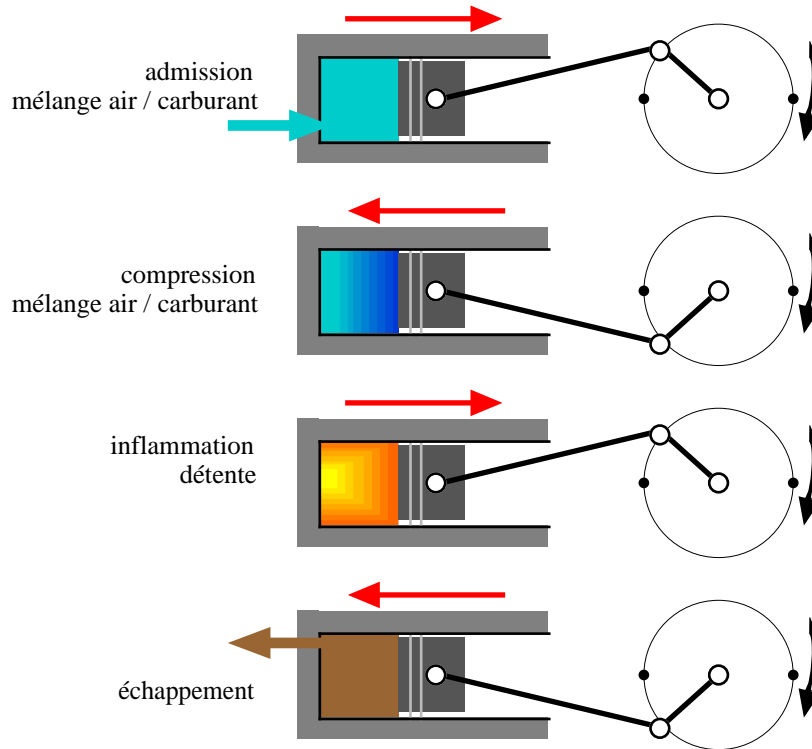


Motorisation thermique

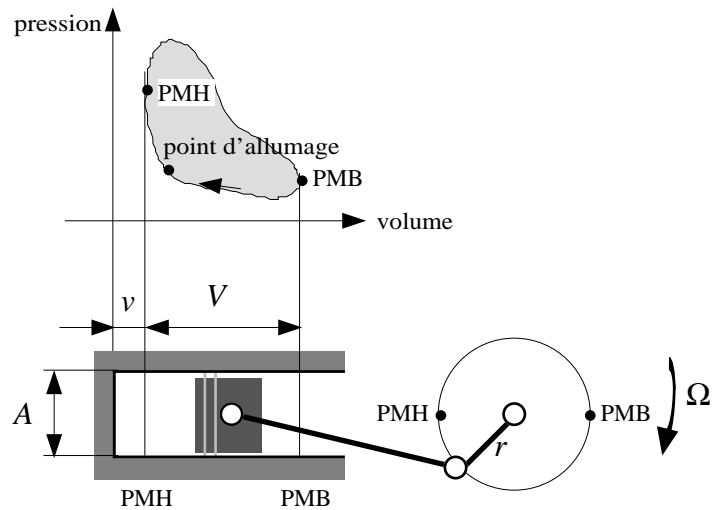
1- Conversion d'énergie chimique en énergie mécanique

Exemple : moteur 4 temps



1.1. Cycle thermodynamique compression/combustion/détente

PMB	Point Mort Bas
PMH	Point Mort Haut
v	Volume de compression [m^3]
r	Rayon vilebrequin [m]
$2r$	Course
A	\varnothing alésage [m]
$S = \pi \frac{A^2}{4}$	Section [m^2]
$V = 2r.S$	Cylindrée unitaire [m^3].
ϵ	Taux de compression
	$\epsilon = \frac{v + V}{v}$
Ω	Vitesse de rotation [rad/s]
	$N = \frac{60}{2\pi} \Omega$ [tr/mn]



1.2 Bilan énergétique [J]

Q_c : Quantité de chaleur libérée par la combustion d'une masse m_c de carburant : $Q_c = m_c.H$

H : Pouvoir Calorifique Inférieur du carburant [J/kg]

W_B : Equivalent en travail de Q_c

Q_d : Quantité de chaleur dissipée au cours du cycle thermodynamique.

η_{th} : Rendement thermodynamique théorique

$$\eta_{th} = 1 - \epsilon^{1-\gamma}$$

γ : Exposant adiabatique d'un gaz parfait (air : $\gamma = 1,4$)

W_{th} : Travail thermodynamique théorique

W_g : Pertes du cycle réel, dont :

- déperdition de chaleur aux parois
- gaz réels
- pertes de charge

W_i : Travail indiqué

η_g : Rendement de forme. Dépend de la forme du cycle réel (différente du cycle théorique).

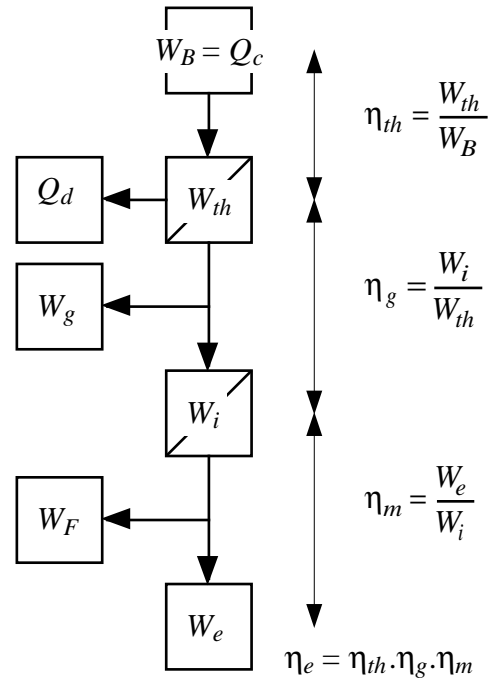
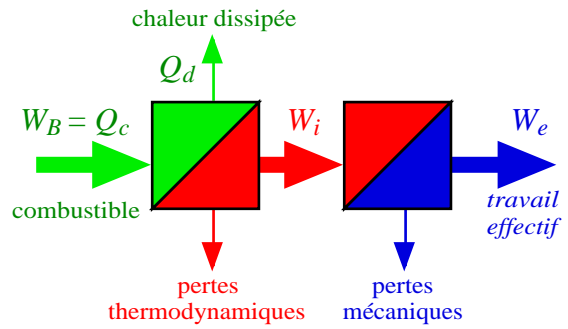
W_F : Pertes mécaniques :

- frottements
- énergie nécessaire à l'entraînement de la pompe à huile, à eau, de l'arbre à cames, de l'alternateur,...

W_e : Travail effectif disponible à l'embrayage

η_m : Rendement mécanique

η_e : Rendement effectif



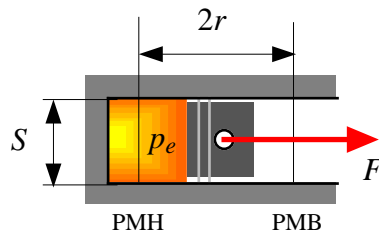
2- Modèle simplifié de la conversion d'énergie

C_e [Nm] Couple effectif (ou couple utile)

$P_e = C_e \cdot \Omega$ [W] Puissance moyenne effective

p_e [Pa] Pression moyenne effective (*pression fictive qu'il faudrait appliquer sur le piston pendant sa course pour obtenir la même puissance effective*)

$W_{e1} = p_e \cdot V$ [J] Travail effectif fourni par chaque piston :



$$\left. \begin{aligned} F &= p_e \cdot S \\ W_e &= F \cdot 2r \end{aligned} \right\} \Rightarrow W_e = p_e \cdot V$$

n [tr/s] Vitesse de rotation de l'arbre moteur

$P_{e1} = p_e \cdot V \frac{n}{2}$ Puissance effective fournie en moyenne par chaque piston d'un moteur à 4 temps (NB : il faut 2 tours pour effectuer un cycle)

V_H [m³] Cylindrée totale du moteur = $V \times$ nombre de cylindres

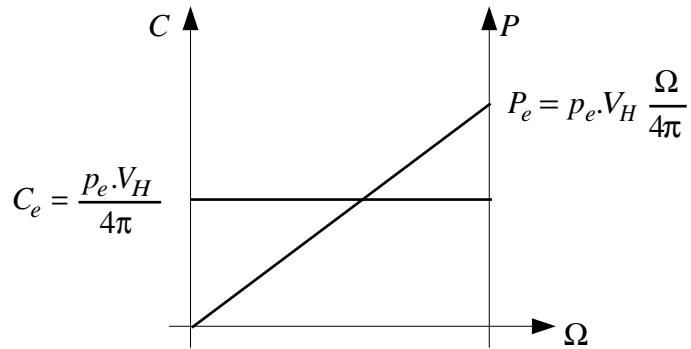
$P_e = p_e \cdot V_H \frac{n}{2}$ Puissance effective fournie en moyenne par un moteur de cylindrée V_H

$P_e = p_e \cdot V_H \frac{\Omega}{4\pi}$ (avec $\Omega = 2\pi n$ rad/s)

$\Rightarrow C_e = \frac{p_e \cdot V_H}{4\pi}$ Le couple effectif est proportionnel à la pression moyenne effective.

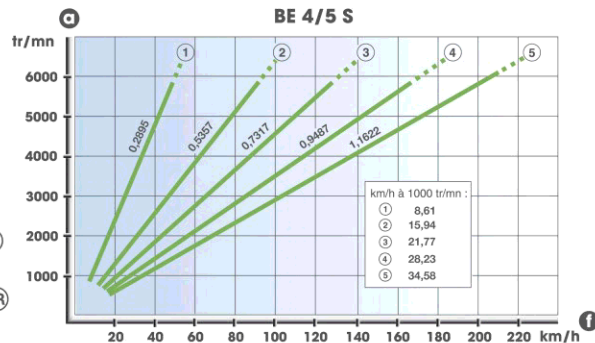
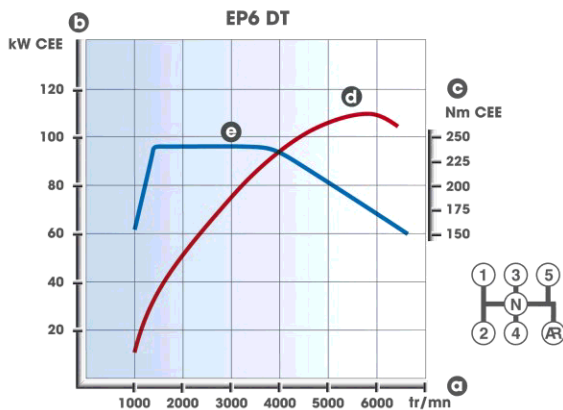
Les diagrammes théoriques $C_u(\Omega)$ et $P_u(\Omega)$ sont les suivants :

- puissance mécanique utile proportionnelle à la vitesse
- couple utile constant



Exemple : moteur 207 Peugeot 1,6l THP 16v (110 kW)

- a : vitesse
- b, d : puissance effective
- c, e : couple



3- Consommation de carburant

ρ [kg/m³] Masse volumique du carburant

V_B [m³] Volume de carburant

$m_c = \rho \cdot V_B$ [kg] Masse de carburant

$B = \frac{m_c}{t}$ [kg/s] Consommation de carburant par unité de temps

$b_e = \frac{B}{P_e} = \frac{m_c}{W_e}$ [kg/J] Consommation spécifique

H [J/kg] Pouvoir calorifique inférieur (PCI) du carburant

$W_B = m_c \cdot H$ [J] Equivalent en travail de la combustion d'une masse m_c de carburant

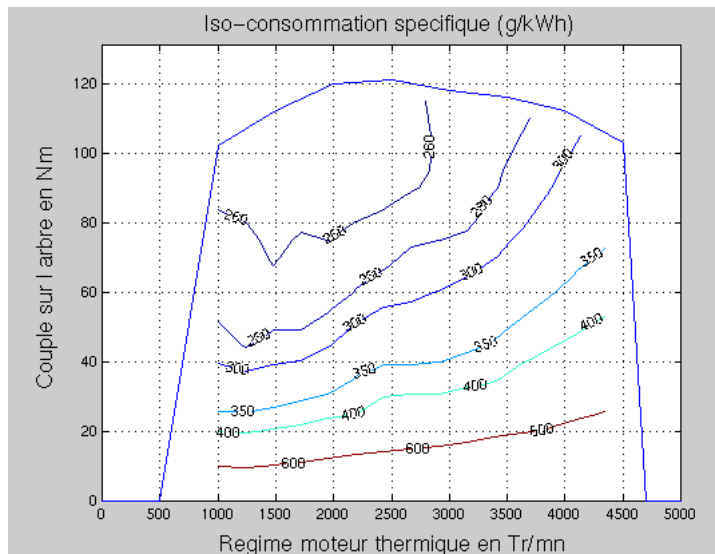
$\eta_e = \frac{W_e}{W_B}$ [%] Rendement effectif

$$\Rightarrow \eta_e = \frac{1}{b_e \cdot H} = \frac{P_e}{B \cdot H} \quad \underline{\text{Le rendement est inversement proportionnel à la consommation de carburant}}$$

4- Courbes d'isoconsommation : comparaison moteur thermique vs moteur électrique

(d'après INRETS, Laboratoire Transports et Environnement, Poster vehliv)

4.1. Moteur thermique



4.2. Moteur électrique

