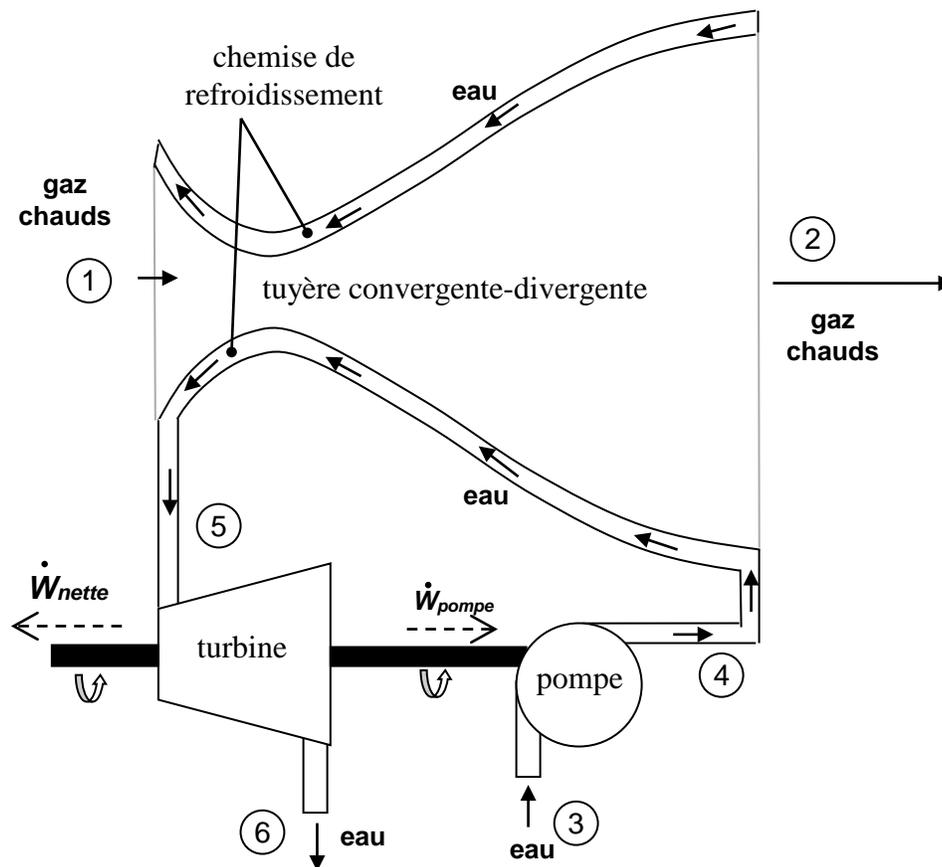


MEC1210 Automne 2024, TD3: Problème à faire à la maison (pas à remettre)

Un moteur-fusée fournit de la poussée en accélérant les gaz chauds à haute pression produits dans la chambre combustion à travers une tuyère convergente-divergente. Comme la température initiale de ces gaz est très élevée, il faut généralement refroidir les parois de la tuyère. On propose le dispositif de refroidissement illustré sur la figure ci-dessous qui est composé d'une chemise de refroidissement annulaire installée autour de la tuyère dans lequel circule de l'eau pressurisée via une pompe. La chaleur absorbée des parois de la tuyère permet de produire de la vapeur d'eau faisant fonctionner une turbine qui entraîne la pompe à eau tout en produisant une puissance nette. Cette puissance nette (puissance brute de la turbine moins la puissance consommée par la pompe) permet de faire fonctionner des accessoires du moteur-fusée.

Pour un certain puissant moteur-fusée muni de ce dispositif opérant en régime permanent, $126.28 \text{ m}^3/\text{s}$ de gaz chauds entre dans la tuyère à 10 MPa et 1927°C avec une *vitesse négligeable* (état 1) pour en sortir à 100 kPa et 427°C (état 2). La pompe comprime 0.014 kg/s d'eau de 100 kPa et 25°C (état 3) pour la faire entrer dans la chemise de refroidissement à 3.5 MPa et 26°C (état 4). L'eau sortante de la chemise entre dans la turbine à 350°C (état 5) pour en sortir comme *vapeur saturée* à 100 kPa (état 6).

Les gaz chauds peuvent être modélisés par de l'air comme gaz parfait à *chaleurs massiques variables* avec $R = 0.287 \text{ kPa}\cdot\text{m}^3/\text{kg}\cdot\text{K}$. On peut négliger toute perte de pression de l'eau à travers la chemise de refroidissement ainsi que toute perte de chaleur à l'atmosphère par la tuyère et la chemise de refroidissement, la turbine et la pompe à eau. On peut aussi négliger les changements d'énergie cinétique de l'eau et tout changement d'énergie potentielle.



(suite au verso)

On demande de déterminer :

- a) La puissance mécanique (en kW) consommée par la pompe. (1.5 points)
- b) La puissance mécanique nette (en kW) produite. (2 points)
- c) La vitesse de sortie (en m/s) des gaz chauds (état 2). (4.5 points)
- d) Le rendement du dispositif (puissance mécanique nette / taux de chaleur absorbée par l'eau). (2 points)