
$f_3 = 0{,}0145.$

$$\Delta h = \frac{Q^2}{\pi^2.g}.\left(\frac{f_1.l_1}{D_1^5}+\frac{f_2.l_2}{D_2^5}+\frac{f_3.L_3}{D_3^5}\right) = 1{,}547 \text{ m.}$$

b- par la formule de Hazen-Williams :

$Q = V.S = 0{,}8494.C.(D/4)^{0,63}.i^{0,54}.\pi.D^2/4 = 10{,}67.C.(D/4)^{2,63}.i^{0,54}.$

$$\Rightarrow \Delta h = i.L = \left[\frac{Q}{10{,}67.C.\left(\frac{D}{4}\right)^{2,63}}\right]^{\frac{1}{0,54}}.L\ .$$

$\Rightarrow$ **$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 = i.L_1 + i.L_2 + i.L_3 =$**

$$= \left[\frac{Q}{10{,}67.C.\left(\frac{D_1}{4}\right)^{2,63}}\right]^{\frac{1}{0,54}}.L_1 + \left[\frac{Q}{10{,}67.C.\left(\frac{D_2}{4}\right)^{2,63}}\right]^{\frac{1}{0,54}}.L_2 + \left[\frac{Q}{10{,}67.C.\left(\frac{D_3}{4}\right)^{2,63}}\right]^{\frac{1}{0,54}}.L_3\ .$$

$$= \left[\frac{4^{2,63}.Q}{10{,}67.C}\right]^{1/0,54}.\left[\frac{L_1}{D_1^{2,63/0,54}}+\frac{L_2}{D_2^{2,63/0,54}}+\frac{L_3}{D_3^{2,63/0,54}}\right]$$

$= $ **19,58 m.**