



Le cycle à 4 temps

Le « cycle » est la succession des opérations internes du moteur (transformation de l'énergie chimique du carburant en énergie thermique puis mécanique) avant que celui-ci ne retrouve son état initial 720° plus tard.

Le « temps » matérialise la valeur de la course du piston (180° de la rotation du vilebrequin).

Le « cycle à 4 T » comporte

4 courses de piston (4 T).

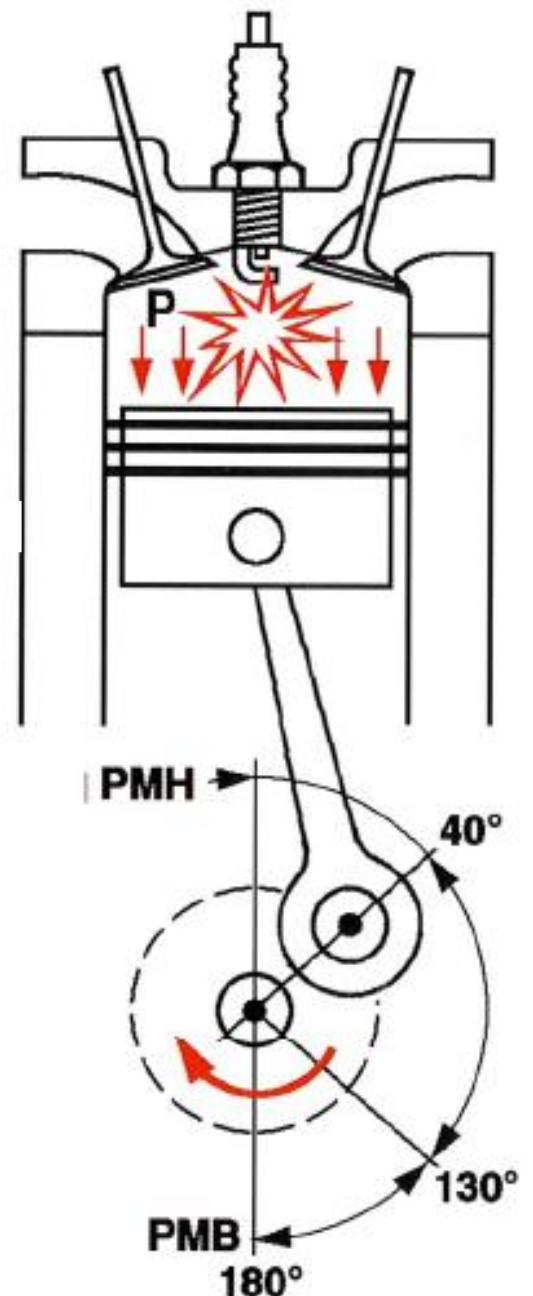
Quel que soit le nombre de cylindres d'un

moteur, il s'effectue dans chacun d'eux

les 4 temps du cycle tous les deux tours de

vilebrequin mais ceux-ci sont décalés

régulièrement.



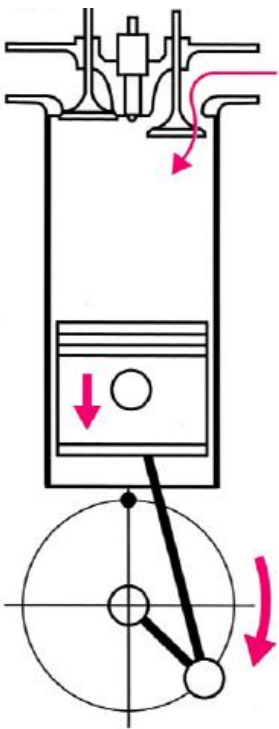
1) Le cycle théorique

Il fut conçu par l'ingénieur français Beau de Rochas en 1862 et établit le principe de fonctionnement du moteur à combustion interne. Pour réaliser ce principe de fonctionnement, Beau de Rochas a émis certaines hypothèses :

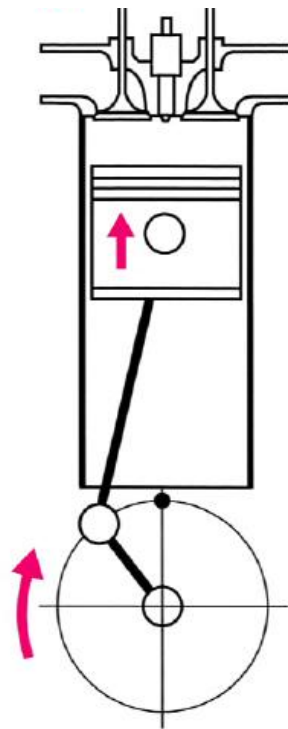
- ✓ la combustion serait instantanée,
- ✓ les soupapes s'ouvrent et se ferment quand le piston est exactement au point mort (haut ou bas selon le temps)
- ✓ la P° atm règne dans le cylindre pendant toute la période d'ouverture des soupapes.
- ✓ Pas d'échange de chaleur avec l'extérieur,
- ✓ Inertie des gaz nulle.

Principe de fonctionnement (cycle théorique)

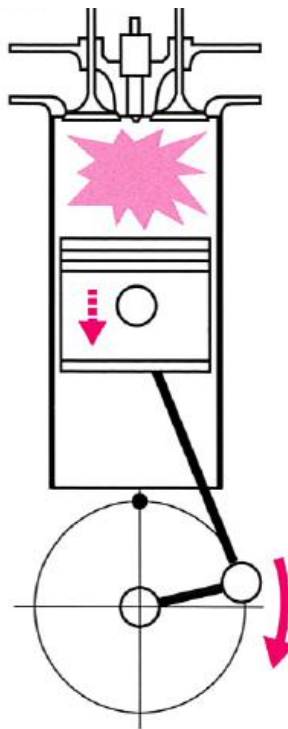
Admission



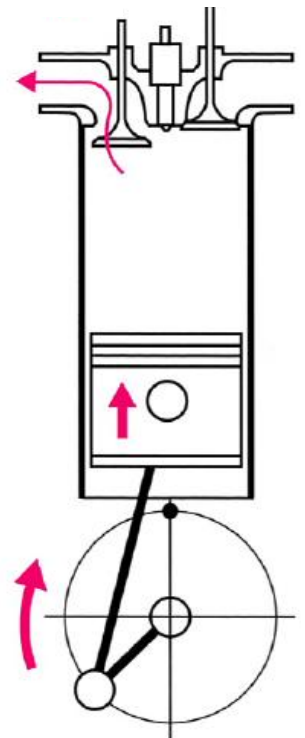
Compression



Combustion détente

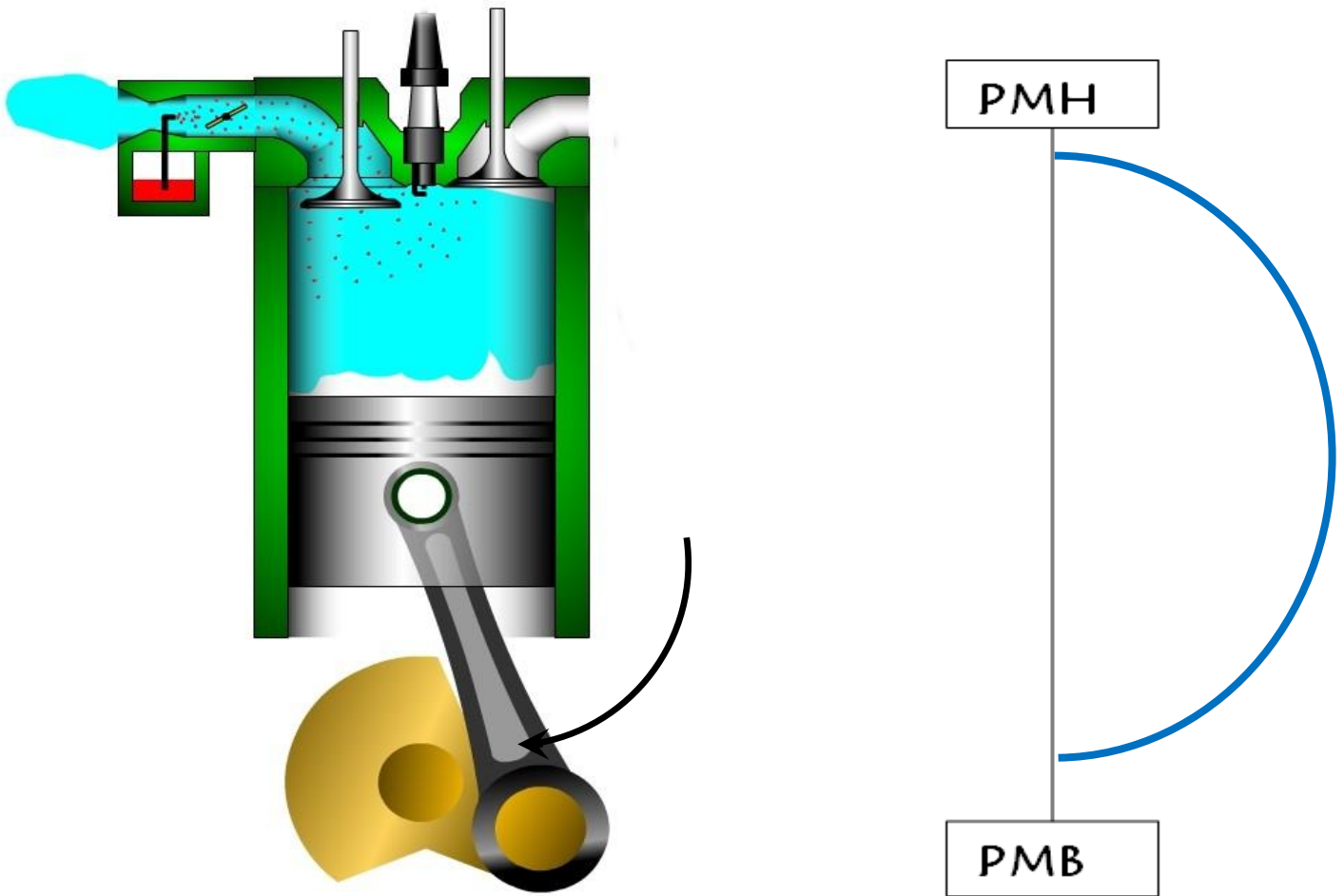


Echappement



1) Temps Admission

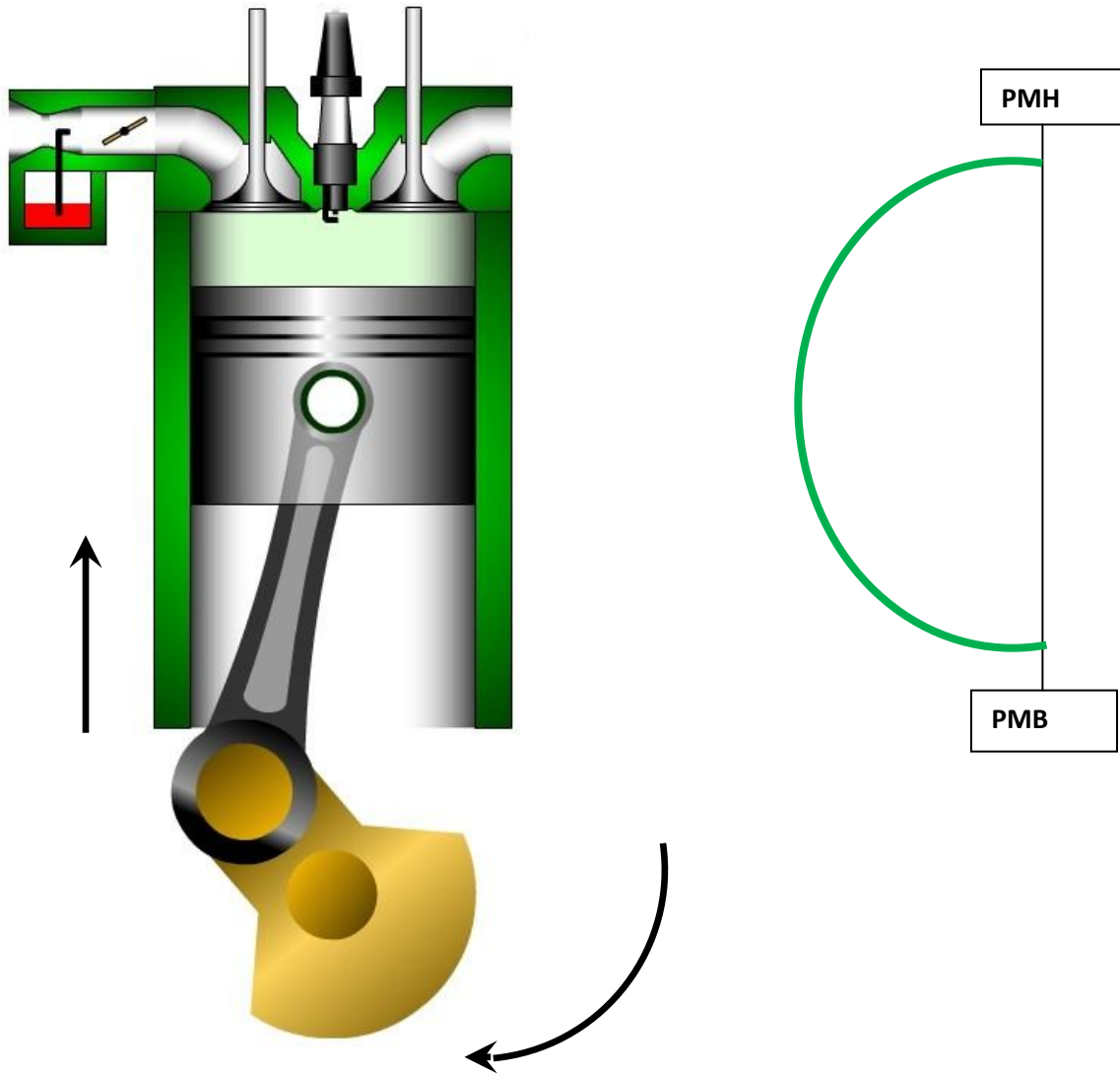
Admission du mélange carburé ou de l'air dans le cylindre.



Temps	courses piston	position soupapes	volume	pression	température
Admission	du PMH au PMB	A : O E : F	↗	P a	extérieure

2) Temps : **Compression**

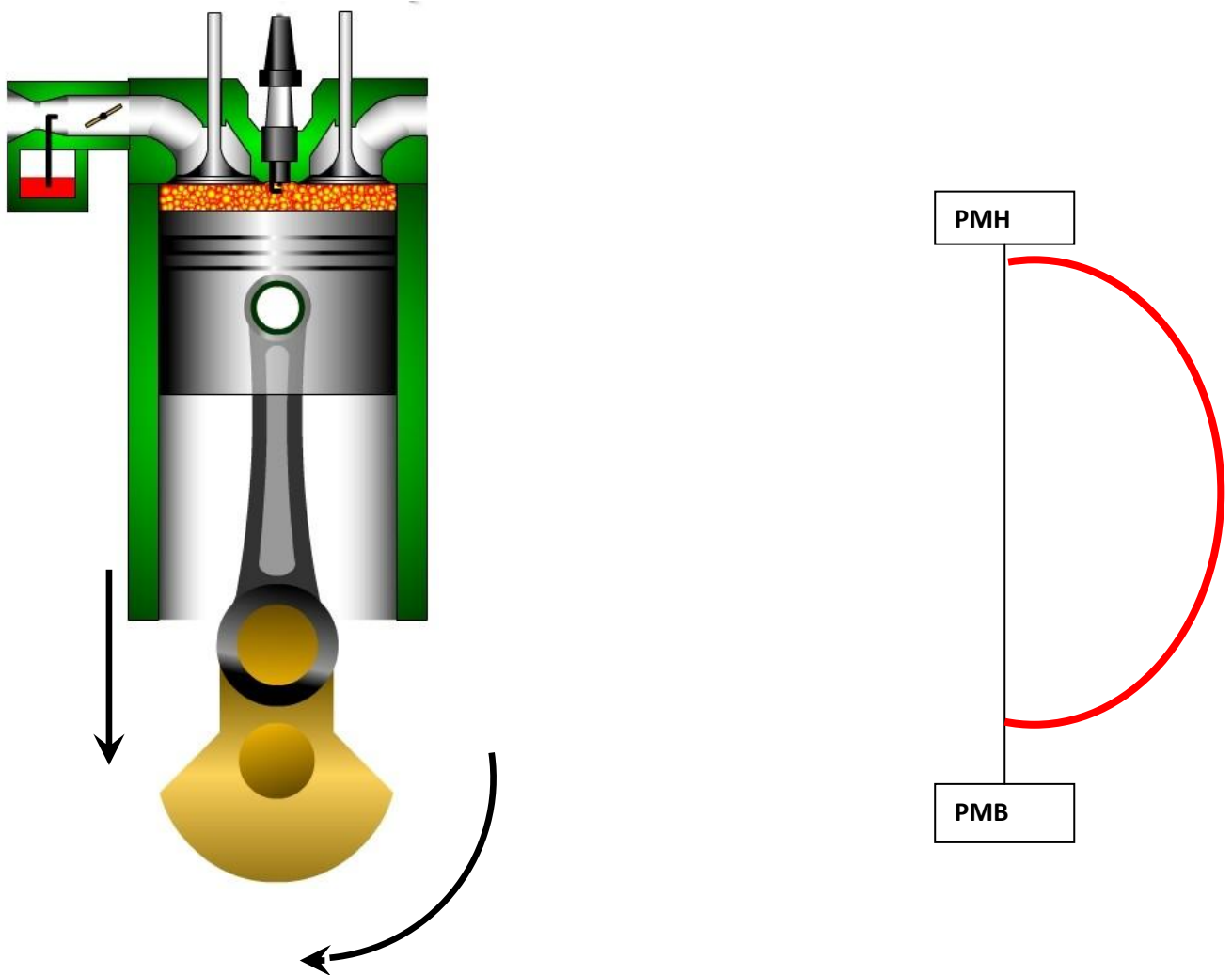
Compression du mélange carburé ou de l'air dans le cylindre.



Temps	courses piston	position soupapes	volume	pression	température
Admission	du PMH au PMB	A : O E : F	↗	P a	extérieure

3) Temps : **Combustion / Détente**

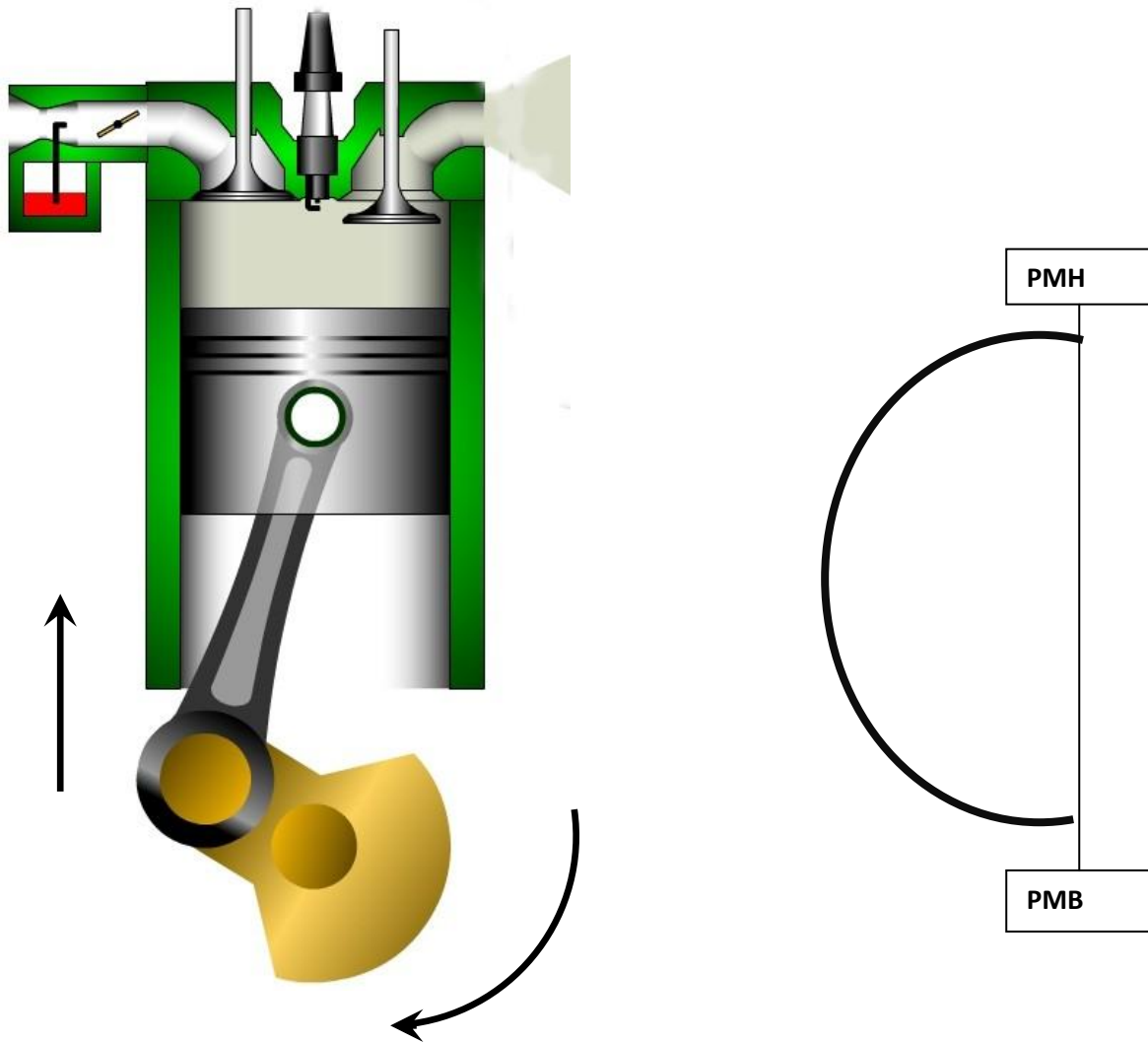
Transformation de l'énergie chimique potentielle du carburant en énergie thermique de façon à créer une énergie mécanique (Temps moteur).



Temps	courses piston	position soupapes	volume	pression	température
Admission	du PMH au PMB	A : O E : F	↗	P a	extérieure

4) Temps : **Echappement**

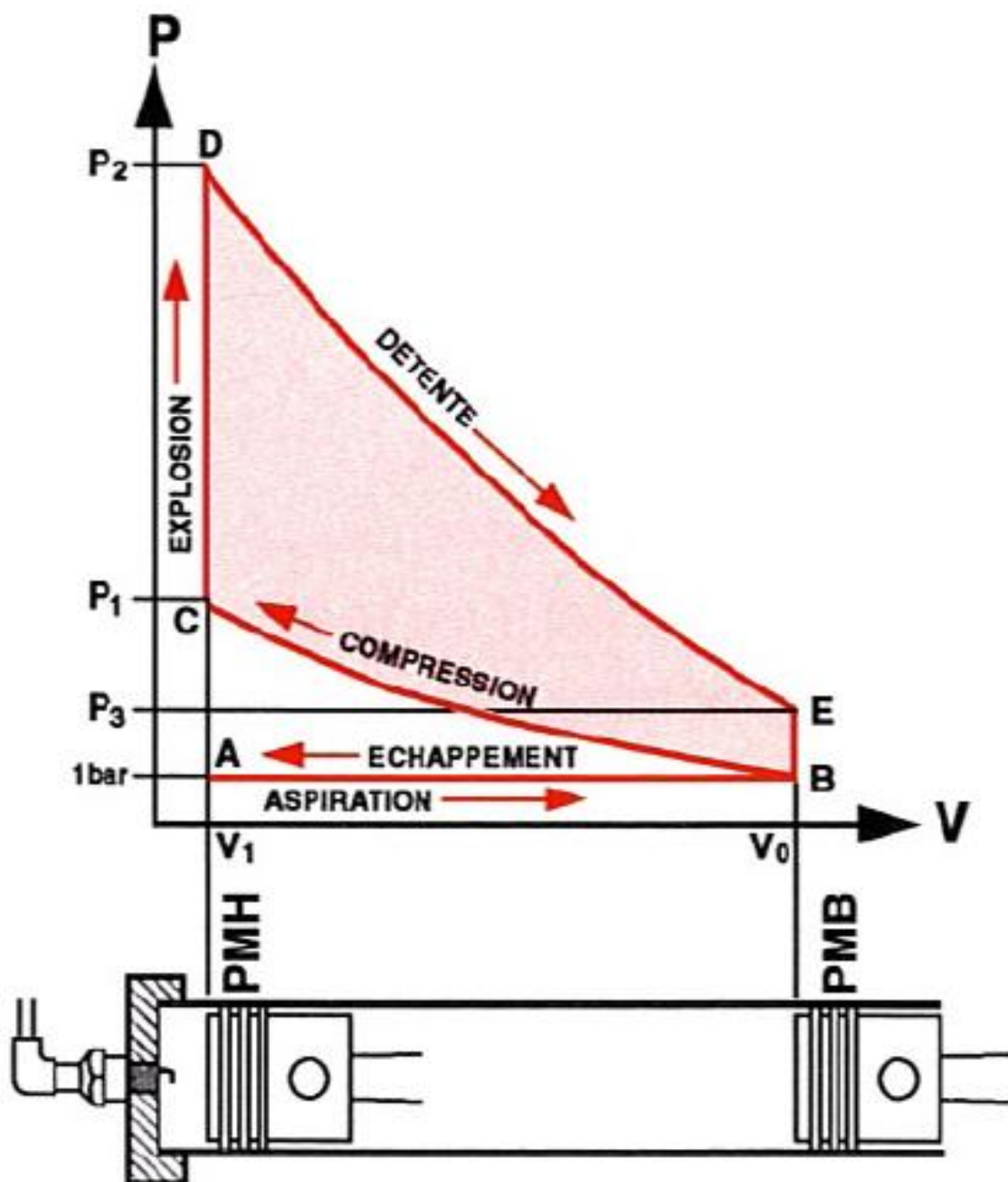
Evacuation des gaz brûlés à l'extérieur du cylindre.



Temps	courses piston	position soupapes	volume	pression	température
Admission	du PMH au PMB	A : O E : F	↗	P a	extérieure

b) Le diagramme théorique

Il représente les 4 temps en tenant compte des variations de pression en fonction des variations de volume.



Remarques

Quelle est la valeur angulaire d'un temps ?

180°

Quelle est la valeur angulaire d'un cycle ?

4 x 180° = 720° soit 2 tours moteur

Combien de fois s'est ouverte chaque soupape pendant un cycle ?

1 fois

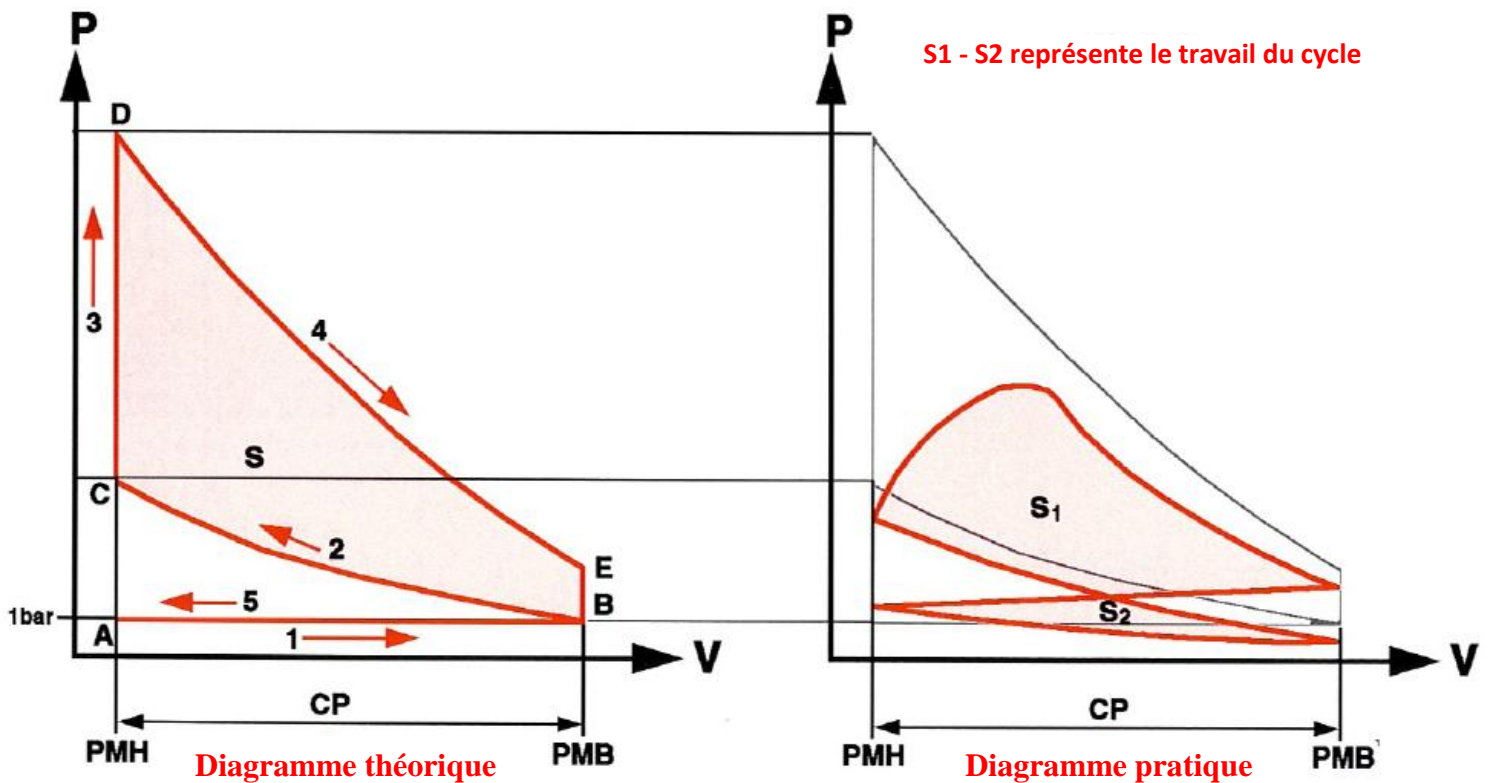
Pendant un cycle, combien de tours doit faire l'organe mécanique qui commande chaque soupape ?

1 tour

Comment s'appelle cet organe ?

L'arbre à cames

c) Le diagramme pratique

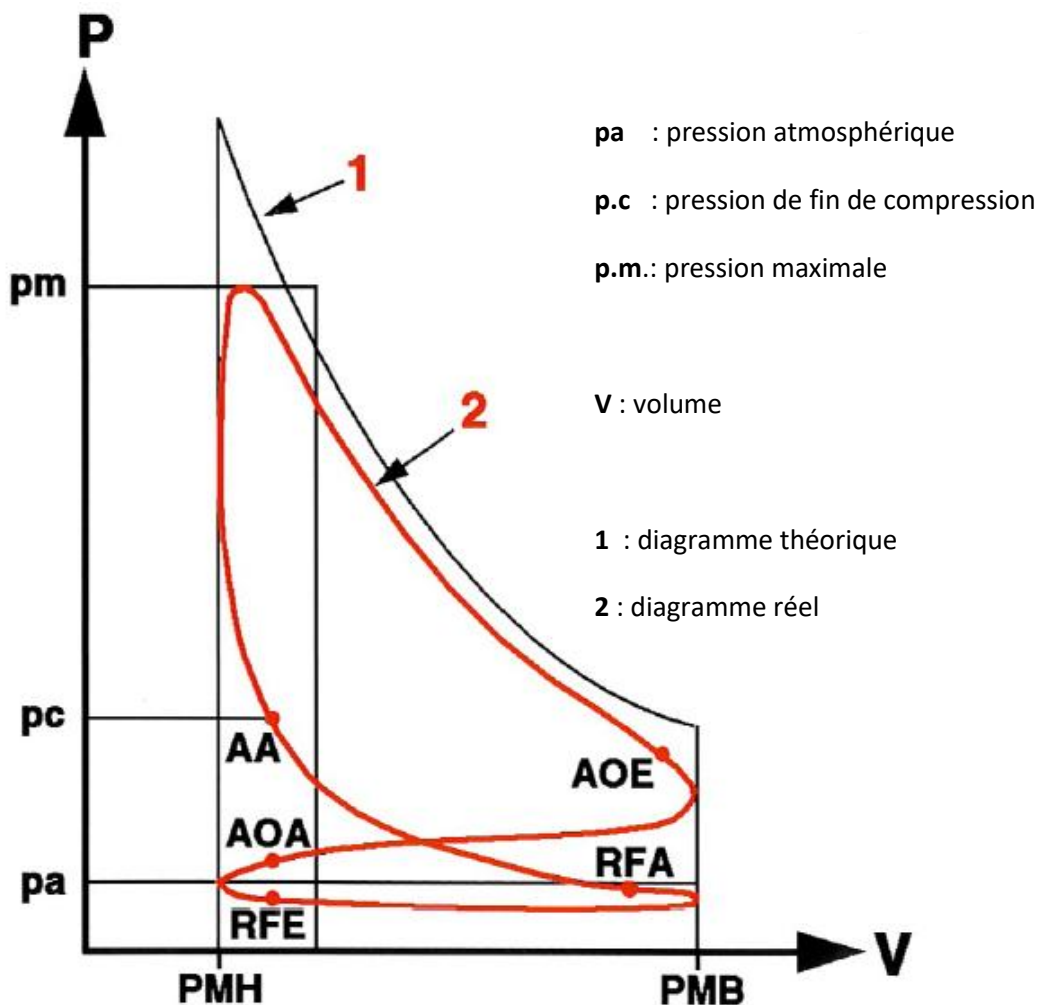


Sur le diagramme pratique, nous remarquons que le cycle théorique n'est pas applicable dans la réalité car :

- ✓ l'ouverture et la fermeture des soupapes ne sont pas **instantanées**,
- ✓ **l'inertie des gaz** n'a pas été calculée,
- ✓ mauvais **remplissage** du cylindre
- ✓ la combustion n'est pas **instantanée** environ (2ms)et ne se produit pas à volume constant.
- ✓ Une partie de la **chaleur** dégagée par la compression et par la combustion se **dissipe** aux travers des parois du cylindre.
- ✓ faible **P°** maximale → **mauvais rendement**

- ✓ Pour améliorer le rendement du moteur, il faut corriger les paramètres précédents :
- ✓ en améliorant le **remplissage** du cylindre (temps d'ouverture des soupapes augmentés, utilisation de multisoupapes, turbo)
- ✓ en réalisant une **combustion complète** lorsque le piston **dépasse** légèrement le **PMH** grâce à l'avance à l'allumage.

d) Le diagramme réel après modification des réglages



AOA : **avance ouverture admission**

RFA : **retard fermeture admission**

AOE : **avance ouverture échappement**

RFE : **retard fermeture échappement**

AA : **avance allumage**

AOA : l'avance ouverture admission permet de bénéficier de l'inertie des gaz aspirés dans le cylindre pour améliorer le remplissage du cylindre considéré.

RFA : Le retard fermeture à l'admission permet d'améliorer le remplissage en profitant de la vitesse des gaz et d'éviter « les coups de béliers » à la fermeture de la soupape ;

AOE : L'avance ouverture échappement permet d'éviter les contre-pressions à la remontée du piston et d'accélérer l'équilibre entre les pressions internes et externes du cylindre.

RFE : Le retard fermeture échappement permet l'évacuation par inertie de tous les gaz brûlés contenus dans le cylindre.

AI : L'avance à injection (moteur diesel) permet de tenir compte du délai d'injection et de la combustion qui n'est pas instantanée.

AA : L'avance à l'allumage (moteur essence) permet de tenir compte du délai d'inflammation et de la combustion qui n'est pas instantanée.

Remarque :

Certains moteurs peuvent avoir du : **ROA** ; **ROE** ou même de **AFA** ; **AFE**

8) L'épure circulaire.

L'épure circulaire (épure de distribution) consiste à tracer **les valeurs angulaires**, correspondant aux déplacements du **vilebrequin** durant **chaque temps** du cycle à 4T.

a) l'épure circulaire théorique

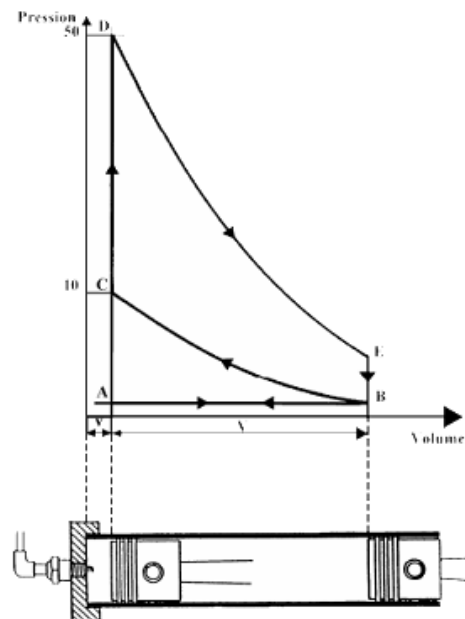
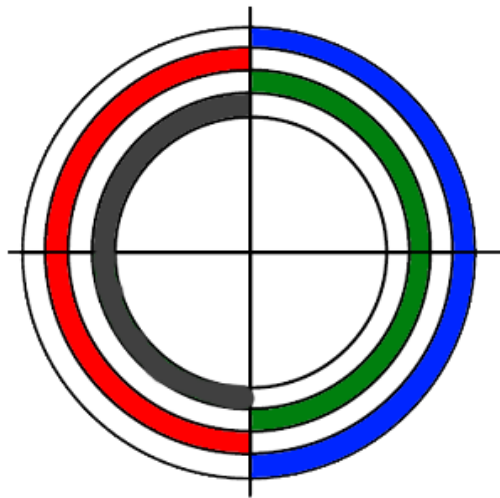
Tracer l'épure circulaire théorique

Admission en **bleu**

Compression en **rouge**

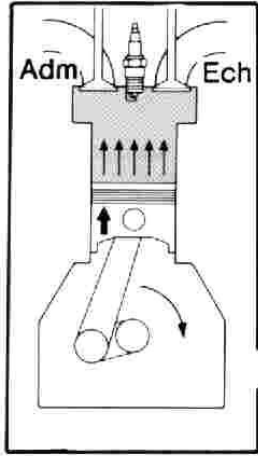
Combustion détente ne **vert**

Echappement en **noir**



b) L'épure circulaire après modifications

Temps de compression



PMH

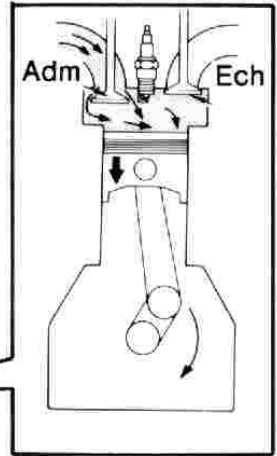
Ouverture simultanée des soupapes

Ouverture de la
soupape d'admission

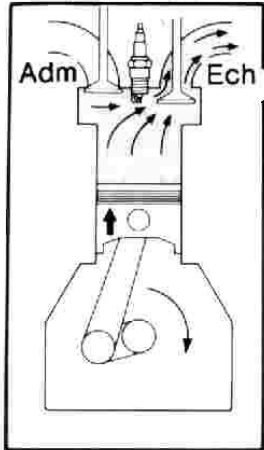
6°

9°

Temps admission



Temps échappement



Fermeture de
la soupape
d'admission

40°

31°

PMB

Temps combustion
(temps moteur)

