

**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  $\alpha$  et  $\beta$  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  $\eta_{TG}$  le rendement du cycle turbine à gaz, et  $\eta_{TV}$  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  $\varepsilon$  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  $3000 \text{ kW}$  (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  $W/m$  [ $\text{kJ.kg}^{-1}$ ].

c- Par considération de la puissance, déterminer le débit massique de l'air.