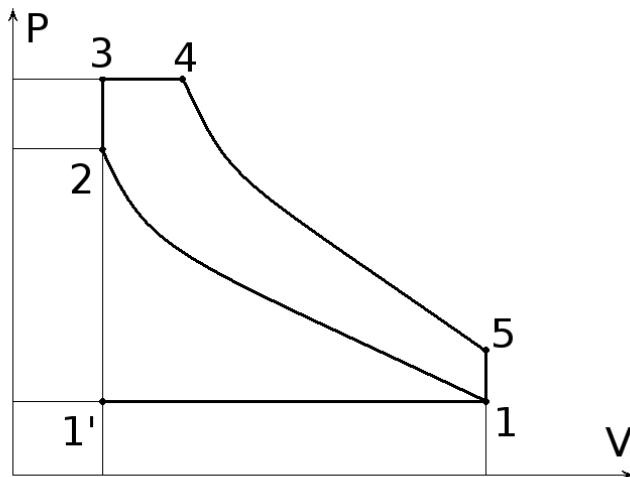


## Encore un TD – Machines thermiques

## I Moteur Diesel à double combustion



Dans les moteurs Diesel à double combustion, le cycle décrit par le mélange air-carburant peut-être modélisé (de façon idéale) par celui d'un système fermé représenté en coordonnées de Watt ci-contre.

Après la phase d'admission  $1' \rightarrow 1$  qui amène le mélange au point 1 du cycle, celui-ci subit une compression adiabatique supposée réversible jusqu'au point 2. Après injection du carburant en 2, la combustion s'effectue d'abord de façon isochore de 2 à 3 puis se poursuit de façon isobare de 3 à 4. La phase de combustion est suivie d'une détente adiabatique à nouveau prise réversible de 4 à 5, puis d'une phase d'échappement isochore  $5 \rightarrow 1$  puis isobare  $1 \rightarrow 1'$ .

Au point 1 du cycle, la pression  $p_m = 1,0 \text{ bar}$  et la température  $T_m = 293 \text{ K}$  sont minimales. La pression maximale, aux points 3 et 4, est  $p_M = 60 \text{ bar}$  et la température maximale, au point 4, vaut  $T_M = 2073 \text{ K}$ . Le rapport volumétrique de compression vaut  $\beta = V_M/V_m = 17$ , avec  $V_M = V_1 = V_5$  et  $V_m = V_2 = V_3$ .

On suppose que le mélange air-carburant se comporte exactement comme l'air, c'est-à-dire comme un gaz parfait diatomique de masse molaire  $M = 29 \text{ g mol}^{-1}$ , et de capacités thermiques respectives  $C_p$  et  $C_V$  constantes, et on note  $\gamma = C_p/C_V = 1,4$ .

Si  $n$  est la quantité de matière d'air, alors  $C_V = \frac{nR}{\gamma - 1}$  et  $C_p = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1}$ .

**1 - a -** Rappeler la loi de Laplace et ses conditions d'application.

Donner l'expression de la température  $T_2$  en fonction de  $\gamma$ ,  $\beta$  et  $T_m$ , puis sa valeur numérique.

En déduire également l'expression et la valeur de la pression  $p_2$ .

**b -** Donner l'expression de la température  $T_3$  en fonction de  $p_M$ ,  $T_2$  et  $p_2$ , puis sa valeur numérique.

**c** - Donner l'expression du volume  $V_4$  en fonction de  $V_m$ ,  $T_M$  et  $T_3$ .

**d** - Donner l'expression de la température  $T_5$  en fonction de  $\gamma$ ,  $T_M$ ,  $T_3$  et  $\beta$ , puis sa valeur numérique.

Pour les questions suivantes, on prendra  $T_1 = 293 \text{ K}$ ,  $T_2 = 9,10 \times 10^2 \text{ K}$ ,  $T_3 = 1,0 \times 10^3 \text{ K}$ ,  $T_4 = 2073 \text{ K}$ ,  $T_5 = 8,8 \times 10^2 \text{ K}$ .

**2 - a** - Rappeler brièvement l'énoncé du premier principe de la thermodynamique appliqué à un système fermé.

Rappeler également l'énoncé de ce principe lorsque la transformation considérée est isobare.

**b** - Donner l'expression du transfert thermique massique  $q_{2 \rightarrow 3} = Q_{2 \rightarrow 3}/m$  reçu par l'air au cours de la phase de combustion  $2 \rightarrow 3$ .

**c** - Faire de même pour le transfert thermique massique  $q_{3 \rightarrow 4} = Q_{3 \rightarrow 4}/m$  reçu par l'air au cours de la phase de combustion  $3 \rightarrow 4$ .

**d** - En déduire la valeur numérique du transfert thermique massique  $q_c$  reçu par l'air lors de la combustion  $2 \rightarrow 4$ .

**3** - Calculer le transfert thermique massique  $q_f = Q_f/m$  reçu par l'air depuis le milieu extérieur entre les points 5 et 1.

**4** - En déduire le travail massique  $w = W/m$  reçu par l'air au cours d'un cycle. Commenter le signe du résultat.

**5** - Définir et calculer le rendement de ce moteur. Commenter la valeur trouvée.