

Question de cours : (2pts) : Calcul de temps de vidange du réservoir

Soit un intervalle de temps dt au bout duquel on a : un volume de vidange

$dv = Q \cdot dt$, ce volume peut s'écrire sous la forme :

$dv = -s \cdot dh$, le signe (-) indique que (h) diminue quand (t) augmente

$dv = Q \cdot dt = -S \cdot dh$ **0.5pt**

$$\mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} dt = -S \cdot dh \Rightarrow \mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g} dt = \frac{-S \cdot dh}{\sqrt{h}} \Rightarrow dt = \left(\frac{-S}{\mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g}} \right) \cdot \left(\frac{dh}{\sqrt{h}} \right) \Rightarrow T = \int_{t_1}^{t_2} dt =$$

$$\left(\frac{-S}{\mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g}} \right) \cdot \int_{h_1}^{h_2} \left(\frac{dh}{\sqrt{h}} \right) = \left(\frac{2S}{\mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g}} \right) \cdot (\sqrt{h_2} - \sqrt{h_1}) = \mathbf{0.5pt}$$

$$t_1 = 0, h_1 = H; h_2 = 0, t_2 = T. \Rightarrow \frac{2S}{(\mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g})} = \frac{2 \cdot S \cdot H}{(\mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g})} = \frac{2 \cdot W}{Q}$$

donc $T = \frac{2 \cdot W}{Q}$ **1pt**

Exercice N01 : (6pts)

1. Détermination de débit d'exploitation de forage

Période $T = 216/12 = 18 \text{ans}$

$N_f = 10000(1+0,0243)^{18} = \mathbf{15406 \text{hab}}$ **0.5pt**

$Q_{moyjd} = N_f \cdot \text{dotation} = 15406 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = \mathbf{1848.72 \text{ m}^3/\text{j}}$ **0.5pt**

$Q_{moyjT} = Q_{moyjd} + \Sigma Q_{equip} = \mathbf{1848.72 \text{ m}^3/\text{j}}$ **0.5pt**

$Q_{maxj} = Q_{moyjT} \cdot K_{maxj} = 1848.72 \cdot 1.3 = \mathbf{2403.34 \text{ m}^3/\text{j}}$ **0.5 pt**

$Q_{depomp} = Q_{maxj}/t_p = 2403.336/16 = 150.21 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{41.725 \text{ l/s}}$ **1pt**

2. Le calcul du volume de réservoir en tenant compte la variation de consommation présentée ci-dessous est effectué dans le tableau ci-après.

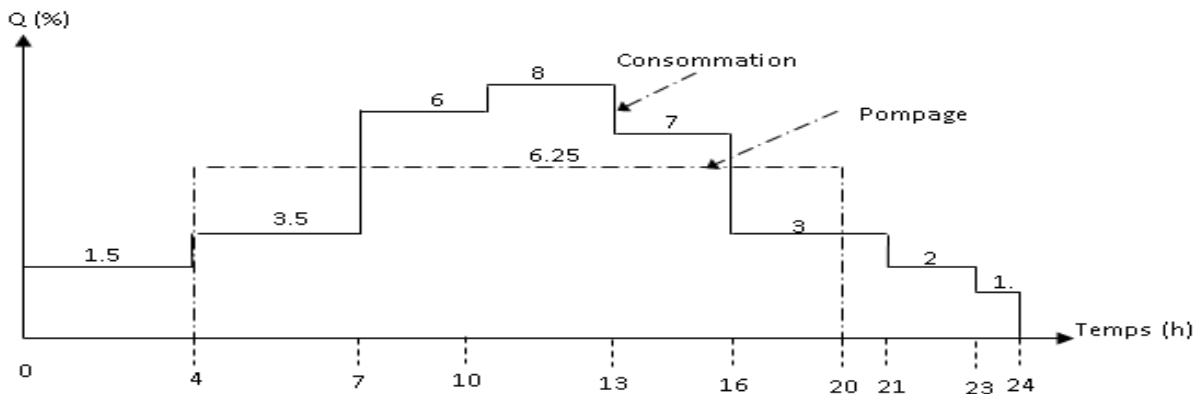


Figure 2. Variation de consommation d'une agglomération

Heure	Consommation horaire (%)	Pompage (%)	Stockage (%) 0.5pt	Distribution (%) 0.5pt	Capacité horaire (%) 0.5pt
0-1	1.50	0		-1.50	4.50
1-2	1.50	0		-1.50	3.00
2-3	1.50	0		-1.50	1.50
3-4	1.50	0		-1.50	0.00
4-5	3.50	6.25	2.75		2.75
5-6	3.50	6.25	2.75		5.50
6-7	3.50	6.25	2.75		8.25
7-8	6.00	6.25	0.25		8.50
8-9	6.00	6.25	0.25		8.75
9-10	6.00	6.25	0.25		9.00
10-11	8.00	6.25		-1.75	7.25
11-12	8.00	6.25		-1.75	5.50
12-13	8.00	6.25		-1.75	3.75
13-14	7.00	6.25		-0.75	3.00
14-15	7.00	6.25		-0.75	2.25
15-16	7.00	6.25		-0.75	1.50
16-17	3.00	6.25	3.25		4.75
17-18	3.00	6.25	3.25		8.00
18-19	3.00	6.25	3.25		11.25
19-20	3.00	6.25	3.25		14.50 0.5pt
20-21	3.00	0		-3.00	11.50
21-22	2.00	0		-2.00	9.50
22-23	2.00	0		-2.00	7.50
23-24	1.50	0		-1.50	6.00

Le volume de réservoir calculé : $VRC = (\Delta V_{max}) \cdot Q_{maxj}$

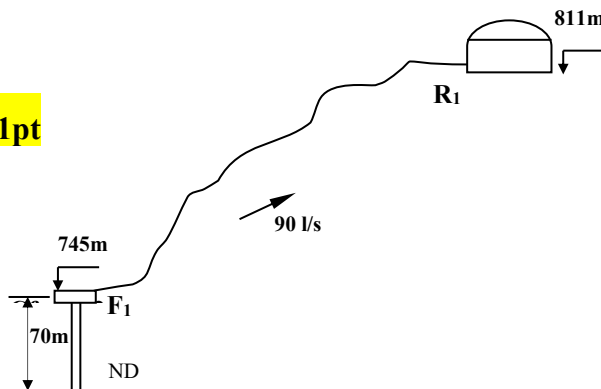
$$VRc = 14,56\% \cdot Q_{maxj} = 14,5\% \cdot 2403.34 = 348.48 \text{ m}^3 \quad 0.5pt$$

$$VRT = VRC + V_{inc} = 348.48 + 120 = 468.48 \text{ m}^3 \approx 500 \text{ m}^3 \quad 0.5pt$$

Exercice N°02 (6pts)

(Calcul de volume d'un réservoir d'air)

$$Hg = Ctp - CND = (811 + 4 - 745) + 70 = 140 \text{ m} \quad 1pt$$



La célérité d'onde est calculée par l'expression suivante
$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 1 \cdot \frac{300}{10}}} = 1118.8 \text{ m/s} \quad \mathbf{0.5pt}$$

où la valeur de coup de bélier est déterminée par : $b = \pm a \cdot \frac{V_0}{g} = \pm \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}} \cdot \frac{V_0}{g}$

Et $V_0 = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 0.09}{\pi \cdot 0.3^2} = 1.27 \text{ m/s}$

Donc, $b = \pm a \cdot \frac{V_0}{g} = 1118.8 \times \frac{1.27}{9.81} = 144.84 \text{ MCE} \quad \mathbf{1pt}$ et b devient

Pour le cas de surpression : $H_1 = H_0 + b = H_0 + \frac{a \cdot V_0}{g}$ donc $H_1 = 140 + 144.84 = 284.84 \text{ m} \quad \mathbf{0.5pt}$

Pour le cas de dépression : $H_2 = H_0 - b = H_0 - \frac{a \cdot V_0}{g}$; $H_2 = 140 - 144.84 = -4.84 \text{ m} \quad \mathbf{0.5pt}$

- Calcul de volume d'air par la méthode de Vibert

$Z_0 = h_g + 10 = 140 + 10 = 150 \text{ m}$ et $Z_{\max} = \sigma_{\text{adm}} + 10 = 200 + 10 = 210$, donc le rapport

$Z_{\max} / Z_0 = 210 / 150 = 1.438 \quad \mathbf{0.25pt}$ et $Z_{\min} / Z_0 = 0.725 \text{ m}^3 \quad \mathbf{0.25pt}$

$h_0 = \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$ donc $h_0 = \frac{(1.27)^2}{2 \cdot 9.81} = 0.0822069$, Donc $\frac{h_0}{Z_0} = \frac{0.0822069}{146} = 5.63 \cdot 10^{-4} \quad \mathbf{0.5pt}$

En utilisant l'abaque de Vibert on peut obtenir la valeur de $U/L \cdot S = 9 \cdot 10^{-2}$ en reliant une droite entre les deux rapports ($Z_{\max} / Z_0$ et $\frac{h_0}{Z_0}$).

$L = 7000 \text{ m}$ et $S = S = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \pi \cdot \frac{0.3^2}{4} = 0.07065 \text{ m}^2$

Donc la valeur de $U = 7000 \cdot 0.07065 \cdot 9 \cdot 10^{-2} = 44.51 \text{ m}^3$ donc

$U_0 = 44.51 \text{ m}^3 \quad \mathbf{1pt}$ et $Z_0 \cdot U_0 = U_{\max} \cdot Z_{\min}$ donc $U_{\max} = (Z_0 \cdot U_0) / Z_{\min} = 61.39 \text{ m}^3 \quad \mathbf{0.5pt}$

Exercice 03 (6pts)

Dimensionner le réseau forcé en tenant compte les deux cas suivants :

- Cas de pointe ;
- Cas de pointe+incendie
- Cas de transit ;
- Cas de la station de pompage est à l'arrêt

• débits en route :

-1 Cas de pointe : Le débit en route est la différence entre le débit de pointe et le débit concentré ;

$$Q_r = Q_p - Q_{\text{conc.}}$$

et puisque : $Q_{\text{conc}} = 0$, $\mathbf{0.5pt}$

$$Q_r = Q_{\text{sa}} + Q_{\text{ch}},$$

Q_{sa} = débit de la station de pompage

Q_{ch} = débit fourni par le château d'eau

$$AP : Q_{stp} = 750 \text{ m}^3/\text{h} = 208.33 \text{ l/s}$$

$$Q_r = Q_p = 1055 \text{ m}^3/\text{h} = 293.055 \text{ l/s} \quad 0.5\text{pt}$$

$$Q_{ch} = Q_r - Q_{stp} = 293.055 - 208.33 = 84.725 \text{ l/s} \quad 0.5\text{pt}$$

2/ Cas de pointe plus incendie:

Les débits en route dans ce cas sont les mêmes dans le cas du débit de pointe. On considère le débit ajouté (17 l/s) comme étant un débit concentré épuisé à partir du nœud le plus défavorable.

$$Q_r = Q_{p+in} = 293.06 + 17 = 310.06 \text{ l/s} \quad 0.5\text{pt}$$

$$Q_{ch} = Q_r - Q_{sp} = 310.06 - 208.33 = 101.73 \text{ l/s} \quad 0.5\text{pt}$$

- **3 Cas de transit :** Le cas de transit correspond à l'heure dont la consommation est minimale et la station de pompage est en marche ; ce qui fait que le château d'eau va recevoir une partie du débit injecté par la station de pompage dans le réseau :

$$Q_r = Q_{st} - Q_{ch} - Q_{conc} \quad 0.5\text{pt} \quad \text{avec :}$$

$$Q_r = 220 \text{ m}^3/\text{h} = 61.11 \text{ l/s}; \quad 0.5\text{pt}$$

$$Q_{ch} = Q_{sp} - Q_r = 208.33 - 61.11 = 147.22 \text{ l/s} \quad 0.5\text{pt}$$

$$Q_r = Q_{cons};$$

$$Q_{ch} = \text{débit reçu par le château d'eau ;}$$

$$Q_{cons} = \text{débit consommé par l'agglomération.}$$

4/ Cas de la station à l'arrêt :

Ce cas correspond à l'une des heures où la station de pompage est à l'arrêt dont la consommation est maximale (seulement le château qui alimente l'agglomération).

$$Q_r = Q_{ch} - Q_{conc} \quad 0.5\text{pt}$$

$$Q_r = 280 \text{ m}^3/\text{h} = 77.78 \text{ l/s} \quad 0.5\text{pt}$$

$$Q_{ch} = 77.78 \text{ l/s} \quad 0.5\text{pt}$$