

CONTRÔLE CONTINU : DEVOIR SUR TABLE N°5
1. Équilibre liquide vapeur (7 min / 2,5 pts)

- a)- Rappeler la formule générale de Clapeyron. Quelles hypothèses sont nécessaires pour aboutir à la formule de Rankine $\ln(P)=\alpha/T + \beta$?
- b) Déterminer les valeurs de α et β dans le cas de l'eau dont les phases liquide/vapeur sont en équilibre, prenant $L_V = 2442,31 \text{ kJ.kg}^{-1}$ à $T_0 = 25 \text{ °C}$ et $P_0 = 3,1690 \text{ kPa}$.

2. Cycle combiné turbine à gaz / turbine à vapeur (7 min / 2,5 pts)

- a)- Soit η_{TG} le rendement du cycle turbine à gaz, et η_{TV} celui du cycle à vapeur, démontrer que le rendement global d'une installation combinée vaut $\eta_{tot} = \eta_{TG} + \varepsilon(1 - \eta_{TG})\eta_{TV}$ en partant de la définition du rendement pour une machine thermodynamique, et en considérant ε comme une efficacité (ou un rendement de transfert) de la chaudière de récupération qui permet la connexion de la source froide du cycle gaz à la source chaude du cycle vapeur.
- b) A.N. : $\eta_{TG}=0,3$ $\eta_{TV}=0,33$ $\varepsilon = 0,87$

3. Air humide (6 min / 2 pts)

- a) Donner l'expression de l'humidité spécifique (ou absolue) $q(M_V, M_D, e, P)$, avec M_V et M_D les masses molaires de la vapeur et de l'air sec respectivement.
- b) L'humidité absolue de l'atmosphère le 24 mars 1976 était de $5,75 \text{ g}_{\text{eau}}/\text{kg}_{\text{air sec}}$. La température moyenne valait $9,3 \text{ °C}$. Sachant que la pression de vapeur saturante à cette température est $e_{\text{sat}} = 1170,8 \text{ Pa}$, que valait l'humidité relative moyenne ? On pourra négliger la pression partielle de vapeur d'eau dans l'air par rapport à la pression atmosphérique.

4. Énoncé général du premier principe (9 min / 3 pts)

Le compresseur d'une grosse turbine à gaz en écoulement en régime permanent reçoit de l'air ($\gamma=7/5$, $M=28,96 \text{ g.mol}^{-1}$) du milieu ambiant ($P_e = 0,95 \text{ bar}$, $T_e=20\text{°C}$, $v_e= ?$) et le comprime ($P_s=3,8 \text{ bar}$, $T_s=180\text{°C}$, $v_s=120 \text{ m.s}^{-1}$). La puissance du compresseur est de 3000 kW (travail des forces de pression), et la compression sera considérée comme une transformation adiabatique. Les énergies potentielles dues à la pesanteur sont considérées négligeables, et $v_e \ll v_s$.

- a- Écrire le premier principe appliqué aux systèmes ouverts, et simplifier suivant les indications du texte.
- b- Écrire la variation d'enthalpie massique $\Delta h(R, M, \gamma, \Delta T)$, et calculer le travail massique W/m [kJ.kg^{-1}].
- c- Par considération de la puissance, déterminer le débit massique de l'air.