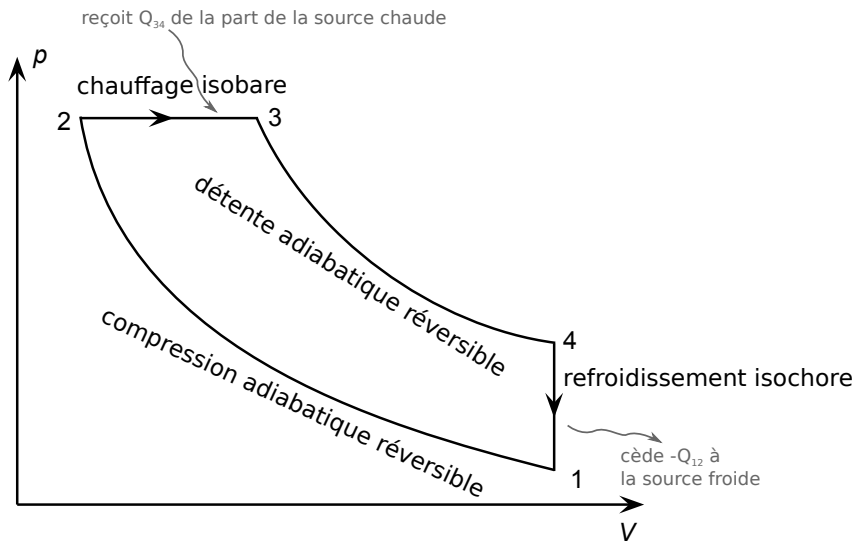


1 - On a l'allure suivante :



On a  $r = \frac{V_1}{V_2} = 18$ .

2 - Compression adiabatique réversible d'un gaz parfait : on utilise les lois de Laplace.

– On a  $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$ , donc  $p_2 = p_1 \times r^\gamma = 57,2 \text{ bar}$ .

– Puis  $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$ , donc  $T_2 = T_1 \times r^{\gamma-1} = 915,8 \text{ K}$ .

3 - Premier principe version isobare au système  $\{n \text{ moles de gaz}\}$ , sur l'étape  $2 \rightarrow 3$  :

$$\Delta H = W' + Q_c,$$

avec  $W'$  le travail autre que celui des forces de pression, qui est nul ici.

On utilise pour un gaz parfait :  $\Delta H = C_p(T_3 - T_2)$ .

On divise par la masse  $m$  de gaz, on a donc  $q_c = c_p(T_3 - T_2)$ , d'où  $T_3 = 2706,8 \text{ K}$ .

Avec la loi des gaz parfaits,  $\frac{V_3}{V_2} = \frac{T_3}{T_2} = 2,959$ .

4 - Compression adiabatique réversible d'un gaz parfait : on utilise les lois de Laplace. Ici entre les variables  $T$  et  $V$  car c'est celles qu'on connaît ou qu'on cherche :  $TV^{\gamma-1} = \text{cst}$  (on redémontre cette forme à partir de  $pV^\gamma = \text{cst}$  et de la loi des gaz parfaits).

$$T_4 = T_3 \times \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1} = T_3 \times \left(\frac{V_3 V_2}{V_2 V_4}\right)^{\gamma-1} = 1316 \text{ K}.$$

5 - Premier principe au système  $\{n \text{ moles de gaz}\}$ , sur l'étape  $4 \rightarrow 1$  :  $\Delta U = W_{41} + Q_f$ . On a  $W_{41} = 0$  car cette évolution est isochore.

Pour un gaz parfait :  $\Delta U = C_v(T_1 - T_4)$ .

D'où  $Q_f = C_v(T_1 - T_4)$ , d'où en divisant par la masse  $m$  :  $q_f = c_v(T_1 - T_4) = -738,1 \text{ kJ/kg}$ .

6 - ★ Grandeur utile : le travail produit lors d'un cycle. Il est négatif car c'est un moteur, donc on considère  $-W_{\text{cycle}}$ .

★ Grandeur coûteuse : le transfert thermique lors de la combustion du carburant, donc ici  $Q_c$  que l'on a calculé à l'étape  $2 \rightarrow 3$ .

★ Ainsi,  $\eta = \frac{-W_{\text{cycle}}}{Q_c}$ .

★ Le premier principe appliqué au gaz, sur un cycle, donne

$$0 = \Delta U = W_{\text{cycle}} + Q_f + Q_c$$

( $\Delta U = 0$  sur un cycle car  $U$  grandeur d'état ; et pour les transferts thermiques il n'y a que  $Q_f$  (étape 41) et  $Q_c$  (étape 23) car les autres étapes sont adiabatiques).

Ceci permet d'obtenir  $-W_{\text{cycle}} = Q_f + Q_c$  et donc  $\eta = \frac{Q_f + Q_c}{Q_c}$ .

En divisant par la masse de gaz en haut et en bas :  $\eta = \frac{q_f + q_c}{q_c}$ .

★ On a calculé  $q_c$  et  $q_f$  précédemment, il reste à faire l'A.N. :  $\boxed{\eta = 0,59}$ .

**Remarque :** Le second principe  $0 = \Delta S = S_e + S_c$  n'apporte rien ici, car  $S_c \neq 0$ .