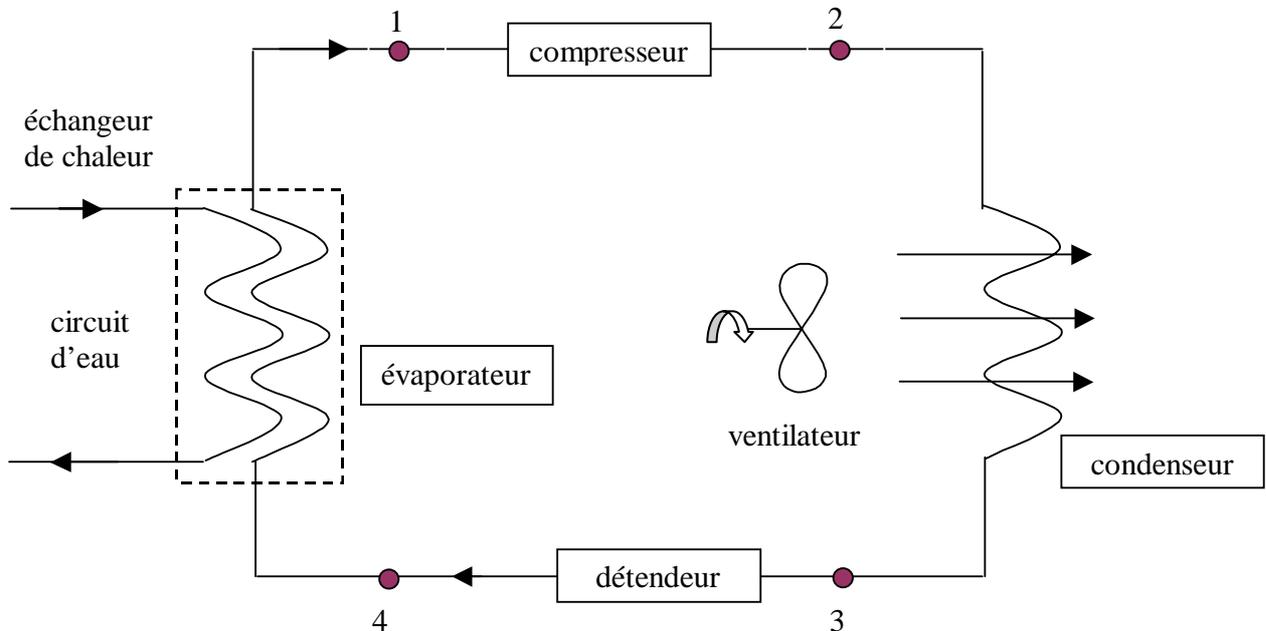


Épreuve de thermodynamique du BTS 2002

THERMODYNAMIQUE (8 points)

On s'intéresse à un système de production d'eau glacée dont le schéma de principe est donné ci-dessous.



Le fluide frigorigène utilisé est le R12. A l'état gazeux, il sera considéré comme un gaz parfait dont les constantes sont $r = 68,8 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ et $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,2$.

Le cycle théorique est le suivant (on n'envisage pas les surchauffes et les sous-refroidissements) :

- En 1, le fluide est entièrement gazeux : $p_1 = 3,5 \text{ bar}$ et $t_1 = 5^\circ \text{C}$. Il subit, alors, une compression adiabatique qui l'amène à la pression $p_2 = 10,8 \text{ bar}$ et à la température t_2 .
- Entre 2 et 3, à pression constante, la vapeur se refroidit jusqu'à la température $t_3 = 45^\circ \text{C}$ et se condense entièrement.
- Entre 3 et 4, détente isenthalpique du fluide, qui l'amène à la pression $p_4 = 3,5 \text{ bar}$ et $t_4 = 5^\circ \text{C}$.
- En 4, entrée dans l'évaporateur et retour à l'état 1.

Toutes les transformations seront considérées comme **réversibles**.

Les questions 1 et 2 sont indépendantes.

1° question : On raisonne pour une masse $m = 1,0 \text{ kg}$ de fluide.

a) Écrire l'équation d'état des gaz parfaits en utilisant la constante massique r du fluide ; préciser les unités des grandeurs utilisées.

b) Calculer le volume occupé (en L) par 1 kg de vapeur R12 dans l'état 1 ($p_1 = 3,5 \text{ bar}$ et $t_1 = 5^\circ \text{C}$).

- c) La compression étant isentropique (adiabatique et réversible), quelle relation existe-t-il entre p_1 , V_1 , p_2 et V_2 (relation de Laplace) ? Calculer le volume V_2 occupé par 1 kg de vapeur R12 dans l'état 2 ($p_2 = 10,8$ bar).
- d) Calculer t_2 .

2° question : Sur le document joint qui est à rendre avec la copie, on donne un extrait du diagramme pression-enthalpie (p, h) de l'équilibre « liquide \rightleftharpoons vapeur » du R12. Cet extrait comporte quelques valeurs relatives au système étudié.

- a) Dessiner, sur le document réponse, le cycle théorique du fluide et l'orienter ; placer les états 1, 2, 3, 4 correspondant à ceux du schéma de principe. Remplir les cadres avec les mots : compresseur, détenteur, condenseur et évaporateur.
- b) Dans quel élément du circuit, le fluide échange-t-il du travail ? Quel est, du point de vue du fluide, le signe de ce travail ? Quelle en est, pour 1 kg de fluide, la valeur ? Justifier.
- c) Dans quel élément du circuit, le fluide rejette-t-il de la chaleur vers le milieu extérieur ? Quelle est, pour 1 kg de fluide, la quantité de chaleur rejetée ? Justifier.
- d) Entre quels états le fluide reçoit-il de la chaleur ? Quelle est, pour 1 kg de fluide, la quantité de chaleur reçue ? Justifier.
- e) Définir et calculer le C.O.P. (coefficient de performance aussi appelé efficacité frigorifique ε) théorique de cette machine de production d'eau glacée.

DOCUMENT RÉPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE
THERMODYNAMIQUE (2° question)

