

**PARTIE MÉCANIQUE, THERMODYNAMIQUE ET CHIMIE (durée conseillée 1 h 15 min)****ÉTUDE D'UNE POMPE À CHALEUR**

On utilise une pompe à chaleur pour le chauffage d'une maison individuelle. La pompe échange de l'énergie avec l'air extérieur et chauffe l'eau qui circule en circuit fermé dans des serpentins encastrés sous le plancher chauffant.

**Partie 1 :**

Sur la documentation technique de la pompe à chaleur on lit :

- Puissance de chauffage :  $P_{1th} = 13,1$  kW.
- Puissance électrique :  $P_{2e} = 3,6$  kW.

- 1.1** - Expliquer, à l'aide d'un schéma, les échanges d'énergie intervenant dans le fonctionnement de cette pompe à chaleur ditherme. Préciser quelles sont la source chaude et la source froide.
- 1.2** - Exprimer l'efficacité (ou coefficient de performance) de la pompe à chaleur et la calculer numériquement.
- 1.3** - Faire un bilan d'énergie de cette pompe. En déduire la quantité de chaleur  $Q$  qu'elle échange par seconde avec l'air extérieur de la maison. Interpréter le signe du résultat.
- 1.4** - L'énergie thermique est transmise à l'eau du circuit de chauffage par l'intermédiaire d'un échangeur thermique.  
Le débit dans le circuit d'eau est  $D_v = 1,4$  m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.  
Sachant que l'eau pénètre dans l'échangeur à la température de  $\theta_e = 22^\circ\text{C}$ , donner l'expression de sa température  $\theta_s$  à la sortie de l'échangeur et la calculer.  
On prendra la capacité thermique massique de l'eau  $c = 4,18$  kJ.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> et la masse volumique de l'eau  $\rho = 1000$  kg.m<sup>-3</sup>.
- 1.5** - Le diamètre intérieur des tuyaux du circuit de chauffage dans le sol est  $d = 18$  mm. Donner l'expression de la vitesse de l'eau dans les tuyaux et la calculer.

**Partie 2 :**

Le fluide frigorigène de la pompe à chaleur est du R410 A. Il décrit le cycle représenté sur la figure 1. Sur le diagramme enthalpique du R410A (diagramme enthalpie-pression) est représenté le cycle thermodynamique du fluide dans la pompe à chaleur (figure 2)

- 2.1** - Placer les points 1, 2, 3 et 4 sur le diagramme enthalpique sachant que la détente est isenthalpique et indiquer dans quel état (liquide ou gaz) se trouve le fluide aux différents points du cycle.
- 2.2** - Étude générale d'une transformation isobare.
- 2.2.1** - Donner l'expression du travail  $W$  reçu par un système subissant une transformation isobare (à la pression  $p_0$ ) du volume  $V_i$  au volume  $V_f$ .
- 2.2.2** - En appliquant le premier principe de la thermodynamique, donner l'expression de la variation d'énergie interne du système au cours de cette transformation en fonction de  $W$  et de  $Q$  la quantité de chaleur échangée.
- 2.2.3** -
- 2.2.3.1** - Donner l'expression de sa variation d'enthalpie.
- 2.2.3.2** - En déduire qu'elle s'exprime simplement en fonction de la quantité de chaleur  $Q$  échangée.
- 2.2.4** - Montrer qu'elle s'exprime simplement en fonction de la quantité de chaleur  $Q$  échangée.
- 2.3** - À l'aide des valeurs notées sur le diagramme enthalpique du cycle en déduire la quantité de chaleur échangée par 1 kg de fluide dans le condenseur. Interpréter le signe du résultat.
- 2.4** - En supposant qu'il n'y a pas de pertes de chaleur dans l'échangeur fluide ↔ eau du circuit, en déduire l'expression du débit massique du fluide R410A dans la pompe à chaleur. Donner sa valeur numérique en utilisant les caractéristiques techniques de la pompe à chaleur.

**ANNEXE**

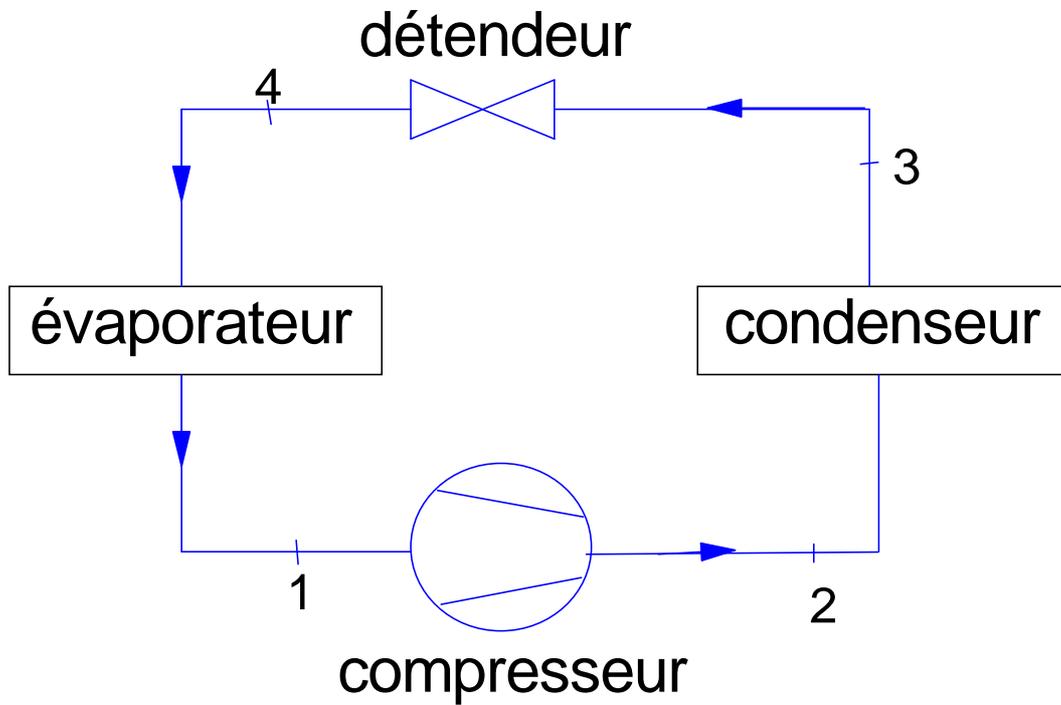
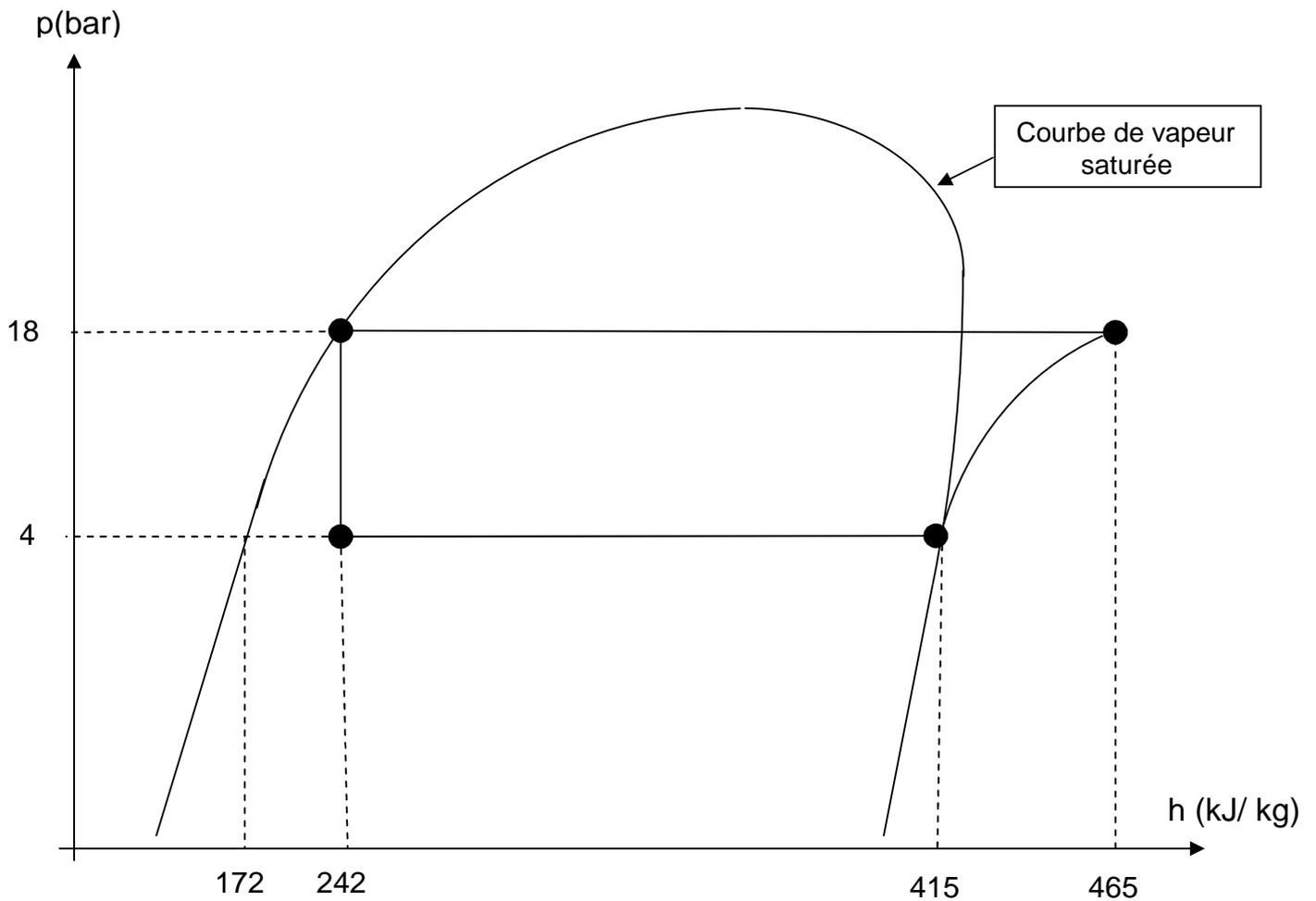


Figure 1

**DOCUMENT RÉPONSE**  
**(à rendre obligatoirement avec la copie)**



**Figure 2**