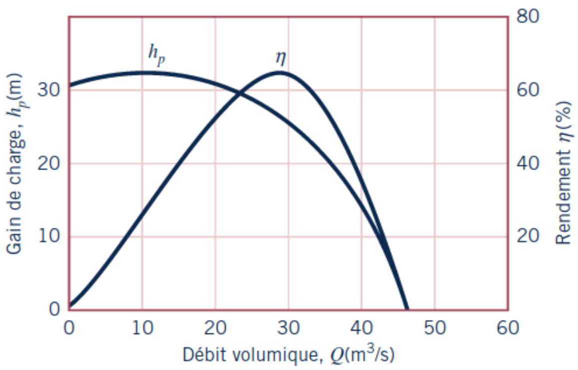
10.15 Deux pompes sont placées en série pour alimenter le circuit illustré à la figure P10.15. Les caractéristiques d'une pompe sont décrites sur le graphique de la même figure. Calculez le débit d'eau à 10 °C si les raccords des éléments du circuit sont vissés. De plus, trouvez la puissance totale à fournir aux deux pompes.



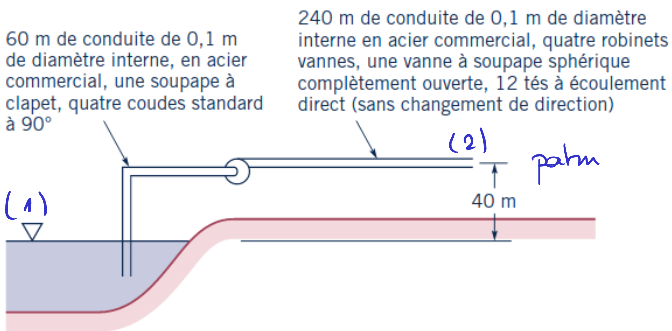


Figure P10.15

- Régime permanent
- Écoulement unidirectionnel

→ Conservation de l'énergie totale exprimée sous forme de charge

$$\left[\cancel{\frac{p_1}{\gamma}} + z_1 + \cancel{\frac{V_1^2}{2g}}^{\,0}\right] + h_a = \left[\cancel{\frac{p_2}{\gamma}} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g}\right] + h_L \qquad (1)$$

pompes en série

$p_1 = p_2 = p_{atm}$

$z_2 - z_1 = 40\,m$

$V_1 = 0$

(2) $V_2 = \dfrac{4Q}{\pi D^2} = V$ vitesse débitante dans la conduite.

$h_L = h_{L,lin} + h_{L,sing}$.

$h_{L,lin} = f \dfrac{L}{D} \dfrac{V^2}{2g}$ (3) avec $L = 240 + 60 = 300\,m$

→ acier $\varepsilon = 0.045$ mm

$$K_{L,sing} = K_{L,entrée} + K_{L,\text{clapet soupape}} + 4K_{L,\text{coude vissés}} + 4K_{L,\text{robinet vanne}} + K_{L\text{ soupape }100\%} + 12K_{L,T}$$

$$= 0.5 + 2 + 4 \times 1.5 + 4 \times 0.15 + 0.05 + 12 \times 0.9$$

$$= 10.53$$

$$h_{L\,sing} = K_{L\,sig} \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

Pompe en série : même débit et $h_a = 2h_p$ ← pompe seule en série on somme les charges.

Conduite $\dfrac{\varepsilon}{D} = \dfrac{0.045 \times 10^{-3}}{0.1} = 4.5 \times 10^{-4}$

→ méthode itérative car on ne connaît pas le Re_D pour déterminer f.

<u>itération 1</u> : je choisis une valeur arbitraire sur la ligne $\frac{\varepsilon}{D} = 0.0004$ dans le diagramme de Moody.

$f = 0.02$

Le débit sera obtenu par l'intersection de la courbe du système et de la courbe de performance des courbes en série.

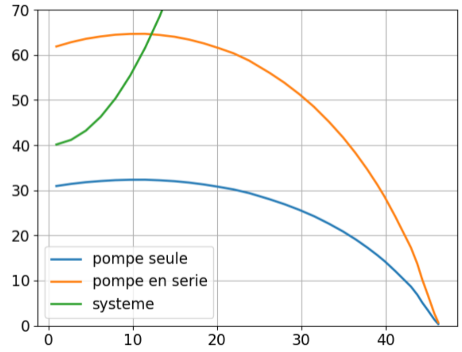
(1) → $h_a = h_L + z_2 - z_1 + \dfrac{V^2}{2g}$

(2) → $h_a = \underbrace{\left(f\frac{L}{D} + K_{L,syst} + 1\right)\frac{8}{g\pi^2 D^2}}_{\alpha} Q^2 + \underbrace{(z_2 - z_1)}_{40\,m}$

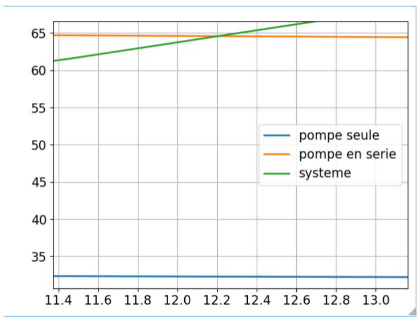
itération 1

$\alpha = 591 \ \frac{s^2}{m^5}$

→ intersection graphique $Q = 12.2 \ m^3/min$



→ $V = \frac{4Q}{\pi D^2} = 25,9 \ m/s$ (2)



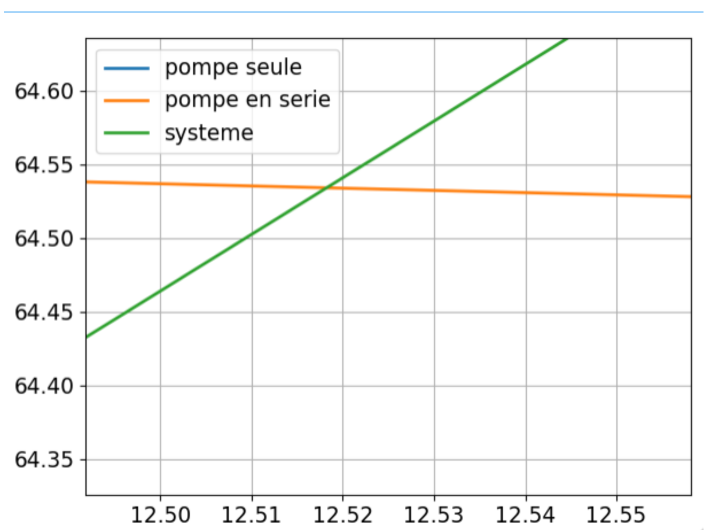
Q en m^3/min

itération 2

$V = 25.9 \ m/s$
$D = 0.1$
$\nu = 1.46 \times 10^{-5} \ m^2/s$
$\Big\}\ Re_D = 177\,323$

lecture sur Moody ou Colebrook → $f(177\,323,\ 0.00045) = 0.0188$

$\alpha = 561 \ \frac{s^2}{m^5}$ → $Q = 12.5 \ m^3/min$.



$V = 26.5 \ m/s$

→ $Re_D = 181\,623$

$f_{colebrook} = 0.0187$

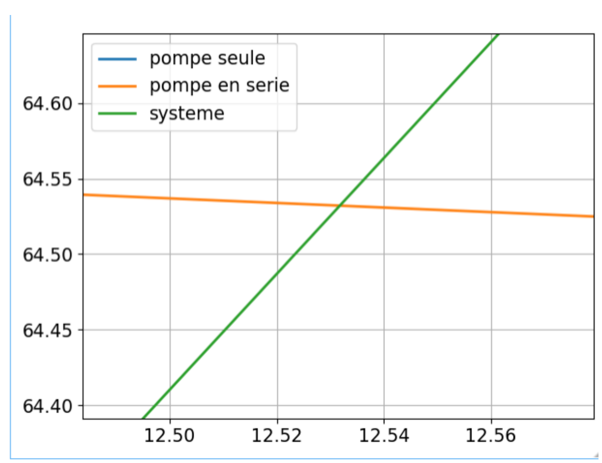
↑ on peut considérer qu'on est convergé

itération 3 : $f = 0.0187$

→ $\alpha = 560 \ \frac{s^2}{m^5}$

$Q = 12.53 \ m^3/min$

$V = 26.6 \ m/s$



→ même valeur de $f = 0.0187$ c'est ça on est convergé maintenant

donc $Q = 12.53 \ m^3/min = 0.209 \ m^3/s$.

↑

la différence est peut être du aux valeurs de K_L que j'utilise

Le rendement de la pompe pour $Q = 12.53 \ m^3/min$ → $\eta = 30\%$

c'est pas optimal mais vu le bordel dans la conduite ;)