Chauffage d'une piscine avec une PAC (1)

1. a) C'est un transfert par conduction, à travers la paroi du tuyau dans lequel circule le fluide.

b) Dans l'eau du bassin (= source chaude) : le fluide doit fournir de l'énergie ⇒ le sens est gaz $\xrightarrow{①}$ liquide. C'est l'inverse dans l'air extérieur (= source froide). L'air extérieur fournit l'énergie nécessaire au fluide pour passer de liquide $\xrightarrow{②}$ gaz. La cause des changement d'état est l'augmentation de pression du fluide (qui provoque ①) puis la diminution de pression (qui provoque ②)

2. ⚠ Les sens ne sont pas ceux du cours, W_e, Q_f et Q_c sont tous positifs ici
(Q_c "correspond à $-Q_1$" du cours)

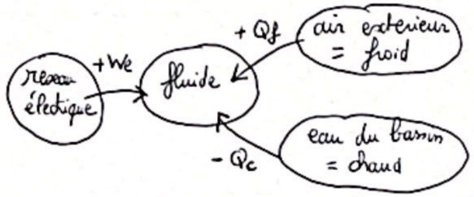


schéma avec les transferts de l'extérieur vers le fluide

a - 1er principe sur le fluide : $\Delta U = \underbrace{\text{"} W + Q \text{"}}_{\text{dans le cours}} = \underbrace{+W_e + Q_f - Q_c}_{\text{ici}}$

C'est un cycle ⇒ $\Delta U = 0$

d'où $0 = W_e + Q_f - Q_c \iff \boxed{Q_c = W_e + Q_f}$

b - C'est un cycle ⇒ $\Delta S = 0$ avec $\underbrace{\Delta S}_{0} = S_{éch} + S_{création}$

On peut exprimer $S_{éch} = +\dfrac{Q_f}{T_f} - \dfrac{Q_c}{T_c}$ (2 sources à T_f et T_c) } démonstration programme spé

2nd principe : $\underbrace{S_{création}}_{= \underbrace{\Delta S}_{0} - S_{éch}} \geq 0 \iff -S_{éch} \geq 0 \iff S_{éch} \leq 0$

$\iff \boxed{\dfrac{Q_f}{T_f} - \dfrac{Q_c}{T_c} \leq 0}$ inégalité de Clausius

c. $\eta = \dfrac{\text{énergie utile}}{\text{énergie dépensée}} = \dfrac{Q_c}{W_e}$
par a) $W_e = Q_c - Q_f$ $\Bigg\}$ $\boxed{\eta = \dfrac{Q_c}{Q_c - Q_f}}$

d. η est maximal pour un cycle reversible

Dans ce cas b) devient $\dfrac{Q_f}{T_f} - \dfrac{Q_c}{T_c} = 0 \iff \dfrac{Q_f}{Q_c} - \dfrac{T_f}{T_c} = 0$

$\iff \dfrac{Q_f}{Q_c} = \dfrac{T_f}{T_c}$

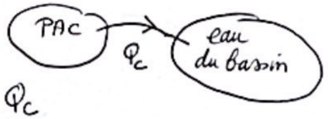
(2)

d. suite. On reporte dans η :

$$\eta = \frac{Q_c}{Q_c - Q_f} = \frac{1}{1 - \frac{Q_f}{Q_c}} = \frac{1}{1 - \frac{T_f}{T_c}} = \boxed{\frac{T_c}{T_c - T_f} = \eta_{max}}$$

Rem : on peut aussi travailler avec l'inégalité et montrer que $\eta \leq \dfrac{T_c}{T_c - T_f}$

3. Attention, on s'intéresse ici au système {eau de la piscine}
Ce syst reçoit Q_c de la PAC et change de température.



Pour l'eau, 1er principe $\Delta U = \text{"}\underbrace{W}_{=0} + \underbrace{Q}_{=Q_c}\text{"} = Q_c$

C'est un liquide qui passe de $T_i = 17°C$ à $T_c = 28°C$

(Rem : éviter d'appeler "T_f" la température finale, c'est déjà utilisé ...)

$dU = mc\,dT \Rightarrow \Delta U = \displaystyle\int_{T_i}^{T_c} mc\,dT = mc\,(T_c - T_i) = Q_c$

avec $m = \rho V$

d'où $\boxed{Q_c = \rho V c\,(T_c - T_i)} = 1000 \times 560 \times 4{,}18\,(28-17) = \underline{2{,}6 \cdot 10^{10}\ \text{J}}$

b) On a ici $W_e = 8{,}0 \cdot 10^9\ \text{J}$

Par 2 a) : $\boxed{Q_f = Q_c - W_e} = \underset{(2{,}57)}{2{,}6 \cdot 10^{10}} - 8{,}0 \cdot 10^9 = \boxed{1{,}8 \cdot 10^{10}\ \text{J}}$

c) $\boxed{\eta = \dfrac{Q_c}{W_e} = 3{,}2}$

d) Avec un "simple chauffage" par radiateur, l'énergie dépensée serait Q_c
Avec la PAC, l'énergie dépensée est $W_e = \dfrac{Q_c}{\eta}$

On économise donc $Q_c - W_e = Q_c\left(1 - \dfrac{1}{\eta}\right)$

en %, l'économie relative est $\dfrac{Q_c - W_e}{Q_c} = 1 - \dfrac{1}{\eta} = 0{,}67$

⇒ C'est 67 % d'économie

On utilise 3 fois moins d'énergie avec la PAC, c'est un système de chauffage très économique.