

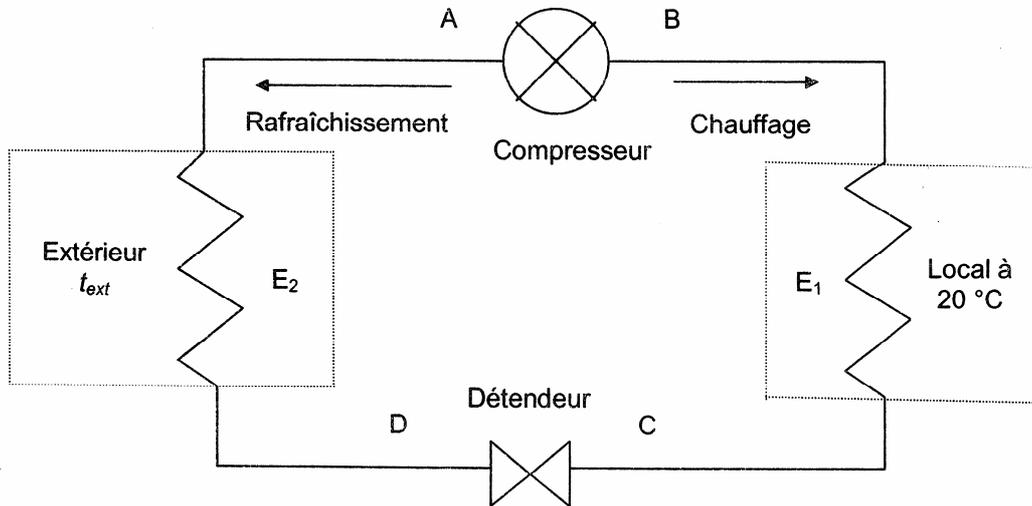
# Étude d'un climatiseur

On s'intéresse au fonctionnement d'un appareil de climatisation dont le but est de maintenir une température constante ( $\theta_0 = 20\text{ °C}$ ) dans un local, été comme hiver.

Le climatiseur fonctionne donc en pompe à chaleur hiver et en machine frigorifique l'été. Les transferts thermiques du climatiseur se font avec deux sources:

- le local (à  $\theta_0 = 20\text{ °C}$ )
- l'atmosphère extérieure (on prendra  $\theta_{\text{ext}} = 0\text{ °C}$  en hiver et  $\theta_{\text{ext}} = 40\text{ °C}$  en été).

Le fluide frigorigène qui effectue des cycles dans l'appareil est le fréon R 22. Le principe de l'appareil est décrit par le schéma suivant, le fluide pouvant circuler dans un sens pour chauffer la pièce (A, B, C, D, A) ; dans l'autre sens pour la rafraîchir (B, A, D, C, B).



## 1. Fonctionnement hivernal du climatiseur (chauffage)

Le fluide subit les étapes suivantes:

- Il entre en A dans le compresseur sous forme de vapeur saturante, à la température  $\theta_{\text{ext}} = 0\text{ °C}$ . Il y subit une compression isentropique qui l'amène à l'état B sous forme de vapeur sèche.
- Il entre alors dans l'échangeur de chaleur E1, où il subit une condensation isobare à la pression de vapeur saturante à  $20\text{ °C}$  :  $P_{S1}(20\text{ °C})$ . Il en ressort en C sous forme de liquide de saturation.
- Il pénètre dans le détendeur où il subit une détente isenthalpique. Il en ressort en D sous forme de liquide-vapeur.
- Il entre dans l'évaporateur E2 où il se vaporise totalement de manière isobare sous la pression de vapeur saturante à  $\theta_{\text{ext}} = 0\text{ °C}$  :  $P_{S2}(0\text{ °C})$ .

On fournit en annexe 1, le diagramme (Pression ; enthalpie) du fréon R 22 :  $P = f(h)$ , P étant la pression en bar et h l'enthalpie massique en  $\text{kJ.kg}^{-1}$ . La courbe de saturation y figure en trait épais. Les isothermes ( $^{\circ}\text{C}$ ) et les isentropes ( $\text{kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ) y sont également représentées.

**1.1.** Par lecture sur le diagramme de Mollier en annexe 1, indiquer les valeurs des pressions de vapeur saturante du fréon aux deux températures d'étude:  $P_{S1}(20\text{ °C})$  et  $P_{S2}(0\text{ °C})$ .

**1.2.** Tracer le cycle du fréon (en l'orientant) sur ce diagramme.

Le cycle est-il moteur ou récepteur?

**1.3.** Trouver graphiquement sa température  $\theta_B$  à la sortie du compresseur. Retrouver ce résultat par le calcul.

Le coefficient adiabatique du R22 est :  $\gamma = 1,21$ .

**1.4.** Par lecture graphique aussi précise que possible, indiquer les valeurs des enthalpies massiques du fréon dans les états A, B, C, D. Présenter les résultats sous forme de tableau.

Trouver graphiquement le titre en vapeur x à la sortie du détendeur. Retrouver ce résultat par le calcul.

**1.5.** On rappelle qu'à la traversée d'une partie active (compresseur, détendeur ou échangeur de chaleur), l'énergie reçue par le fluide circulant en régime permanent vérifie :  $\Delta h = h_{\text{sortie}} - h_{\text{entrée}} = w + q$

(h, w et q étant des grandeurs massiques et w étant le travail utile échangé avec l'extérieur, excluant le travail des forces de pression).

En justifiant votre réponse, déterminer, pour 1 kg de fréon :

**1.5.1.** Le travail  $w$  échangé entre le compresseur et le fluide.

Commenter son signe.

**1.5.2.** La chaleur  $q_C$  échangée par le fréon lors du passage dans l'échangeur E1.

**1.5.3.** La chaleur  $q_F$  échangée par le fluide lors du passage dans l'échangeur E2.

**1.6.** Définir le coefficient de performance (ou efficacité) de cette pompe à chaleur  $e$ .

Donner un ordre de grandeur de  $e$ . (Le coefficient de performance est en réalité plus faible).

Quel intérêt présente une telle installation par rapport à un chauffage par chaudière?

## **2. Fonctionnement estival du climatiseur (rafraîchissement)**

Le fluide circule dans l'autre sens (B, A, D, C, B). Les rôles des deux échangeurs sont alors inversés : E2 devient un condenseur et E1 un évaporateur.

On se propose d'évaluer la puissance de l'installation.

Pour maintenir la température du local à  $\theta_0 = 20\text{ °C}$ , on admet qu'il faut renouveler en totalité l'air de la pièce en une heure.

**2.1.** Soit  $m = 360\text{ kg}$  la masse d'air qui doit pénétrer en une heure dans le local.

On donne la capacité thermique massique de l'air à pression constante :  $c_p = 1\text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ .

Calculer le transfert thermique  $Q$  échangé par cette masse d'air pour passer de la température  $\theta_{\text{ext}} = 40\text{ °C}$  à  $\theta_0$ .

**2.2.** En déduire la puissance thermique correspondante.

**2.3.** Le coefficient de performance réel de cette machine frigorifique étant égal à 4, quelle doit être la puissance du compresseur ?

# Solkane® 22

- Isotherme [°C]
- Isochore [m³/kg]
- Isentrope [kJ/kgK]

SOLVAY

