

Exercice 1

1) RFH entre A et A' $\rightarrow P_A = \rho g (z_{A'} - z_A) + P_{A'}$ $P_{A'} = P_{B'} = P_{ATM} = 0$

2) RFH entre B et B' $\rightarrow P_B = \rho g (z_{B'} - z_B) + P_{B'}$

3) Equation de Bernoulli
$$z_A + \frac{P_A}{\rho g} + \frac{v_A^2}{2g} = z_B + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{v_B^2}{2g}$$

$$\frac{P_A}{\rho g} = z_B - z_A + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{v_B^2}{2g} - \frac{v_A^2}{2g}$$

$$z_B = z_A \quad v_A = 0$$

$$\frac{P_A}{\rho g} = \frac{P_B}{\rho g} + \frac{v_B^2}{2g}$$

$$\underline{P_A = P_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2}$$

4) $P_A = P_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2$

$$\frac{1}{2} \rho v_B^2 = P_A - P_B$$

$$v_B^2 = \frac{2}{\rho} (P_A - P_B)$$

$$v_B^2 = \frac{2}{\rho} (\rho g (z_{A'} - z_A) - \rho g (z_{B'} - z_B))$$

$$\rightarrow h = \Delta_1 - \Delta_2 = (z_{A'} - z_A) - (z_{B'} - z_B)$$

$$\underline{v_B = \sqrt{2gh}}$$

$$5) Q = v \times S$$

$$= \sqrt{2gh} \times \frac{\pi d^2}{4}$$

$$m \cdot s^{-1} \times m^2 = m^3 \cdot s^{-1}$$

Exercice 2

1) Eq° de continuité : $q_A = q_B$

$$S_A v_A = S_B v_B$$

$$v_B = v_A \frac{S_A}{S_B}$$

$$\underline{v_B = v_A \alpha}$$

2) Equation Bernoulli entre A et B : $z_A + \frac{P_A}{\rho g} + \frac{v_A^2}{2g} = z_B + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{v_B^2}{2g}$

$$\vdots$$
$$\underline{P_A - P_B = \frac{\rho}{2} v_A^2 (\alpha^2 - 1)}$$

3) RFH entre A et A' $\underline{P_A = \rho g (z_{A'} - z_A)}$

4) RFH entre B et B' $\underline{P_B = \rho g (z_{B'} - z_B)}$

5) On remplace : $P_A - P_B = \frac{\rho}{2} v_A^2 (\alpha^2 - 1)$

$$\rho g (z_{A'} - z_A) - \rho g (z_{B'} - z_B) = \frac{\rho}{2} v_A^2 (\alpha^2 - 1)$$

$$\vdots$$
$$\underline{v_A = \sqrt{\frac{2gh}{\alpha^2 - 1}}}$$

6) $Q_A = S \times v_A$

$$= \frac{\pi d^2}{4} \times \sqrt{\frac{2gh}{\alpha^2 - 1}}$$

Exercice n° 3

On place deux points 1 et 2 $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ au niveau de l'eau} \\ 2 \text{ à la sortie} \end{array} \right.$

1) Bernoulli

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$v_1 = 0$, $z_1 - z_2 = H$

$$\underline{v_2 = \sqrt{2gh}}$$

↳ Démonstration du principe de Torricelli

2) $Q_v = v_2 \times S$

$$= \underline{\sqrt{2gh}} \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{En } m^3 s^{-1}$$
$$= \sqrt{2gh} \frac{\pi d^2}{4} \times 10^3 \quad L s^{-1}$$

Exercice 4

1) Bernoulli entre A et S

$$z_A + \frac{P_A}{\rho g} + \frac{v_A^2}{2g} = z_S + \frac{P_S}{\rho g} + \frac{v_S^2}{2g}$$

$v_A = 0$, $P_A = P_S$, $z_A - z_S = h$

Torricelli

$$\underline{v_S = \sqrt{2gh}}$$

2) $Q = S \times v$
 $= \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gh}$

3) Bernoulli entre B et S

$$z_B + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{v_B^2}{2g} = z_S + \frac{P_S}{\rho g} + \frac{v_S^2}{2g}$$

$v_B = v_S$

$$z_B + \frac{P_B}{\rho g} = z_S + \frac{P_S}{\rho g}$$

$z_B - z_S = h + H$

$$\underline{P_B = -\rho g (h + H) + P_{ATM}}$$

4) Pour que le siphon fonctionne,
il faut de la pression au point culminant

$$P_B > 0$$

$$-\rho g (h + H) + P_{ATM} > 0$$

$$\underline{h < \frac{P_{ATM}}{\rho g} - H}$$

Exercice 5

1) Pdc linéaires A/B

NIKURADSE

$$P_{dc L} = \underbrace{L}_{Rm} \underbrace{C}_{\text{coefficient}} \underbrace{Q^2}_{\text{débit}}$$

$A \rightarrow B$

LECHAPT / CALMON

$$P_{dc L} = \underbrace{L}_{\text{coef}} \underbrace{Q^H}_{m^3 s^{-2}} \underbrace{D^{-N}}_m \underbrace{P}_m$$

$A \rightarrow B$

COLEBROOK

$$P_{dc L} = \underbrace{\lambda}_\lambda L \frac{Q^2}{2g s^2 D}$$

$A \rightarrow B$

λ déterminé à partir du diagramme de Moody

$$\rightarrow Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

ou

$$Re = \frac{V D}{\nu}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = m^3 s^{-2} \\ V = m s^{-1} \\ D = m \end{array} \right.$$

$$\mu = Pa s^{-1} = \text{Viscosité dynamique}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V = m s^{-1} \\ D = m \\ \nu = m^2 s^{-1} = \text{Viscosité cinématique} \end{array} \right.$$

De même pour B/C

2) Pdc singulieres A/B

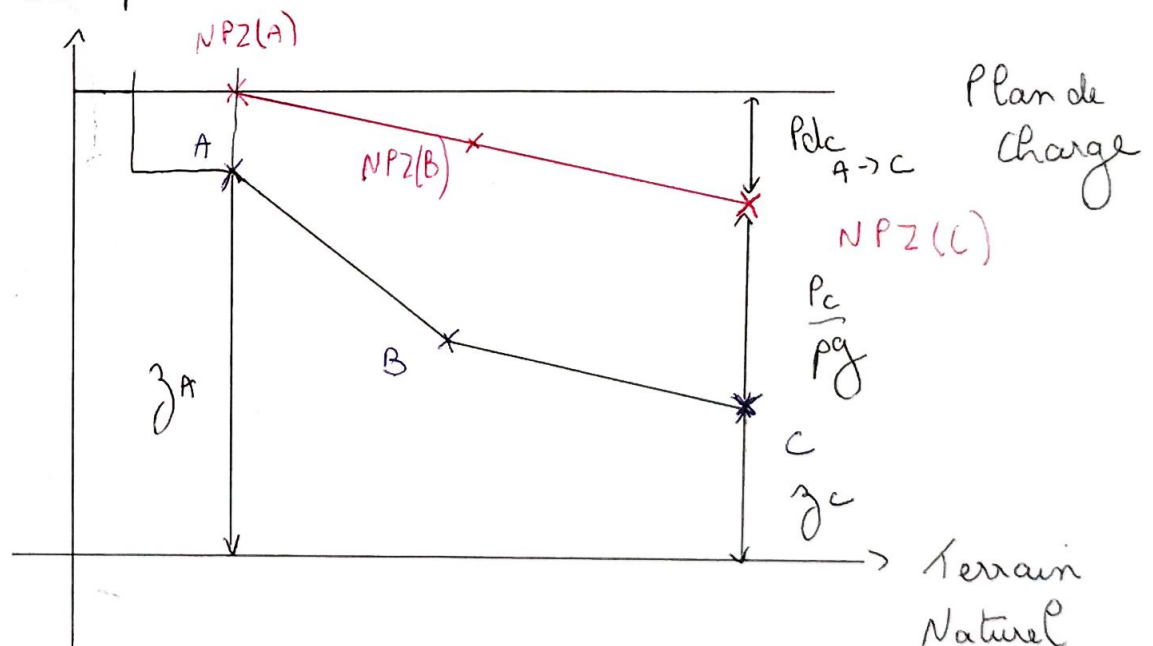
$$Pdc_{A \rightarrow B} = k \frac{v^2}{2g}$$

$k \rightarrow$ Somme des coefficients des éléments le long du tronçon

De même pour B/C

$$3) \quad NPZ(B) = NPZ(A) - \left(Pdc_{A \rightarrow B}^L + Pdc_{A \rightarrow B}^S \right)$$
$$NPZ(C) = NPZ(B) - \left(Pdc_{B \rightarrow C}^L + Pdc_{B \rightarrow C}^S \right)$$

Ligne piezométrique



$$4) \quad NPZ(B) = z_B + \frac{P_B}{\rho g}$$
$$\frac{P_B}{\rho g} = NPZ(B) - z_B \quad \text{et} \quad \frac{P_C}{\rho g} = NPZ(C) - z_C$$

Résultat en mCE

$$L, 1 \text{ bar} = 10,2 \text{ mCE}$$

Exercice 6

1) On cherche D tel que $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} < v < 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

$$S = \frac{Q}{v}$$
$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{Q}{v}$$

$$D^2 = \frac{4Q}{\pi v}$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

Pour RA par exemple $\sqrt{\frac{4 \times 0,25}{\pi}} > D > \sqrt{\frac{4 \times 0,25}{1,5 \pi}}$

$$0,56 \text{ m} > D > 0,46 \text{ m}$$

On choisit donc un DN - 500

2) $P_{dc}_{R \rightarrow A} = LCQ^2$

$L \rightarrow$ Longueur tronçon en km

$C \rightarrow$ Coefficient (voir tableau)

$Q \rightarrow$ Débit en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$

3) $NPZ(A) = NPZ(R) - P_{dc}_{R \rightarrow A}$

4) R + S $\rightarrow$ Un immeuble de 26,8 m

Charge minimum au dernier niveau $\rightarrow 10 \text{ mCE}$

au point $\rightarrow 26,8 \text{ mCE}$

$$NPZ(A) = z^A + \frac{P_A}{\rho g}$$

$$\frac{P_A}{\rho g} = NPZ(A) - z^A \geq 26,8 !$$

Exercice n°7

$$1) \quad Pdc L_{A \rightarrow B} = \alpha L C Q_1^2$$

$$Pdc S_{A \rightarrow B} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$2) \quad Pdc_{totale A \rightarrow C} = Pdc L_{A \rightarrow B} + Pdc S_{A \rightarrow B} + Pdc L_{B \rightarrow C} + Pdc S_{B \rightarrow C}$$

$$3) \quad NPZ(B) = NPZ(A) - pdc_{A \rightarrow B}$$

$$\frac{P_B}{\rho g} + z_B = NPZ(A) - pdc_{A \rightarrow B}$$

$$\frac{P_B}{\rho g} = NPZ(A) - pdc_{A \rightarrow B} - z_B \quad (\text{en mCE})$$

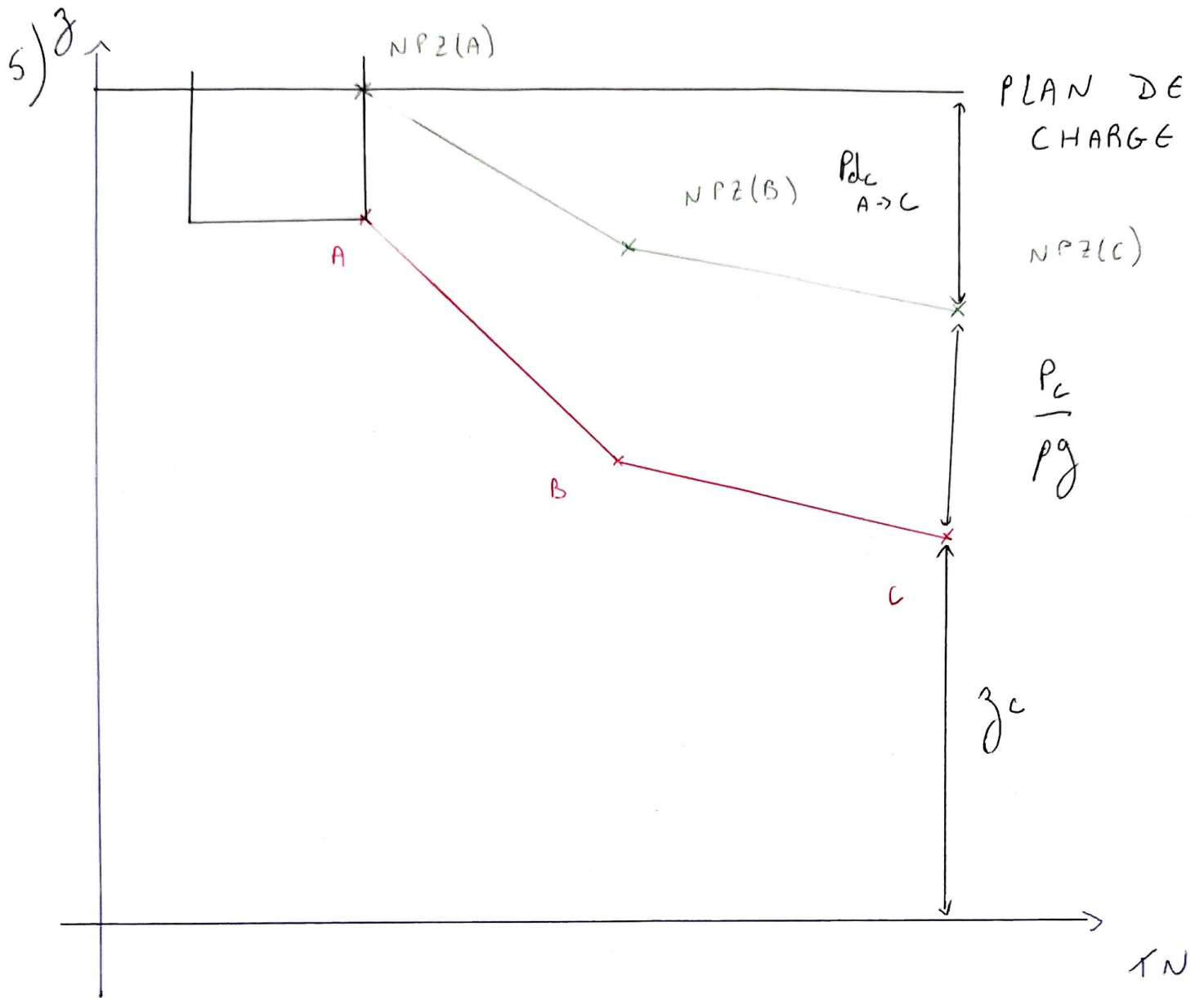
4) On place un point D sur le toit de la maison (175,00 NGF)

↳ Les pertes de charge entre C et D sont négligeables

$$NPZ(D) = NPZ(C)$$

$$z_D + \frac{P_D}{\rho g} = NPZ(C)$$

$$\frac{P_D}{\rho g} = NPZ(C) - z_D \quad (\text{en mCE})$$



Exercice 8

1) Pour Q_{AB} en régime de type 1

$$NPZ(B) = NPZ(A) - Pdc_{A \rightarrow B}$$

$$Pdc_{A \rightarrow B} = NPZ(A) - NPZ(B)$$

Via la formule de Nikuradse :

$$Pdc_{A \rightarrow B} = LC Q^2$$

$$Q^2 = \frac{1}{LC} Pdc_{A \rightarrow B}$$

$$Q = \sqrt{\frac{1}{LC} Pdc_{A \rightarrow B}}$$

2) Pour Q_{BC} en régime de type 1

$$P_{B \rightarrow C} = NPZ(B) - NPZ(C) < 0$$

$\hookrightarrow$ L'eau s'écoule de C vers B

$$Q_{C \rightarrow B} = \sqrt{\frac{1}{LC} |Pdc_{B \rightarrow C}|}$$

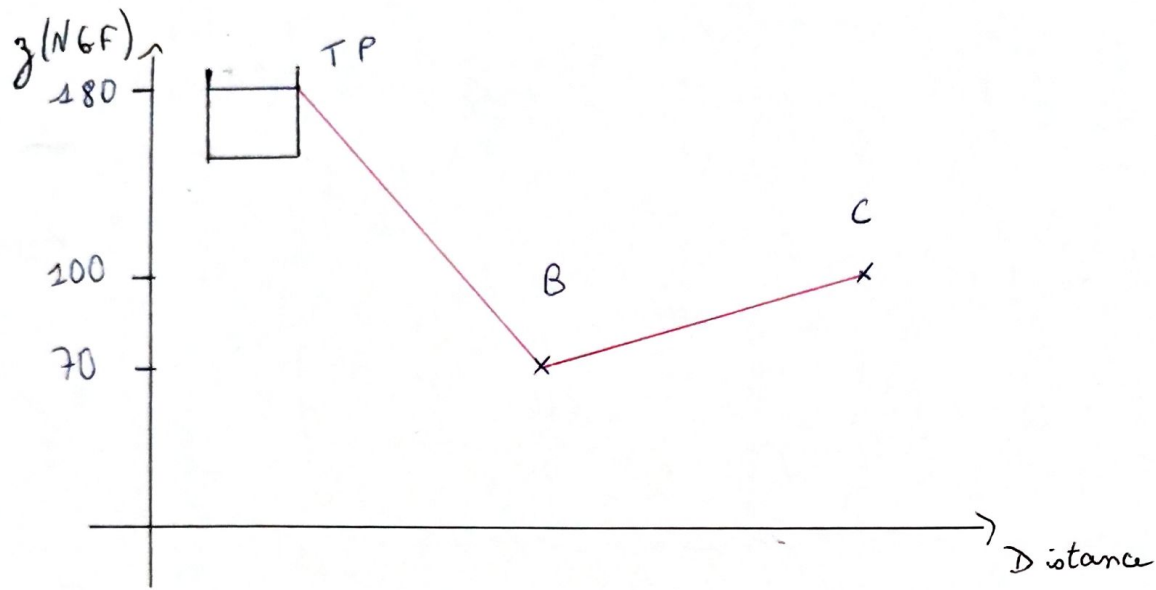
$\hookrightarrow$ || valeur absolue, on ne peut pas prendre une racine négative

3) Pour PLISSAC

$$Q = Q_{A \rightarrow B} + Q_{C \rightarrow B}$$

Exercice 9

1) Profil altimétrique



2) Point A au radier du réservoir

$$\text{Volume} = \text{Surface} \times \text{hauteur}$$

$$h = \frac{V}{S}$$

$$z_A = z_{TP} - h$$

3) Diamètre minimum BC

$$\rightarrow NPZ_A = 180 \text{ NGF}$$

$$\rightarrow NPZ_B = NPZ_A - Pdc_{A \rightarrow B}$$

$$\rightarrow NPZ_C = NPZ_B - Pdc_{B \rightarrow C}$$

$$\frac{P_c}{\rho g} + z_c = NPZ_A - Pdc_{A \rightarrow B} - Pdc_{B \rightarrow C}$$

$$- Pdc_{B \rightarrow C} = \frac{P_c}{\rho g} + z_c - NPZ_A + Pdc_{A \rightarrow B}$$

$$Pdc_{B \rightarrow C} = NPZ_A - \frac{P_c}{\rho g} - z_c - Pdc_{A \rightarrow B}$$

D'après la formule de Lechapt & Calmon : $P_{dc_{B \rightarrow C}} = L Q_B^M D_{BC}^{-N} l_{BC}$

$$L Q_B^M D_{BC}^{-N} l_{BC} = NPZ_A - \frac{P_c}{\rho g} - z_c - P_{dc_{A \rightarrow B}}$$

$$D_{BC}^{-N} = \frac{1}{L Q_B^M l_{BC}} \left(NPZ_A - \frac{P_c}{\rho g} - z_c - P_{dc_{A \rightarrow B}} \right)$$

$$D_{BC}^N = L Q_B^M l_{BC} \left(NPZ_A - \frac{P_c}{\rho g} - z_c - P_{dc_{A \rightarrow B}} \right)^{-2}$$

$$D_{BC} = \left[L Q_B^M l_{BC} \left(NPZ_A - \frac{P_c}{\rho g} - z_c - P_{dc_{A \rightarrow B}} \right)^{-2} \right]^{\frac{1}{N}}$$

↳ Avec $P_{dc_{A \rightarrow B}} = L Q^2$ (à partir de NZKURADSE)

4) $NPZ(C) = NPZ(B) - P_{dc_{B \rightarrow C}}$

$$\frac{P_c}{\rho g} + z_c = NPZ(B) - P_{dc_{B \rightarrow C}}$$

$$\frac{P_c}{\rho g} = NPZ(B) - P_{dc_{B \rightarrow C}} - z_c > 1,5 \times 10,2 \text{ mCE ?}$$

