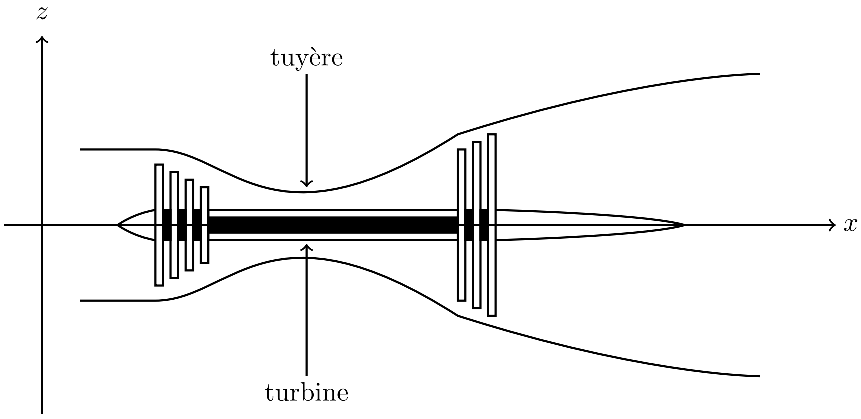
Turbine

Schéma d'une turbine,



1. **Bilan d'énergie :**

$$\left\{\begin{array}{l}\Delta e_c + \Delta e_p + \Delta h = w_u + q \\ \Delta e_c \ll \Delta e \\ \Delta e_p \sim 0\end{array}\right. \qquad \Longrightarrow \qquad \Delta h = w_u + q$$

or: $\Delta h = C_p \Delta T = C_p(T_2 - T_1) = 0 \quad \text{car} \quad T_2 = T_1 = T_0 \quad \Longrightarrow \quad \boxed{w_u = -q}$

Bilan d'entropie :

$$\left\{\begin{array}{l}\Delta s = s_{\text{créée}} + s_{\text{éch}} \\ s_{\text{éch}} = \dfrac{q}{T_0}\end{array}\right. \qquad \Longrightarrow \qquad \Delta s = s_{\text{créée}} + \frac{q}{T_0}$$

or: $\Delta s = \dfrac{R}{M(\gamma-1)} \ln\left(\dfrac{P_2^{1-\gamma} T_2^{\gamma}}{P_1^{1-\gamma} T_1^{\gamma}}\right) = \dfrac{R}{M} \ln\left(\dfrac{P_2}{P_1}\right) \quad \Longrightarrow \quad \boxed{\Delta s = \dfrac{R}{M} \ln\left(\dfrac{P_2}{P_1}\right) = s_{\text{créée}} + \dfrac{q}{T_0}}$

2. La puissance mécanique reçue par le fluide est : $\mathscr{P}_{\text{méca}} = w_u D_m$

Donc, celle reçue par la turbine est :

$$\left\{\begin{array}{l}\mathscr{P}_{\text{méca}} = -w_u D_m \\ q = -w_u\end{array}\right. \qquad \Longrightarrow \qquad \mathscr{P}_{\text{méca}} = q D_m$$

or : $q = -T_0 \left(s_{\text{créée}} - \dfrac{R}{M} \ln\left(\dfrac{P_2}{P_1}\right)\right) \quad \Longrightarrow \quad \boxed{\mathscr{P}_{\text{méca}} = \dfrac{D_m T_0 R}{M} \ln\left(\dfrac{P_2}{P_1}\right) - T_0 D_m s_{\text{créée}}}$

Comme $s_{\text{créée}} > 0$ car la transformation est irréversible. Dans la recherche d'une puissance maximale à fournir à la turbine, il faut tendre $s_{\text{créée}}$ vers 0, car c'est le terme qui réduit cette puissance.
Ainsi, on aura pour le cas d'une transformation réversible (non réalisable mais vers laquelle on veut tendre) :

$$\boxed{\mathscr{P}_{\max} = \frac{D_m T_0 R}{M} \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = 55\,\text{kJ} \cdot \text{s}^{-1}}$$