

Etude d'une pompe à chaleur

On souhaite étudier une pompe à chaleur en mode chauffage. Le fluide frigorigène utilisé est le R410A. Cette machine est cyclique, ditherme et nous supposons qu'elle impose au fluide frigorigène le cycle suivant (on note T_i, P_i, h_i respectivement la température, la pression et l'enthalpie massique au point i) :

- En $A\{T_A, P_A\}$, le fluide est un gaz saturé et entre dans un compresseur.
- La transformation $A \rightarrow B$ imposé par le compresseur est une compression supposée adiabatique et mécaniquement réversible, en $B\{T_B, P_B\}$, on obtient une vapeur sèche.
- La transformation $B \rightarrow C\{T_C, P_C\}$ est un refroidissement isobare jusqu'à apparition de la première goutte de liquide. Le transfert thermique mis en jeu au cours de cette transformation contribue au chauffage désiré et se déroule dans un condenseur ne comportant aucune partie mobile.
- La transformation $C \rightarrow D\{T_D, P_D\}$ est une liquéfaction effectuée à la pression P_B et aboutissant à un liquide saturé. Le transfert thermique mis en jeu au cours de cette transformation contribue également au chauffage désiré et se déroule dans un condenseur ne comportant aucune partie mobile.
- Le liquide saturé subit ensuite une détente isenthalpique aboutissant à un mélange diphasique représenté par le point $E\{T_E, P_E\}$ avec $P_E = P_A$. Cette transformation se déroule dans un détendeur ne comportant aucune partie mobile.
- On observe ensuite une vaporisation à pression constante jusqu'à l'obtention d'un gaz saturé avec retour au point $A\{T_A, P_A\}$. Cette transformation se déroule dans un évaporateur ne comportant aucune partie mobile.

Il est possible de relier un capteur de température à un téléphone et ainsi mesurer des températures de surface. On peut alors apprécier la température T_e à la surface du tuyau en cuivre alimentant le compresseur en R410A ainsi que la température T_s à la surface du tuyau en cuivre par lequel ressort ce fluide une fois comprimé. On admettra que les températures de surface T_e et T_s s'identifient à celles du fluide frigorigène (respectivement en entrée et en sortie du compresseur).



- 1) On mesure $T_e = 0^\circ\text{C}$ et $T_s = 50^\circ\text{C}$. En tenant compte des hypothèses de travail, dessiner le cycle décrit par l'agent thermique sur le diagramme $p(h)$ joint en annexe. Placer sur ce cycle les points A, B, C, D et E (cette annexe sera à rendre avec votre copie).
- 2) Exprimer l'efficacité e de cette pompe à chaleur en fonction des enthalpies massiques h_A, h_B et h_E . Calculer e .
- 3) Obtenir, après démonstration, l'efficacité e_{th} d'une pompe à chaleur fonctionnant de manière cyclique, réversible et au contact de deux thermostats aux températures T_A et $T_D > T_A$.
- 4) Calculer e_{th} et comparer e et e_{th} .

