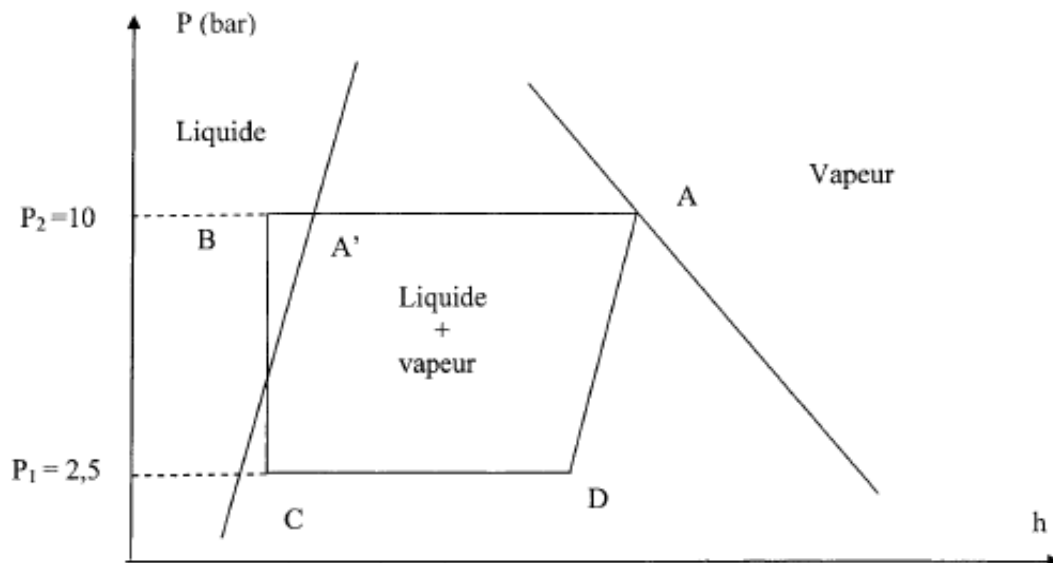


## Etude d'un réfrigérateur

Un réfrigérateur fonctionne en utilisant la chaleur échangée par un fluide (fréon) avec le milieu extérieur lors de changements d'états. Le cycle est représenté de façon schématisée dans un diagramme P(h).



Dans ce diagramme, l'ordonnée P représente la pression du fluide et l'abscisse h son enthalpie massique. Attention : ce schéma est là uniquement pour aider à la compréhension du problème et ne respecte ni la forme exacte des courbes ni les échelles numériques. Il ne sera donc pas utilisé pour les calculs qui seront faits à l'aide des données du tableau.

Aucune connaissance préalable de ce type de diagramme n'est nécessaire pour résoudre le problème, il suffit de faire l'analogie avec le diagramme de Clapeyron de la question de cours 4 de la partie précédente.

Données numériques concernant les phases liquide et vapeur du fréon aux deux températures et pressions d'équilibre intervenant dans le cycle :

Pression de vapeur saturante et Température de vaporisation	Enthalpie massique du fréon liquide ( $J \cdot g^{-1}$ )	Enthalpie massique du fréon vapeur ( $J \cdot g^{-1}$ )	Entropie massique du fréon liquide ( $J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$ )	Entropie massique du fréon vapeur ( $J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$ )
$P_1 = 2,50 \text{ bar}$ $T_1 = 260 \text{ K}$	$h_{L1} = 100$	$h_{V1} = 1,40 \times 10^3$	$s_{L1} = \dots\dots\dots$	$s_{V1} = 5,50$
$P_2 = 10,0 \text{ bar}$ $T_2 = 300 \text{ K}$	$h_{L2} = 300$	$h_{V2} = 1,50 \times 10^3$	$s_{L2} = \dots\dots\dots$	$s_{V2} = 5,00$

Capacité thermique massique du fréon liquide (supposée indépendante de la température et du type de transformation) :  $c_l = 5,00 \text{ J} \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$ .

Remarque : les données ont été grossièrement arrondies de manière à permettre au candidat de faire les calculs « à la main ».

**Au point A, le fluide se trouve sous forme de vapeur saturante à  $P_A = P_2 = 10,0 \text{ bar}$**

On raisonnera sur le système thermodynamique constitué d'une masse d'un gramme de fluide.

Les diverses transformations sont les suivantes :

- **Transformation AB** supposée quasi-statique : partant du point A, on effectue une condensation à pression constante (jusqu'au point A') suivie d'un refroidissement jusqu'à la température  $T_B = 290\text{ K}$  au contact de la source chaude : le fluide est alors au point B, sous forme entièrement liquide.
  - **Transformation BC** : détente adiabatique et isenthalpique jusqu'à  $P_C = P_1 = 2,50\text{ bar}$  et  $T_C = T_1 = 260\text{ K}$ . Le fluide est alors sous forme d'un mélange liquide-vapeur. Le fluide comprend alors  $x_v$  gramme de vapeur et  $1 - x_v$  gramme de liquide.
  - **Transformation CD** : évaporation partielle à température et pression constantes au contact de la source froide jusqu'à obtenir un mélange liquide-vapeur toujours à  $P_C = P_1 = 2,50\text{ bar}$  et  $T_C = T_1 = 260\text{ K}$ . Le fluide comprend alors  $y_v$  gramme de vapeur et  $1 - y_v$  gramme de liquide.
  - **Transformation DA** : compression adiabatique réversible ramenant au point A.
- 1) Dans le cas d'un réfrigérateur domestique, qu'utilise-t-on en pratique comme source chaude ? Comme source froide ?
  - 2) Calculer les données manquantes dans le tableau.
  - 3) Que valent les températures aux points A et A' ?
  - 4) Déterminer la valeur de  $y_v$ . Faire l'application numérique.
  - 5) En déduire l'enthalpie massique  $h_D$  du système au point D. Faire l'application numérique.
  - 6) Montrer que l'enthalpie massique  $h_B$  au point B vaut  $250\text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ . On supposera le liquide incompressible. Le candidat qui n'arrivera pas à démontrer cette valeur pourra l'admettre pour la suite du problème.
  - 7) En déduire la valeur de  $x_v$ . Faire l'application numérique.
  - 8) Déterminer littéralement puis numériquement les quantités de chaleur suivantes échangées par le système avec l'extérieur.
  - 9) En déduire le travail total  $W$  mis en jeu au cours du cycle en fonction des chaleurs calculées à la question 7. Faire l'application numérique.
  - 10) Discuter du signe de ce travail. En pratique quel est le dispositif technologique d'un réfrigérateur qui apporte ce travail ?
  - 11) Définir l'efficacité du cycle et la calculer.