1. ✓ On étudie le système pièce, correspondant à la source chaude. Pendant une durée d'un cycle, la pièce reçoit une énergie $\delta Q_{source_c} = C.dT_i$

✓ Cette énergie reçue par la pièce est fournie par le fluide caloporteur subissant les cycles frigorifique. On a donc la relation :

$\delta Q_c = -\delta Q_{source_c} = -C.dT_i$. On alors $\delta Q_c < 0$, ce qui correspond bien au fonctionnement d'une machine frigorifique.

2. On effectue ici un bilan entropique, ce qui donne pour un cycle de transformation réversible : $dS_{cycle} = 0 = \delta S^e = \dfrac{\delta Q_c}{T_i} + \dfrac{\delta Q_F}{T_e}$

On en déduit que $\delta Q_F = -\dfrac{T_e}{T_i}.\delta Q_c = +\dfrac{T_e}{T_i}C.dT_i$.

3. Le premier principe sur un cycle permet d'obtenir $\delta W_u + \delta Q_c + \delta Q_F = \delta H_{cycle} = 0$ donc $\delta W_u = +C.dT_i - \dfrac{T_e}{T_i}C.dT_i$.

4. La température T_i évolue au cours du fonctionnement, on obtient donc :
$W_u = \int_{T_0}^{T_1} C.\left(1 - \dfrac{T_e}{T_i}\right) dT_i = C.\left[T_1 - T_0 - T_e.ln\dfrac{T_1}{T_0}\right]$ *Comme le compresseur fournit une puissance constante, on a* $\mathcal{P} = \dfrac{W_u}{\Delta t}$, *donc*

$$\boxed{\Delta t = \frac{1}{\mathcal{P}}.C.\left[T_1 - T_0 - T_e.ln\frac{T_1}{T_0}\right]}$$