

## DS N°11 du 9 juin

## THERMODYNAMIQUE

**PROBLEME 1****MACHINE FRIGORIFIQUE**

1. On considère un cycle de transformations réversibles DABCD réalisé à partir du point D sur la courbe de rosé pour une masse unité de fluide :

- DA : liquéfaction totale isotherme à la température  $T_1$ .
- AB : détente isentropique qui amène le fluide dans l'état B défini par la température  $T_0$  et une fraction massique en gaz  $x_B$ . ( $T_0 < T_1$ )
- BC : vaporisation partielle isotherme jusqu'à l'intersection C avec la courbe isentropique passant par D, l'état C est caractérisé par la température  $T_0$  et une fraction massique en gaz  $x_C$ .

a. Représenter le cycle DABCD sur un diagramme de Clapeyron

b. Exprimer la fractions massiques  $x_B$  en fonction de  $T_0$ ,  $T_1$ , de la capacité thermique massique  $c$  du liquide et des enthalpies de vaporisation  $L_{vap}(T_0)$  et  $L_{vap}(T_1)$  aux températures  $T_0$  et  $T_1$ .

c. Exprimer la fractions massiques  $x_C$  en fonction de  $T_0$ ,  $T_1$ , de la capacité thermique massique  $c$  du liquide et des enthalpies de vaporisation  $L_{vap}(T_0)$  et  $L_{vap}(T_1)$  aux températures  $T_0$  et  $T_1$ .

d. Donner les expressions des transferts thermiques massiques  $q_{BC}$  et  $q_{DA}$  avec le milieu extérieur au cours des transformations isothermes BC et DA en fonction de  $T_0$ ,  $T_1$ , de la capacité thermique massique  $c$  du liquide et des enthalpies de vaporisation  $L_{vap}(T_0)$  et  $L_{vap}(T_1)$  aux températures  $T_0$  et  $T_1$ .

e. En déduire le travail  $w$  reçu par l'unité de masse du fluide au cours du cycle en fonction de  $T_0$ ,  $T_1$ , de la capacité thermique massique  $c$  du liquide et des enthalpies de vaporisation  $L_{vap}(T_0)$  et  $L_{vap}(T_1)$  aux températures  $T_0$  et  $T_1$ .

2. Le cycle précédent peut être utilisé pour faire fonctionner une machine frigorifique. Exprimer l'efficacité  $e$  de cette machine frigorifique en fonction de  $T_0$ ,  $T_1$ , de la capacité thermique massique  $c$  du liquide et des enthalpies de vaporisation  $L_{vap}(T_0)$  et  $L_{vap}(T_1)$  aux températures  $T_0$  et  $T_1$ . Commenter le résultat obtenu.

On donne :

$$\text{Pour un gaz parfait } \Delta S = mc_v \ln\left(\frac{T_F}{T_I}\right) + \frac{m}{M} R \ln\left(\frac{V_F}{V_I}\right) = mc_p \ln\left(\frac{T_F}{T_I}\right) - \frac{m}{M} R \ln\left(\frac{P_F}{P_I}\right)$$

$$\text{Pour un liquide } \Delta S = m \ln\left(\frac{T_F}{T_I}\right)$$

**Problème 2****REFRIGERATEUR TRITHERME**

Un réfrigérateur à absorption est une machine frigorifique tritherme sans échange de travail avec l'extérieur. L'énergie est fournie sous forme thermique, et à haute température  $T_0$ , par un bouilleur. L'évaporateur est en contact thermique avec la source froide, de température  $T_2$ . Le condenseur est en contact thermique avec le milieu extérieur, de température  $T_1$ . Ces diverses températures sont telles que  $T_2 < T_1 < T_0$ .

On ne décrit pas les mécanismes physiques qui permettent de faire en sorte que le fluide reçoive de l'énergie par transfert thermique au niveau de l'évaporateur.

Définir et calculer l'efficacité frigorifique maximale, fonction des trois températures  $T_0$ ,  $T_1$  et  $T_2$ .

