

1. Les deux principes de la thermodynamique s'écrivent :

$$\begin{cases} \Delta U = W^{\text{ext}} + Q^{\text{ext}} \\ \Delta S = S^{\text{éch}} + S^{\text{créée}} \geq S^{\text{éch}} \end{cases}$$

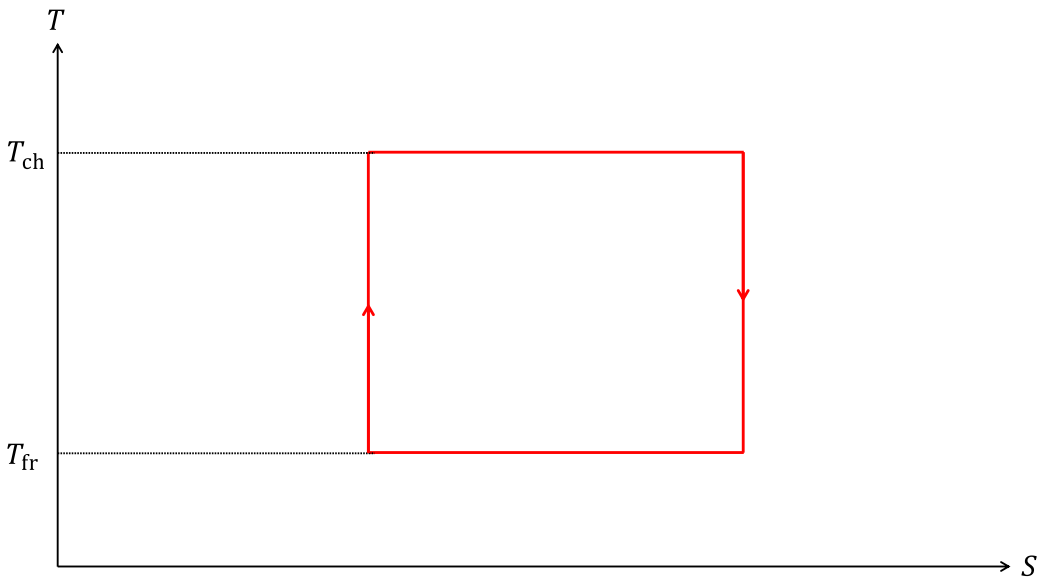
où

$$S^{\text{éch}} = \int \frac{\delta Q^{\text{ext}}}{T^{\text{ext}}}$$

Sur un cycle :

$$\begin{cases} W^{\text{ext}} + Q^{\text{ext}} = 0 \\ \int \frac{\delta Q^{\text{ext}}}{T^{\text{ext}}} \leq 0 \end{cases}$$

2. Un cycle de Carnot est constitué de deux transformations isentropiques (adiabatiques réversibles) et de deux transformations isothermes intercalées entre les isentropiques. Voici un cycle de Carnot moteur :



3. Pour un cycle de Carnot :

$$\begin{cases} Q_{\text{ch}} + Q_{\text{fr}} = -W^{\text{ext}} \\ \frac{Q_{\text{ch}}}{T_{\text{ch}}} + \frac{Q_{\text{fr}}}{T_{\text{fr}}} = 0 \end{cases}$$

En fonctionnement moteur, le rendement s'écrit :

$$\eta = \frac{-W^{\text{ext}}}{Q_{\text{ch}}} = 1 + \frac{Q_{\text{fr}}}{Q_{\text{ch}}} = 1 - \frac{T_{\text{fr}}}{T_{\text{ch}}}$$

4. Plus l'écart de température entre les deux sources est élevé, plus le rendement de Carnot est élevé. Or, le rendement de Carnot est le rendement maximal d'un cycle moteur ditherme. Cela explique le classement de l'ADEME par écart de température.

- Ecart de 30°C :  $\eta = 1 - \frac{300}{330} \approx 9\%$  donc récupération maximale de 1,8 TWh.
- Ecart de 75°C :  $\eta = 1 - \frac{300}{375} \approx 20\%$  donc récupération maximale de 4 TWh.