Exercice 4 : Puissance-travail d'une turbine à vapeur

Description

Soit la turbine à vapeur à haute pression de la centrale nucléaire de Gösgen (Suisse), comportant un soutirage de vapeur, un système de retour de fuite et des joints à labyrinthe (figure 1)

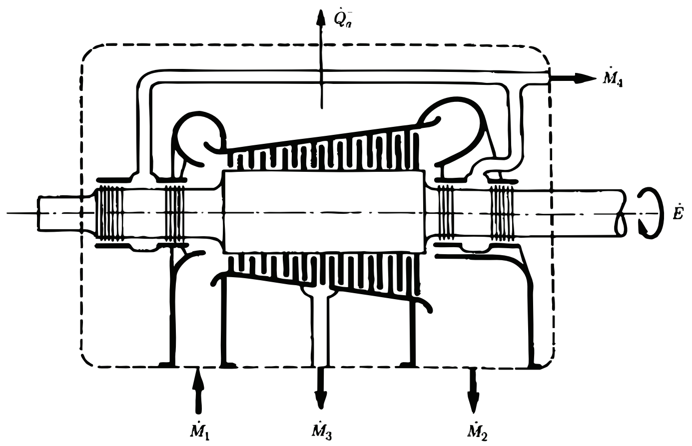

FIGURE 1 – Turbine à vapeur

Hypothèses

— Les variations de l'énergie potentielle sont négligeables.

— Le régime est permanent.

Données

— États thermodynamiques et débits-masse :

Point	P (bar)	T (°C)	h (kJ kg^{-1})	C (m s^{-1})	$\dot{M}$ (kg s^{-1})
1	65.21	281.03	2773.3	150	1419
2	11.38	185.57	2518.7	270	1299
3	22.32	218	2610.5	100	107
4	2	40	167.6	2	13

— Puissance-chaleur cédée à l'atmosphère : $\dot{Q}_a^- = 350\,\mathrm{kW}$

Question

1. Calculer la puissance-travail fournie par la vapeur à l'arbre de la turbine.

Solution

1. Puissance-travail à l'arbre de la turbine

La puissance-travail fournie par la vapeur à l'arbre de la turbine est, compte tenu de la deuxième hypothèse et en vertu du premier principe :

$$\dot{E}^- = \sum_j \left(h_{cz,j} \dot{M}_j \right) - \dot{Q_a}^-$$

La première hypothèse nous permet de réduire l'enthalpie totale h_{cz} à h_c. Les enthalpies totales massiques h_c sont :

$$\begin{aligned} h_{c1} &= h_1 + \frac{C_1^2}{2} = 2784.55\,\mathrm{kJ\,kg^{-1}} \\ h_{c2} &= h_2 + \frac{C_2^2}{2} = 2555.15\,\mathrm{kJ\,kg^{-1}} \\ h_{c3} &= h_2 + \frac{C_3^2}{2} = 2615.50\,\mathrm{kJ\,kg^{-1}} \\ h_{c4} &= h_2 + \frac{C_4^2}{2} = 167.60\,\mathrm{kJ\,kg^{-1}} \end{aligned}$$

Nous obtenons finalement la puissance-travail :

$$\dot{E}^- = \dot{M}_1 h_{c1} - \dot{M}_2 h_{c2} - \dot{M}_3 h_{c3} - \dot{M}_4 h_{c4} - \dot{Q}_a^- = 349.75\,\mathrm{MW}$$