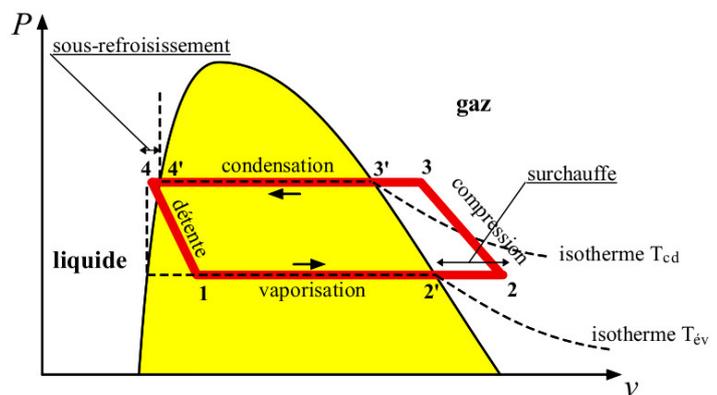
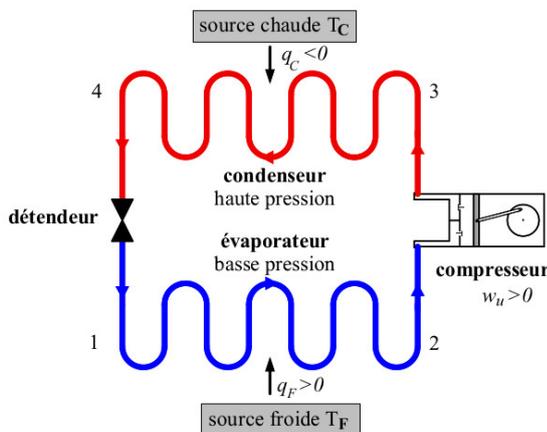
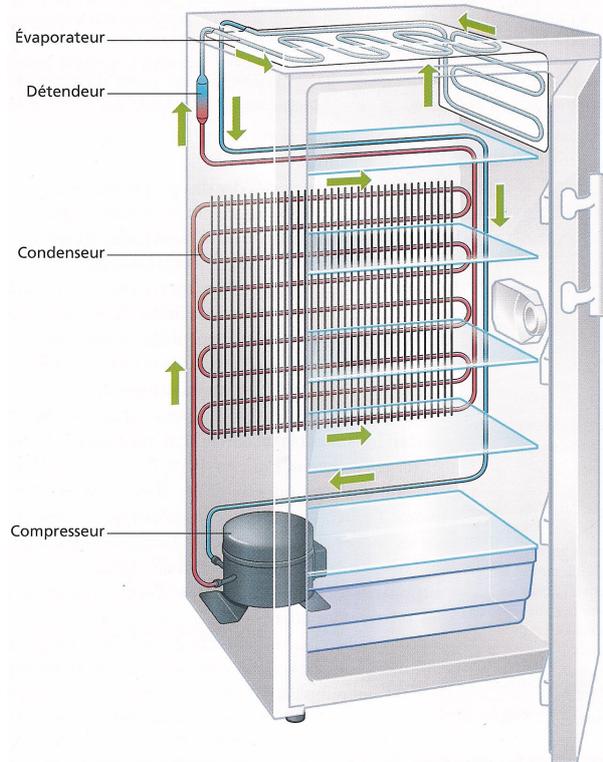


# ÉTUDE D'UN RÉFRIGÉRATEUR

## Principe de fonctionnement :

- Le transfert thermique massique  $q_F > 0$  prélevé à la source froide (intérieur du réfrigérateur à la température  $T_F$ ) est obtenu lors de la vaporisation d'un liquide réfrigérant à une température constante  $T_{év}$ , inférieure à  $T_F$ , dans une partie appelée **évaporateur**.
- Le fluide réfrigérant parcourant un cycle, il y a nécessairement liquéfaction de la vapeur, au niveau d'un **condenseur** en contact avec la pièce où se trouve le réfrigérateur (source chaude à  $T_C$ ). Cette liquéfaction se réalise à une température  $T_{cd}$  supérieure à celle de la pièce et s'accompagne d'un transfert thermique massique  $q_C < 0$ .
- La liquéfaction s'effectuant à une température  $T_{cd}$  supérieure à la température de vaporisation  $T_{év}$  et donc à une pression  $P_{sat}(T_{cd})$  plus élevée que la pression  $P_{sat}(T_{év})$  où s'opère la vaporisation, il est nécessaire d'utiliser **compresseur** entre l'évaporateur et le condenseur. Ce compresseur fournit un travail mécanique  $w_u$  par unité de masse du fluide réfrigérant.
- De même, il est nécessaire de diminuer la pression du fluide réfrigérant entre le condenseur et l'évaporateur. Puisqu'un fluide s'écoule spontanément des hautes vers les basses pressions, cette détente est obtenue grâce à un **détendeur** (détente de Joule-Thomson).



Modélisation du cycle : 1 → 2 isobare ; 2 → 3 adiabatique réversible ; 3 → 4 isobare ; 4 → 1 isenthalpique

### Modélisation du cycle :

Dans un réfrigérateur à compression, le fluide (ici le R134a) décrit le cycle suivant :

- **isobare**  $1 \rightarrow 2$  : le fluide, initialement sous forme diphasée à la température  $T_{\text{év}}$  et à la pression de vapeur saturante  $P_{\text{sat}}(T_{\text{év}})$  (état 1) est complètement vaporisé suivant une transformation isobare jusqu'à l'état  $2'$  de vapeur saturante. Pour éviter d'injecter du liquide dans le compresseur, on réalise une surchauffe de la vapeur à la pression  $P_{\text{sat}}(T_{\text{év}})$  jusqu'à l'état 2, caractérisé par une température  $T_2$ .
- **isentropique**  $2 \rightarrow 3$  : la vapeur sèche subit ensuite une compression adiabatique, supposée réversible dans le compresseur calorifugé.
- **isobare**  $3 \rightarrow 4$  : la vapeur est refroidie jusqu'à la température  $T_{\text{cd}}$  puis complètement condensée à la pression de vapeur saturante  $P_{\text{sat}}(T_{\text{cd}})$  (état  $4'$ ) avant de subir un sous-refroidissement jusqu'à la température  $T_4$ .
- **isenthalpique**  $4 \rightarrow 1$  : le liquide subit une détente isenthalpique qui le refroidit jusqu'à la température  $T_{\text{év}}$  et la pression  $P_{\text{sat}}(T_{\text{év}})$  en le vaporisant partiellement.

#### Données :

Fluide	R134a ( $\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$ )
Température de la source froide	$T_F = -18^\circ\text{C}$
Température de la source chaude	$T_C = 20^\circ\text{C}$
Température de vaporisation	$T_{\text{év}} = -30^\circ\text{C}$
Surchauffe	$T_2 - T_2' = 10^\circ\text{C}$
Température de condensation	$T_{\text{cd}} = 40^\circ\text{C}$
Sous-refroidissement	$T_4 - T_4' = -10^\circ\text{C}$

Le diagramme  $(P, h)$  du fluide est fourni en annexe.

#### Lecture du diagramme $(P, h)$

- 1) Tracer le cycle correspondant au fonctionnement du réfrigérateur dans le diagramme  $(P, h)$  du fluide R134a fourni en annexe. On y précisera les positions des points 1, 2,  $2'$ , 3,  $3'$ , 4 et  $4'$ .
- 2) À l'aide du diagramme  $(P, h)$  compléter le tableau ci-dessous :

Pression de l'évaporateur	$P_{\text{év}} =$
Pression du condenseur	$P_{\text{cd}} =$
Titre en vapeur à l'entrée de l'évaporateur	$x_1 =$
Température à la sortie du compresseur	$T_3 =$
Transfert thermique avec la source froide	$q_F =$
Transfert thermique avec la source chaude	$q_C =$
Travail utile du compresseur	$w_u =$
Coefficient de performance	CoP =

# R134a CH2FCF3

**R134a** Ref.: D.P. Wilson & R.S. Basu, ASHRAE Transactions 1988, Vol. 94 part 2.  
DTU, Department of Energy Engineering  
s in [kJ/(kg K)], v in [m<sup>3</sup>/kg], T in [°C]  
M.J. Skovrup & H.J.H. Knudsen. 12-10-07

