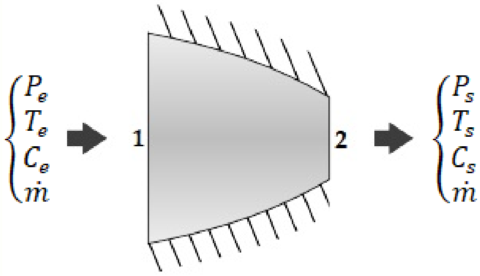
Détente au travers d'une tuyère N°0032



$C_e \ll C_s$; Avec C = célérité ou vitesse des gaz

Schéma de principe d'une Tuyère

1-) Vitesse du gaz en sortie de tuyère

Principe de conservation appliqué entre l'entrée et la sortie de la tuyère :

$$\frac{dE}{dt} = \dot{W} + \dot{Q} + \dot{m}_e e_e - \dot{m}_s e_s$$

$$\rightarrow \frac{dE}{dt} = \dot{W} + \dot{Q} + \dot{m}_e\left(\frac{1}{2}V_e^2 + gZ_e + h_e\right) - \dot{m}_s\left(\frac{1}{2}V_s^2 + gZ_s + h_s\right) \quad (1)$$

Hypothèses simplificatrices :

- Système conservatif → $\dot{m}_e = \dot{m}_s = \dot{m}$
- Régime stationnaire ou permanent → $\frac{dE}{dt} = 0$
- Détente isentropique (adiabatique + réversible) → $\dot{Q} \approx 0$
- Aucun apport de travail → $\dot{W} \approx 0$
- Même altitude entre l'entrée et la sortie → $Z_e - Z_s \approx 0$
- Vitesse d'entrée négligée → $C_e \sim 0$

Après simplification, l'équation 1 devient :

$$0 = 0 + 0 + \dot{m}\left(-\frac{1}{2}C_s^2 + h_e - h_s\right)$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}C_s^2 = h_e - h_s$$

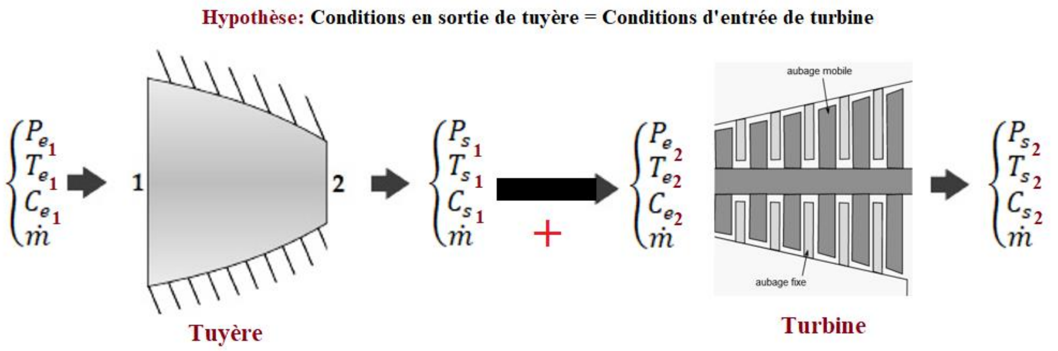
$$\rightarrow \boldsymbol{C_s = \sqrt{2(h_e - h_s)}}$$

Or pour un gaz parfait, $\boldsymbol{h = c_p T + Cte}$

$$\rightarrow \boldsymbol{C_s = \sqrt{2c_p(T_e - T_s)}}$$

$$\rightarrow \boldsymbol{C_s = \sqrt{2 \times 1010 \times (300 - 30)} = 738,51\ m.s^{-1} = 2658,64\ km.h^{-1} = 738,51\ \mathrm{m.s^{-1}}}$$

2-) Puissance maximale récupérée sur l'arbre de la turbine en fonction du débit massique et des températures entrée/sortie de turbine



On applique de nouveau ici, le Principe de conservation appliqué cette fois en entrée et sortie de turbine :

$$\frac{dE}{dt} = \dot{W} + \dot{Q} + \dot{m}_e e_e - \dot{m}_s e_s$$

$$\rightarrow \frac{dE}{dt} = \dot{W} + \dot{Q} + \dot{m}_e\left(\frac{1}{2}C_e^2 + gZ_e + h_e\right) - \dot{m}_s\left(\frac{1}{2}C_s^2 + gZ_s + h_s\right) \quad (1)$$

Hypothèses simplificatrices :

- Système conservatif → $\dot{m}_e = \dot{m}_s = \dot{m}$
- Régime stationnaire ou permanent → $\frac{dE}{dt} = 0$
- Détente adiabatique → $\dot{Q} \approx 0$
- Vitesse en sortie de turbine négligée → $C_{s2}^2 \approx 0$
- Même altitude entre l'entrée et la sortie → $Z_{e2} - Z_{s2} \approx 0$

Après simplification, l'équation 1 devient :

$$\dot{W}_{turbine} = \dot{m}\left(h_{s2} - h_{e2} - \frac{1}{2}C_{e2}^2\right)$$

Avec pour un gaz parfait : $\boldsymbol{h = c_p T + Cte}$ **et** $\mathbf{C_{e2} = 738{,}51\ m.s^{-1}}$

$$\rightarrow \boldsymbol{\dot{W}_{turbine} = \dot{m}\left[c_p(T_{s2} - T_{e2}) - \frac{1}{2}C_{e2}^2\right]};$$