

T5.14. Moteur Diesel.**1. Tableau.**

► Comme AB est une transformation adiabatique réversible d'un gaz parfait de coefficient γ constant, la loi de Laplace est utilisable :

$$T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1} \rightarrow V_B = \left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} V_A \quad V_B = 0,16 \text{ L}$$

$$T_A P_A^{1-\gamma} = T_B P_B^{1-\gamma} \rightarrow P_B = \left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} P_A \quad P_B = 44,3 \text{ bar}$$

► Comme BC est une transformation isobare on a :

$$P_C = P_B \quad P_C = 44,3 \text{ bar}$$

La loi des gaz parfaits permet d'écrire que sur cette transformation isobare :

$$\begin{cases} P_B V_B = nRT_B \\ P_C V_C = nRT_C \end{cases} \rightarrow T_C = T_B \frac{V_C}{V_B} = T_B \left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \frac{V_C}{V_A} \quad T_C = 1,43 \cdot 10^3 \text{ K}$$

► Comme CD est une transformation adiabatique réversible d'un gaz parfait de coefficient γ constant, la loi de Laplace est utilisable :

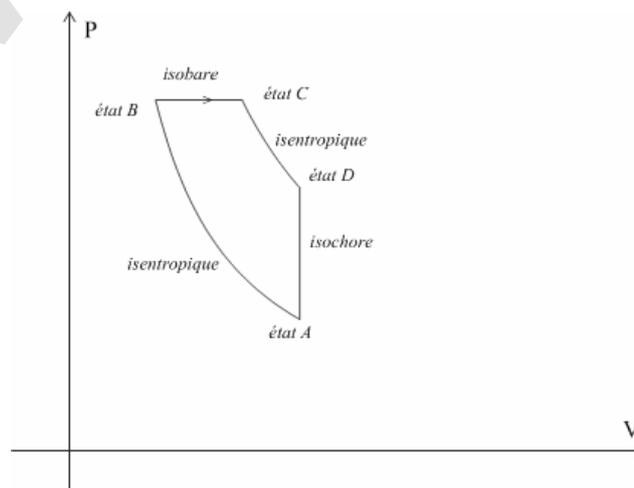
$$T_C V_C^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1} \rightarrow T_D = \left(\frac{V_C}{V_D} \right)^{\gamma-1} T_C \quad T_D = 569 \text{ K}$$

$$P_C V_C^\gamma = P_D V_D^\gamma \rightarrow P_D = \left(\frac{V_C}{V_D} \right)^\gamma P_C \quad P_D = 17,6 \text{ bar}$$

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>P</i> en bar	1,0	44,3	44,3	17,6
<i>T</i> en K	323	954	$1,43 \cdot 10^3$	569
<i>V</i> en L	2,40	0,16	0,24	2,40

2. Allure du cycle.

Le cycle est moteur, il est alors parcouru dans le sens horaire.



3. Quantité de matière.

On utilise la loi des gaz parfaits au point A :

$$n = \frac{P_A V_A}{RT_A} \quad n = 8,94 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

4. Capacités thermiques.

$$\begin{cases} C_V = \frac{nR}{\gamma-1} = \frac{P_A V_A}{T_A} \frac{1}{\gamma-1} \\ C_P = \frac{\gamma nR}{\gamma-1} = \frac{P_A V_A}{T_A} \frac{\gamma}{\gamma-1} \end{cases} \quad \begin{cases} C_V = 1,86 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \\ C_P = 2,60 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \end{cases}$$

5. Transferts thermiques et travaux.

► Sur AB adiabatique :

$$Q_{AB} = 0$$
$$\Delta U_{AB} = W_{AB} = C_V (T_B - T_A) = \frac{P_A V_A}{T_A} \frac{1}{\gamma-1} (T_B - T_A) \quad W_{AB} = 1,17 \text{ kJ}$$

► Sur BC isobare :

$$\Delta H_{BC} = Q_{BC}^{\text{réversible}} = C_P (T_C - T_B) = \frac{P_A V_A}{T_A} \frac{\gamma}{\gamma-1} \left(T_B \left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \frac{V_C}{V_A} - T_B \right)$$
$$Q_{BC}^{\text{réversible}} = \frac{P_A V_A T_B}{T_A} \frac{\gamma}{\gamma-1} \left(\left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \frac{V_C}{V_A} - 1 \right) \quad Q_{BC} = 1,24 \text{ kJ}$$

D'autre part :

$$W_{BC} = -P_B (V_C - V_B) = -P_B \left(V_C - \left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} V_A \right) \quad W_{BC} = -0,35 \text{ kJ}$$

► Sur CD adiabatique :

$$Q_{CD} = 0$$
$$\Delta U_{CD} = W_{AB} = C_V (T_D - T_C) = \frac{P_A V_A}{T_A} \frac{1}{\gamma-1} \left(T_D - T_B \left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \frac{V_C}{V_A} \right) \quad W_{CD} = -1,60 \text{ kJ}$$

► Sur DA isochore :

$$W_{DA} = 0$$
$$Q_{DA} = \Delta U_{DA} = C_V (T_A - T_D) = \frac{P_A V_A}{T_A} \frac{1}{\gamma-1} \left(T_A - \left(\frac{V_C}{V_D} \right)^{\gamma-1} T_C \right) \quad Q_{DA} = -0,46 \text{ kJ}$$

6. Efficacité.

L'efficacité thermodynamique e d'un moteur cyclique ditherme est le rapport de la grandeur valorisable (ici $-W$) sur la grandeur coûteuse qui est l'énergie fournie par la source chaude au moteur.

Sur le cycle, le travail total échangé est W tel que :

$$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD}$$

La chaleur fournie par la source est Q_{BC} .

Le rendement de ce moteur est :

$$e = \frac{(W_{AB} + W_{BC} + W_{CD})}{Q_{BC}} \quad e = 0,63$$

Pour un moteur de Carnot, l'efficacité s'écrit :

$$e_c = 1 - \frac{T_{SF}}{T_{SC}} \text{ avec } T_{SF} = T_A \text{ et } T_{SC} = T_C \quad e_c = 0,77$$

Comme $e < e_c$, on peut conclure que le moteur Diesel fonctionne pas de manière thermiquement réversible : les transferts thermiques au cours des évolutions BC et DA ne sont pas réversibles (non isothermes) car au cours de ces évolutions $T_{\text{système}} \neq T_{\text{sources}}$.