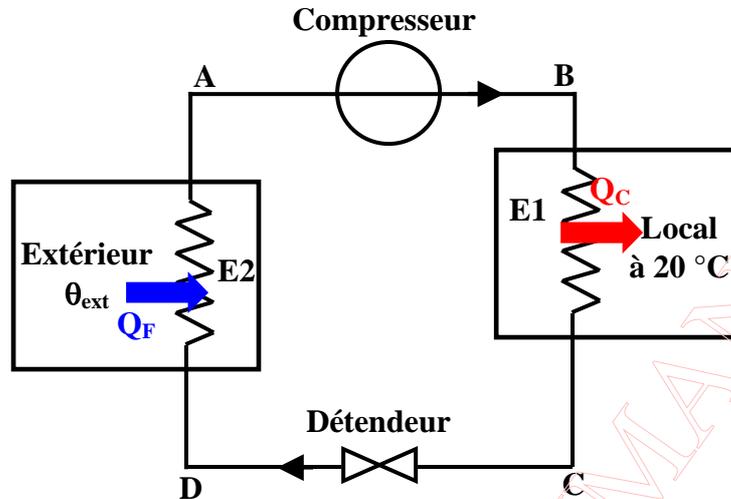


Proposition de correction

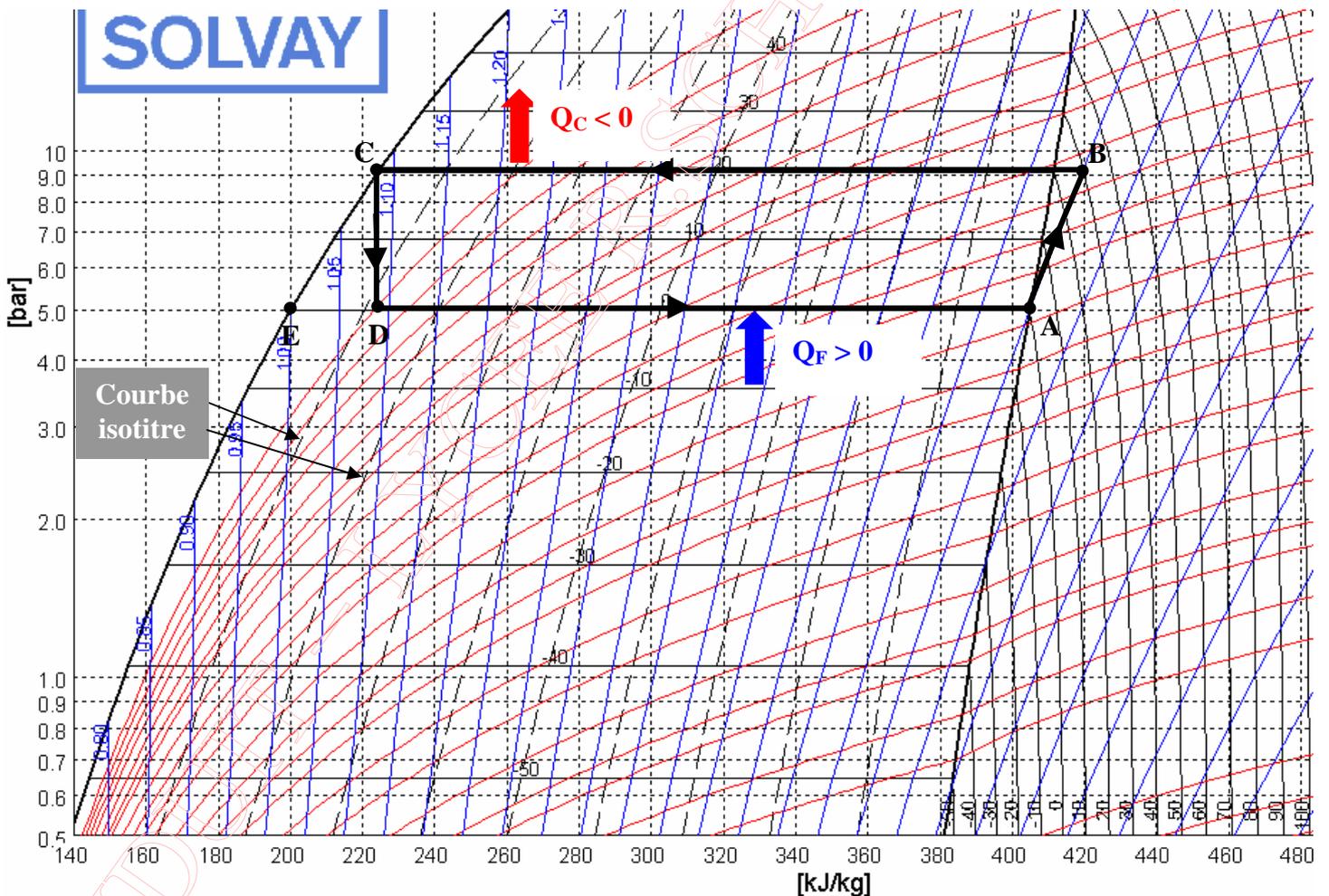
1. Fonctionnement hivernal du climatiseur (chauffage)

Pour ce type de fonctionnement, le fluide R22 cède la chaleur $-Q_C$ au local ($Q_C < 0$) en traversant l'échangeur E1 et prélève la chaleur Q_F ($Q_F > 0$) au milieu extérieur en traversant l'échangeur E2.

Prélever de la chaleur à la source froide pour la transférer à la source chaude nécessite un apport d'énergie assuré ici par la présence du compresseur ($W_{\text{cycle}} > 0$: apport d'énergie mécanique).



- 1.1. La lecture du diagramme donne : $P_{S1} (20\text{ °C}) \approx 9,0\text{ bar}$ et $P_{S2} (0\text{ °C}) = 5,0\text{ bar}$ (Pressions absolues).
1.2.



Le cycle est récepteur : il est décrit dans le sens inverse horaire (apport d'énergie mécanique).

- 1.3. La température en sortie de compresseur est lue sur le diagramme (P,h) : le point B se trouve à l'intersection de l'isobare 9,0 bar et de l'isotherme 30 °C.

La loi de Laplace sous sa forme $T_A^\gamma P_A^{1-\gamma} = T_B^\gamma P_B^{1-\gamma}$ s'applique (gaz parfait + transformation isentropique).
Donc :

$$T_B = T_A \left(\frac{P_A}{P_B} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

A.N.

$$T_B = 273 \times \left(\frac{5}{9} \right)^{\frac{1-1,21}{1,21}} = 302,3 \text{ K soit } \theta_B = 29,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.4. Lecture des enthalpies massiques :

point	A	B	C	D
h (kJ.kg ⁻¹)	405	420	225	225

À la sortie du détenteur, on lit le titre en vapeur du fréon :

$$x_D \approx 0,115$$

Le calcul de x_D s'obtient par la règle des segments inverses : $x_D DA = (1-x_D) ED$

C'est-à-dire :

$$x_D = \frac{ED}{EA} = \frac{h_D - h_E}{h_A - h_E}$$

Par lecture, $h_E = 200 \text{ kJ.kg}^{-1}$ donc $x_D = \frac{225 - 200}{405 - 200} = 0,12$.

1.5.

Compresseur :

$$h_B - h_A = w_{\text{comp}} + q_{AB} \text{ or } q_{AB} = 0 \text{ (transformation adiabatique) donc :}$$

$$h_B - h_A = w_{\text{comp}} = 15 \text{ kJ.kg}^{-1} > 0 \text{ (reçu par 1 kg de fluide traversant le compresseur).}$$

$$w = 15 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

Échangeur E1 :

$$h_C - h_B = (w)_{E1} + q_{BC} \text{ or } (w)_{E1} = 0 : \text{ pas de parties mobiles}$$

$$h_C - h_B = q_{BC} = -195 \text{ kJ.kg}^{-1} < 0 \text{ (cédé au local par 1 kg de R22 traversant l'échangeur).}$$

$$q_C = -195 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

Échangeur E2 :

$$h_A - h_D = (w)_{E2} + q_{DA} \text{ or } (w)_{E2} = 0 : \text{ pas de parties mobiles}$$

$$h_A - h_D = q_{DA} = 180 \text{ kJ.kg}^{-1} > 0 \text{ (reçu de l'extérieur par 1 kg de R22 traversant l'échangeur).}$$

$$q_F = 180 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

1.6. L'efficacité de cette P.A.C. est :

$$e = \frac{-q_C}{w_{\text{cycle}}}$$

Au cours d'un cycle, $\Delta h = 0 = w_{\text{comp}} + q_C + q_F$ et $\Delta u = 0 = w_{\text{cycle}} + q_C + q_F$ donc $w_{\text{comp}} = w_{\text{cycle}} = w$.

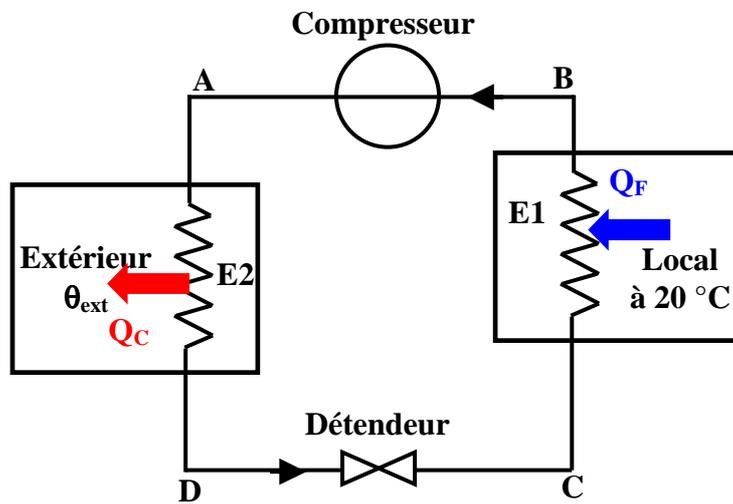
$$e = \frac{-q_C}{w} = \frac{h_B - h_C}{h_B - h_A} = 13,0.$$

L'intérêt de la PAC réside dans le fait que la dépense d'énergie w est faible pour un gain d'énergie thermique important.

2. Fonctionnement estival du climatiseur (rafraîchissement)

L'échangeur E1 fonctionne comme évaporateur et E2 comme condenseur.

2.1. Le transfert thermique est $Q = m c_p \Delta\theta = m c_p (\theta_0 - \theta_{\text{ext}}) = -7\,200 \text{ kJ} < 0$ car refroidissement de la masse d'air. Ce transfert thermique s'effectue en une heure donc par seconde, l'air doit céder 2 kJ soit une puissance thermique cédée $P = 2 \text{ kW}$.



2.2. L'efficacité du climatiseur (machine frigorifique) est :

$$e' = \frac{q_F}{w_{\text{cycle}}}$$

q_F est la chaleur reçue par le R22 et cédée par l'air du local et $w_{\text{cycle}} = w_{\text{comp}}$. On peut réécrire l'efficacité :

$$e' = \frac{P}{P_{\text{méc}}}$$

Soit :

$$P_{\text{méc}} = \frac{P}{e'} = \mathbf{0,5 \text{ kW.}}$$

Ci-dessous, la PAC équipant la salle de TP physique de BTS CIRA et Chimiste du Lycée R.SCHUMAN au Havre.

Elle réalise les 2 types de fonctionnement décrits dans ce sujet et utilise le R134a comme fluide frigorigène.

