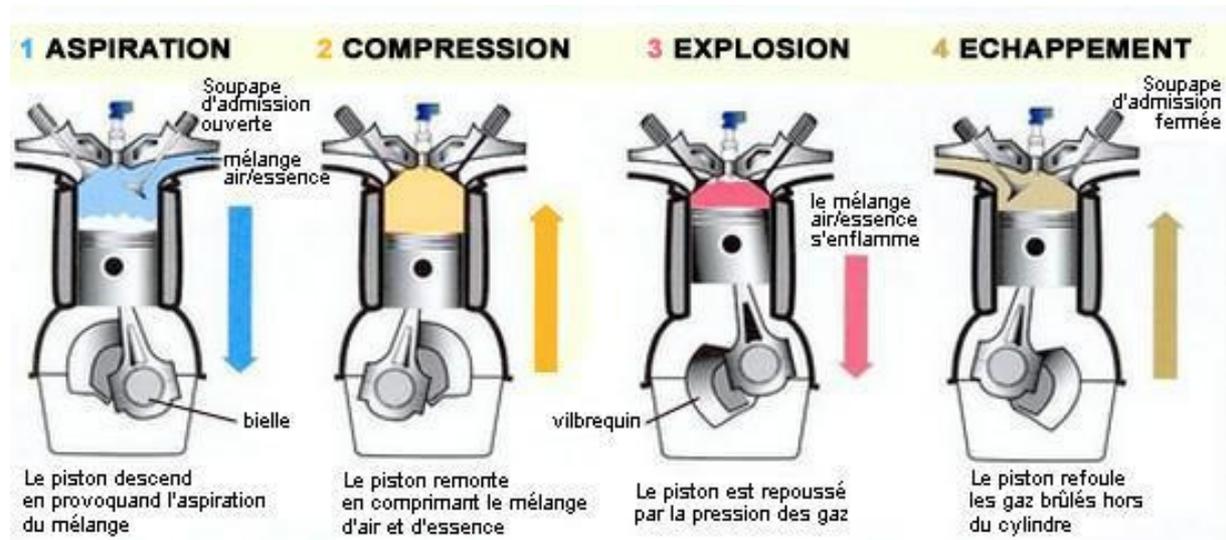


## 2. Cycle du moteur à 4 temps (Beau de Rochas).

### Description du cycle :

Les moteurs thermiques, dont nous allons étudier ici un exemple, ont pour but de produire un travail, au moyen de l'énergie apportée par un transfert thermique (ici délivré lors de l'explosion du mélange air-essence).

Le moteur à 4 temps fonctionne selon le cycle suivant, schématisé ci-dessous.



**1° temps** : Le vilebrequin, par sa rotation amène le piston en translation jusqu'au point mort bas (PMB). La soupape d'admission étant ouverte on aura admission du mélange air-essence, sous la pression atmosphérique, dans la chambre de combustion.

**2° temps** : Le piston remonte jusqu'au point mort haut (PMH) : compression du mélange. Cette compression étant rapide, nous la supposons adiabatique, car les transferts thermiques vers l'extérieur seront négligeables pour une durée aussi faible. Elle peut approximativement être supposée réversible. Les deux soupapes sont fermées sur ce temps.

**3° temps** : Au point mort haut, le système d'allumage, synchronisé avec la rotation du moteur, déclenche la combustion du mélange (arc électrique sur les électrodes de la bougie). On a une explosion suivie d'une détente, propulsant le piston vers le point mort bas. Ce temps sera séquencé en deux phases.

La phase d'explosion, très brève sera considérée à volume constant, et sera donc assimilable à un chauffage isochore.

La phase de détente, rapide, sera considérée comme adiabatique et réversible, au même titre que le temps de compression.

Les deux soupapes sont, bien sûr, encore fermées sur ce 3° temps.

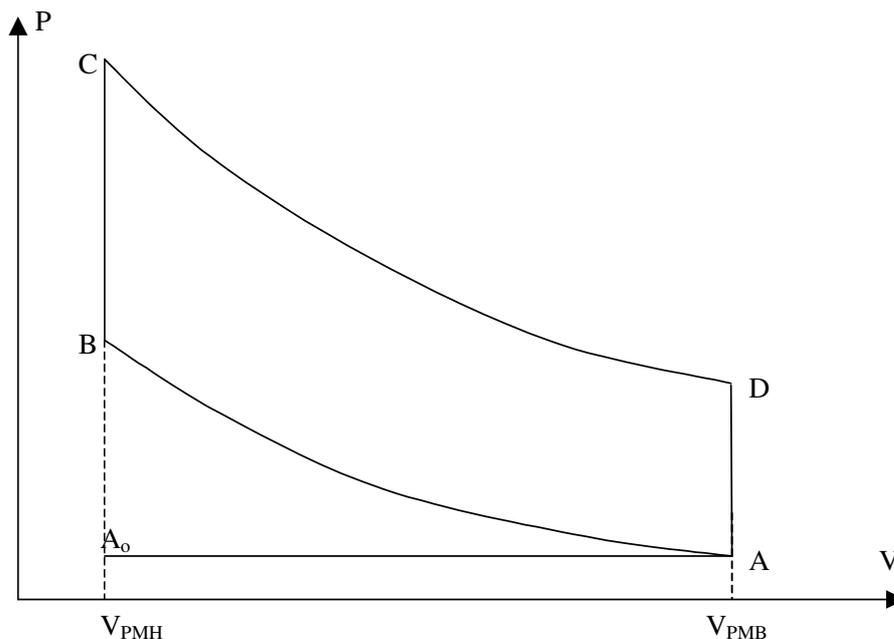
**4° temps** : Le piston remonte, alors que la soupape d'échappement est ouverte, refoulant ainsi les gaz brûlés à l'extérieur de la chambre de combustion. Ce temps est décomposable en deux phases.

Une phase de refroidissement isochore, supposée rapide (c'est le choix le plus discuté dans la modélisation du cycle), suivie d'une phase de refoulement sous la pression atmosphérique.

La modélisation est complétée par quelques hypothèses simplificatrices :

- la masse de gaz située dans le cylindre ne varie pas sur le cycle, hors des phases d'admissions et de refoulement.
- Le mélange air essence est considéré comme un gaz parfait.
- La capacité thermique massique à volume constant  $c_v$  du mélange ne varie pas avec la température.
- La combustion, amenant un changement de la nature chimique des gaz, ne modifie pas leur capacité thermique massique à volume constant  $c_v$ .

Dans ces conditions, le diagramme de Watt se présente selon le cycle :



On souhaite expliciter le rendement thermodynamique de ce cycle  $\rho$  défini par :

$$\rho = -W_{cy} / Q_c$$

en fonction du rapport volumétrique (appelé usuellement « taux de compression ») :

$$a = V_{PMB} / V_{PMH}$$

$(-W_{cy})$  est le travail fourni par le moteur sur un cycle ;

$Q_c$  est le transfert thermique reçu par le moteur dans la phase de combustion.

Remarquons que la grandeur de travail est à considérer sur l'ensemble du cycle de la machine, puisque le couplage mécanique avec l'extérieur est permanent.

Par contre, les transferts thermiques échangés par combustion ( $Q_c$ ) et par le biais du refroidissement du moteur ( $Q_f$ ) n'ont pas le même statut.

$Q_c$  représente un coût énergétique ; il est produit par la combustion du carburant, tandis que  $Q_f$ , nécessaire au fonctionnement de la machine, n'occasionne aucun coût financier.

Le rendement du moteur est donc défini par le rapport de la grandeur énergétique souhaitée (but) à la grandeur énergétique dépensée (dépense) :  $\rho = \text{but}/\text{dépense}$