

Exercice 1 : Comparaison entre un moteur à essence et un moteur diesel

a) Diagramme p/V : voir cours magistral page 6

Diagramme T/s :

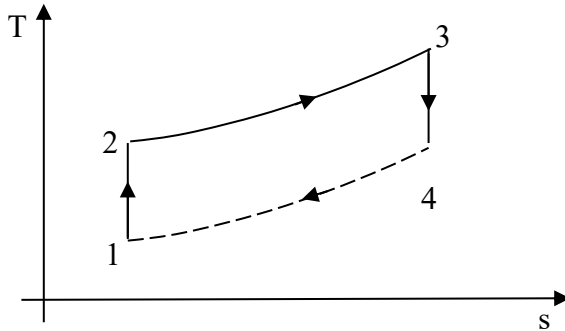


Diagramme T/s :

Il y a deux raisons pour lesquelles l'entropie d'un fluide dans un appareil peut augmenter :

- 1) quand on introduit de la chaleur dans le fluide.
- 2) quand il y a des frottements.

La deuxième raison n'est pas valable dans notre cas parce qu'il s'agit d'un cycle idéal (et donc sans frottements).

L'entropie augmente donc pendant la combustion 2→3 dû à la raison 1).

b) La transformation thermodynamique de la Combustion a changé. Elle n'est plus isobare comme pour le moteur diesel, mais isochore pour le moteur à essence.

c) Le nouveau point 3 est au dessus de l'ancien point 3 (même abscisse).

$$\eta_{\text{thessence}} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}} \text{ ne dépend que des volumes } V_1 \text{ et } V_2.$$

Le nouveau point 3 n'a pas d'influence sur V_1 ou V_2 .

→ η_{th} ne dépend pas de T_3 .

d)
$$\eta_{\text{thessence}} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$$

$$\eta_{\text{thdiesel}} = 1 - \frac{1}{\gamma} * \frac{\phi^\gamma - 1}{\phi - 1} \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$$

par exemple pour $\phi = 1,5$:

$$\begin{aligned} \eta_{\text{thdiesel}} &= 1 - \frac{1}{1,353} * \frac{1,5^{1,353-1} - 1}{1,5-1} \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}} \\ &= 1 - 1,08 * \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}} \end{aligned}$$

γ n'est égal à 1,4 que pour l'air à 0 °C. γ prend d'autres valeurs pour toutes les autres températures. On peut facilement calculer γ si c_p est connue :

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{c_p}{c_p - r_i} = 1,353$$

avec r_i : constante massique de l'air (287 J/(kg K))

ϕ	1,2	1,5	1,7	2
η_{thdiesel}	$1 - 1,03 * \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$	$1 - 1,08 * \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$	$1 - 1,11 * \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$	$1 - 1,15 * \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$

$\eta_{\text{essence}} > \eta_{\text{diesel}}$ si le **taux de compression** (auss appelé rapport volumétrique) est le **même**.

$\eta_{\text{th diesel}}$ **augmente** si la **durée de l'injection** devient **plus courte**.

$$e) \eta_{thessence} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\gamma-1}} = 1 - \frac{1}{10^{1,35-1}} = 55 \%$$

$$\text{par exemple pour } \varphi = 1,5 : \eta_{thdiesel} = 1 - 1,08 \frac{1}{\varepsilon^{\gamma-1}} = 1 - 1,08 \frac{1}{16^{1,35-1}} = 59,1 \%$$

φ	1,2	1,5	1,7	2
$\eta_{thdiesel}$	61,0 %	59,1 %	57,9 %	56,5 %

$\eta_{diesel} > \eta_{essence}$ (pour $\varphi \leq 2$) **parce que le taux de compression du moteur diesel est plus grand que celui du moteur à essence.**

f) On admet dans un moteur à essence un **mélange air/essence** qui ne peut être comprimé avec un rapport volumétrique supérieur à 10. Autrement le mélange air/essence explosera déjà pendant la montée du piston et la bielle du piston cassera (cliquetis).

On admet dans un moteur diesel de l'**air**, donc pas de problème de comprimer avec un rapport volumétrique de 16.

Exercice 2 : Augmentation du rendement du moteur à essence : le cycle d'Atkinson et le cycle de Miller

- a) Travail récupéré : plus grand, parce que la surface du cycle est plus grande
 Chaleur introduite : la même, parce que les points 2 et 3 restent au même endroit
 Rendement : plus grand, parce que le travail récupéré est plus grand

$$b) \text{ Point 2 : } T_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} \cdot T_1 = (10)^{1,35-1} \cdot 288 \text{ K} = 644,8 \text{ K} = 371,8 \text{ °C}$$

$$p_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} \cdot p_1 = (10)^{1,35} \cdot 0,1 \text{ MPa} = 2,24 \text{ MPa} = 22,4 \text{ bar}$$

$$\text{Point 3 : } q_{e23} = c_v \cdot (T_3 - T_2)$$

$$T_3 = T_2 + q_{e23}/c_v = 371,8 \text{ °C} + 1800 \text{ kJ/kg} / 0,813 \text{ kJ/(kg K)}$$

$$= 2585,8 \text{ °C} = 2858,8 \text{ K}$$

$$p_3 = T_3/T_2 \cdot p_2 = 2858,8 \text{ K} / 644,8 \text{ K} \cdot 22,4 \text{ bar} = 99,3 \text{ bar}$$

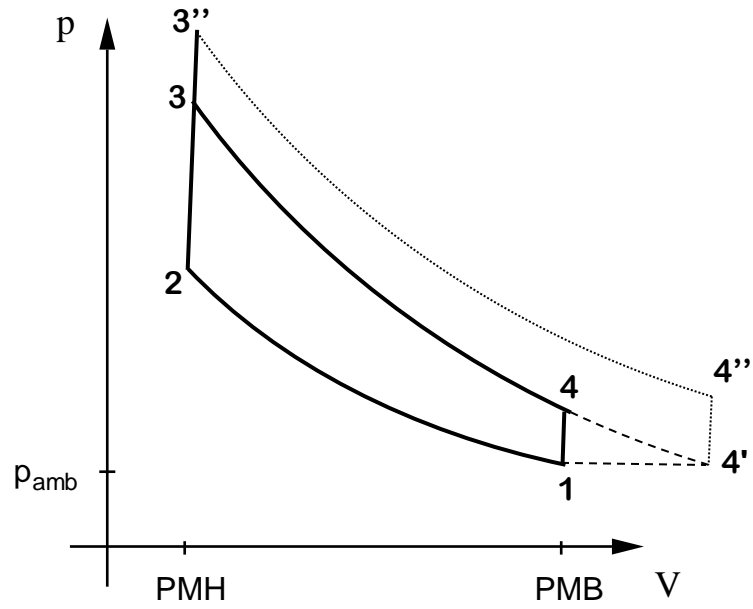
$$c) \eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\gamma-1}} = 1 - \frac{1}{10^{1,35-1}} = 55 \%$$

$$d) \text{ Point 4' : } T_{4'} = \left(\frac{p_{4'}}{p_3}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \cdot T_3$$

$$= \left(\frac{1 \text{ bar}}{99,3 \text{ bar}}\right)^{\frac{1,35-1}{1,35}} \cdot 2858,8 \text{ K} = 867,9 \text{ K} = 594,9 \text{ °C}$$

$$e) \eta = -\frac{\sum W_{pV}}{q_{intro}} = 1 + \frac{q_{e4'1}}{q_{e23}} = 1 + \gamma \cdot \frac{T_1 - T_{4'}}{T_3 - T_2} = 1 - 1,35 \cdot \frac{867,9 \text{ K} - 288 \text{ K}}{2858,8 \text{ K} - 644,8 \text{ K}} = 65 \%$$

f)



Le cycle avec d'avantage d'essence passe par les points : $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3'' \rightarrow 4'' \rightarrow 4' \rightarrow 1$. Ce cycle s'appelle cycle de Miller.