

## Exercice 1 : Climatisation avec une machine frigorifique à vapeur

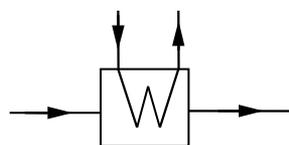
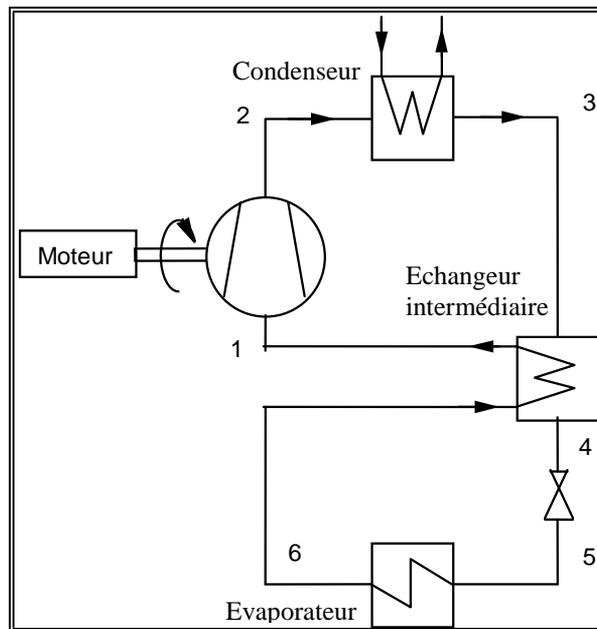
Le réfrigérant R134 d'une machine frigorifique à vapeur a une température de  $-20\text{ °C}$  dans l'évaporateur et une pression de 9 bar dans le condenseur. De la vapeur saturée sort de l'évaporateur et du liquide saturé sort du condenseur. Le débit-masse du réfrigérant est de 3 kg/min. Toutes les transformations thermodynamiques (à part celle dans le détendeur) sont supposées d'être réversibles. Le compresseur et le détendeur sont supposés d'être adiabatiques.

- a) Dessiner le cycle dans un diagramme  $\log p/h$  copié de SAVOIR.
- b) Déterminer la chaleur massique refroidissant l'air dans la batterie froide ainsi que la puissance frigorifique en utilisant le diagramme  $\log p/h$ . Déterminer le travail indiqué massique du compresseur.
- c) Déterminer le coefficient de performance.
- d) On branche un réfrigérateur à porte ouverte dans une pièce. Comment évolue la température dans la pièce ? Aide : Comparer dans le diagramme «  $\log p / h$  » la chaleur chauffant la pièce avec la chaleur refroidissant la pièce.
- e) Vérifier la phrase suivante : il faut fournir le travail indiqué  $w_{\text{compr}}$  au réfrigérateur et ensuite on récupère trois fois plus d'énergie sous forme de chaleur :  $q_{\text{refr}}$  (voir résultat de la question c)). La loi de la conservation d'énergie n'est plus valable dans le cas d'une machine frigorifique.
- f) On utilise un climatiseur afin de refroidir une maison lors d'une canicule. Ce climatiseur d'un coefficient de performance de 7 consomme 1 kWh de travail électrique. Combien de chaleur  $Q_{\text{environnement}}$  en kWh est rejetée dans l'environnement pendant la canicule dû au fonctionnement du climatiseur ?  
 La centrale fournissant le travail électrique de 1 kWh du climatiseur a un rendement de 33,3 %. Combien de chaleur  $Q_{\text{environnement}}$  en kWh est rejetée dans l'environnement par la centrale afin de produire 1 kWh électrique ?  
 Additionner  $Q_{\text{environnement}}$  de la climatisation et  $Q_{\text{environnement}}$  de la centrale électrique chauffant l'environnement dû au fonctionnement du climatiseur pendant la canicule.
- g) Même question pour un climatiseur avec un coefficient de performance de 2.
- h) Est-ce qu'il est mieux de prendre un climatiseur avec un coefficient de performance de 2 ou 7 :
  - I. Quel est le but d'un climatiseur ?
  - II. Une maison est refroidie de 7 kWh. Déterminer la chaleur  $Q_{\text{environnement}}$  en kWh rejetée dans l'environnement dû au fonctionnement d'un climatiseur avec un coefficient de performance de 7 et de 2 et additionner la chaleur  $Q_{\text{environnement}}$  en kWh rejetée dans l'environnement par la centrale afin d'alimenter le climatiseur en électricité.
  - III. Quelle est votre conclusion ?

## Exercice 2 : Optimisation d'une machine frigorifique à l'aide d'un échangeur intermédiaire

Afin d'étudier l'influence d'un échangeur intermédiaire\* sur la performance d'une machine frigorifique on prendra les mêmes données que pour l'installation de climatisation de l'exercice 1. Le réfrigérant est chauffé à l'aide de l'échangeur intermédiaire à une température de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- Dessiner le cycle dans un diagramme log p/h copié de SAVOIR: Placer les points 6 et 3 dans le diagramme log p/h à l'aide des données de l'exercice 1. Ensuite placer le point 1 (quelle transformation thermodynamique subit le fluide dans l'échangeur intermédiaire idéal entre les points 6 et 1 ?). Ensuite placer le point 2 comme d'habitude. Pour le point 4 : quelle transformation thermodynamique subit le fluide dans l'échangeur intermédiaire idéal entre les points 3 et 4 ? Où est-ce qu'on retrouve la chaleur refroidissant le fluide entre les points 3 et 4 ?
  - Entre quels points est-ce qu'on refroidit l'air dans le compartiment de réfrigération ? Déterminer la chaleur massique de climatisation ainsi que le travail indiqué massique du compresseur.
  - Déterminer le coefficient de performance.
- et comparer avec l'exercice 1.
- Quel est l'avantage de l'échangeur de chaleur intermédiaire ?



Echangeur à co-courant ou à contre-courant ; le fluide froid est en zigzag

\* La plupart des pompes à chaleur de Stiebel Eltron qui a sa plateforme pour la France à Metz Actipole sont équipées d'un échangeur intermédiaire.