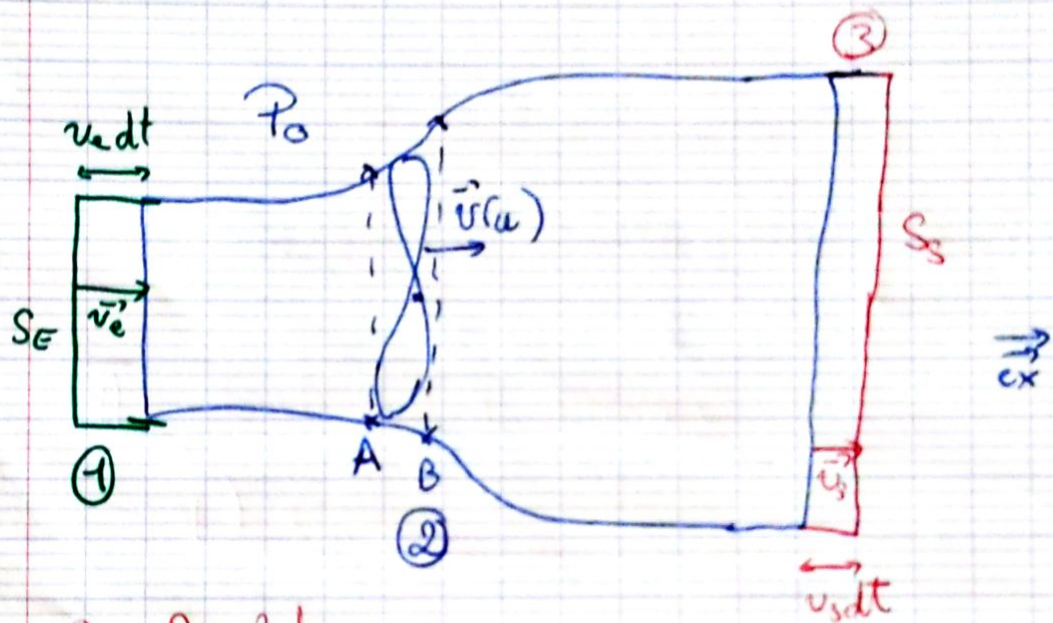


1

1 - Positionnement du problème



2 - Résolution

* Incompressibilité : $\boxed{v_E S_E = v_R S_R = v_S S_S} \quad (1)$

* On considère le système fermé : $\Sigma(t) = \textcircled{1} + \textcircled{2}(t)$
 $\Rightarrow \Sigma(t+dt) = \textcircled{2}(t+dt) + \textcircled{3}$

$$d\vec{P}_E = \vec{P}_E(t+dt) - d\vec{P}_E(t).$$

Écoulement stationnaire $\Rightarrow \vec{P}_E(t) = \vec{P}_E(t+dt)$

D'où $d\vec{P}_E = Dm \vec{v}_S dt - Dm \vec{v}_E dt$

Donc : $\boxed{\frac{dP_E}{dt} = Dm(v_S - v_E) = F} \quad (2)$

→ même raisonnement entre A et B :

$$v_A = v_B \Rightarrow \frac{dP_R}{dt} = 0 = \boxed{F + (P_A - P_B) S_R} \quad (3)$$

→ Bernoulli entre E et A :

$$P_0 + \frac{1}{2} \rho v_E^2 = P_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2$$

→ Bernoulli entre B et S :

$$P_0 + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = P_0 + \frac{1}{2} \rho v_S^2$$

$$\text{Donc } P_A - P_B = \frac{1}{2} \rho (v_E^2 - v_S^2)$$

$$(3) \Rightarrow \boxed{F = \frac{\rho S_R}{2} (v_S^2 - v_E^2)} \quad (4)$$

$$\textcircled{2} \text{ et } \textcircled{4} \Rightarrow \rho v_A S_R (v_S - v_E) = \frac{\rho S_R}{2} (v_S^2 - v_E^2)$$

$$\text{D'où } \boxed{v_R = \frac{v_S + v_E}{2}} \quad (5)$$

Théorème de l'énergie cinétique à Σ :

$$\frac{dE_c}{dt} = \frac{Dm}{2} (v_S^2 - v_E^2) = \cancel{P_{\text{ext}}} + P_{\text{int}}$$

P_{int} : forces de viscosité aux niveaux des pôles

$P_{\text{int}} = -P \rightarrow$ puissance totalement transmise à l'édième

$$\text{Donc } P = \frac{1}{2} \rho S_R \frac{v_E + v_R}{2} (v_E^2 - v_R^2)$$

$$\text{On pose } a = \frac{v_R}{v_E}$$

$$\text{Donc } P = \frac{1}{4} \rho S_R v_E^2 \underbrace{(1 - a^2)(1 + a)}_{f(a)}$$

II - Centrales à vapeur

1) Cycle de Rankine

- A → B : échauffement isobare $\xrightarrow{P_2 = 55 \text{ bar}}$ 1 état de liquide saturant A'. Puis vaporisation → 1 état de liquide saturant.
- B → C : détente adiabatique réversible de P_2 à $P_1 = 43 \text{ mbar}$. → C : liquide diphasé.
- C → D : liquéfaction totale isobare → 1 état de liquide saturant.
- D → A : compression adiabatique réversible dans la pompe de P_1 à P_2 .

1^{er} principe industriel :

$$\Delta h + \cancel{\Delta e_c} + \cancel{\Delta e_p} = w_u + q$$

néglige

De B → C: $h_C - h_B = w_{BC} + q_{BC}$
adiabatique

Donc $w_{BC} = -1.10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$

De A → A': En supposant $T_A \approx T_D$

On a $h_{A'} - h_A = c_p(T_{A'} - T_A) = q_{AA'} + w_{AA'}$
pas de pièce mobile

$c_p = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}$

Donc $q_{AA'} = 1,0.10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$

De A' → B: $h_B - h_{A'} = q_{A'B} = 1,6.10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$

En négligeant le travail de la pompe:

$\eta_{\text{Rankine}} = \frac{-w_{BC}}{q_{AA'} + q_{A'B}} \sim 0,4$

$\eta_{\text{Carnot}} = \frac{T_{ch} - T_f}{T_{ch}} = 0,44 > \eta_{\text{Rankine}}$

En prenant en compte les pertes du circuit primaire et de l'alternateur

On a $\eta_{\text{réel}} \sim 0,3$