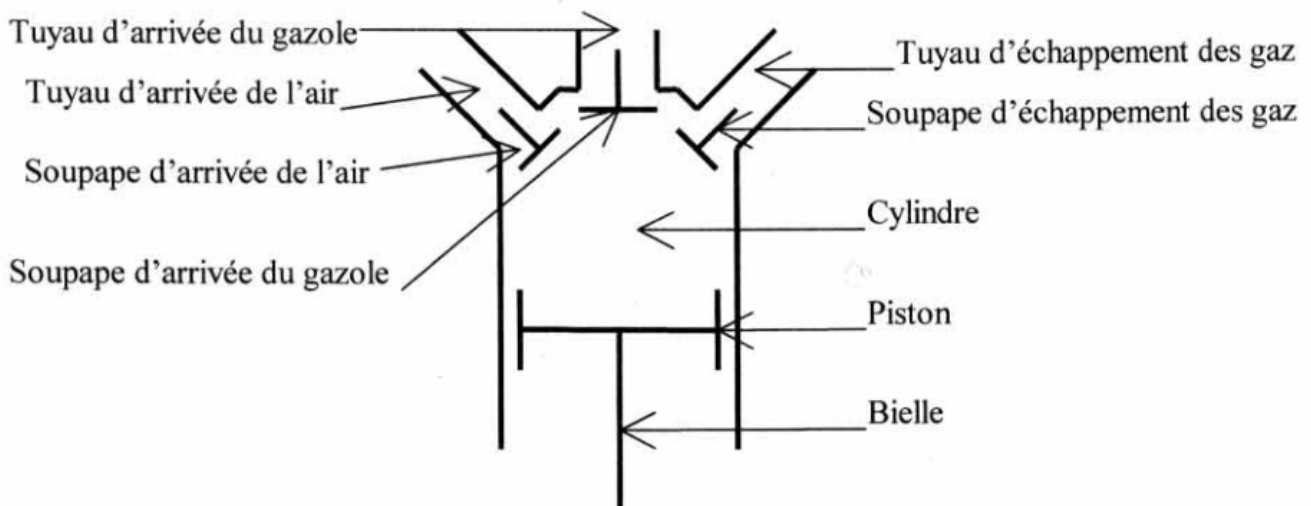


Le moteur Diesel

Comme le moteur à explosion du type « Beau de Rochas », le moteur Diesel est un moteur à combustion interne. Mais l'allumage est réalisé par une compression élevée de l'air seul. L'injection de carburant dans le cylindre débute donc à la fin de cette phase de compression et assure une combustion (température élevée de l'air) qui s'effectue à peu près à pression constante. Il permet l'utilisation de sous produits du raffinage du pétrole (gazole) et le taux de compression peut être plus élevé que dans un moteur à explosion (il n'y a pas de risque de pré-allumage).

Schéma du dispositif :



Le cycle réel du moteur Diesel peut être modélisé de la manière suivantes :

On considère un gaz parfait ($\gamma = 1,40$) dans un cylindre de volume variable, entre $V_{\min} = 150 \text{ mL}$ et $V_{\max} = 400 \text{ mL}$, fermé par un piston.

- 1^{er} temps : soupape d'arrivée d'air ouvert, soupape d'échappement fermée, de l'air est admis dans le cylindre dans les conditions de température et de pression $T_{\text{atm}} = 300 \text{ K}$ et $P_{\text{atm}} = 1,00 \text{ bar}$. Le volume passe alors de V_{\min} à V_{\max} .
- 2^{ème} temps : soupapes fermées, compression isentropique **AB** de l'état ($T_A = T_{\text{atm}}$, $P_A = P_{\text{atm}}$, V_{\max}) à l'état (T_B , P_B , V_{\min}).
- 3^{ème} temps : soupapes fermées, le combustible est introduit, ce qui produit une combustion isobare **BC** jusqu'à un volume $V_C = 250 \text{ mL}$ (état T_C , P_C , V_C) suivie d'une détente isentropique **CD** jusqu'à l'état (T_D , P_D , V_{\max}).
- 4^{ème} temps : soupape d'admission fermée, la soupape d'échappement s'ouvre, ce qui provoque une brusque chute de pression **DA** de l'état (T_D , P_D , V_{\max}) à l'état (T_A , P_A , V_{\max}), le piston restant immobile. Les gaz issus de la combustion sont alors évacués sous P_{atm} , la volume passant de V_{\max} à V_{\min} .

Étude des transformations subies par le gaz lors du cycle Diesel

1. Représenter l'allure du cycle décrit ci-dessus dans un diagramme de Watt (P, V), en y faisant figurer toutes les étapes ainsi que les points A, B, C et D.

2. Dans quel sens le cycle est-il parcouru. Est-ce compatible avec un fonctionnement moteur ?

On considérera que le gaz parcourant le cycle ABCD est un système fermé, ce qui n'est pas le cas en

réalité puisque l'air est renouvelé tous les 2 tours.

3. Reproduire le tableau ci-dessous et compléter par les valeurs numériques manquantes. Faire figurer les calculs et les expressions littérales sur la copie.

On donne : $C_v = \frac{nR}{\gamma-1} = \frac{1}{3} \text{ J.K}^{-1}$; $C_p = \frac{\gamma nR}{\gamma-1} = \frac{7}{15} \text{ J.K}^{-1}$

	Température	Pression	Volume
État A	$T_A = T_{\text{atm}} = 300 \text{ K}$	$P_A = P_{\text{atm}} = 1,00 \text{ bar}$	$V_A = V_{\text{max}} = 400 \text{ mL}$
État B	$T_B =$	$P_B =$	$V_B = V_{\text{min}} = 150 \text{ mL}$
État C	$T_C =$	$P_C =$	$V_C = 250 \text{ mL}$
État D	$T_D =$	$P_D =$	$V_D = V_{\text{max}} = 400 \text{ mL}$

4. Reproduire le tableau ci-dessous et compléter par les valeurs numériques manquantes. Faire figurer les calculs et les expressions littérales sur la copie.

	Travail échangé	Transfert thermique échangé
Transformation A → B	$W_{AB} =$	$Q_{AB} =$
Transformation B → C	$W_{BC} =$	$Q_{BC} =$
Transformation C → D	$W_{CD} =$	$Q_{CD} =$
Transformation D → A	$W_{DA} =$	$Q_{DA} =$

Rendement du cycle Diesel

5. Exprimer numériquement la somme des travaux échangés W_{tot} par le gaz sur un cycle. Le signe de W_{tot} est-il compatible avec un fonctionnement moteur ?

6. Définir le rendement thermodynamique η d'un moteur et l'exprimer en fonction des grandeurs du problème.

7. Calculer η .

8. On définit le taux de compression α par $\alpha = V_{\text{max}} / V_{\text{min}}$. Quelle est qualitativement l'influence de la valeur de α sur le rendement η ?

Puissance du moteur

On considère un moteur (un seul cylindre) fonctionnant selon ce cycle. Sa vitesse de rotation est $N = 1,80 \cdot 10^3 \text{ tr/min}$.

9. Calculer la puissance P délivrée par ce moteur.

Rendement de Carnot

Soit un moteur fonctionnant selon un cycle de Carnot entre un thermostat froid à la température T_A de l'état A et un thermostat chaud à la température T_C de l'état C.

10. Qu'est-ce qui caractérise le cycle de Carnot ? De quels types de transformations est-il composé ?

Représenter ce cycle sur un diagramme de Watt.

11. Appliquer le premier et le second principe au cycle. En déduire le rendement η_{\max} que l'on aurait sur ce cycle. Faire l'application numérique.

12. Comparer η et η_{\max} . Conclure.