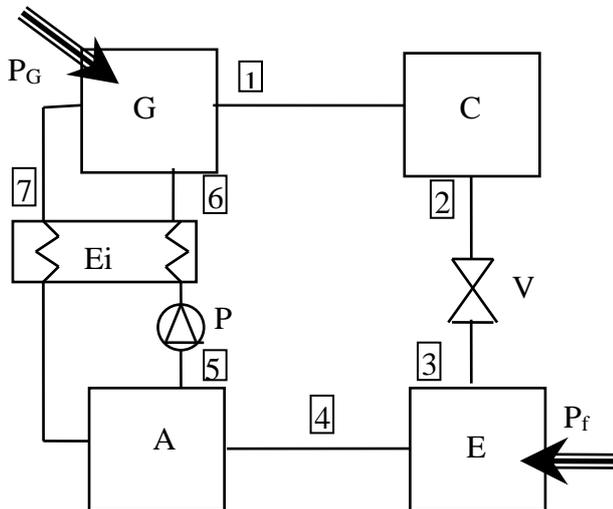


On souhaite produire en été à la fois de la puissance utile (de l'électricité) et du froid (pour la climatisation des locaux)

**Première partie : Une machine à absorption MAA (Simple effet) est utilisée seule pour la production du froid**



G : Générateur (colonne de distillation)  
 C : Condenseur  
 V : Vanne de détente (*détente isenthalpe*)  
 E : Evaporateur (extraction de la chaleur)  
 Ei : Echangeur interne  
 P : Pompe

**Pf** : puissance froide extraite du local climatisé  
**PG** : puissance de chauffe consommée par le générateur

L'absorbant est une mélange eau+Bromure de lithium et le fluide frigorigène de l'eau dont les caractéristiques pression de vapeur/température et enthalpie sont fournies sur les graphes joints.

- On donne :
- $T_{cond.} = 25\text{ °C}$
  - $T_{absorb.} = 25\text{ °C}$
  - $T_{evap.} = 5\text{ °C}$  (température de l'eau de rafraîchissement)
  - $P_6 = P_1 = P_7$

On suppose que le fluide frigorigène est pur dans l'évaporateur et que à sa sortie la vapeur n'est pas surchauffée. On suppose aussi que le liquide n'est pas sous-refroidi à la sortie du condenseur.

On donne  $\Delta X^{abs} = X_7^{abs} - X_6^{abs} = 2,8\%$ ,  $X^{abs}$  concentration massique de l'absorbant dans le mélange liquide

1°) A l'aide du graphe fourni, donner les valeurs des températures  $T_i$  et des concentrations massique de l'absorbant  $X_i^{abs}$  pour tous les points de la machine (1 à 7)

Placer ces points sur le graphe.

2°) Calculer la puissance à extraire dans le local,  $P_f$ , en fonction du débit de liquide réfrigérant  $\dot{m}_r$ ,

3°) Ecrire les bilans de matière du générateur G et de l'absorbeur A,

En déduire une relation entre  $\dot{m}_r$  et  $\dot{m}_6$

Ecrire le bilan d'énergie au niveau du générateur

Placer sur le diagramme ( $h, X^{abs}$ ) les points 6 et 7.

4°) En déduire le COP de l'installation. Faire l'application numérique

(utiliser les graphes et les propriétés de l'eau fournies ci-dessous)

| Température | Enthalpie Eau liquide (KJ/Kg) | Enthalpie eau vapeur (KJ/Kg) |
|-------------|-------------------------------|------------------------------|
| 5 °C        | 20.9                          | 2510.74                      |

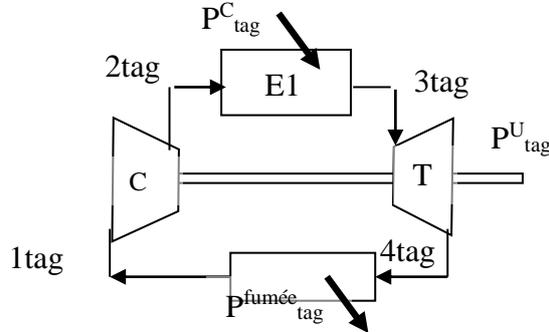
|       |        |        |
|-------|--------|--------|
| 25 °C | 104.77 | 2547.3 |
|-------|--------|--------|

## Deuxième partie : production séparée de la puissance froid et de la puissance utile

La puissance 'froid' est produite par la MAA et la puissance utile par une turbine à gaz TAG

Le schéma ci-dessous donne les éléments de la TAG.

le rendement de la TAG, défini par  $\eta_{tag} = -P_{tag}^U / P_{tag}^C$ , est égal à 0,45.



5°) montrer que la puissance thermique rejetée par les fumées de la turbine,  $P_{tag}^{fumée}$ , est donnée en valeur absolue par

$$|P_{tag}^{fumée}| = (1 - \eta_{tag}) P_{tag}^C$$

6°) montrer que la puissance totale dépensée par les deux machines est donnée par

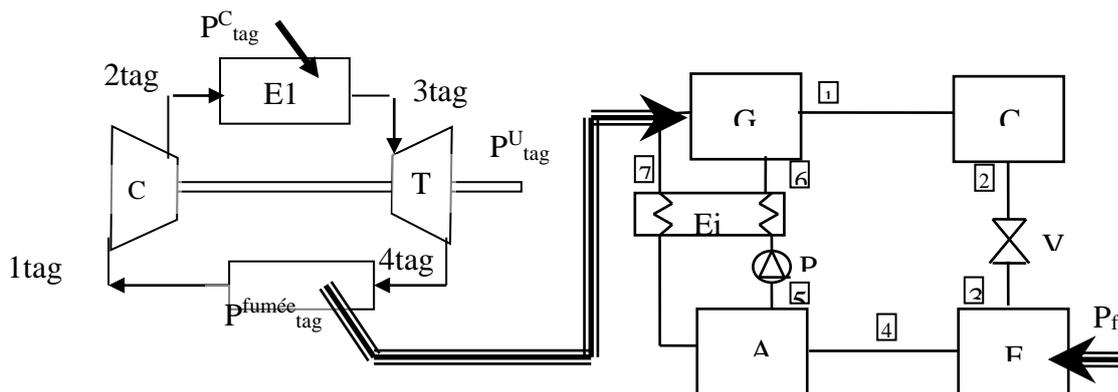
$$P_{totale}^{dépensée} = P_f \left( \frac{1}{COP} + \frac{1}{\eta_{tag}} \frac{|P_{tag}^U|}{P_f} \right)$$

A.N. on récupère autant de puissance utile  $P_{tag}^U$  que de puissance froide  $P_f$ , c'est à dire  $P_f / P_{tag}^U = 1$   
Faire l'application numérique et calculer  $P_{totale}^{dépensée}$  en fonction de  $P_f$ .

## troisième partie : Etude de l'installation couplée TAG+MAA

Il semble judicieux de récupérer la puissance perdue dans les fumées de la turbine pour chauffer le générateur de la machine à absorption.

le couplage thermique de la TAG avec la MAA est sans perte



On veut toujours produire la même quantité de froid  $P_f$ .

7°) calculer la puissance totale dépensée  $P_{totale}^{dépensée}$  en fonction de  $P_f$ , du COP (de la MAA) et de  $\eta_{tag}$

Faire l'application numérique et calculer  $P_{totale}^{dépensée}$  en fonction de  $P_f$ .

Conclure par rapport au résultat du 6°).

8°) exprimer le ratio  $P_f / P_{tag}^U$  en fonction du COP (de la MAA) et du rendement  $\eta_{tag}$  de la turbine.

Faire l'application numérique et conclure par rapport au résultat du 6°).

**Réponses : 1<sup>er</sup> partie**

1°)  $T_1=T_2= 25^{\circ}\text{C}$ ,  $X_1^{\text{abs}} = X_2^{\text{abs}} = 0$

(Rq : les pressions se lisent sur la droite  $X^{\text{ref}}=100\%$  et en plaçant les points 1 et 2,  $P_1=P_2=3,2 \text{ kPa}$ )

$T_3=T_4= 5^{\circ}\text{C}$ ,  $X_3^{\text{abs}} = X_4^{\text{abs}} = 0$

(Rq : les pressions se lisent sur la droite  $X^{\text{ref}}=100\%$  et en plaçant les points 3 et 4,  $P_3=P_4=0,7 \text{ kPa}$ )

$P_4=P_5$ ,  $T_5= 25^{\circ}\text{C}$ , le placement du point 5 permet de lire  $X_5^{\text{abs}} = 50\%$

$P_6=P_7=P_1= 3,2 \text{ kPa}$ ,  $X_6^{\text{abs}} = X_5^{\text{abs}} = 50\%$ , le placement du point 6 permet de lire  $T_6 = 48^{\circ}\text{C}$

$X_7^{\text{abs}} = 2,8\% / \Delta X^{\text{abs}} + 50\% = 52,8\%$ ,  $P_7=P_1$ , le placement du point 7 permet de lire  $T_7 = 53^{\circ}\text{C}$

2°)  $P_f = m_r (h_4 - h_3) = m_r (h_4 - h_2)$

3°) débits massiques au générateur  $m_6 = m_7 + m_r$

débits massiques de l'absorbant au générateur  $m_6 X_6^{\text{abs}} = m_7 X_7^{\text{abs}}$

$\implies m_6 / m_r = X_7^{\text{abs}} / \Delta X^{\text{abs}}$

$P_G + m_6 h_6 = m_r h_1 + m_7 h_7$

4°)  $\text{COP} = P_f / P_G = (h_4 - h_2) / [h_1 - h_7 + m_6 / m_r ((h_7 - h_6))]$

L'énoncé fournit les valeurs de  $h_1$ ,  $h_2$  et  $h_4$

Le diagramme ( $h$ ,  $X^{\text{abs}}$ ) permet de lire les valeurs de  $h_6 = 100 \text{ kJ/kg}$  et  $h_7 = 120 \text{ kJ/kg}$

$\text{COP} = 0,858$

**Réponses : 2<sup>eme</sup> partie**

5°) En partant du 1<sup>er</sup> principe pour un cycle de la TAG, on retrouve la formule

6°) en partant de  $P_{\text{totale}}^{\text{dépensée}} = P_G + P_{\text{TAG}}^{\text{C}}$ , on retrouve la formule

$P_{\text{totale}}^{\text{dépensée}} = 3,39 P_f$

**Réponses : 3<sup>eme</sup> partie**

7°)  $P_{\text{totale}}^{\text{dépensée}} = P_f / [\text{COP} (1 - \eta_{\text{TAG}})]$

$P_{\text{totale}}^{\text{dépensée}} = 2,12 P_f$

8°)  $P_f / P_u^{\text{TAG}} = \text{COP} (1 - \eta_{\text{TAG}}) / \eta_{\text{TAG}} = 0,964$