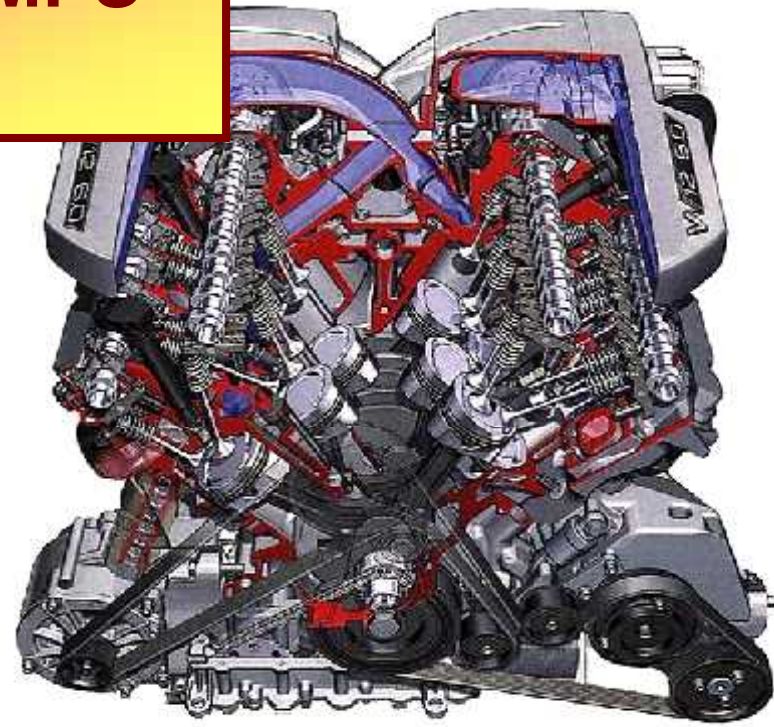


CYCLE A QUATRE TEMPS



PRINCIPE

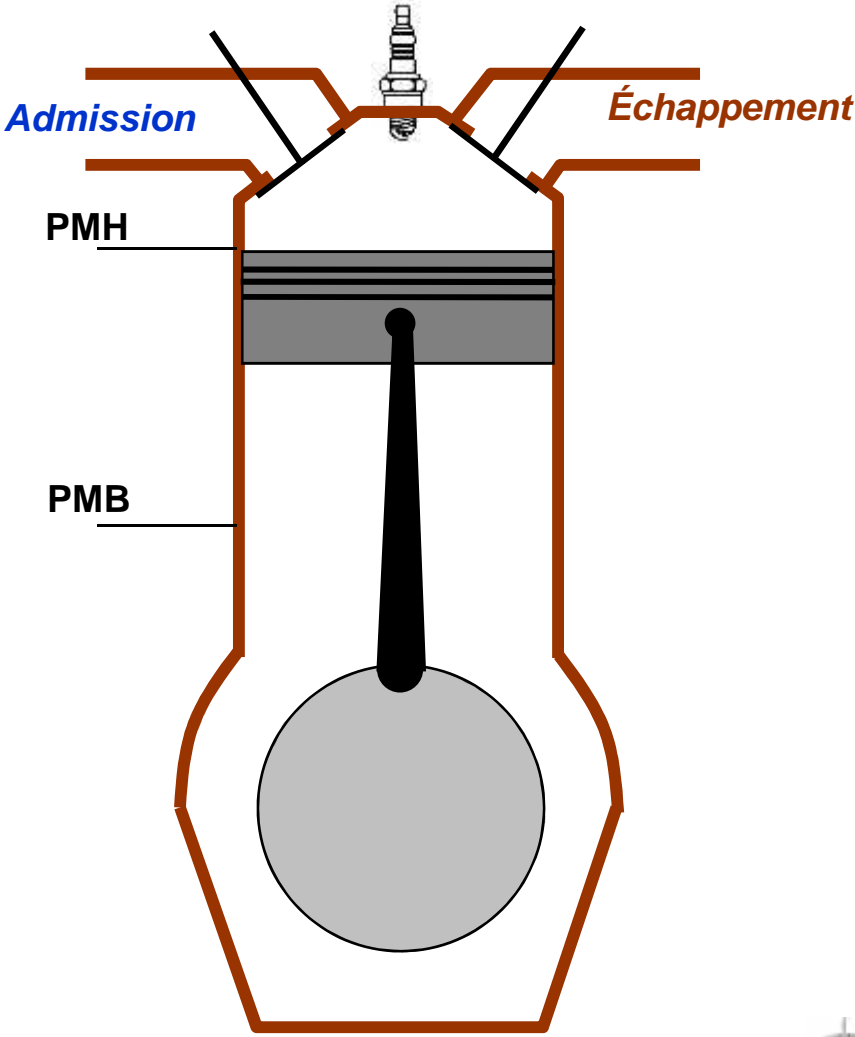


Les moteurs à essence fonctionnent suivant un cycle à quatre temps défini en 1862 par l'ingénieur français « Beau de ROCHAS ».

Suite

CYCLE THEORIQUE

1er temps: <i>Admission</i>
Rôle: <i>Admettre dans le cylindre le mélange air/carburant</i>

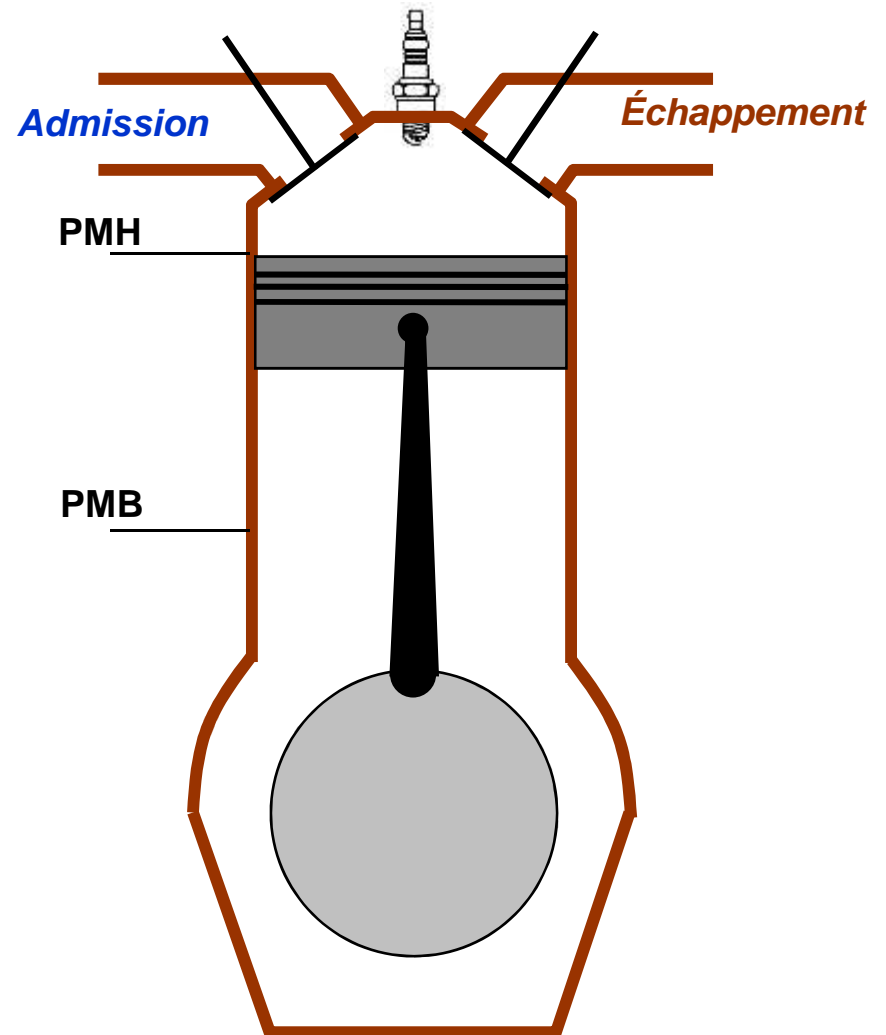


CYCLE THEORIQUE

1er temps: *Admission*

Rôle: *Admettre dans le cylindre le mélange air/carburant*

- La soupape d'admission s'ouvre quand le piston est au PMH.

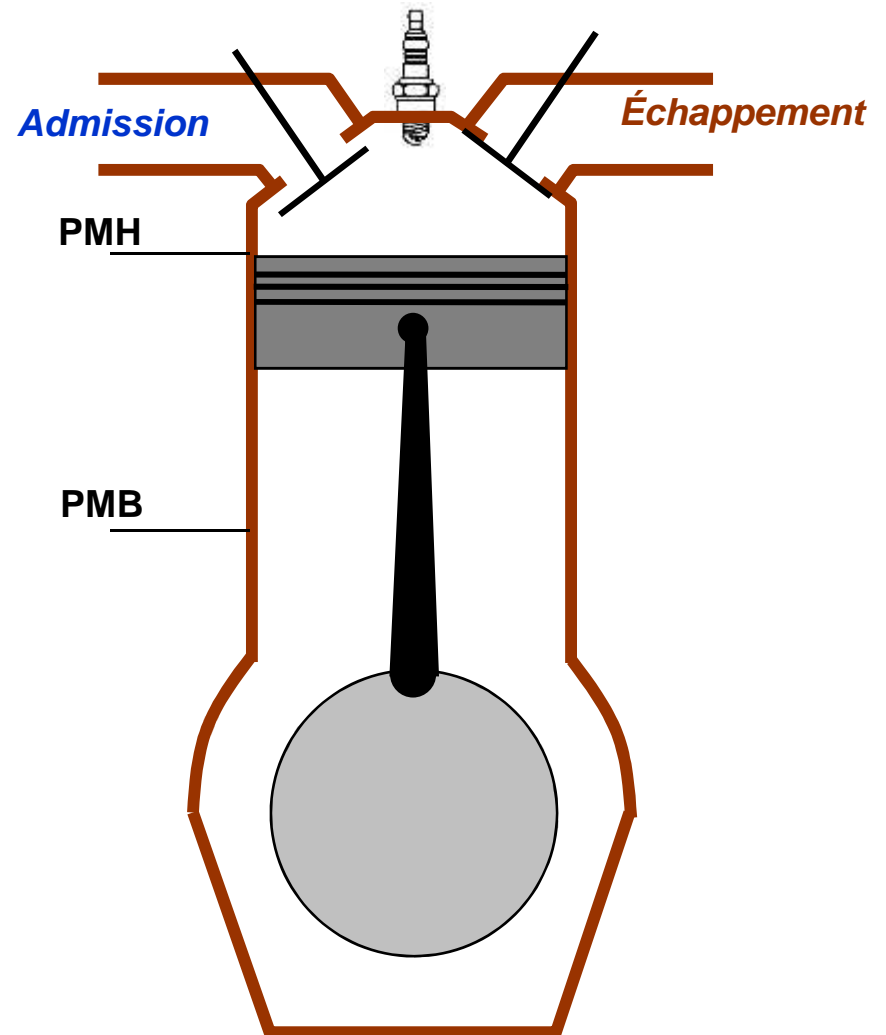


CYCLE THEORIQUE

1er temps: *Admission*

Rôle: *Admettre dans le cylindre le mélange air/carburant*

- La soupape d'admission s'ouvre quand le piston est au PMH.

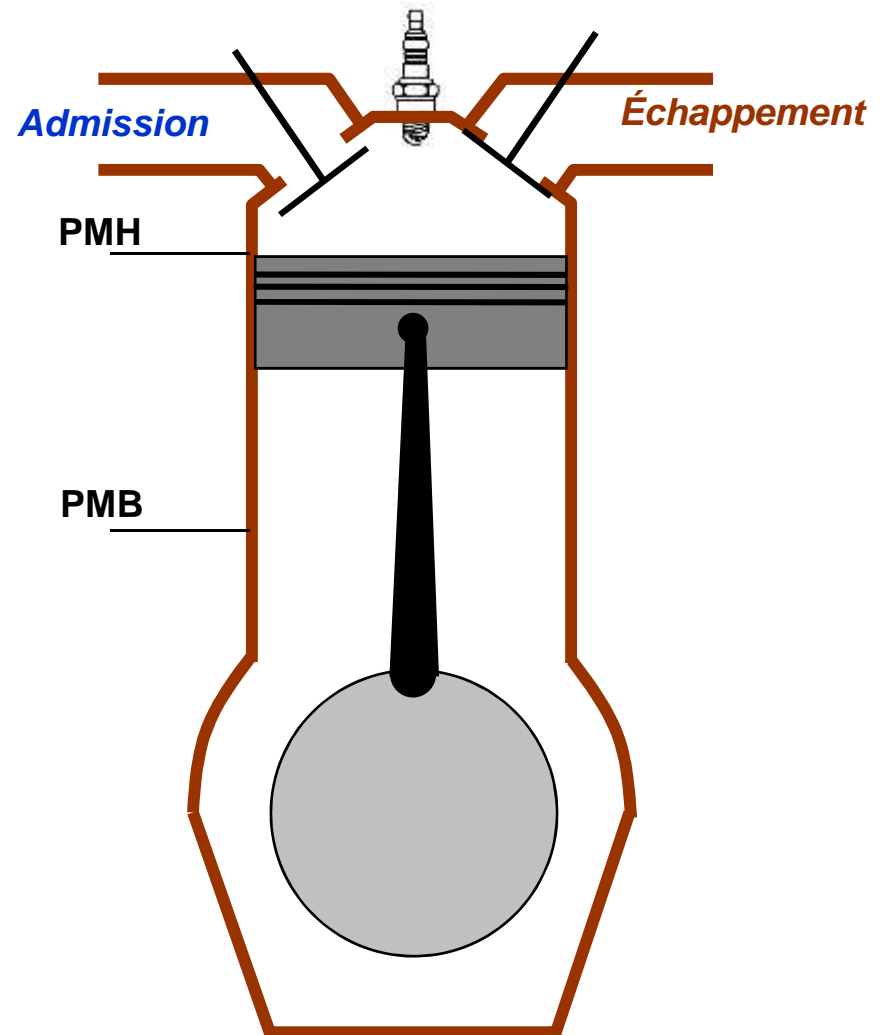


CYCLE THEORIQUE

1er temps: **Admission**

Rôle: **Admettre dans le cylindre le mélange air/carburant**

- La soupape d'admission s'ouvre quand le piston est au PMH.
- Le piston descend et crée une dépression qui permet au mélange de rentrer dans le cylindre.

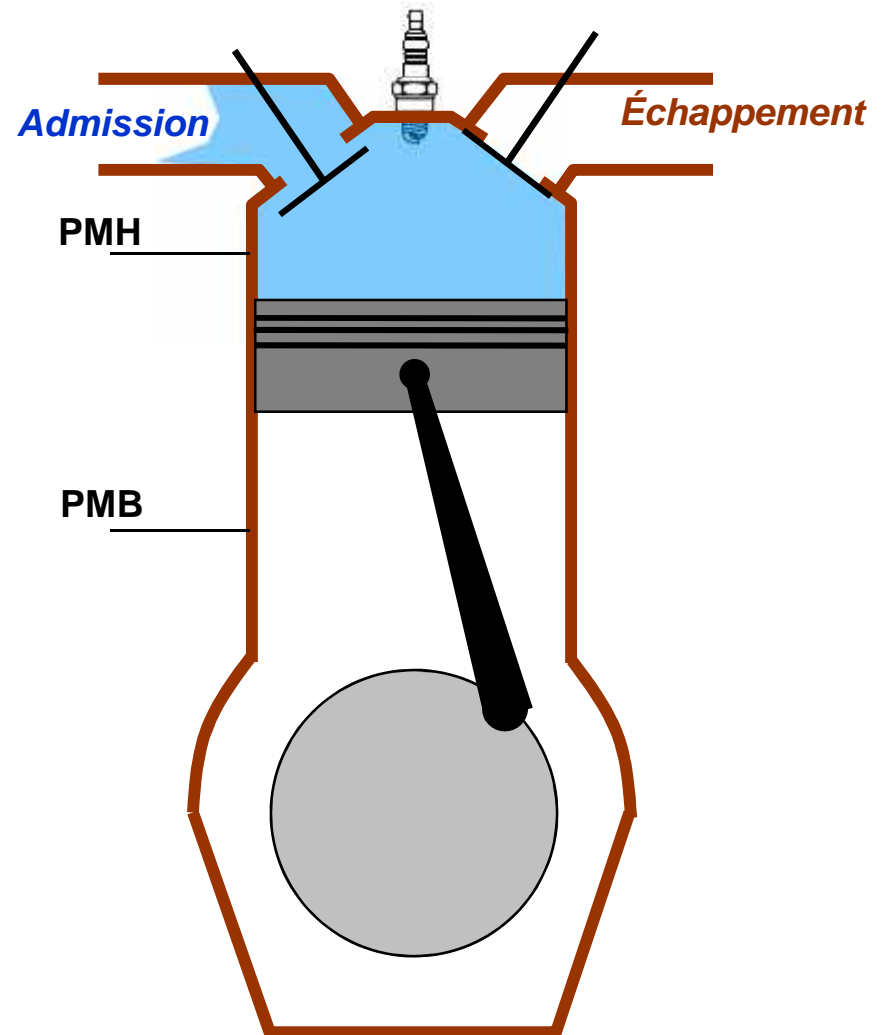


CYCLE THEORIQUE

1er temps: **Admission**

Rôle: **Admettre dans le cylindre le mélange air/carburant**

- La soupape d'admission s'ouvre quand le piston est au PMH.
- Le piston descend et crée une dépression qui permet au mélange de rentrer dans le cylindre.

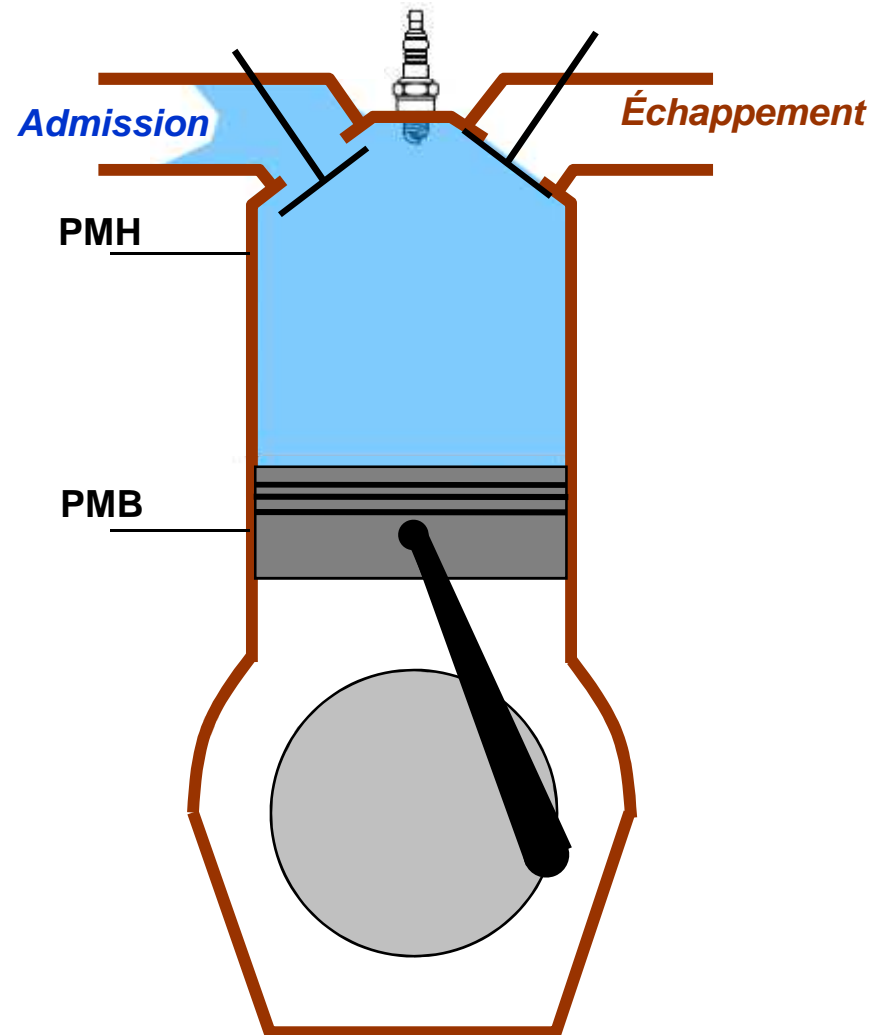


CYCLE THEORIQUE

1er temps: **Admission**

Rôle: **Admettre dans le cylindre le mélange air/carburant**

- La soupape d'admission s'ouvre quand le piston est au PMH.
- Le piston descend et crée une dépression qui permet au mélange de rentrer dans le cylindre.

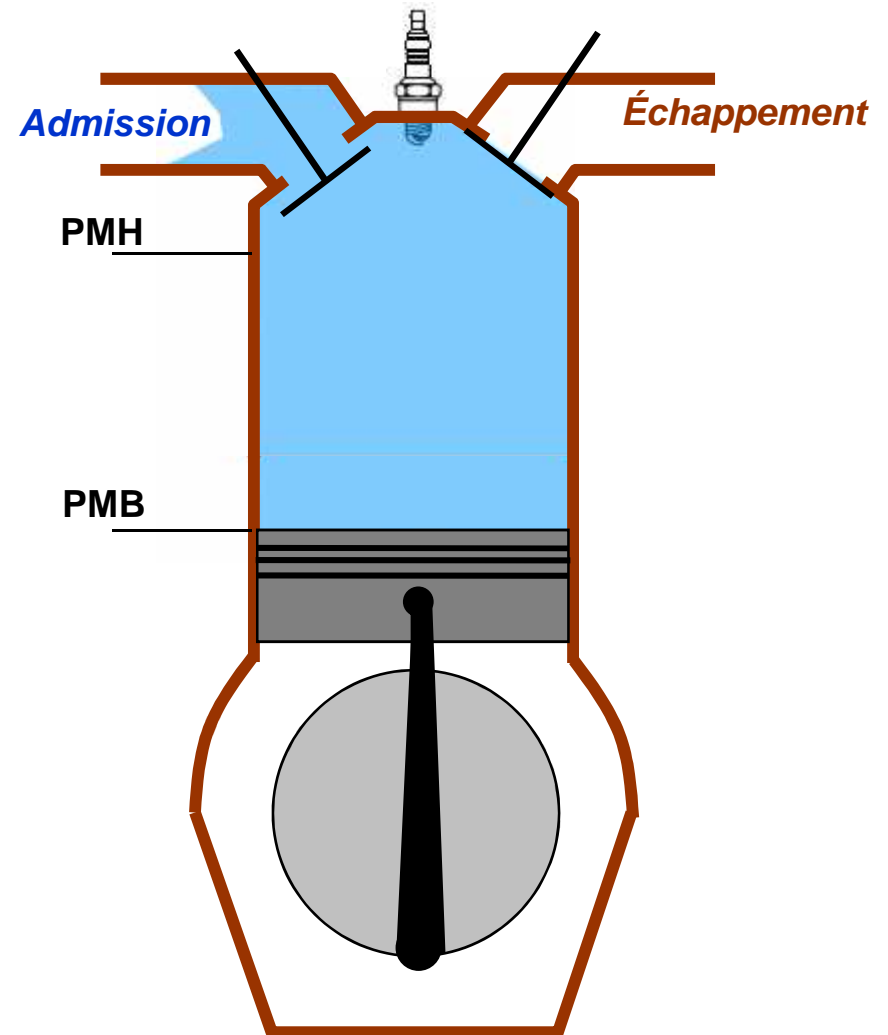


CYCLE THEORIQUE

1er temps: **Admission**

Rôle: **Admettre dans le cylindre le mélange air/carburant**

- La soupape d'admission s'ouvre quand le piston est au PMH.
- Le piston descend et crée une dépression qui permet au mélange de rentrer dans le cylindre.

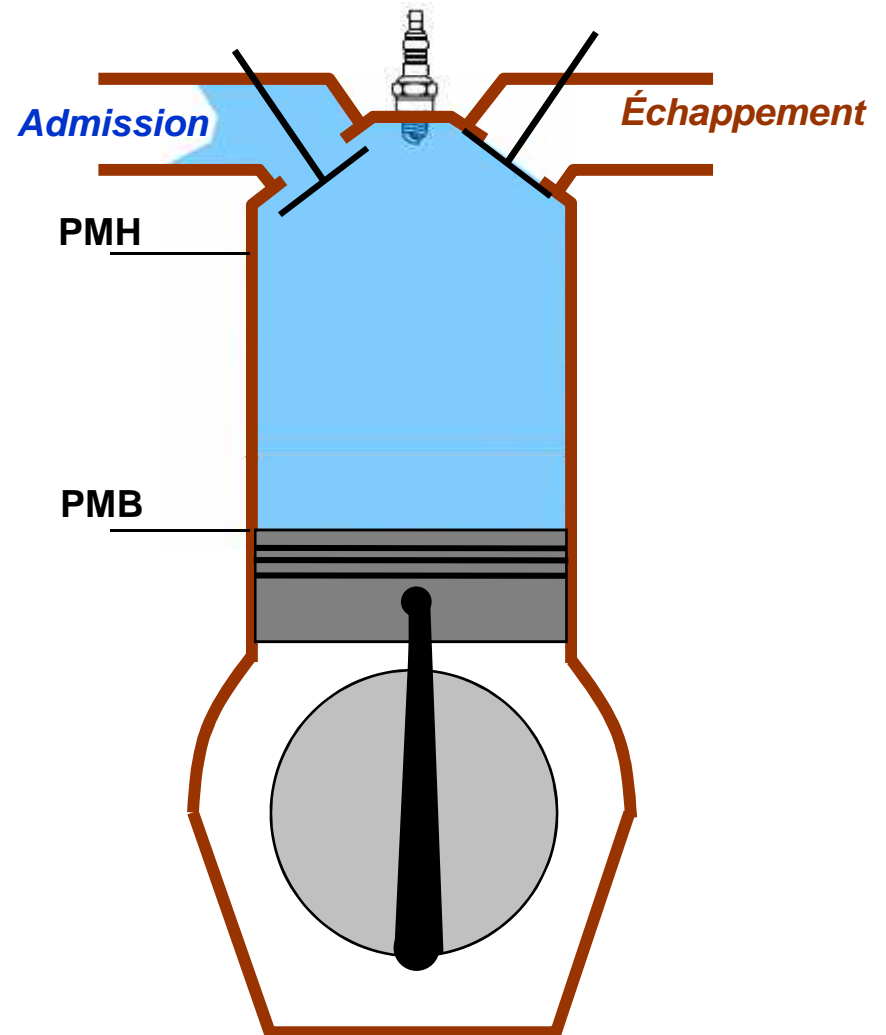


CYCLE THEORIQUE

1er temps: **Admission**

Rôle: **Admettre dans le cylindre le mélange air/carburant**

- La soupape d'admission s'ouvre quand le piston est au PMH.
- Le piston descend et crée une dépression qui permet au mélange de rentrer dans le cylindre.
- La soupape d'admission se ferme quand le piston est au PMB.

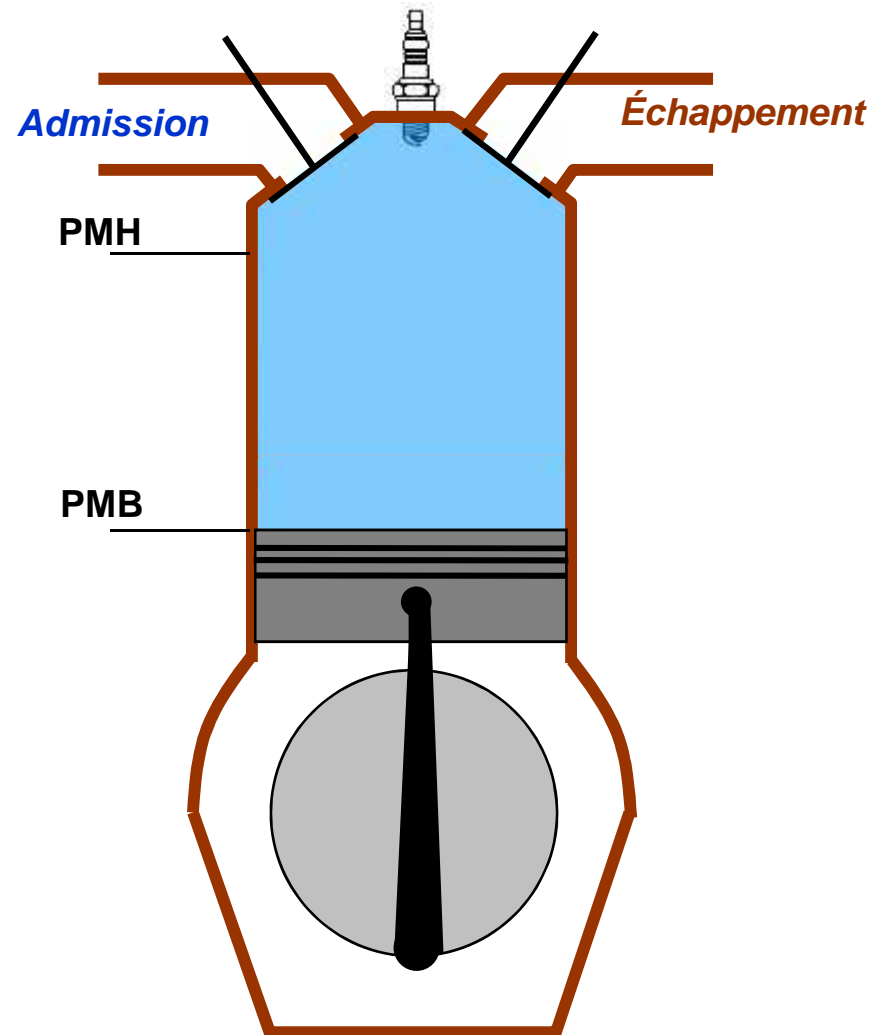


CYCLE THEORIQUE

1er temps: **Admission**

Rôle: **Admettre dans le cylindre le mélange air/carburant**

- La soupape d'admission s'ouvre quand le piston est au PMH.
- Le piston descend et crée une dépression qui permet au mélange de rentrer dans le cylindre.
- La soupape d'admission se ferme quand le piston est au PMB.

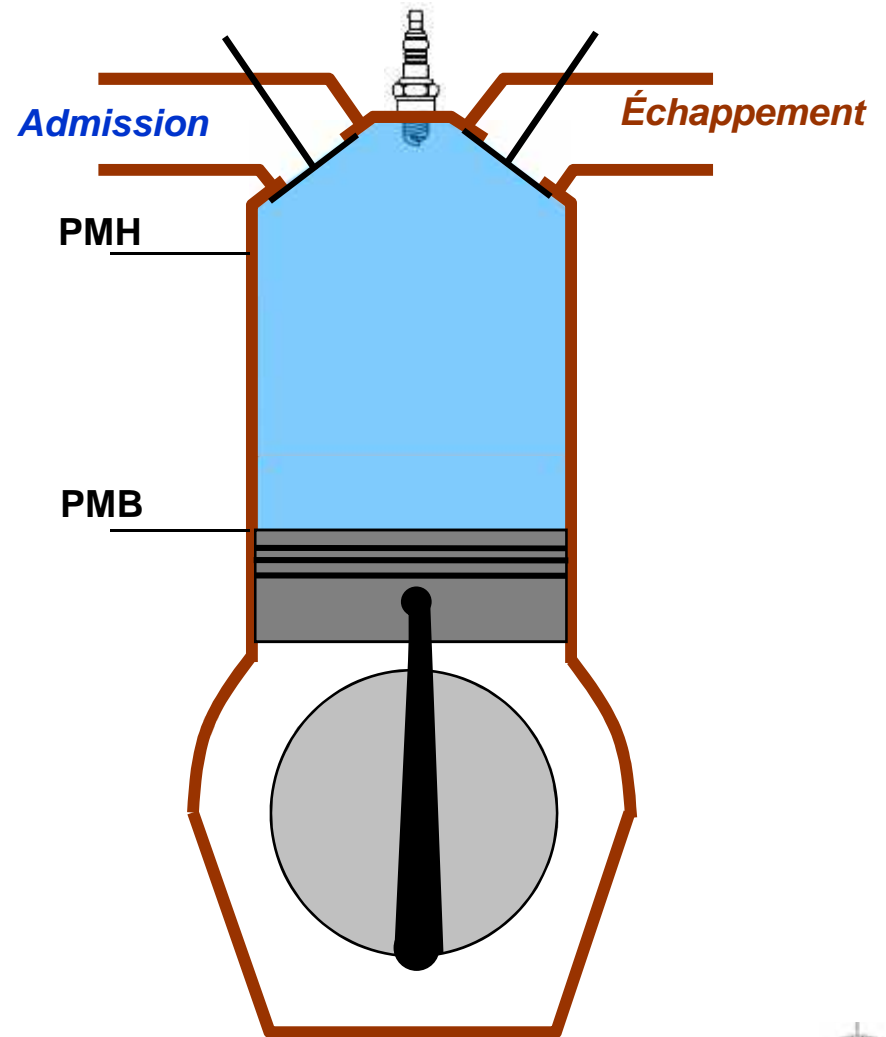


Suite

CYCLE THEORIQUE

2ème temps: **Compression**

Rôle: *Comprimer le mélange gazeux pour augmenter sa température afin qu'il puisse brûler en dégageant un maximum d'énergie.*

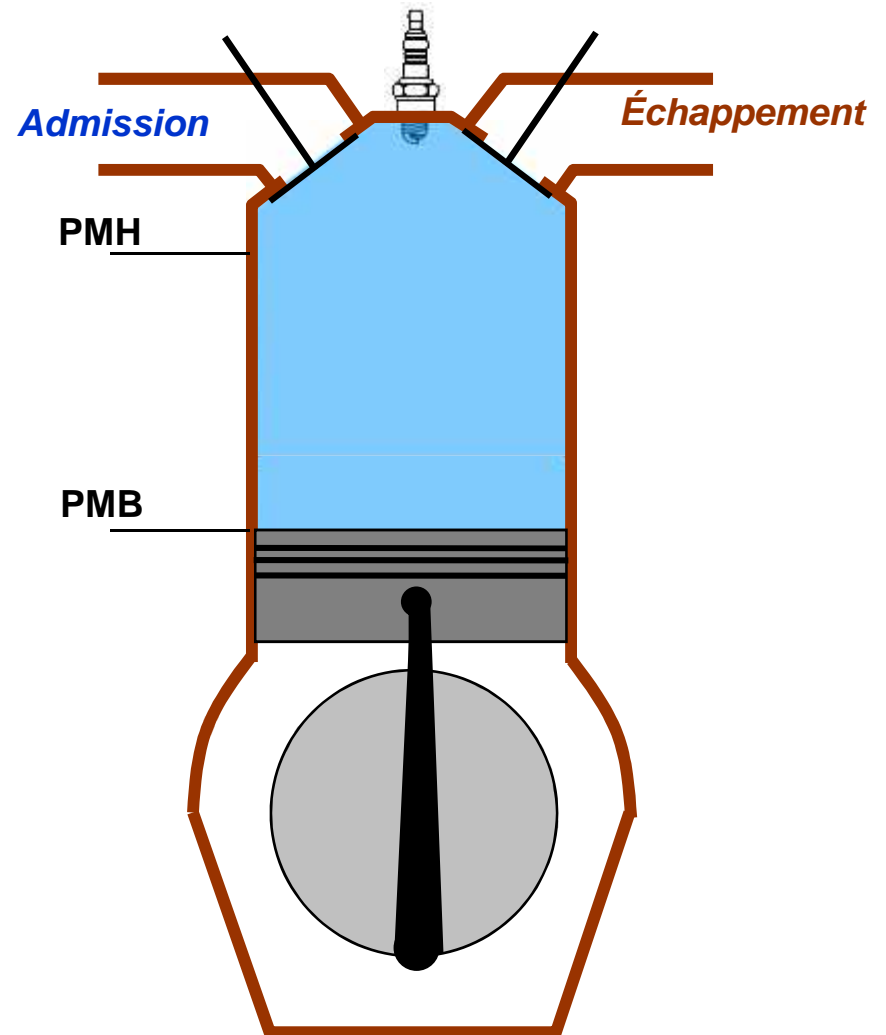


CYCLE THEORIQUE

2ème temps: **Compression**

Rôle: *Comprimer le mélange gazeux pour augmenter sa température afin qu'il puisse brûler en dégageant un maximum d'énergie.*

- Les soupapes sont fermées.
- Le piston remonte.

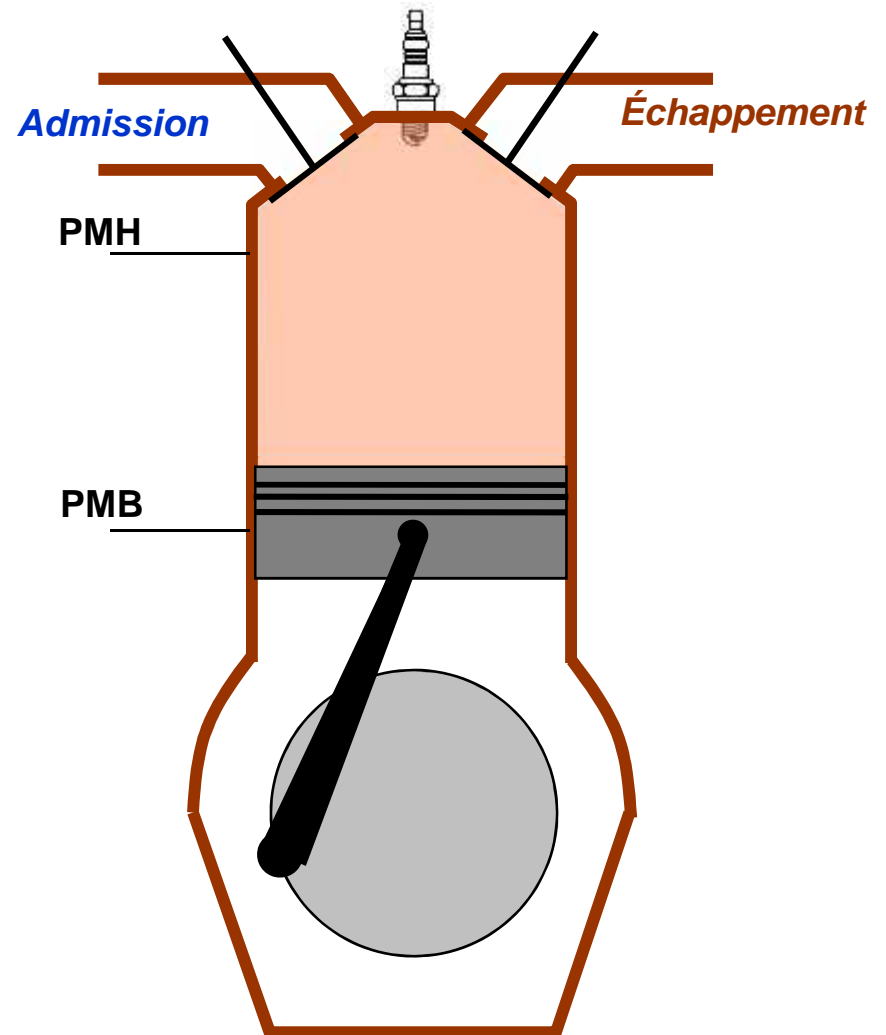


CYCLE THEORIQUE

2ème temps: **Compression**

Rôle: *Comprimer le mélange gazeux pour augmenter sa température afin qu'il puisse brûler en dégageant un maximum d'énergie.*

- Les soupapes sont fermées.
- Le piston remonte.

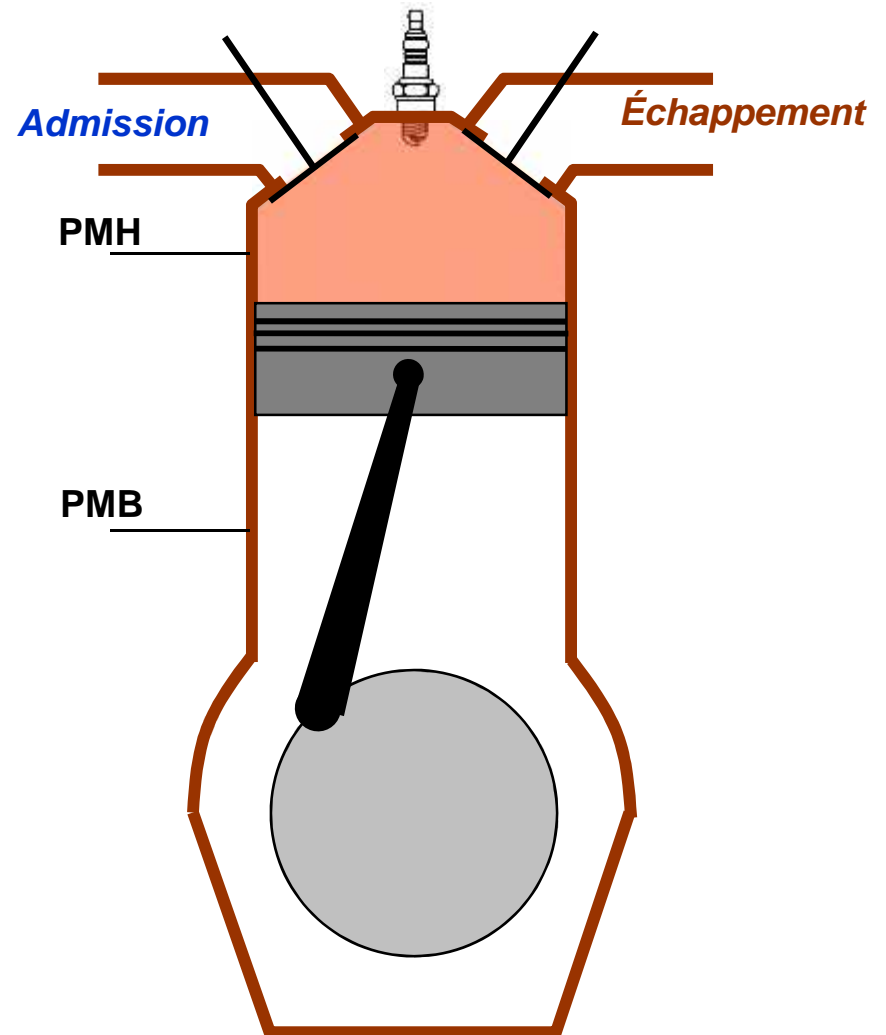


CYCLE THEORIQUE

2ème temps: **Compression**

Rôle: *Comprimer le mélange gazeux pour augmenter sa température afin qu'il puisse brûler en dégageant un maximum d'énergie.*

- Les soupapes sont fermées.
- Le piston remonte.

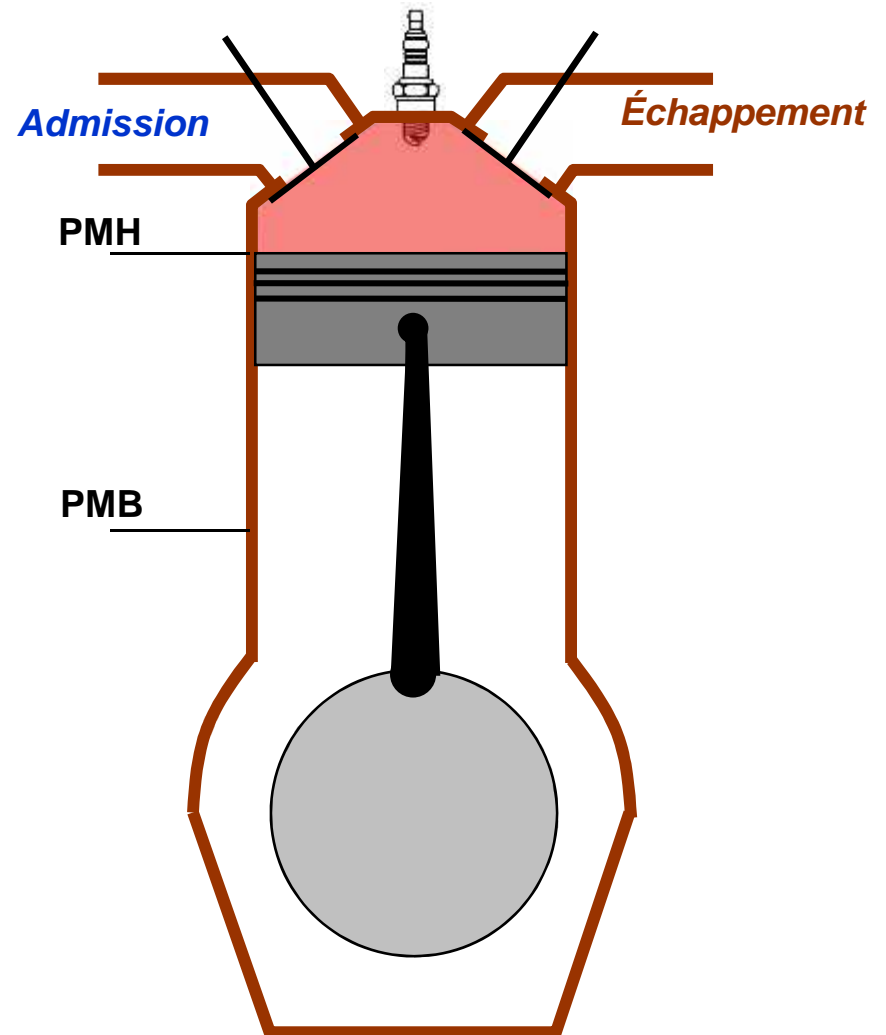


CYCLE THEORIQUE

2ème temps: **Compression**

Rôle: *Comprimer le mélange gazeux pour augmenter sa température afin qu'il puisse brûler en dégageant un maximum d'énergie.*

- Les soupapes sont fermées.
- Le piston remonte.



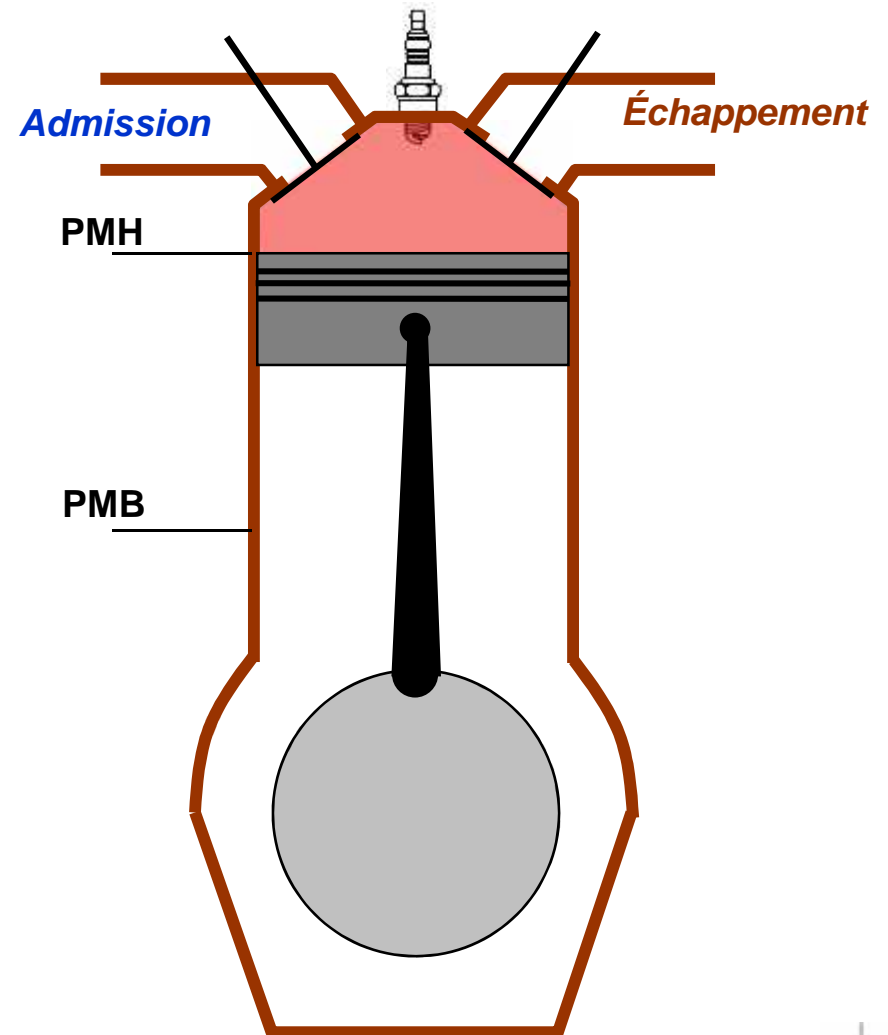
Suite

CYCLE THEORIQUE

3ème temps: *Inflammation - Détente*

Rôle: *Créer un travail à partir de la combustion du mélange.
C'est le seul temps moteur.*

- Les soupapes sont fermées.



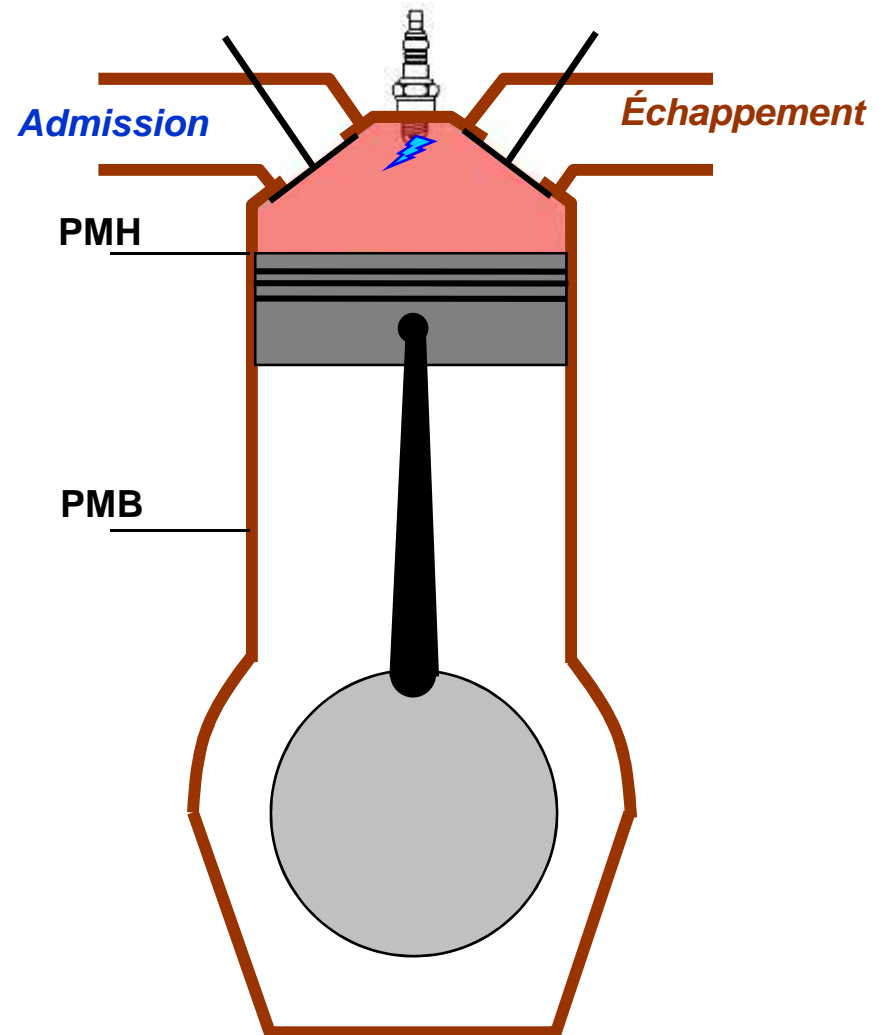
CYCLE THEORIQUE

3ème temps: *Inflammation - Détente*

Rôle: *Créer un travail à partir de la combustion du mélange.
C'est le seul temps moteur.*

- Les soupapes sont fermées.

1ère phase Inflammation : Le piston étant au P.M.H., une étincelle électrique enflamme le mélange. Celui-ci brûle instantanément.



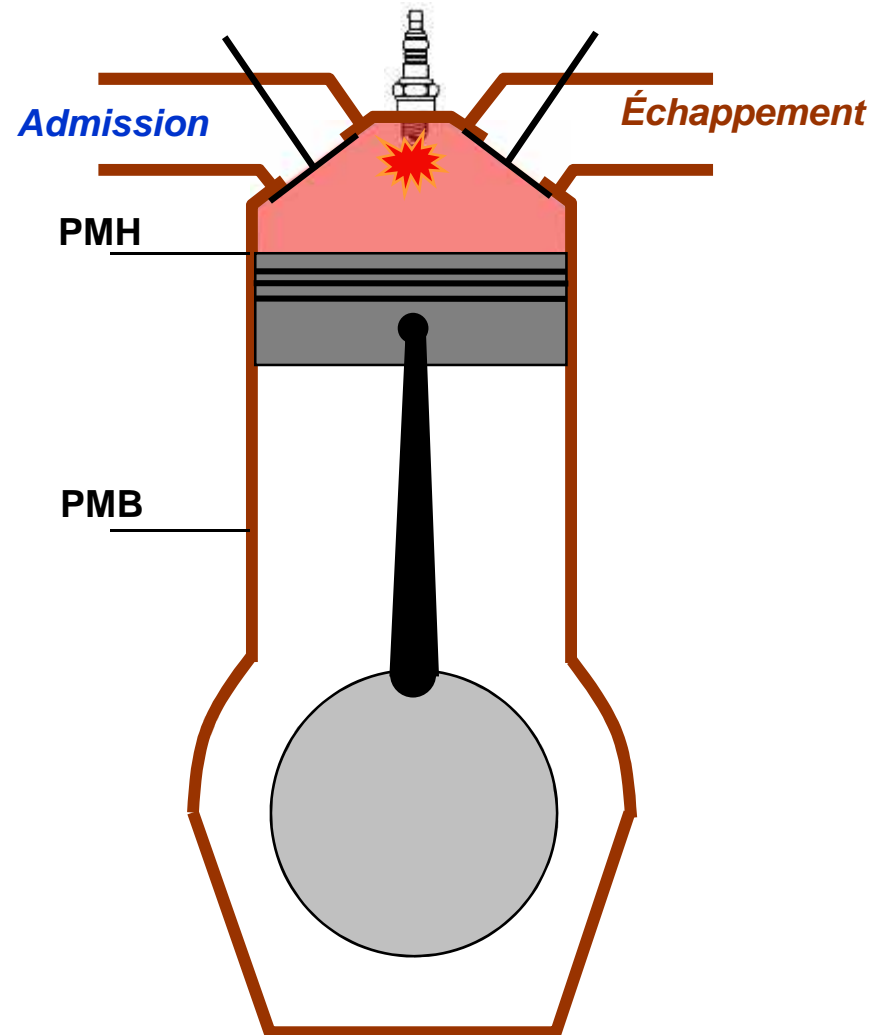
CYCLE THEORIQUE

3ème temps: *Inflammation - Détente*

Rôle: *Créer un travail à partir de la combustion du mélange.
C'est le seul temps moteur.*

- Les soupapes sont fermées.

1ère phase Inflammation : Le piston étant au P.M.H., une étincelle électrique enflamme le mélange. Celui-ci brûle instantanément.



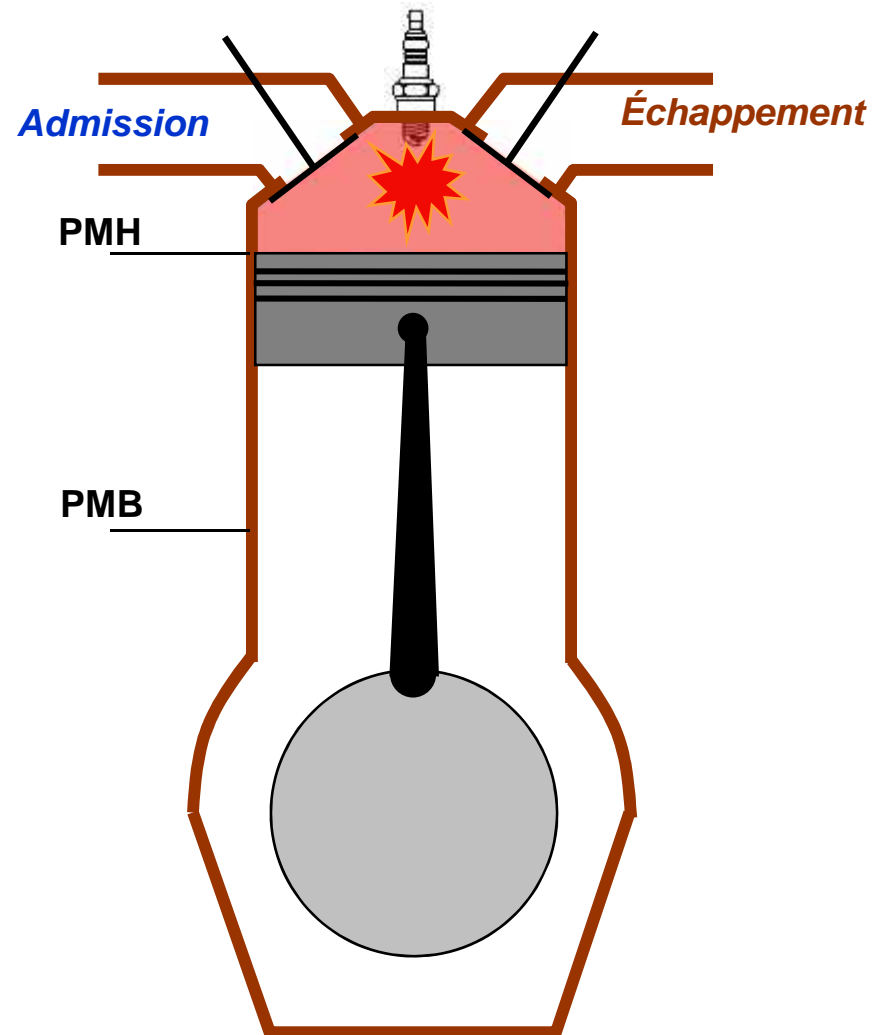
CYCLE THEORIQUE

3ème temps: *Inflammation - Détente*

Rôle: *Créer un travail à partir de la combustion du mélange.
C'est le seul temps moteur.*

- Les soupapes sont fermées.

1ère phase Inflammation : Le piston étant au P.M.H., une étincelle électrique enflamme le mélange. Celui-ci brûle instantanément.



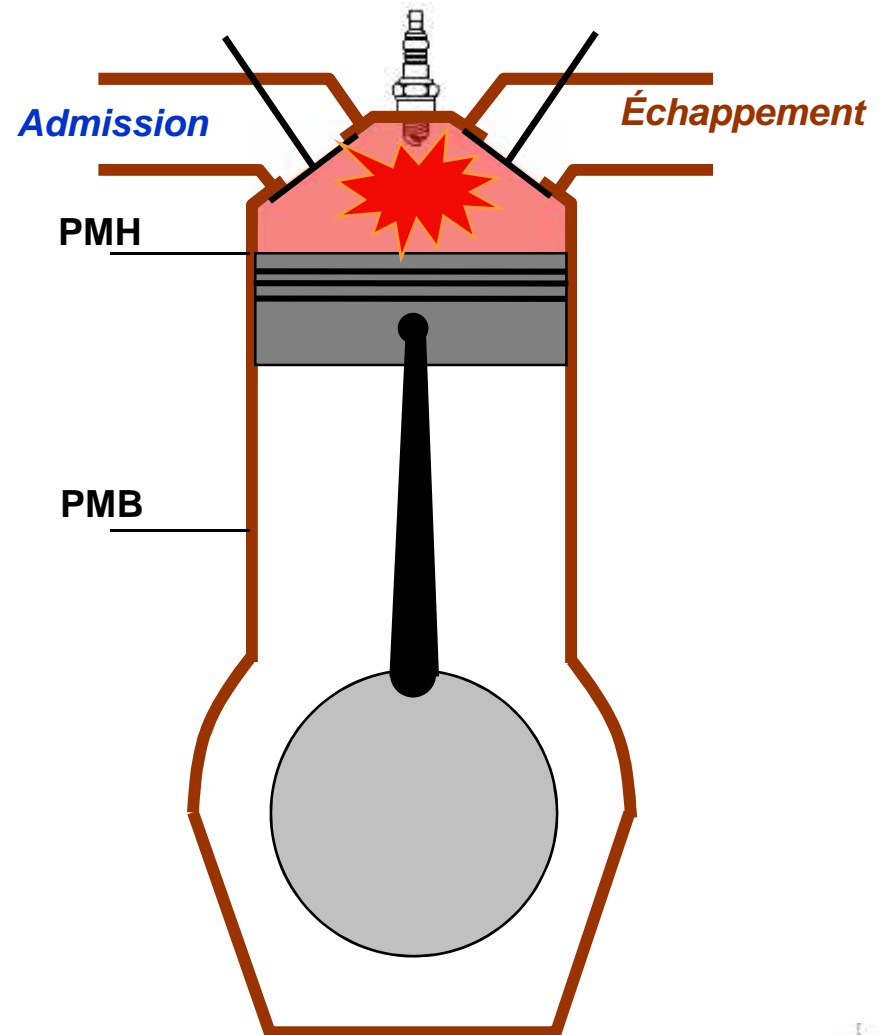
CYCLE THEORIQUE

3ème temps: *Inflammation - Détente*

Rôle: *Créer un travail à partir de la combustion du mélange.
C'est le seul temps moteur.*

- Les soupapes sont fermées.

1ère phase Inflammation : Le piston étant au P.M.H., une étincelle électrique enflamme le mélange. Celui-ci brûle instantanément.



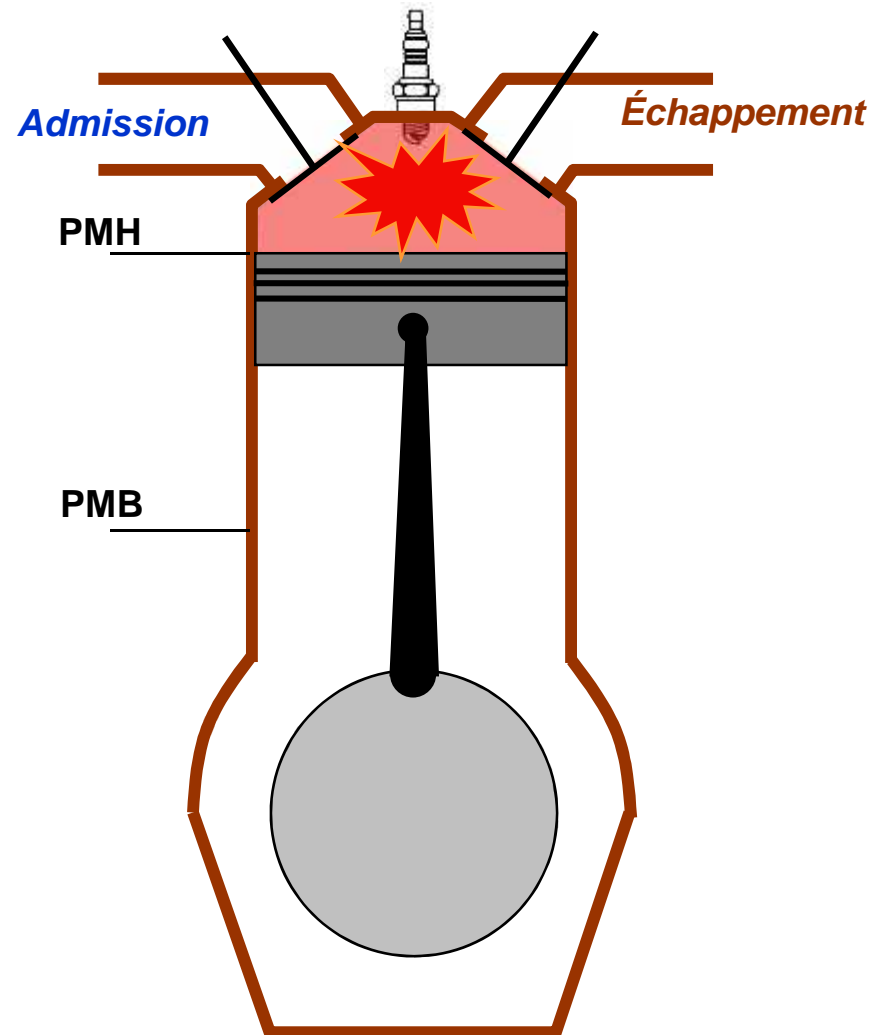
CYCLE THEORIQUE

3ème temps: *Inflammation - Détente*

Rôle: *Créer un travail à partir de la combustion du mélange.
C'est le seul temps moteur.*

- Les soupapes sont fermées.

1ère phase Inflammation : Le piston étant au P.M.H., une étincelle électrique enflamme le mélange. Celui-ci brûle instantanément. La pression augmente sur le piston, celui-ci est chassé vers le bas.



CYCLE THEORIQUE

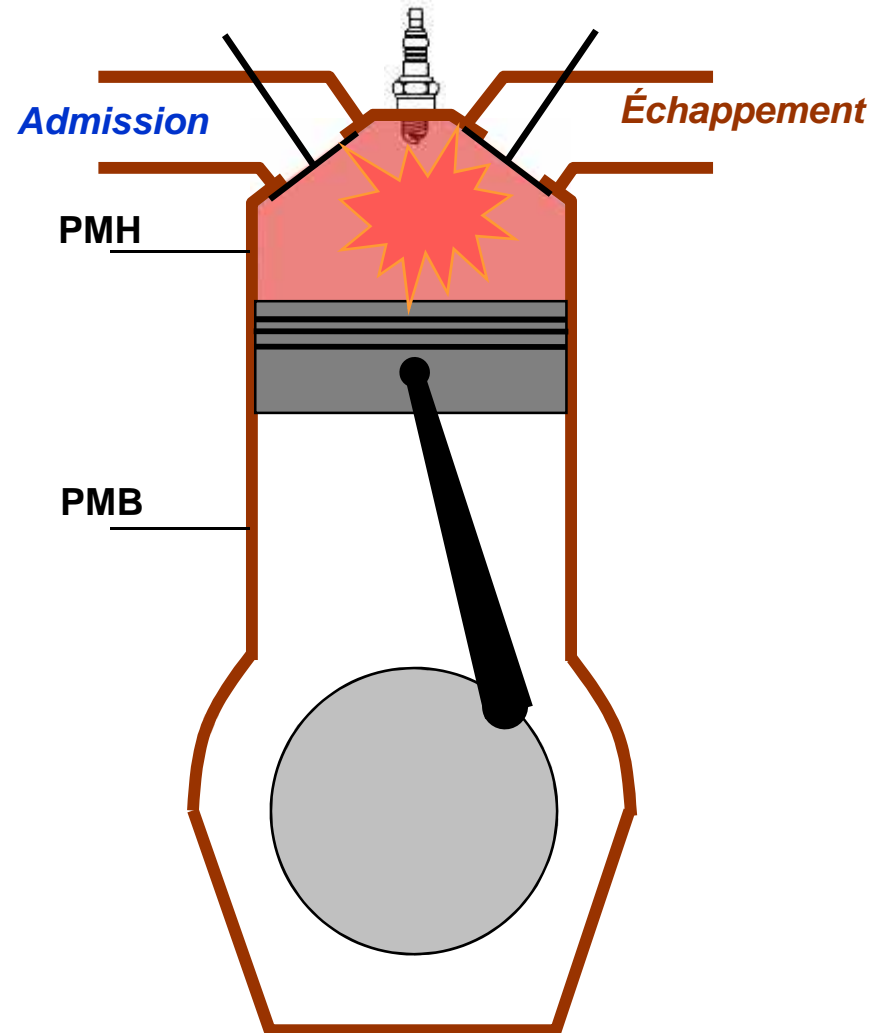
3ème temps: *Inflammation - Détente*

Rôle: *Créer un travail à partir de la combustion du mélange.
C'est le seul temps moteur.*

- Les soupapes sont fermées.

1ère phase Inflammation : Le piston étant au P.M.H., une étincelle électrique enflamme le mélange. Celui-ci brûle instantanément. La pression augmente sur le piston, celui-ci est chassé vers le bas.

2ème phase Détente : Le piston descend, le volume augmente, la pression diminue.



CYCLE THEORIQUE

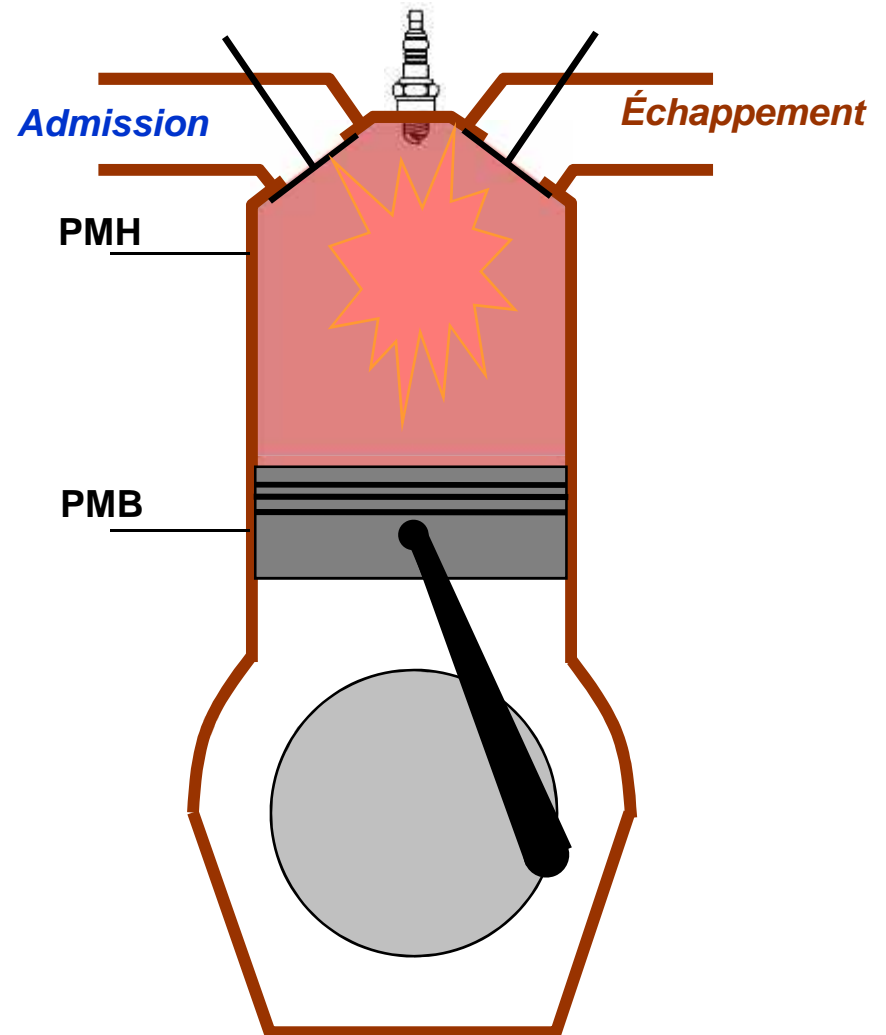
3ème temps: *Inflammation - Détente*

Rôle: *Créer un travail à partir de la combustion du mélange.
C'est le seul temps moteur.*

- Les soupapes sont fermées.

1ère phase Inflammation : Le piston étant au P.M.H., une étincelle électrique enflamme le mélange. Celui-ci brûle instantanément. La pression augmente sur le piston, celui-ci est chassé vers le bas.

2ème phase Détente : Le piston descend, le volume augmente, la pression diminue.



CYCLE THEORIQUE

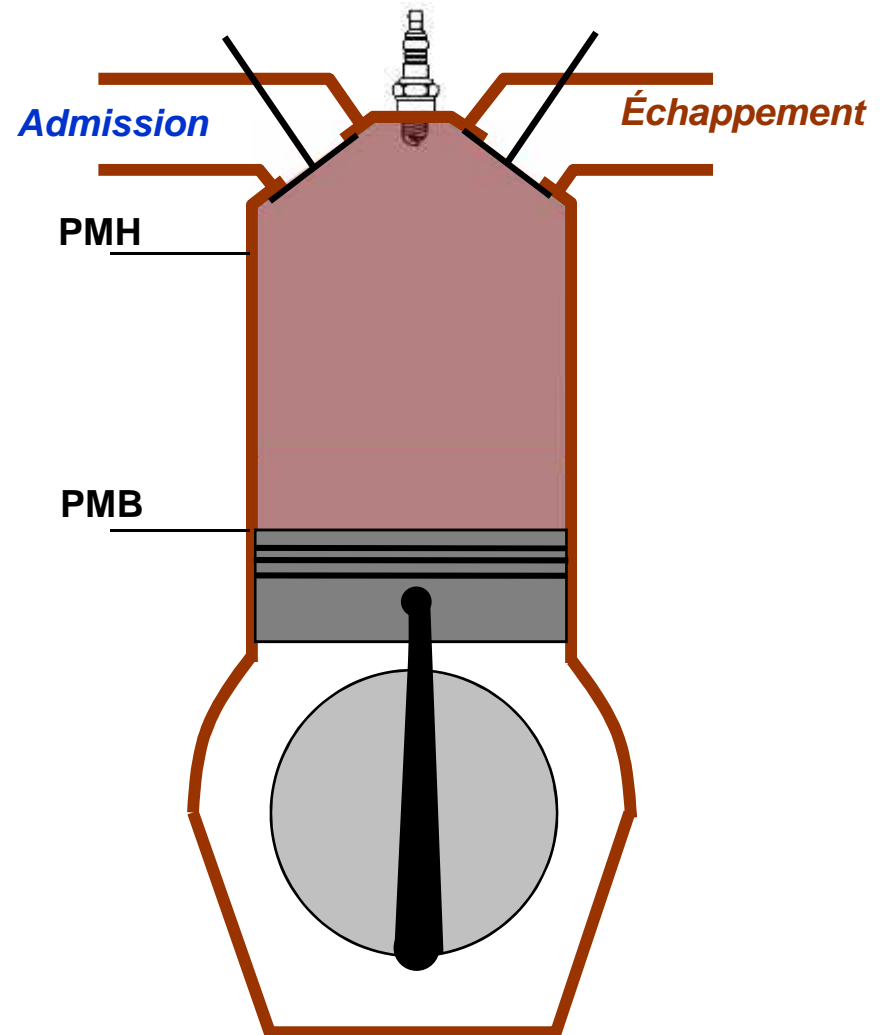
3ème temps: *Inflammation - Détente*

Rôle: *Créer un travail à partir de la combustion du mélange.
C'est le seul temps moteur.*

- Les soupapes sont fermées.

1ère phase Inflammation : Le piston étant au P.M.H., une étincelle électrique enflamme le mélange. Celui-ci brûle instantanément. La pression augmente sur le piston, celui-ci est chassé vers le bas.

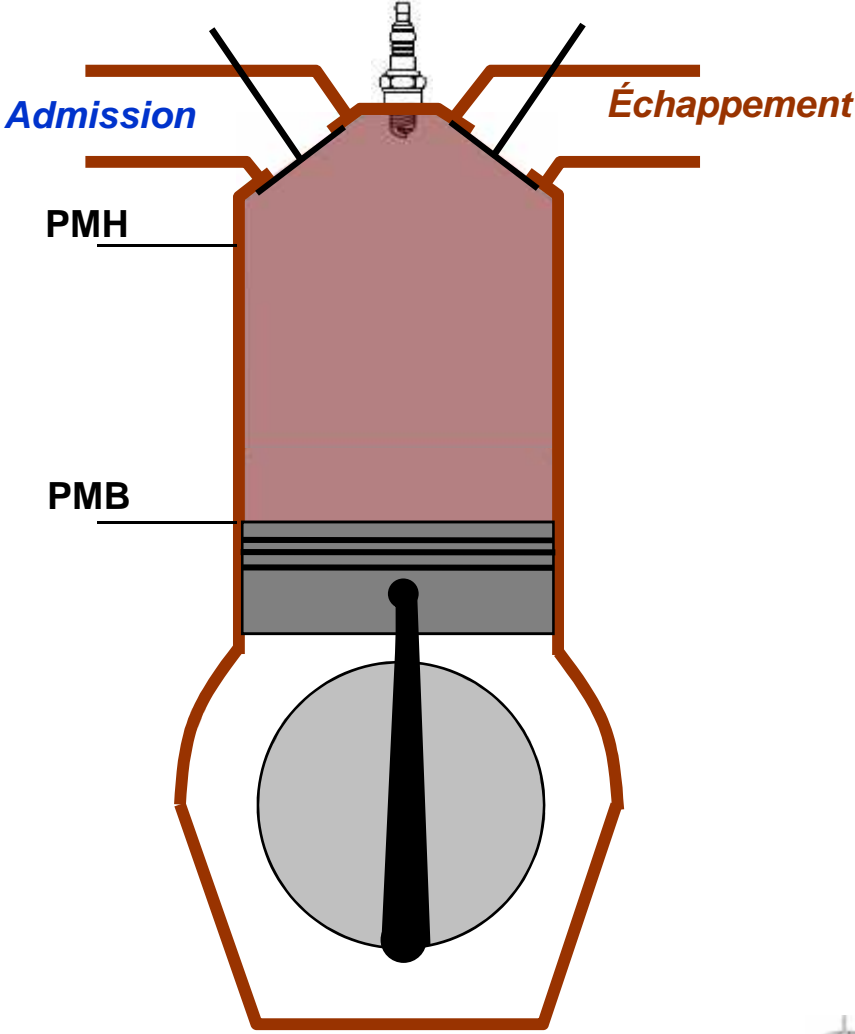
2ème phase Détente : Le piston descend, le volume augmente, la pression diminue.



Suite

CYCLE THEORIQUE

4ème temps: <i>Échappement</i>
Rôle: <i>Évacuer les gaz brûlés</i>

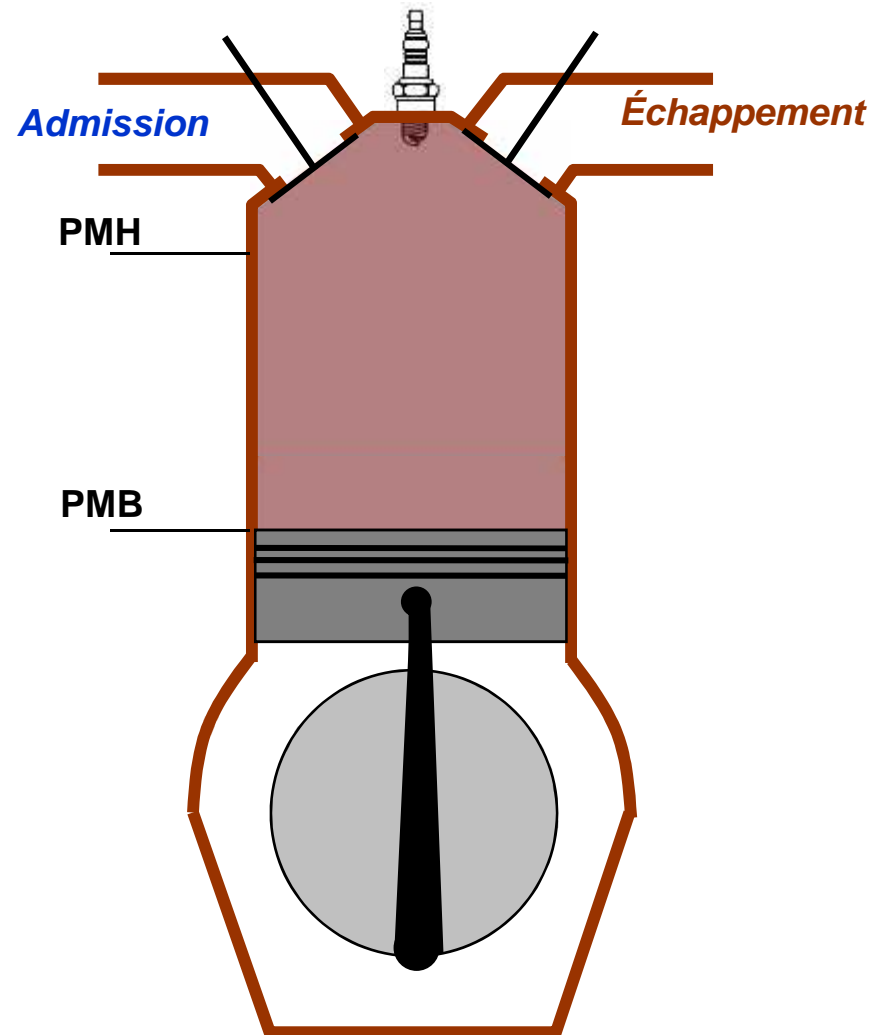


CYCLE THEORIQUE

4ème temps: *Échappement*

Rôle: *Évacuer les gaz brûlés*

- La soupape d'échappement s'ouvre quand le piston est au PMB.

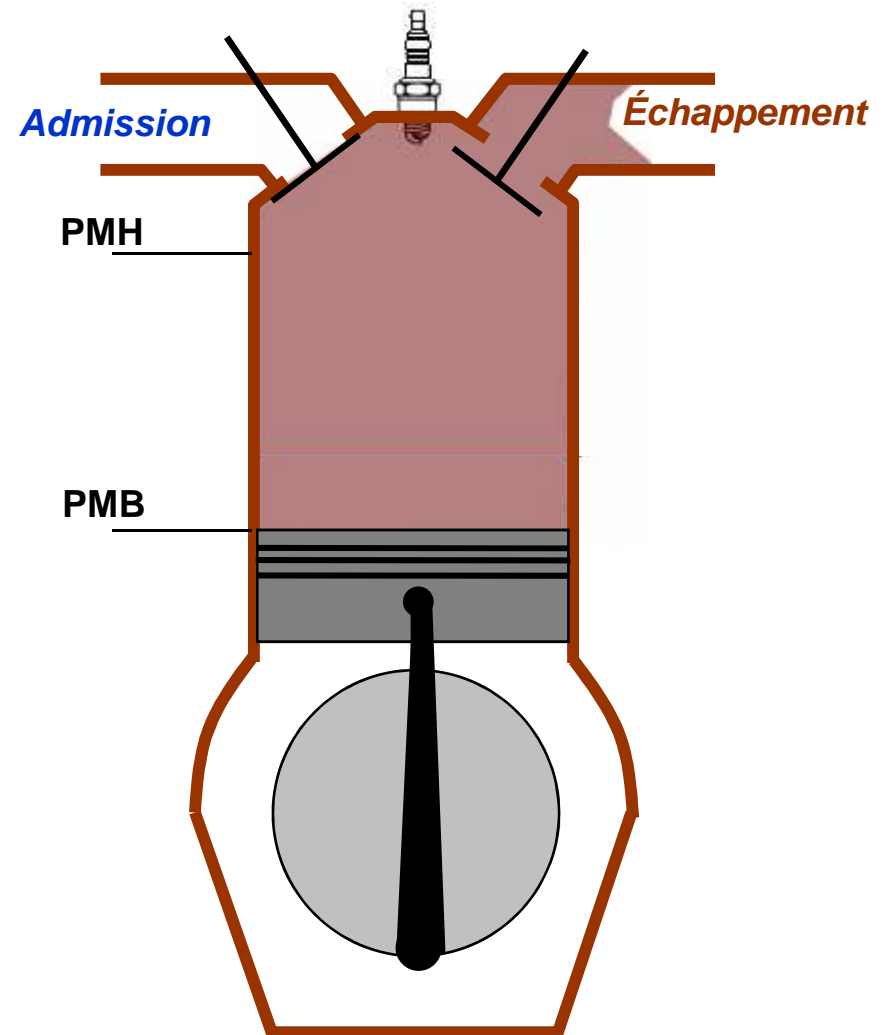


CYCLE THEORIQUE

4ème temps: *Échappement*

Rôle: *Évacuer les gaz brûlés*

- La soupape d'échappement s'ouvre quand le piston est au **PMB**.
- Le piston remonte, les gaz sont chassés vers l'extérieur.

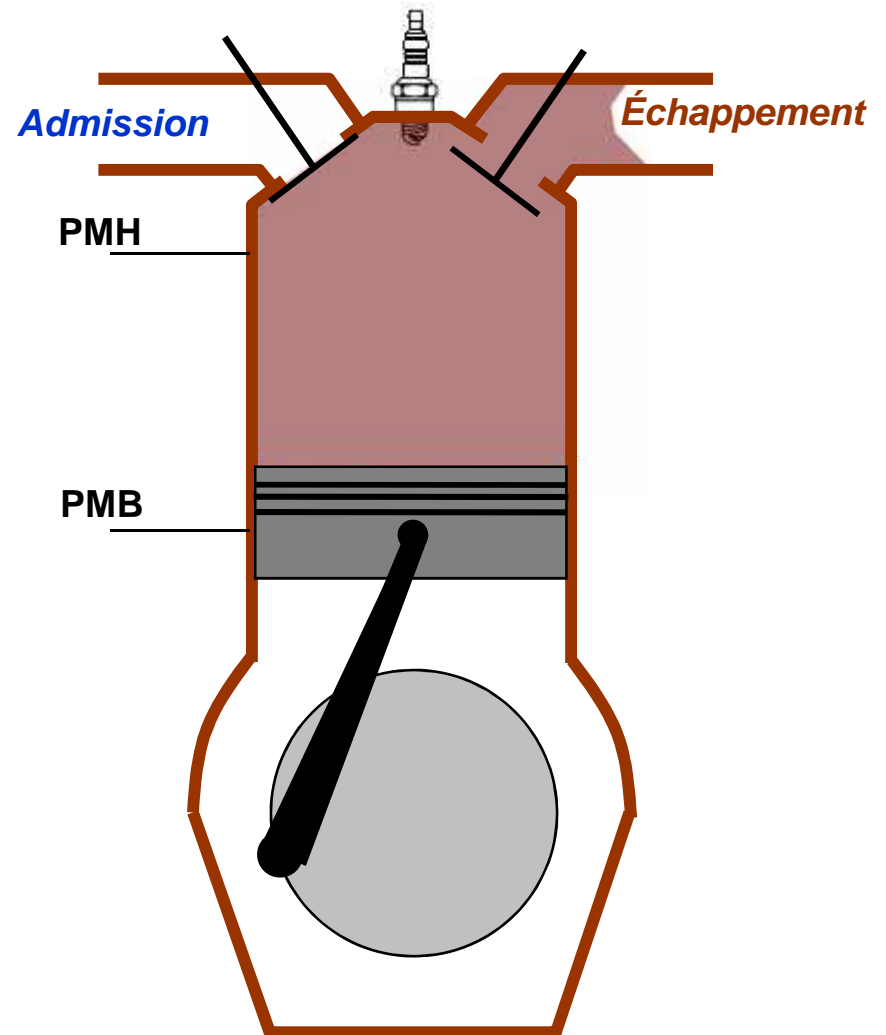


CYCLE THEORIQUE

4ème temps: *Échappement*

Rôle: *Évacuer les gaz brûlés*

- La soupape d'échappement s'ouvre quand le piston est au PMB.
- Le piston remonte, les gaz sont chassés vers l'extérieur.

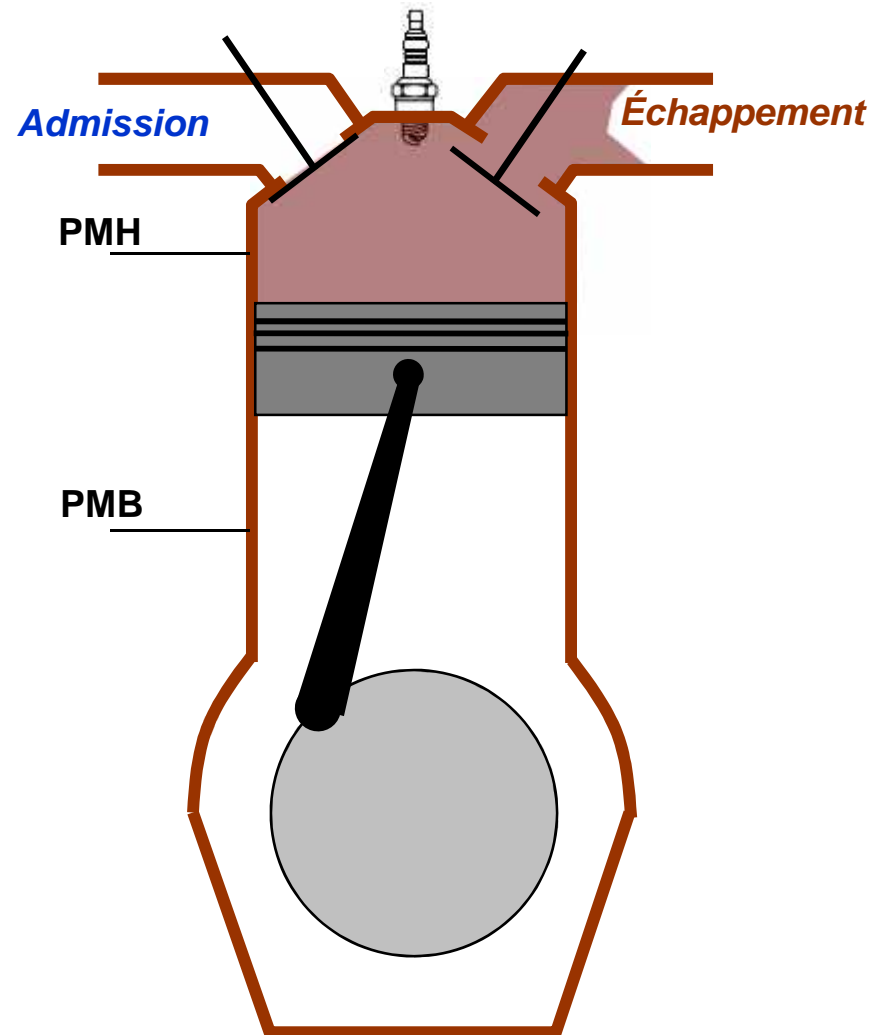


CYCLE THEORIQUE

4ème temps: *Échappement*

Rôle: *Évacuer les gaz brûlés*

- La soupape d'échappement s'ouvre quand le piston est au PMB.
- Le piston remonte, les gaz sont chassés vers l'extérieur.

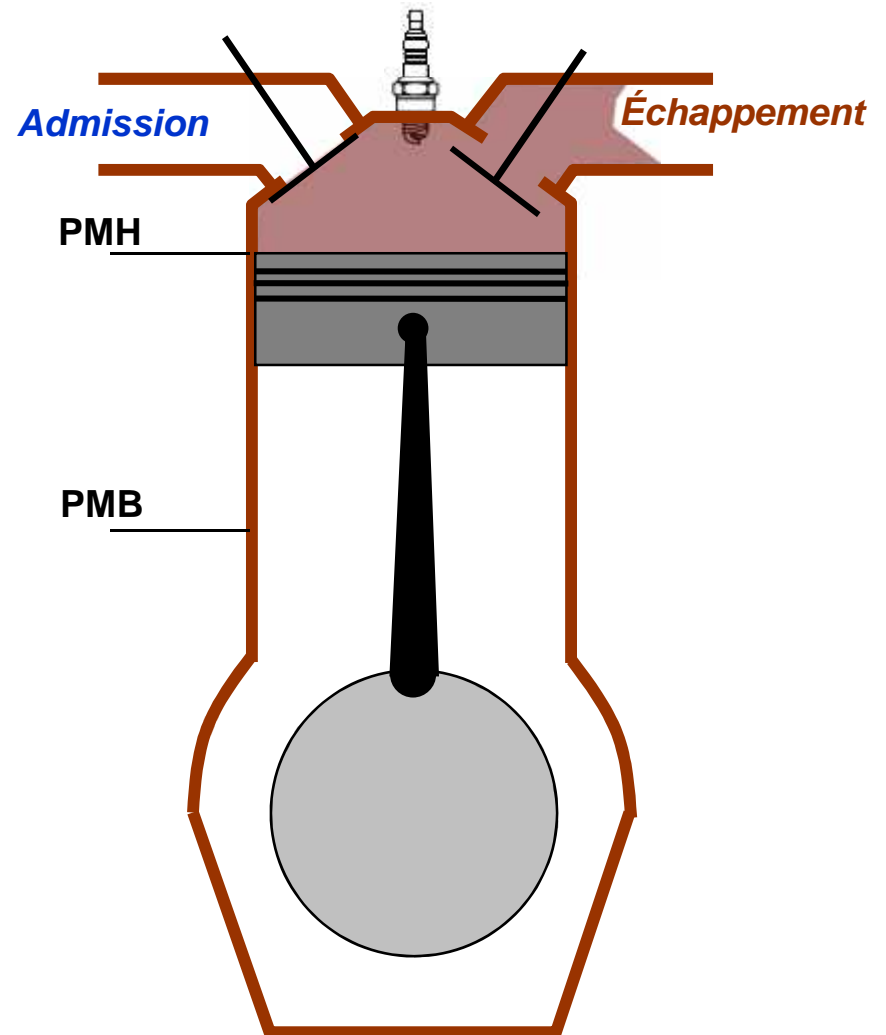


CYCLE THEORIQUE

4ème temps: *Échappement*

Rôle: *Évacuer les gaz brûlés*

- La soupape d'échappement s'ouvre quand le piston est au **PMB**.
- Le piston remonte, les gaz sont chassés vers l'extérieur.

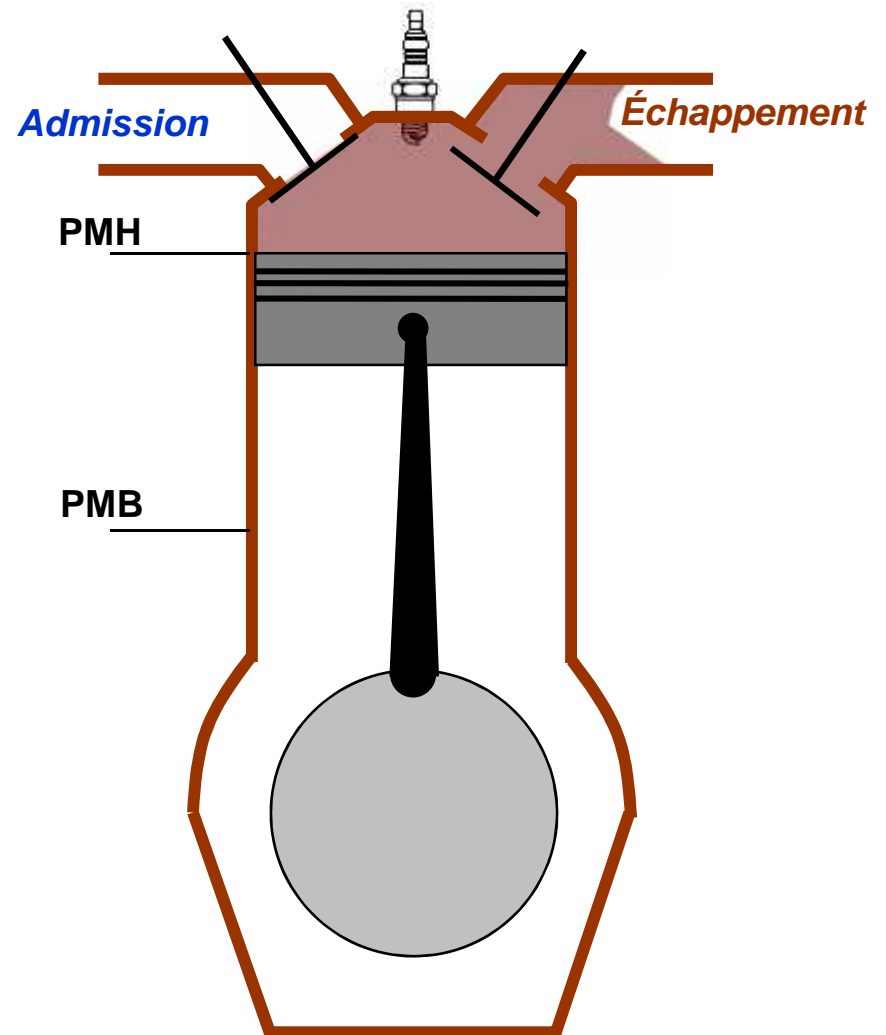


CYCLE THEORIQUE

4ème temps: *Échappement*

Rôle: *Évacuer les gaz brûlés*

- La soupape d'échappement s'ouvre quand le piston est au PMB.
- Le piston remonte, les gaz sont chassés vers l'extérieur.
- La soupape se ferme quand le piston est au PMH

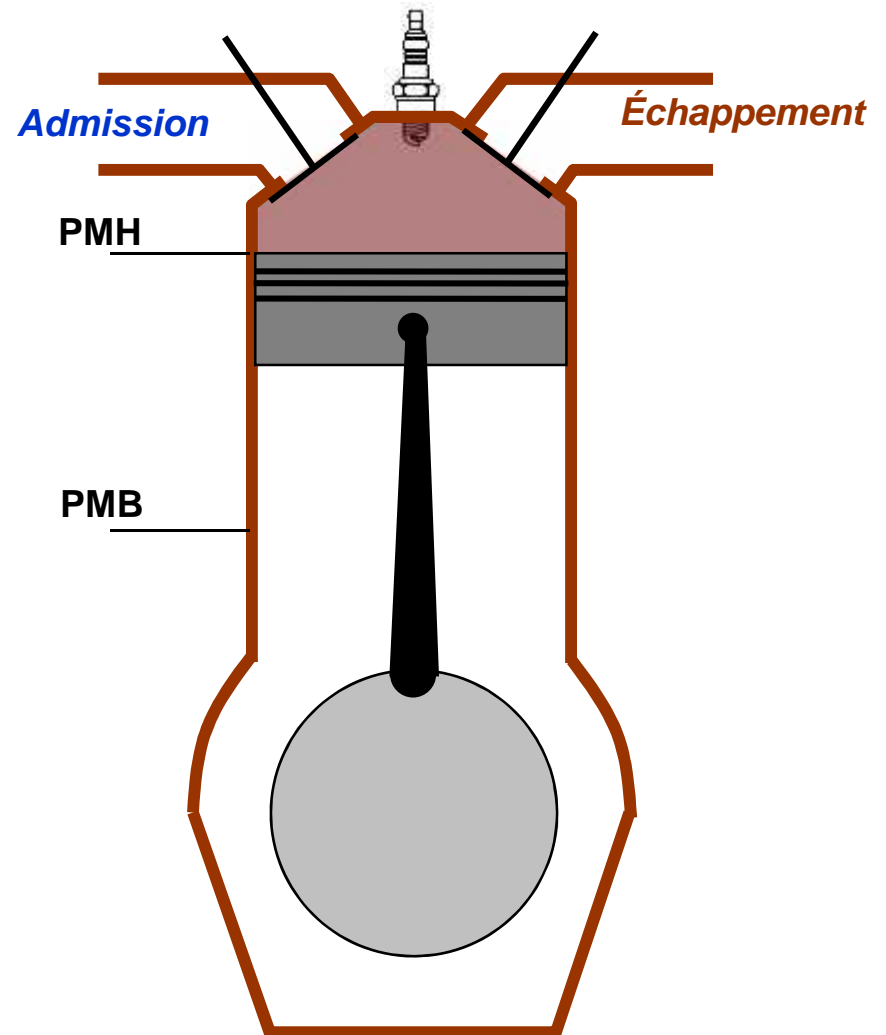


CYCLE THEORIQUE

4ème temps: *Échappement*

Rôle: *Évacuer les gaz brûlés*

- La soupape d'échappement s'ouvre quand le piston est au PMB.
- Le piston remonte, les gaz sont chassés vers l'extérieur.
- La soupape se ferme quand le piston est au PMH



Suite

DIAGRAMME THEORIQUE

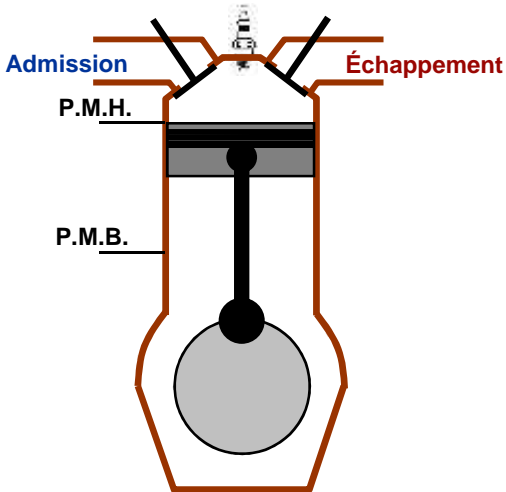
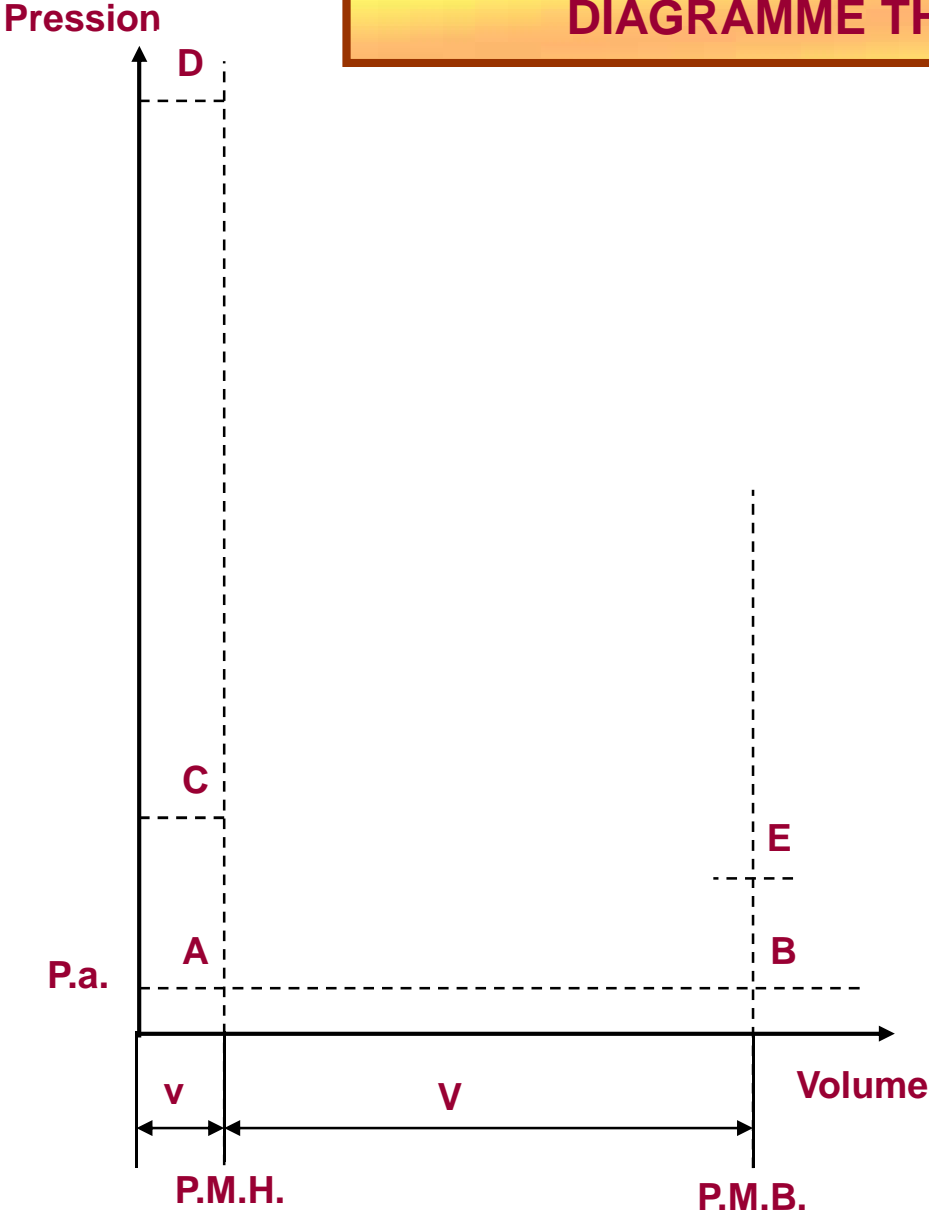
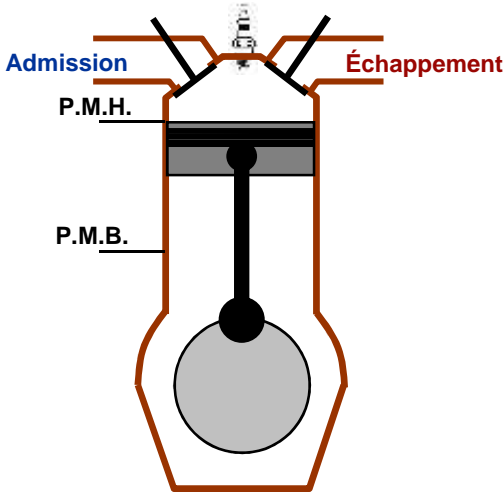
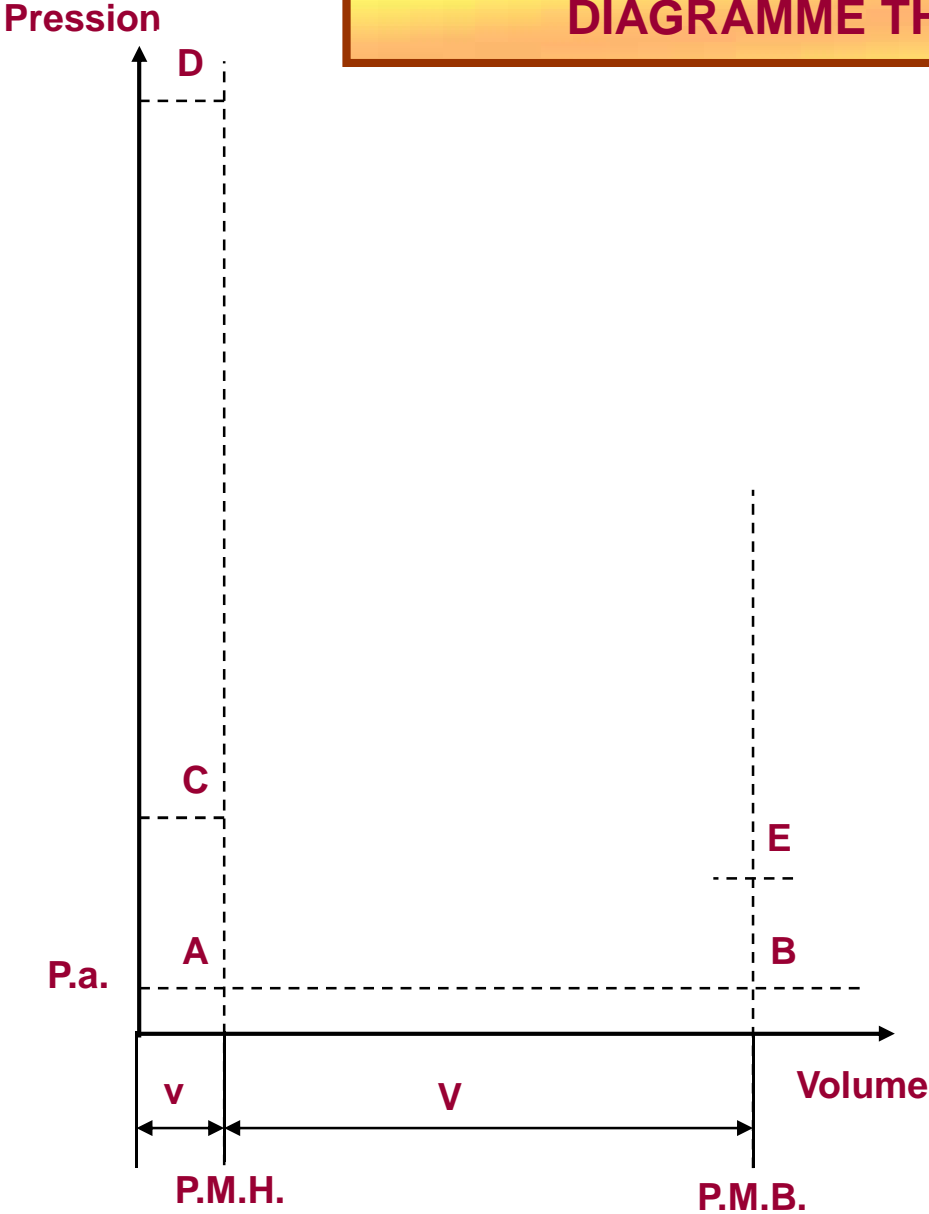
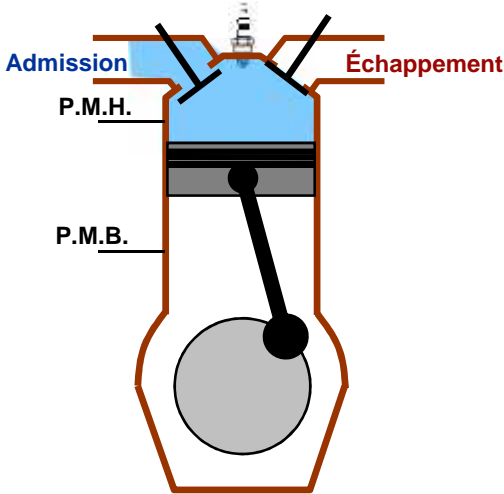
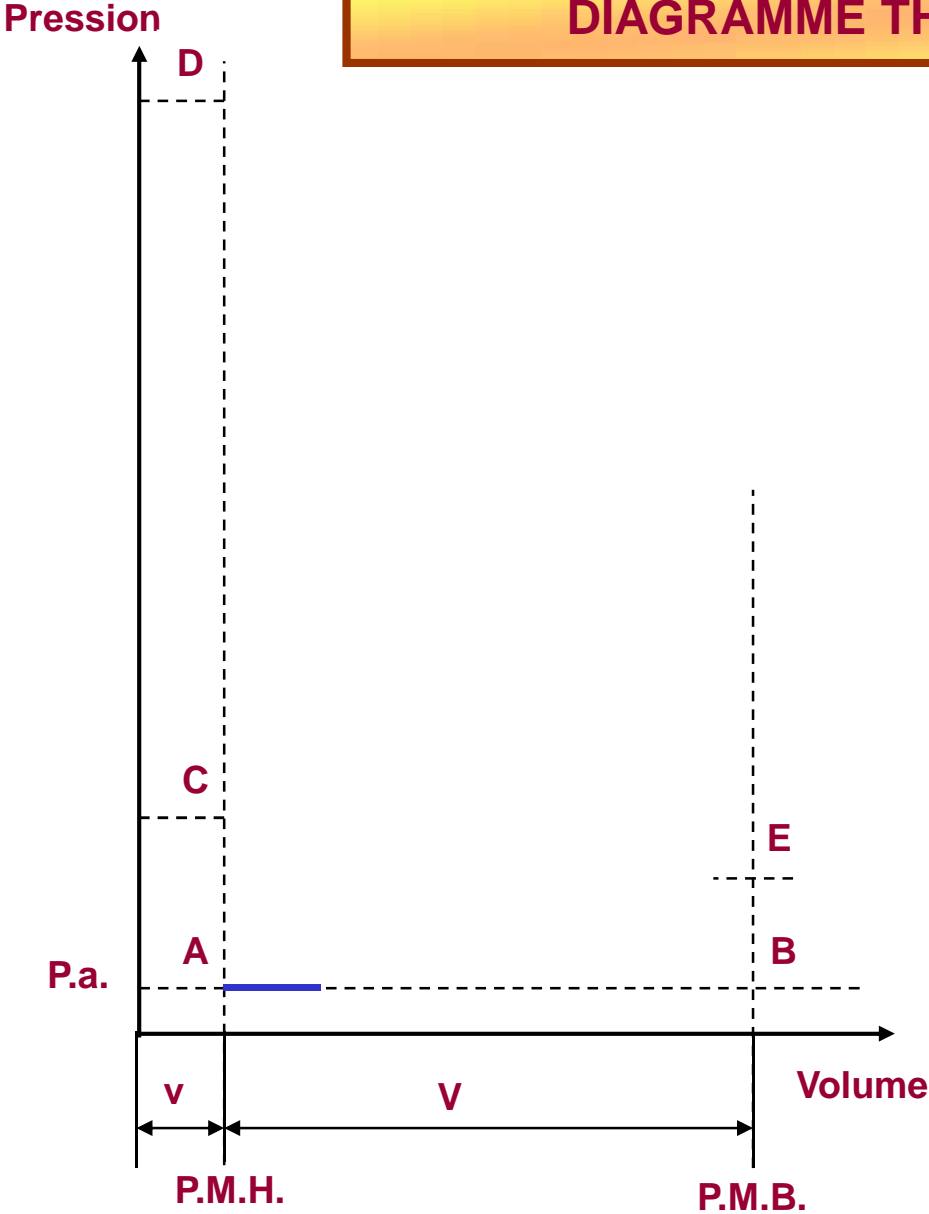


DIAGRAMME THEORIQUE



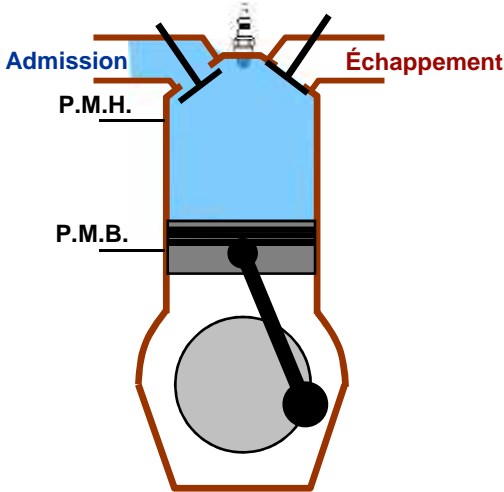
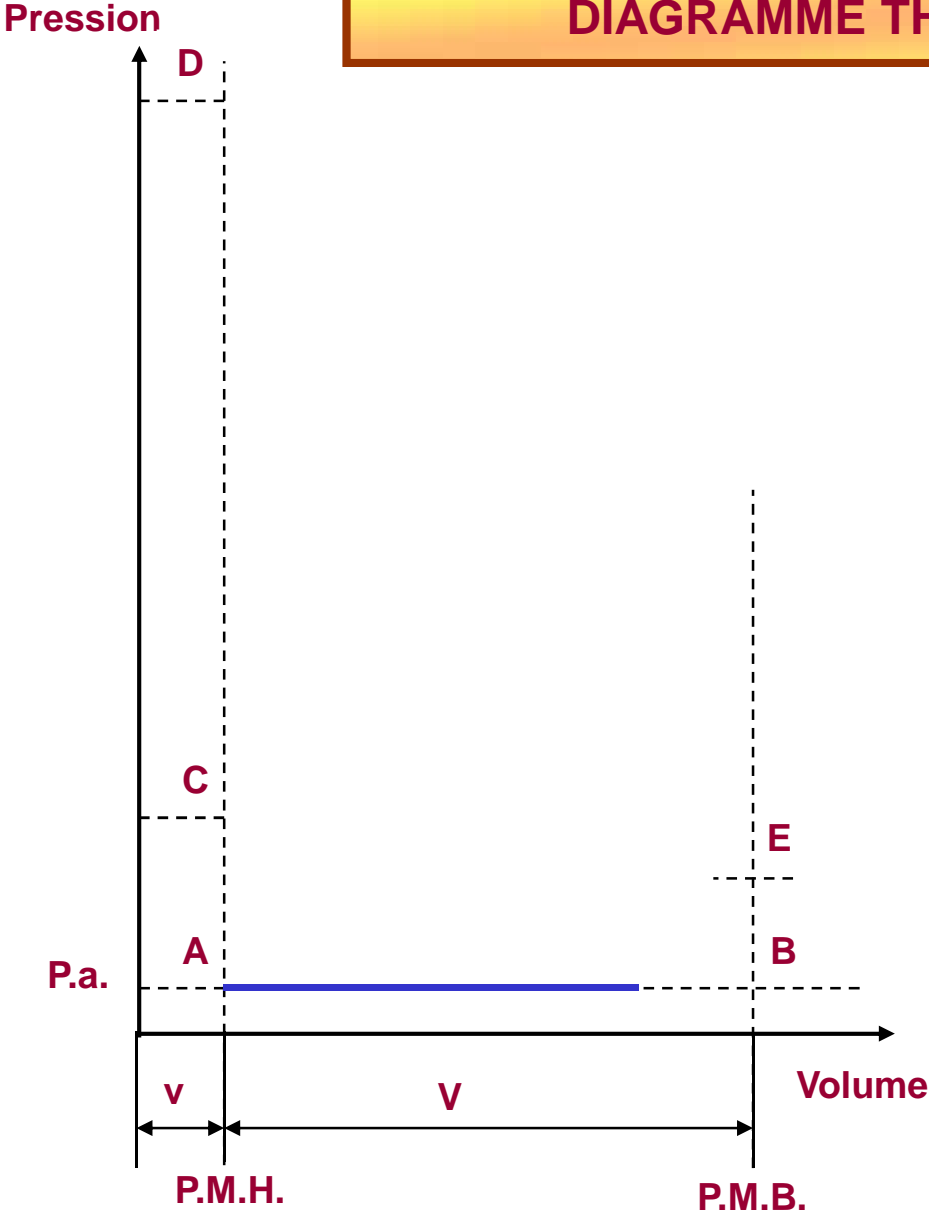
A – B : « Admission »
Le cylindre se remplit.

DIAGRAMME THEORIQUE



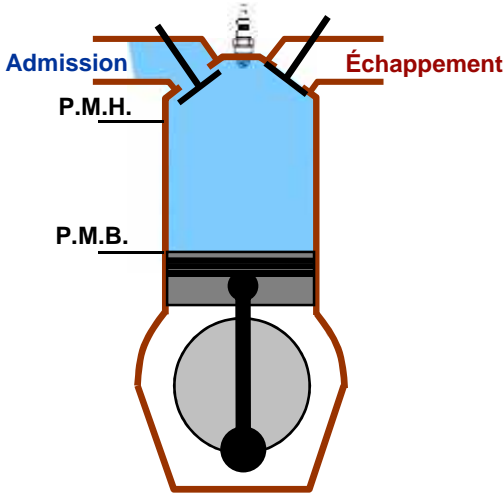
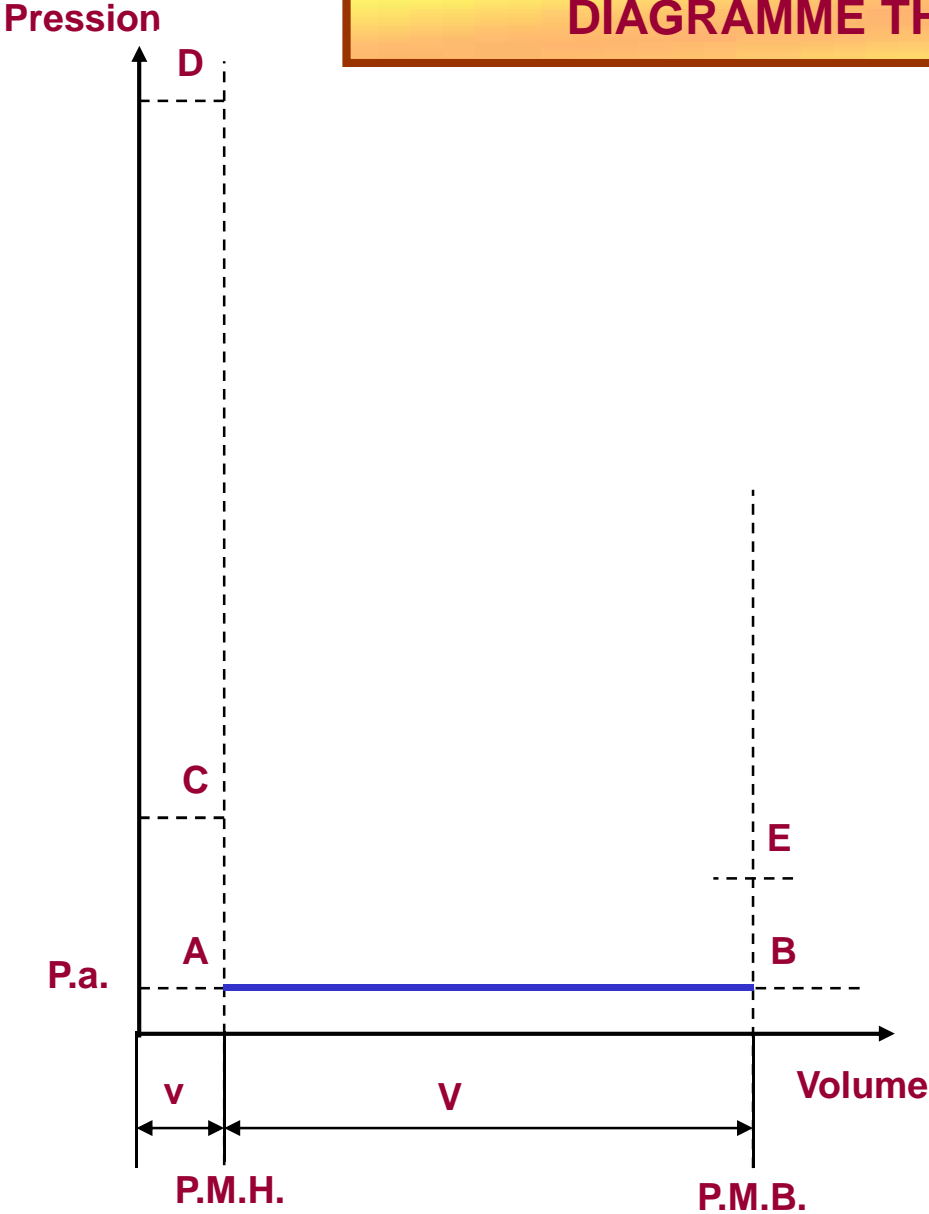
A – B : « Admission »
Le cylindre se remplit.

DIAGRAMME THEORIQUE



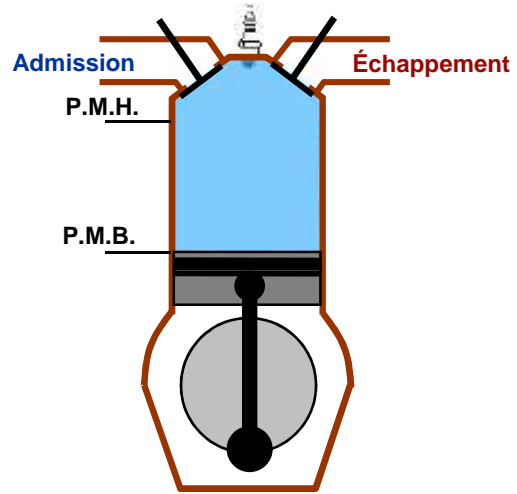
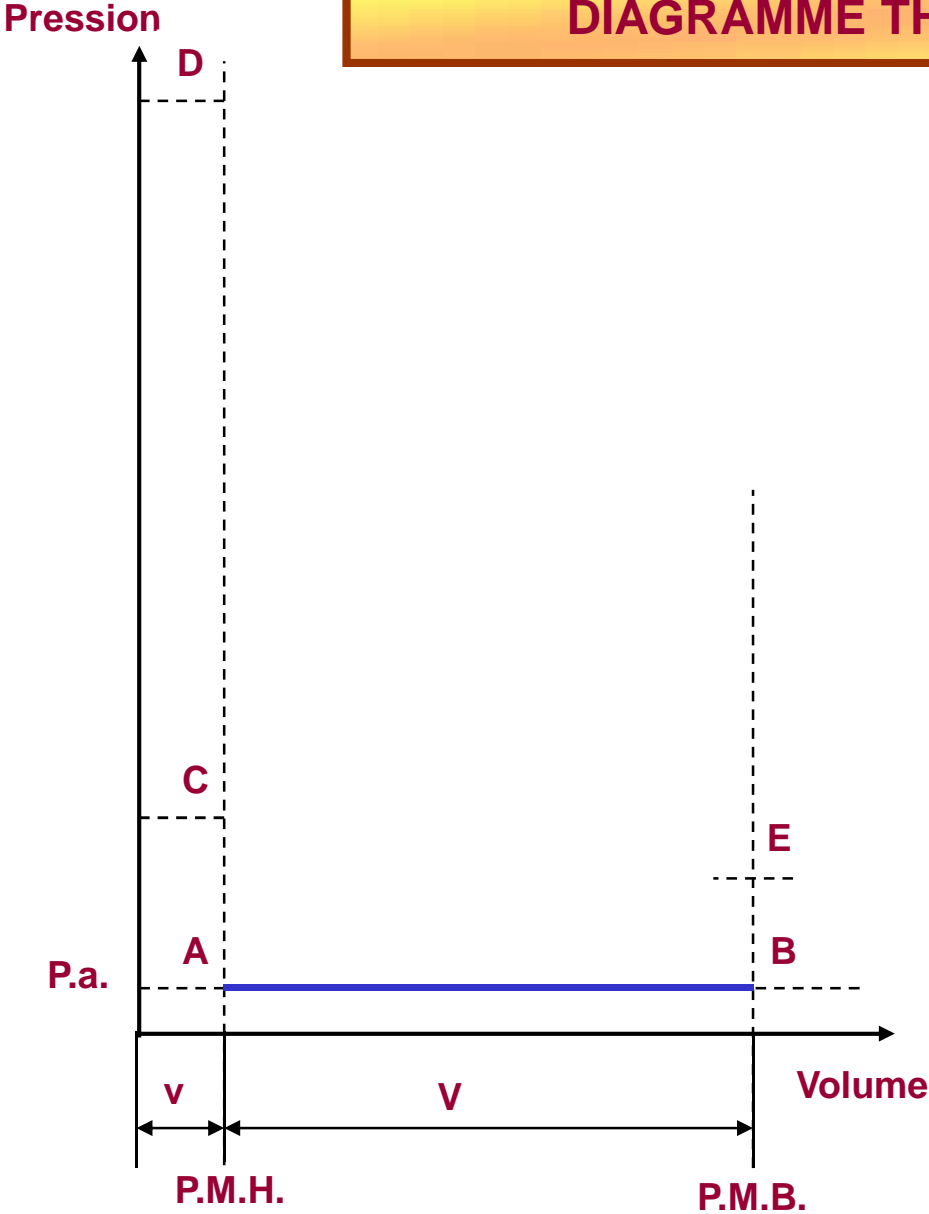
A – B : « Admission »
Le cylindre se remplit.

DIAGRAMME THEORIQUE



A – B : « Admission »
Le cylindre se remplit.

DIAGRAMME THEORIQUE

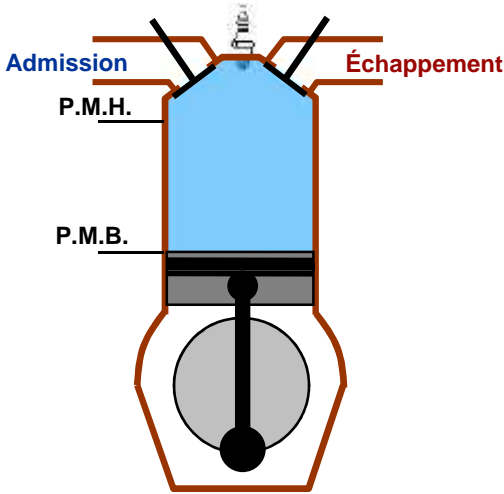
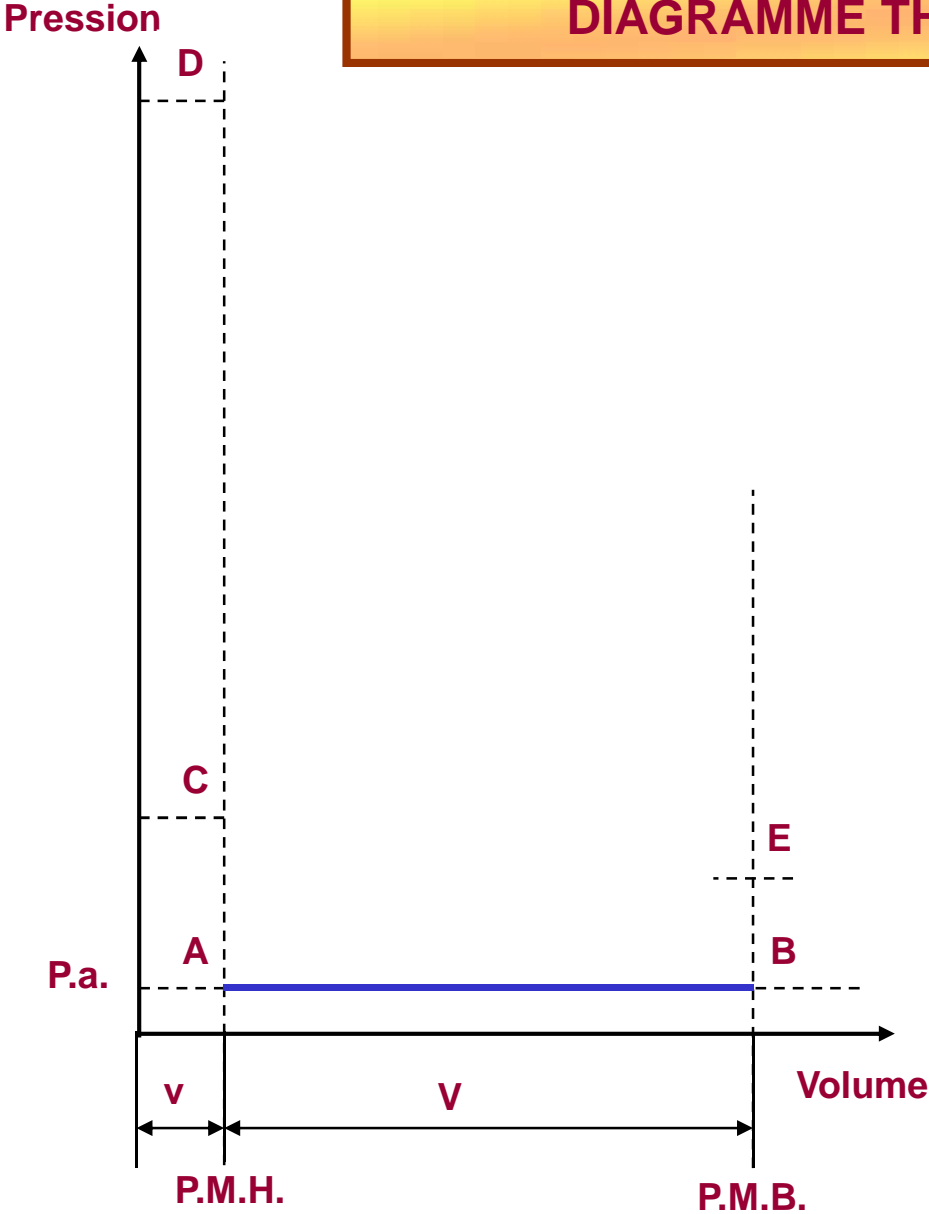


A – B : « Admission »

Le cylindre se remplit.

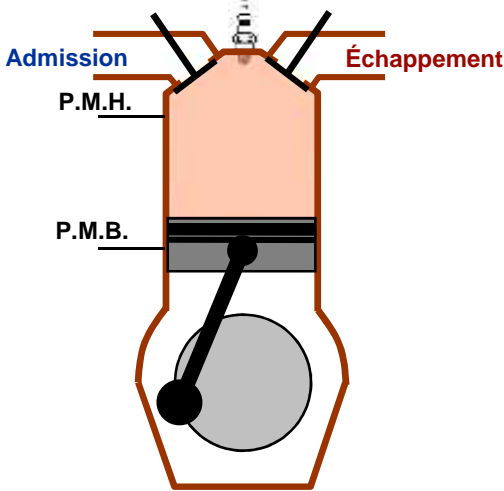
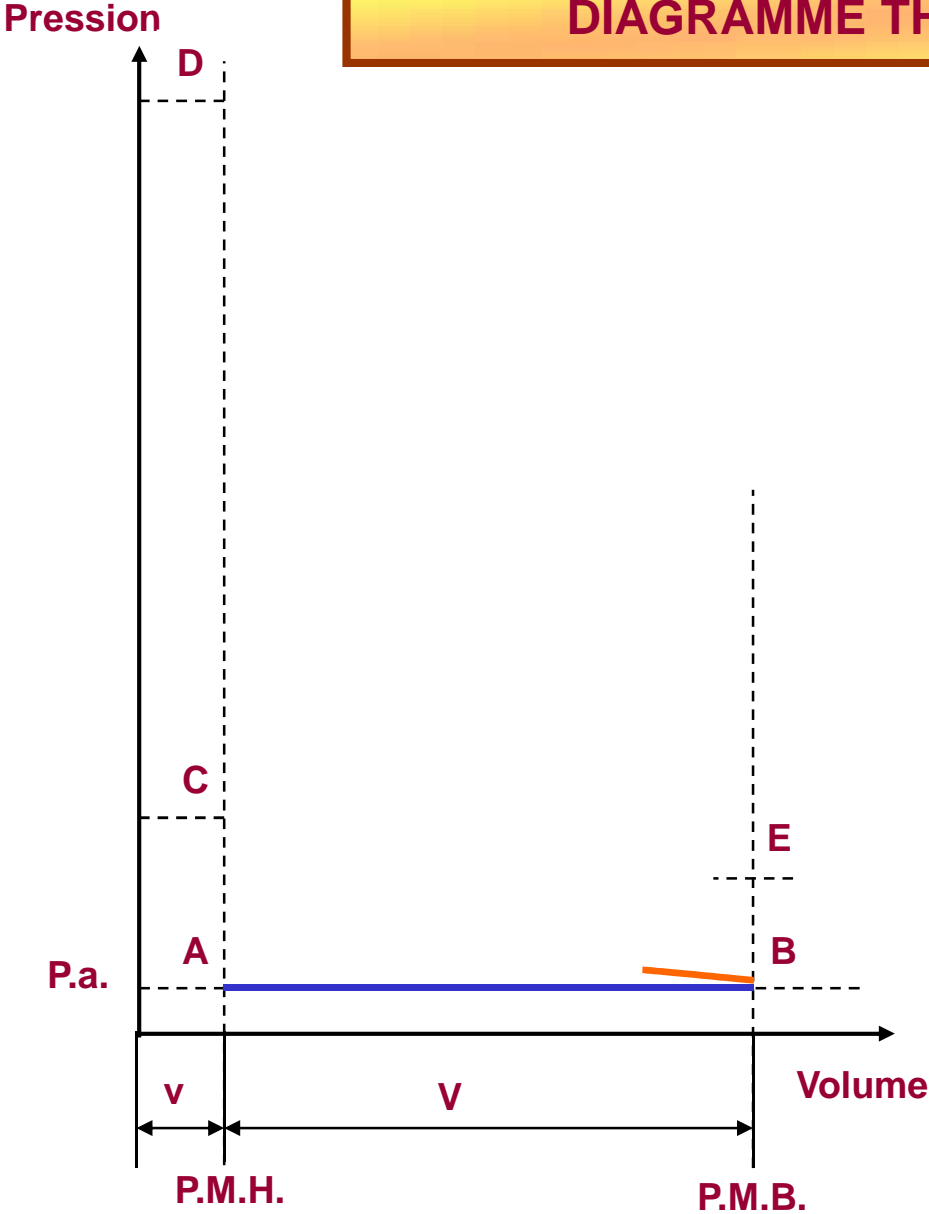
Suite

DIAGRAMME THEORIQUE



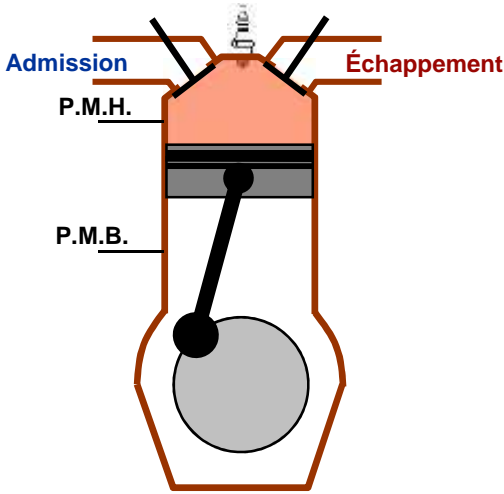
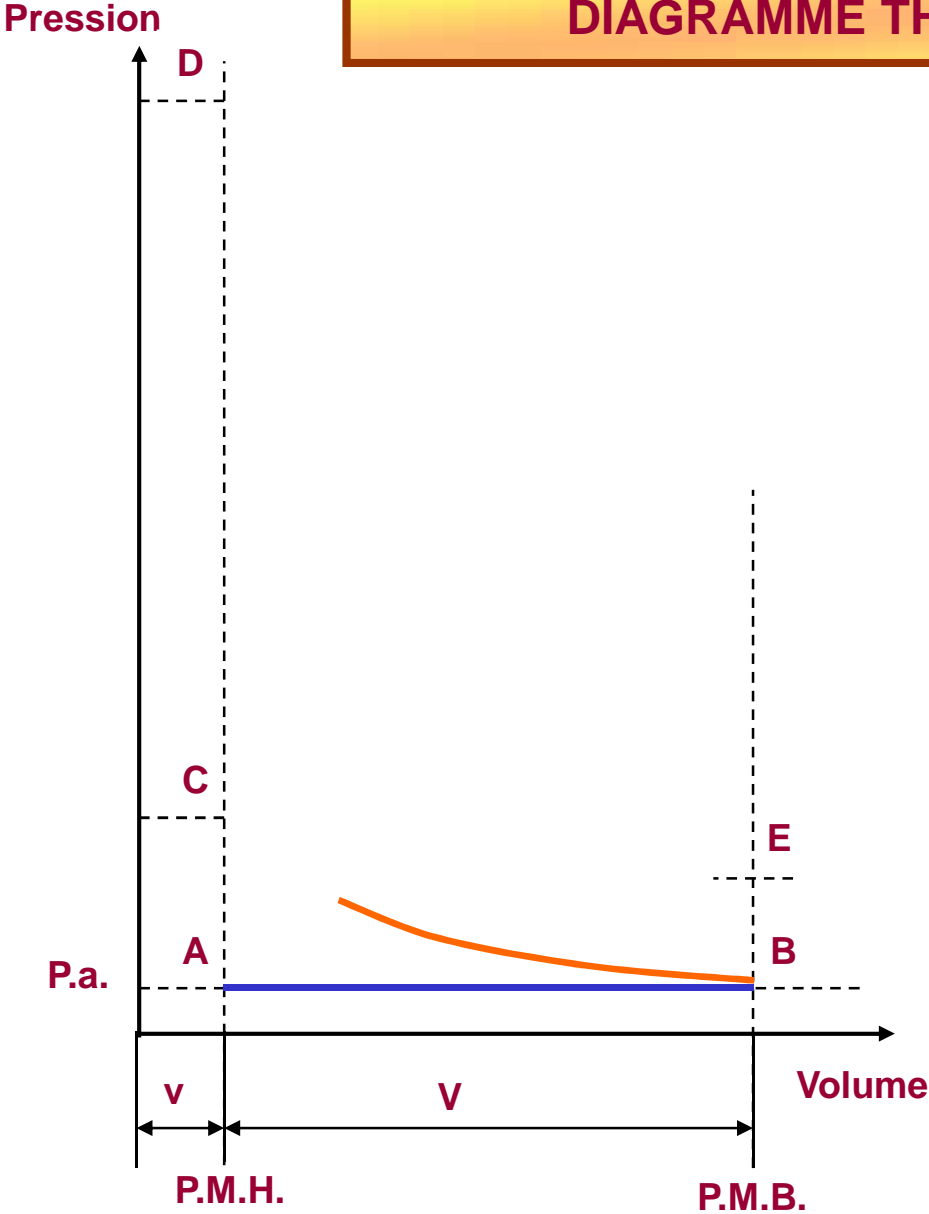
B - C : « Compression »

DIAGRAMME THEORIQUE



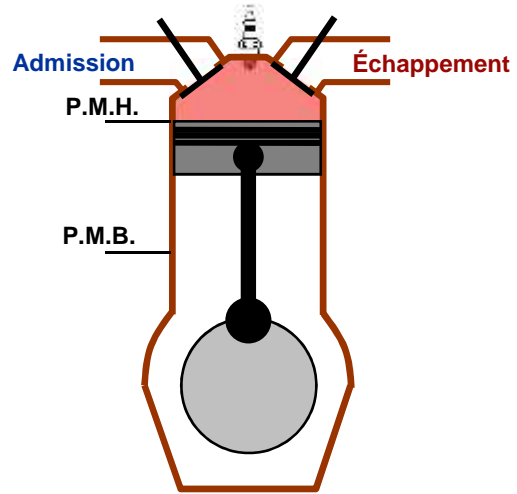
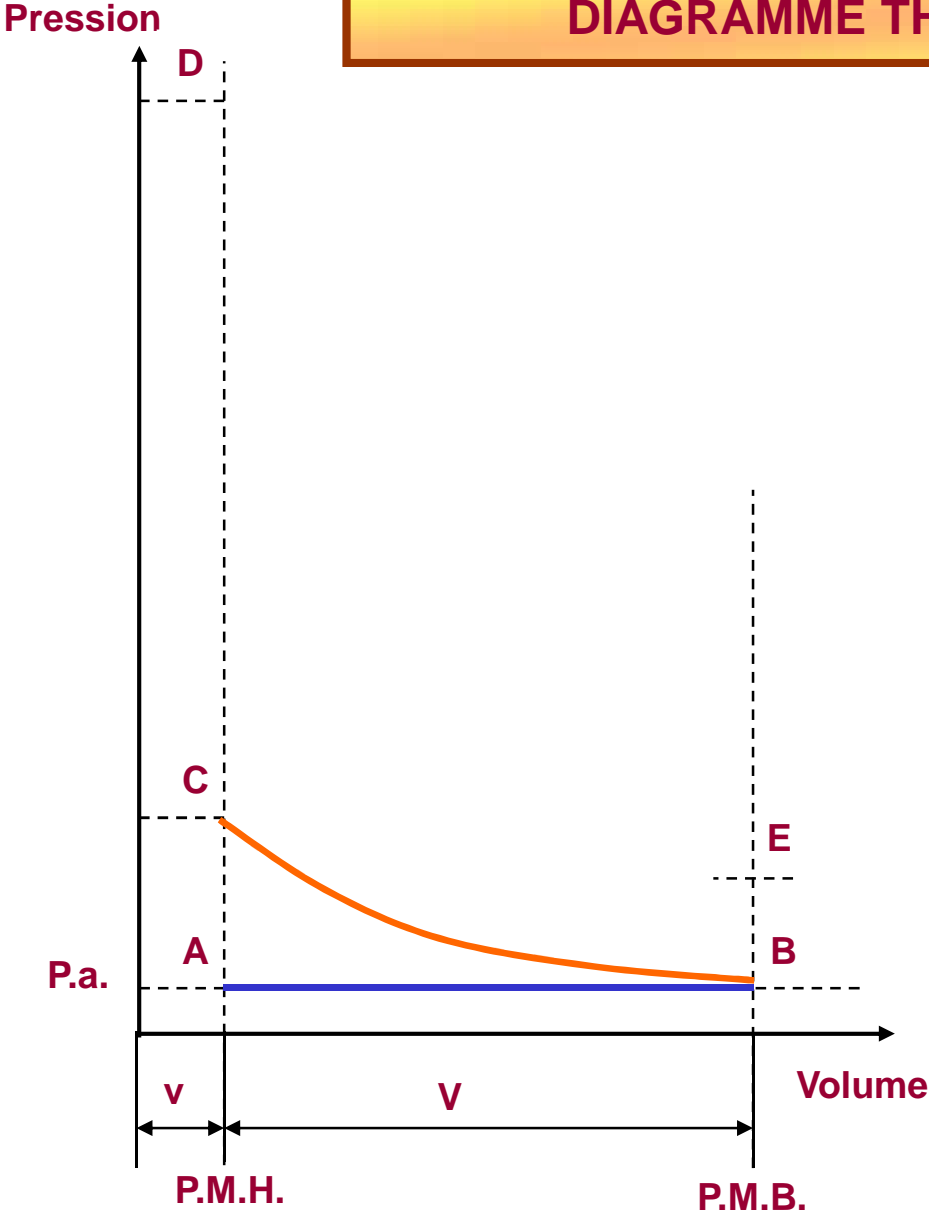
B – C : « Compression »

DIAGRAMME THEORIQUE



B - C : « Compression »

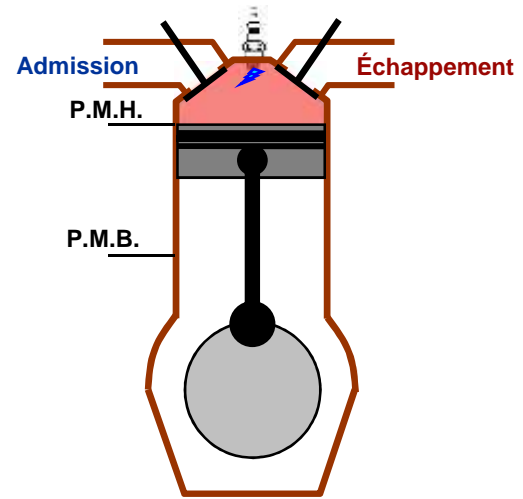
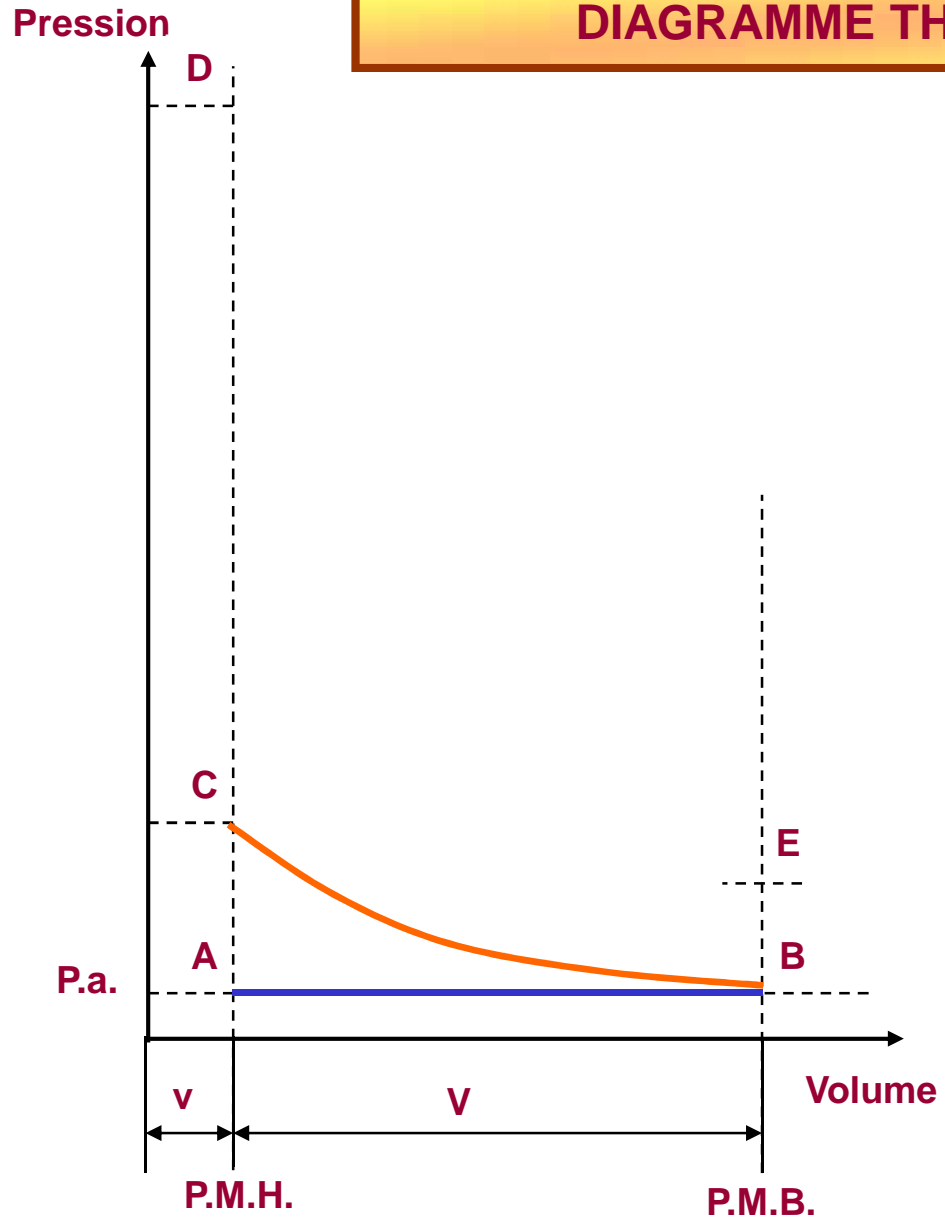
DIAGRAMME THEORIQUE



B – C : « Compression »
Les gaz atteignent une pression de
~ 10 b et une température de 350°C.

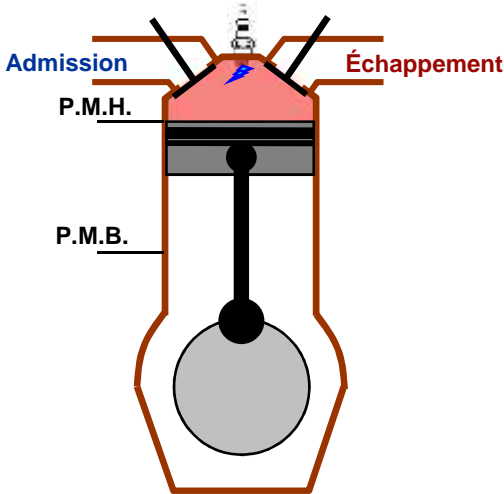
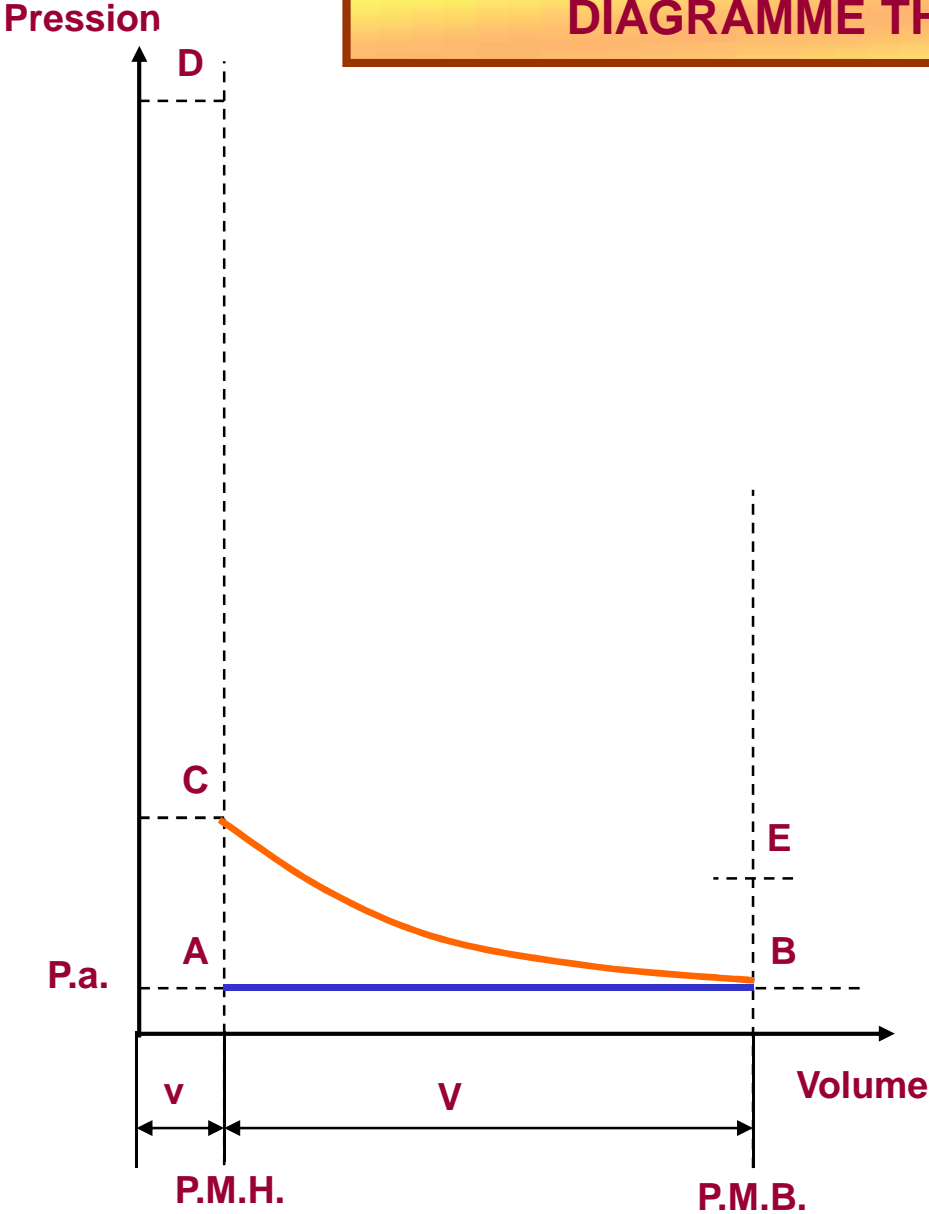
Suite

DIAGRAMME THEORIQUE



C – D : « Inflammation »

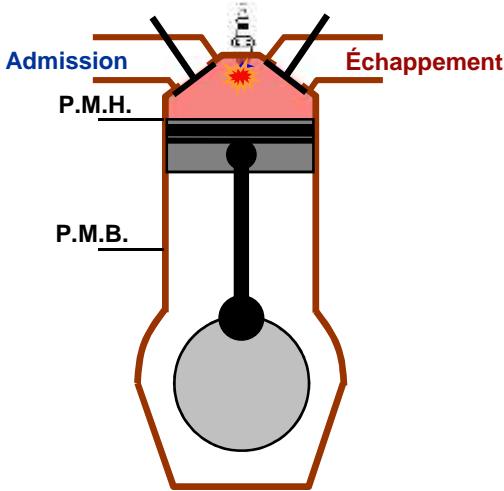
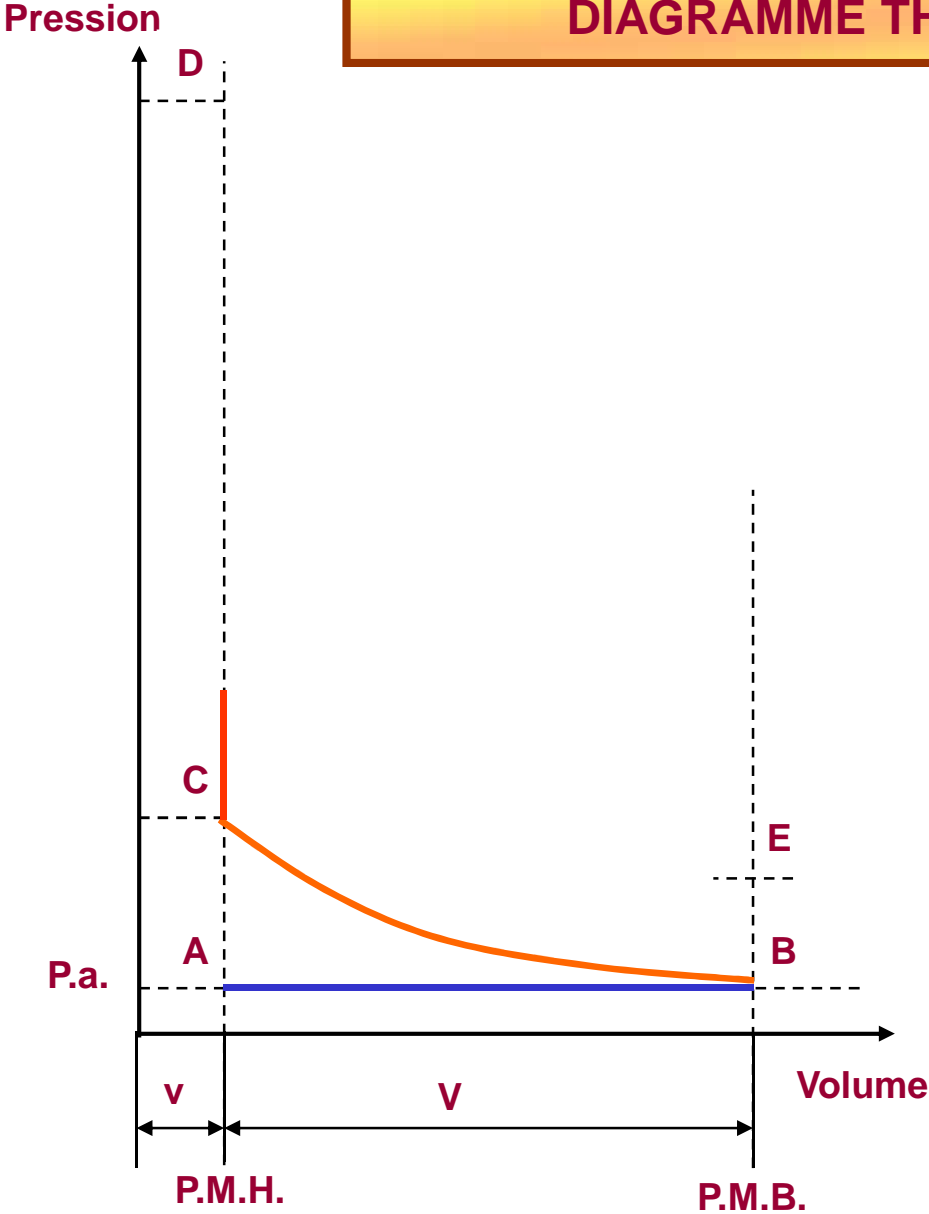
DIAGRAMME THEORIQUE



C – D : « Inflammation »

En brûlant, les gaz se dilatent violemment. La pression augmente poussant le piston.

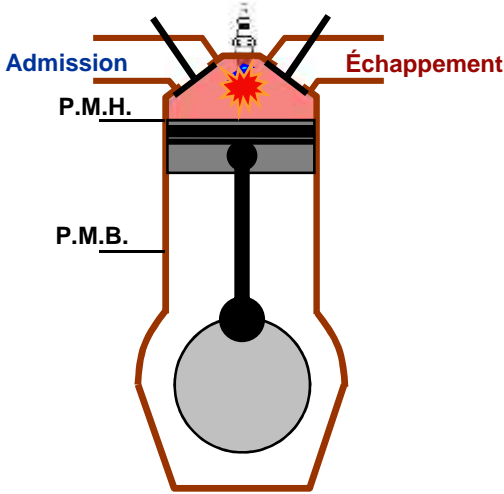
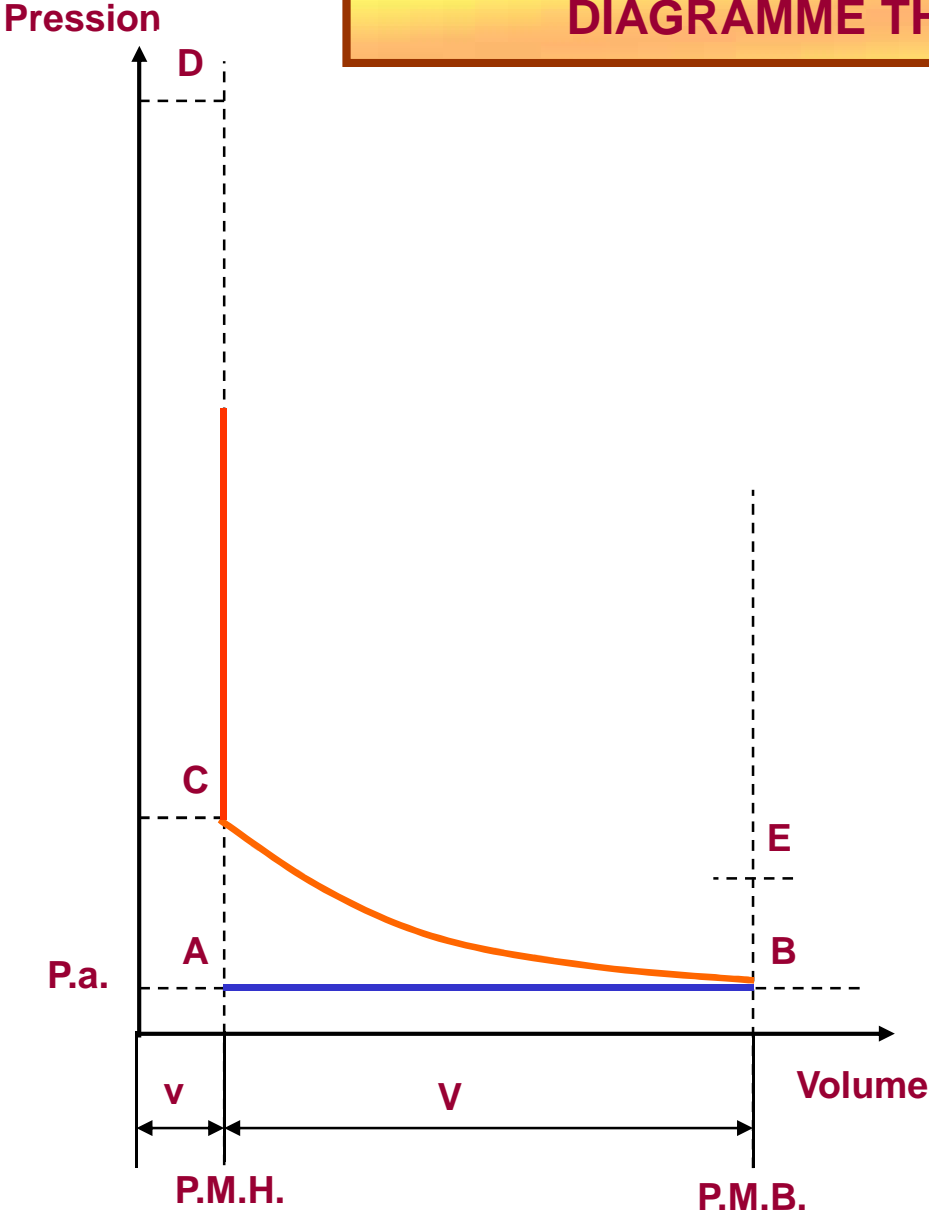
DIAGRAMME THEORIQUE



C – D : « Inflammation »

En brûlant, les gaz se dilatent violemment. La pression augmente poussant le piston.

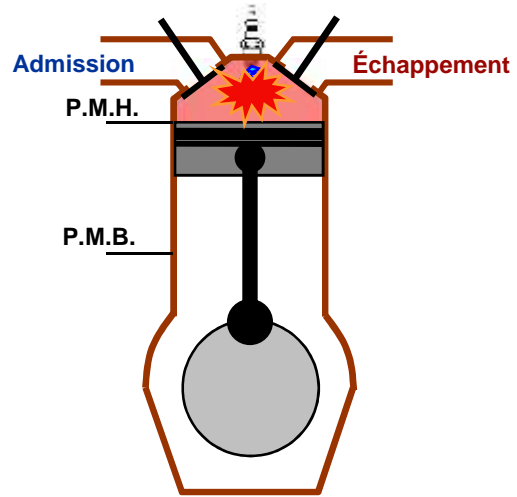
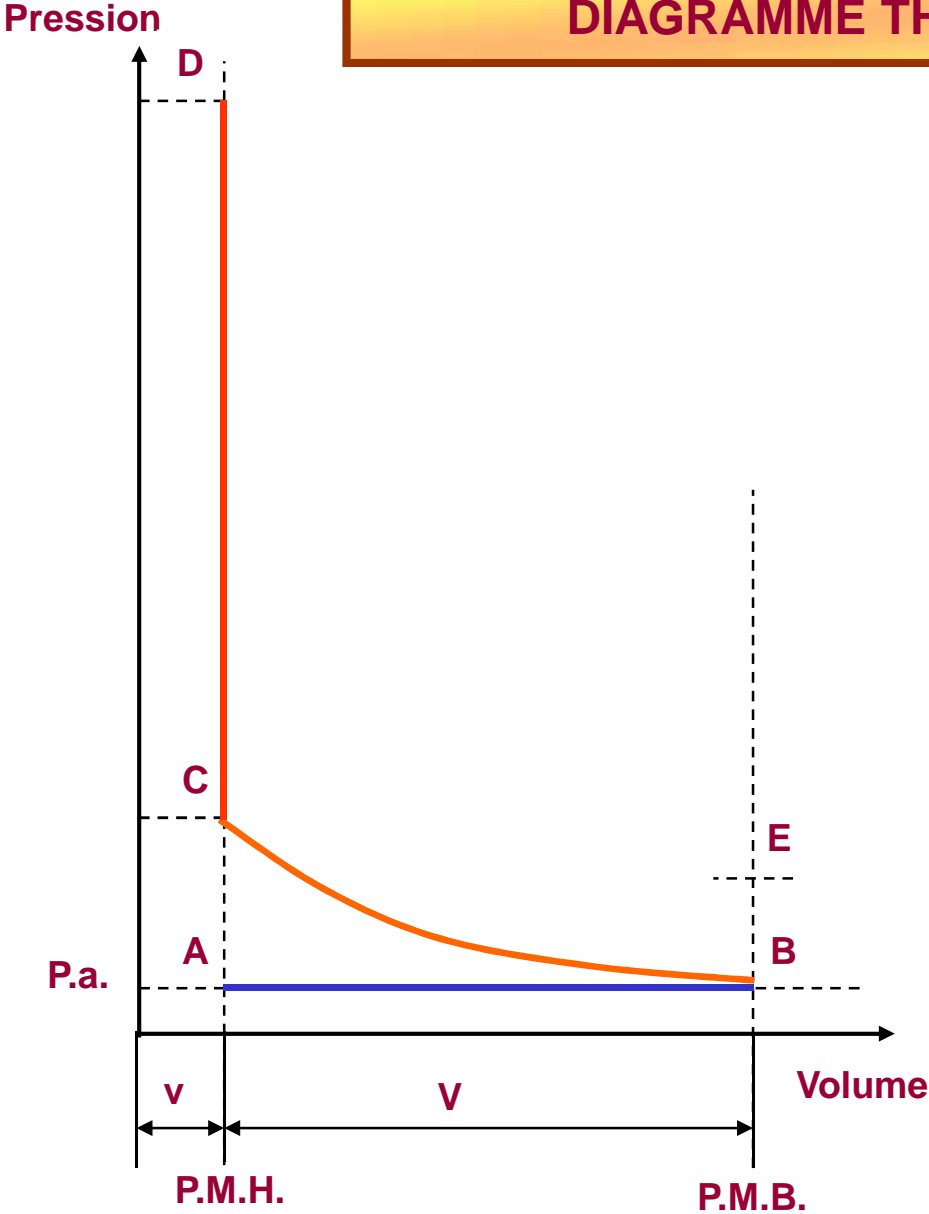
DIAGRAMME THEORIQUE



C – D : « Inflammation »

En brûlant, les gaz se dilatent violemment. La pression augmente poussant le piston.

DIAGRAMME THEORIQUE

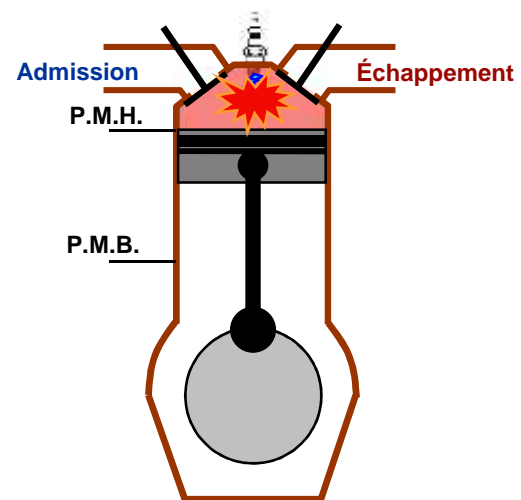
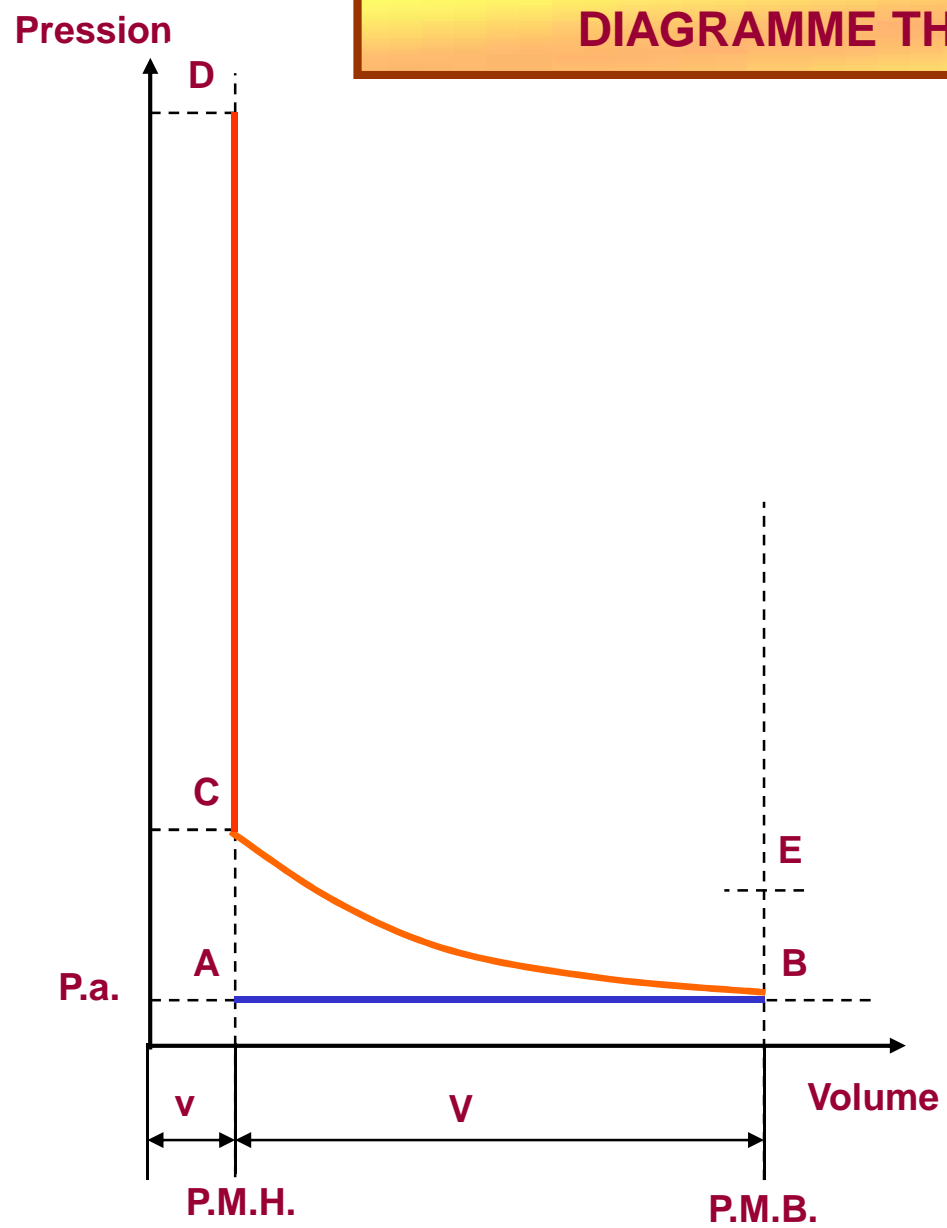


C – D : « Inflammation »

En brûlant, les gaz se dilatent violemment. La pression augmente poussant le piston.

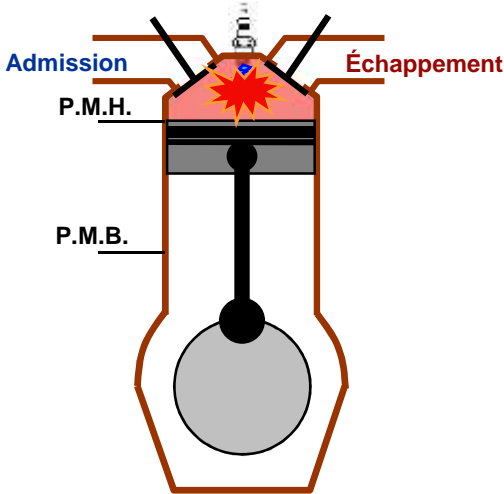
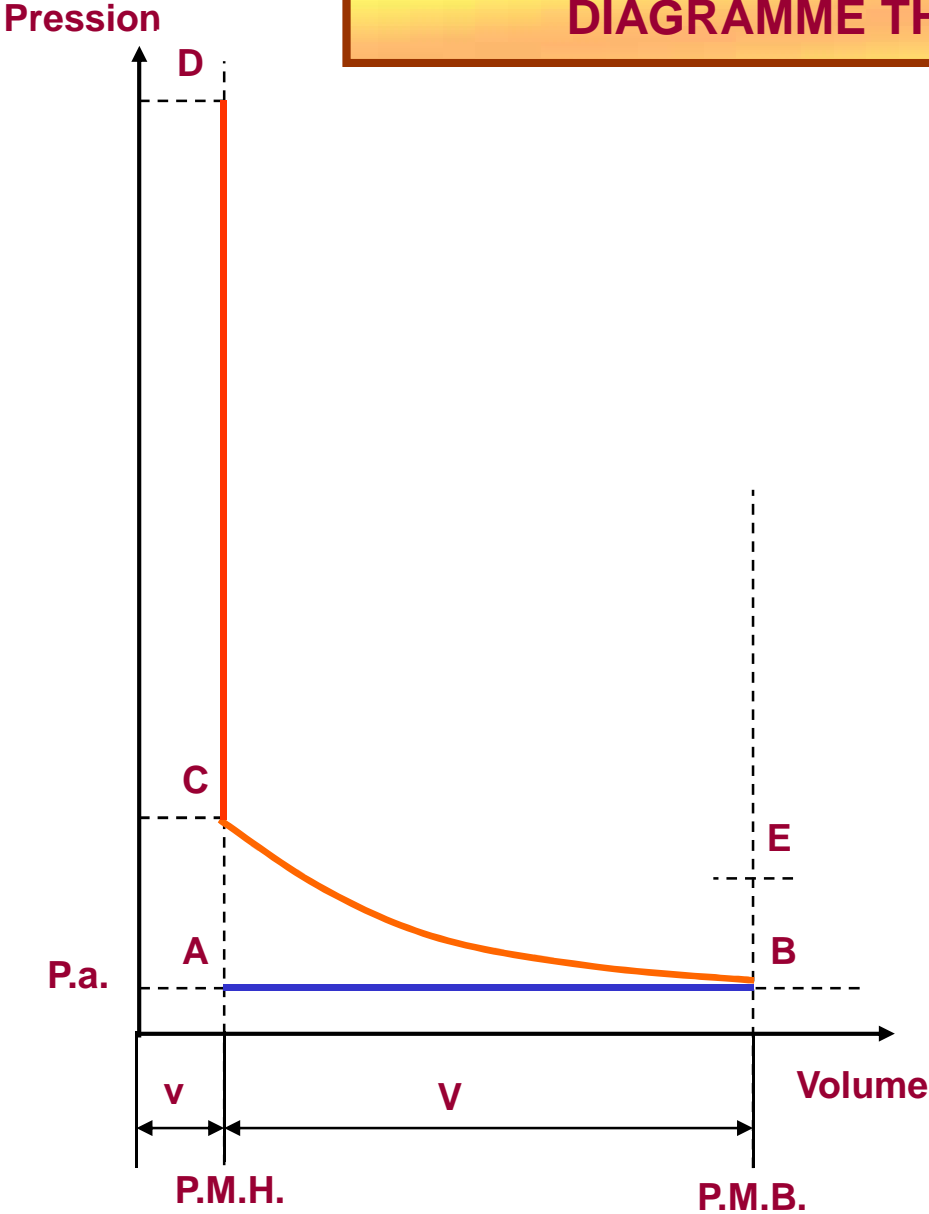
Suite

DIAGRAMME THEORIQUE



D - E : « Détente »

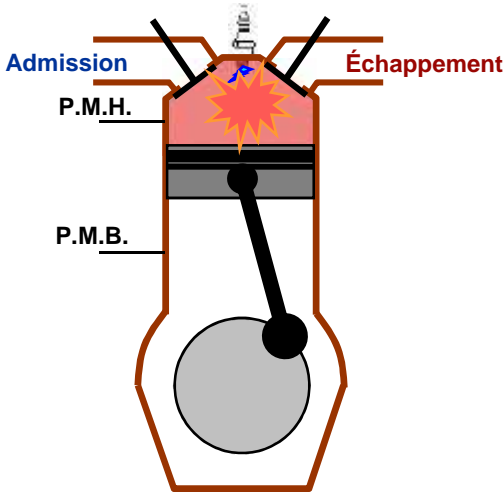
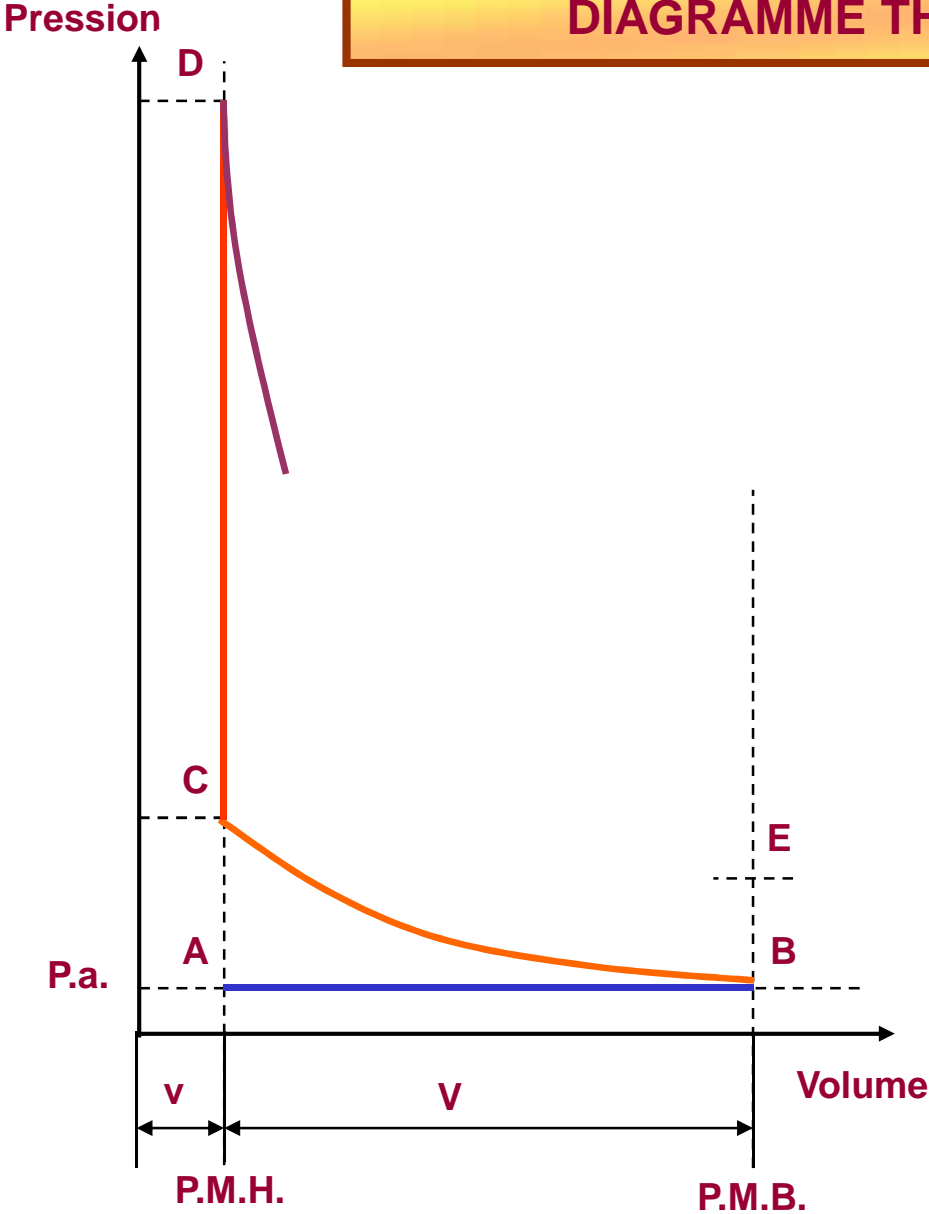
DIAGRAMME THEORIQUE



D – E : « Détente »

Le piston descend. Le volume augmente, la pression chute.

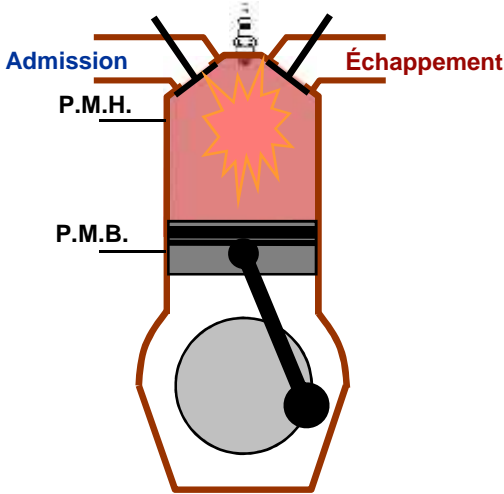
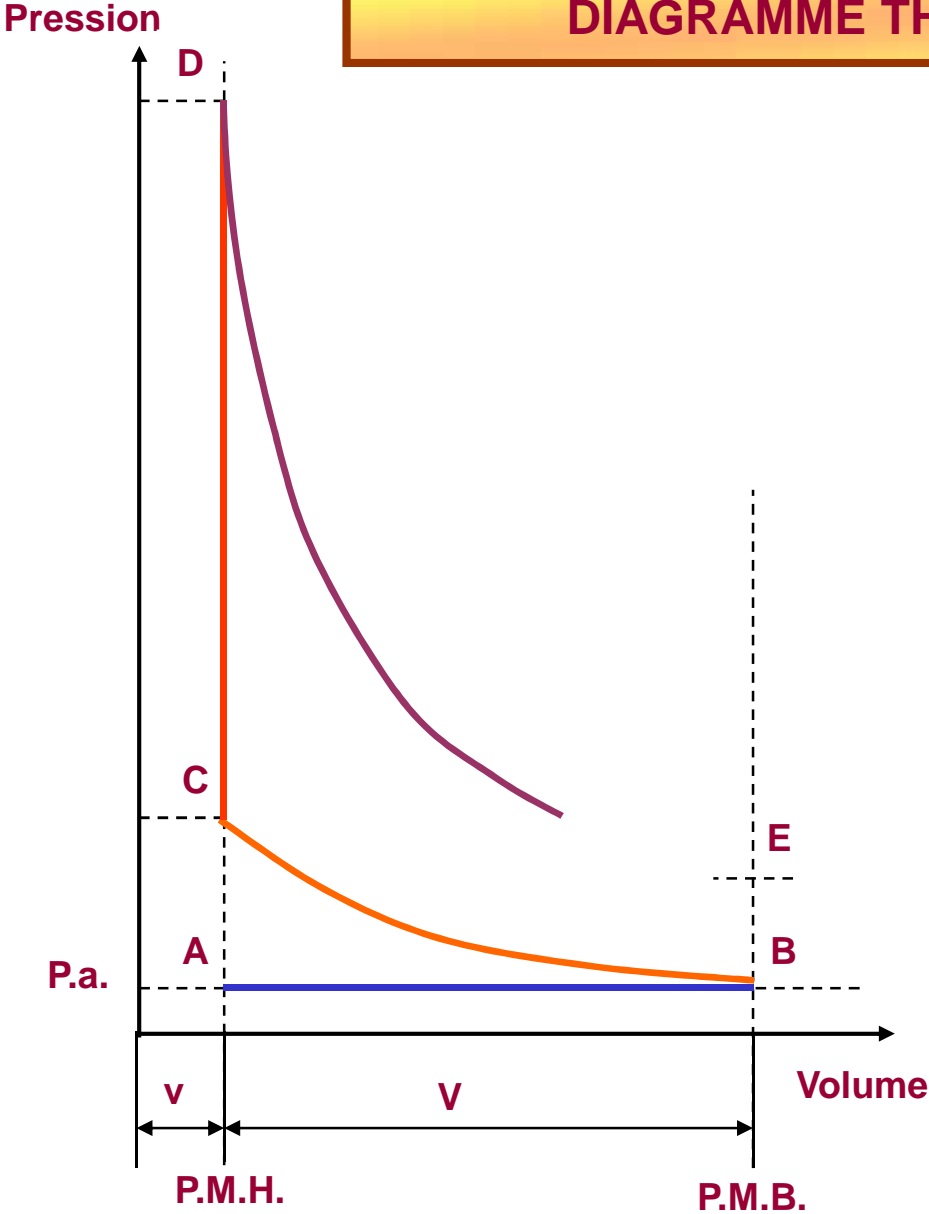
DIAGRAMME THEORIQUE



D – E : « Détente »

Le piston descend. Le volume augmente, la pression chute.

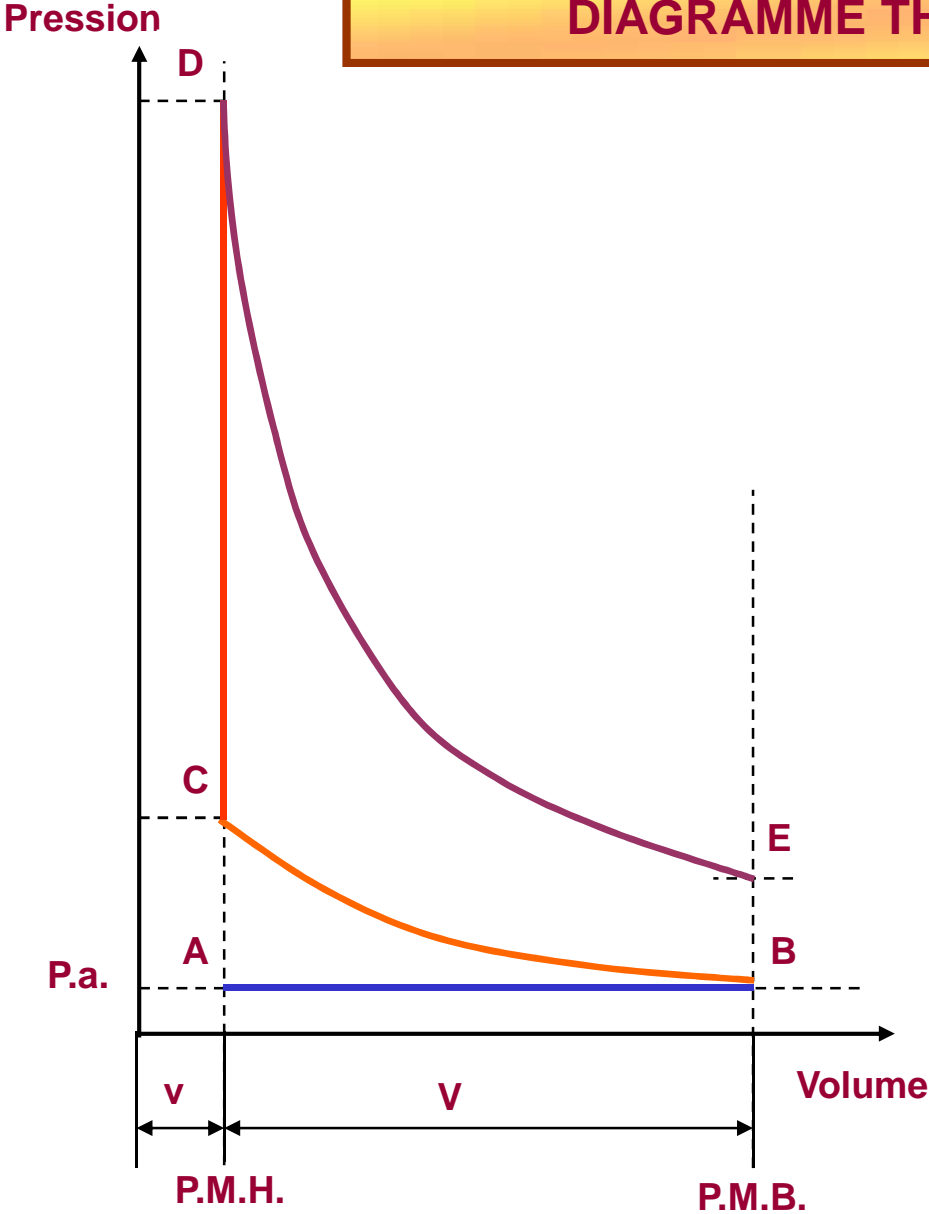
DIAGRAMME THEORIQUE



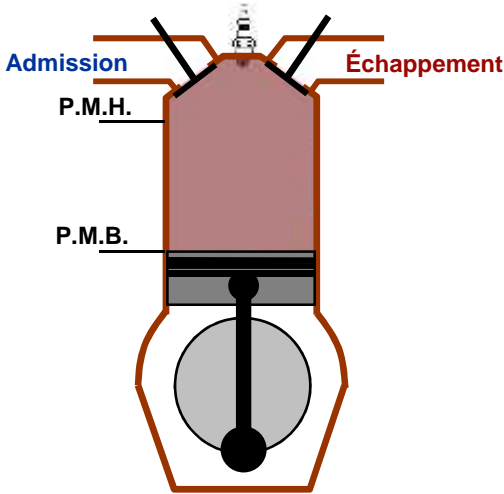
D – E : « Détente »

Le piston descend. Le volume augmente, la pression chute.

DIAGRAMME THEORIQUE

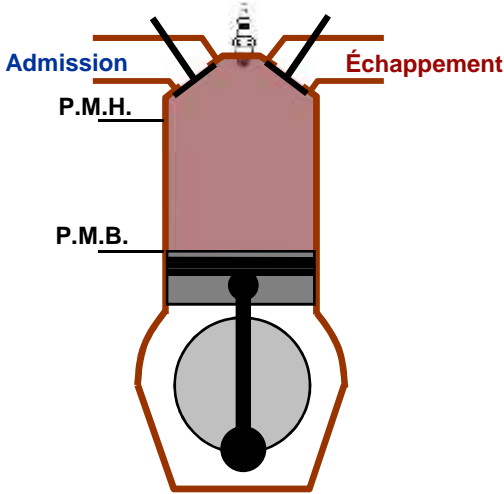
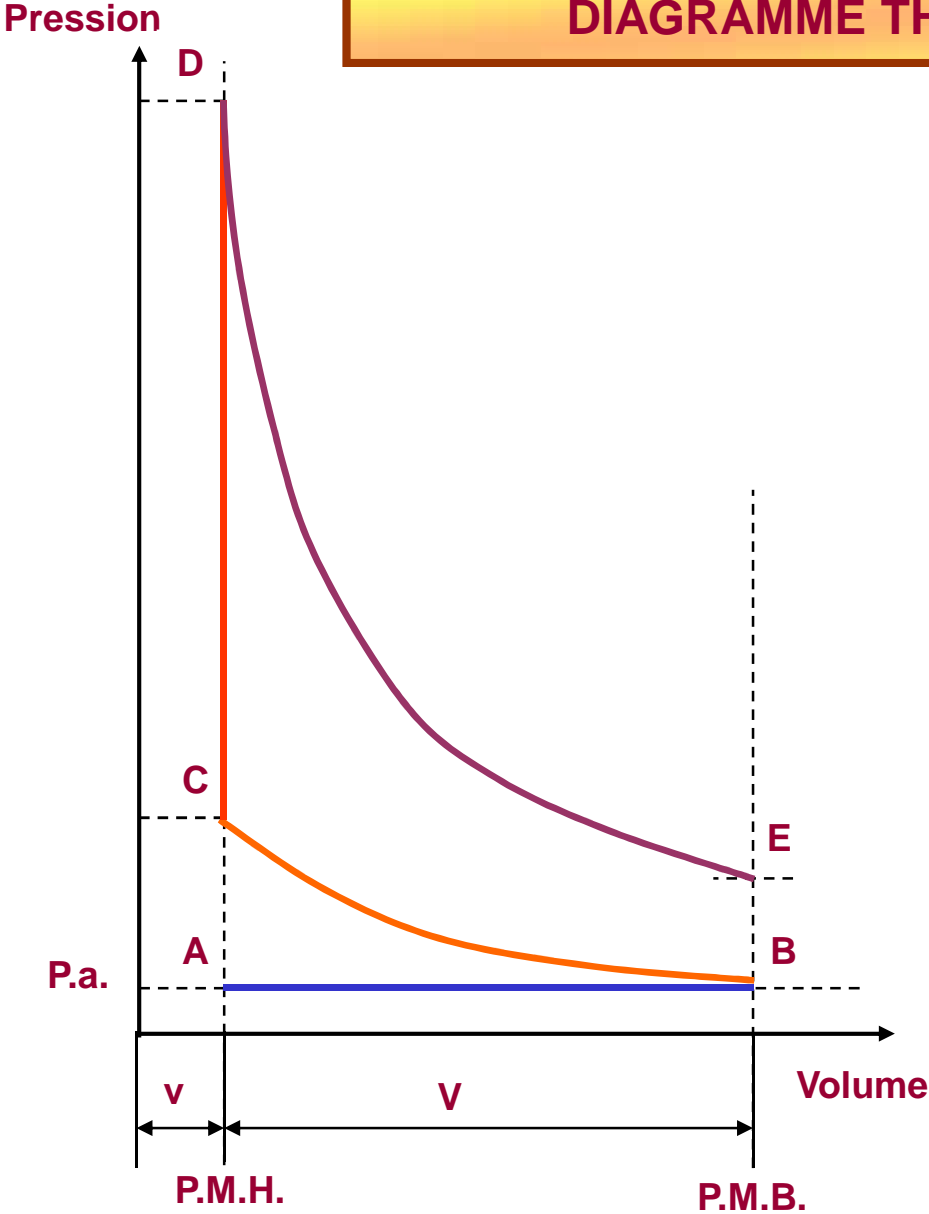


Suite



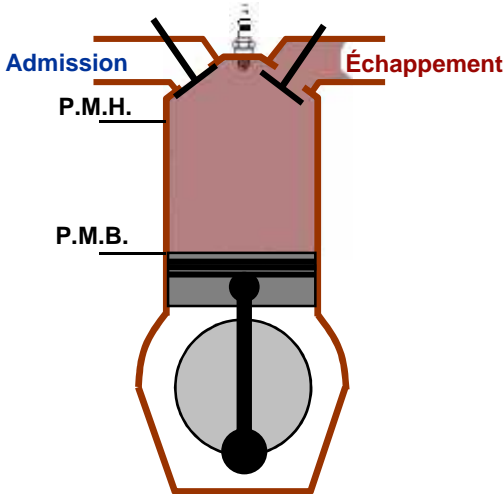
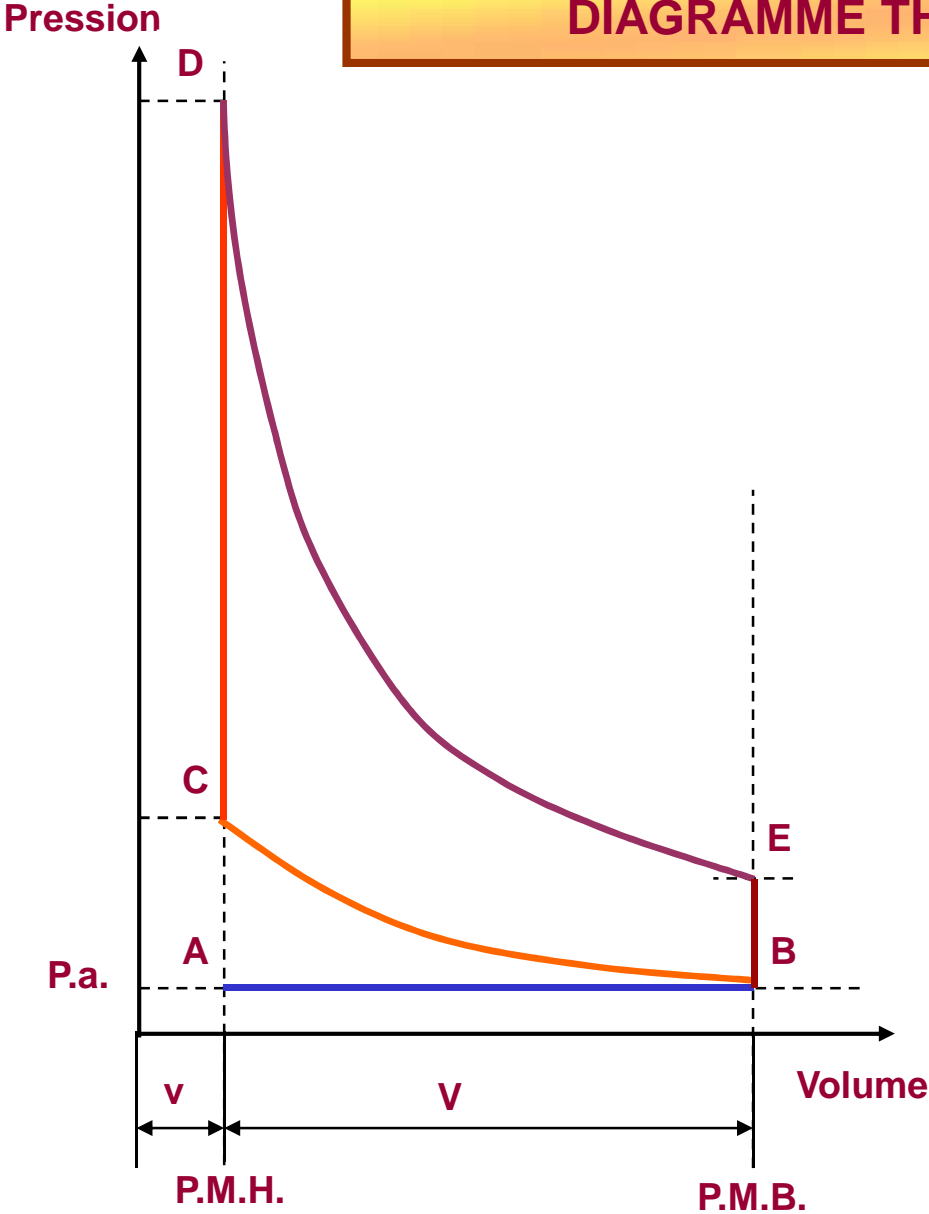
D – E : « Détente »
Le piston descend. Le volume augmente, la pression chute.

DIAGRAMME THEORIQUE



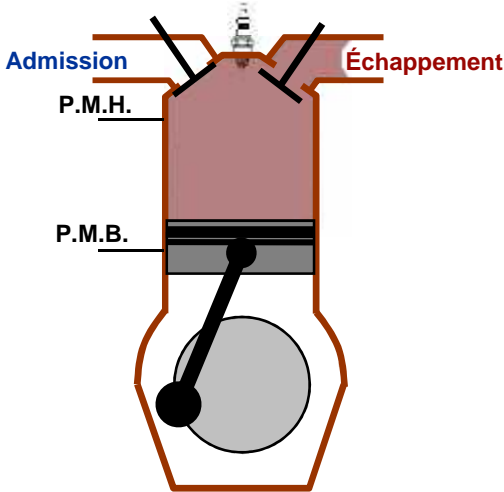
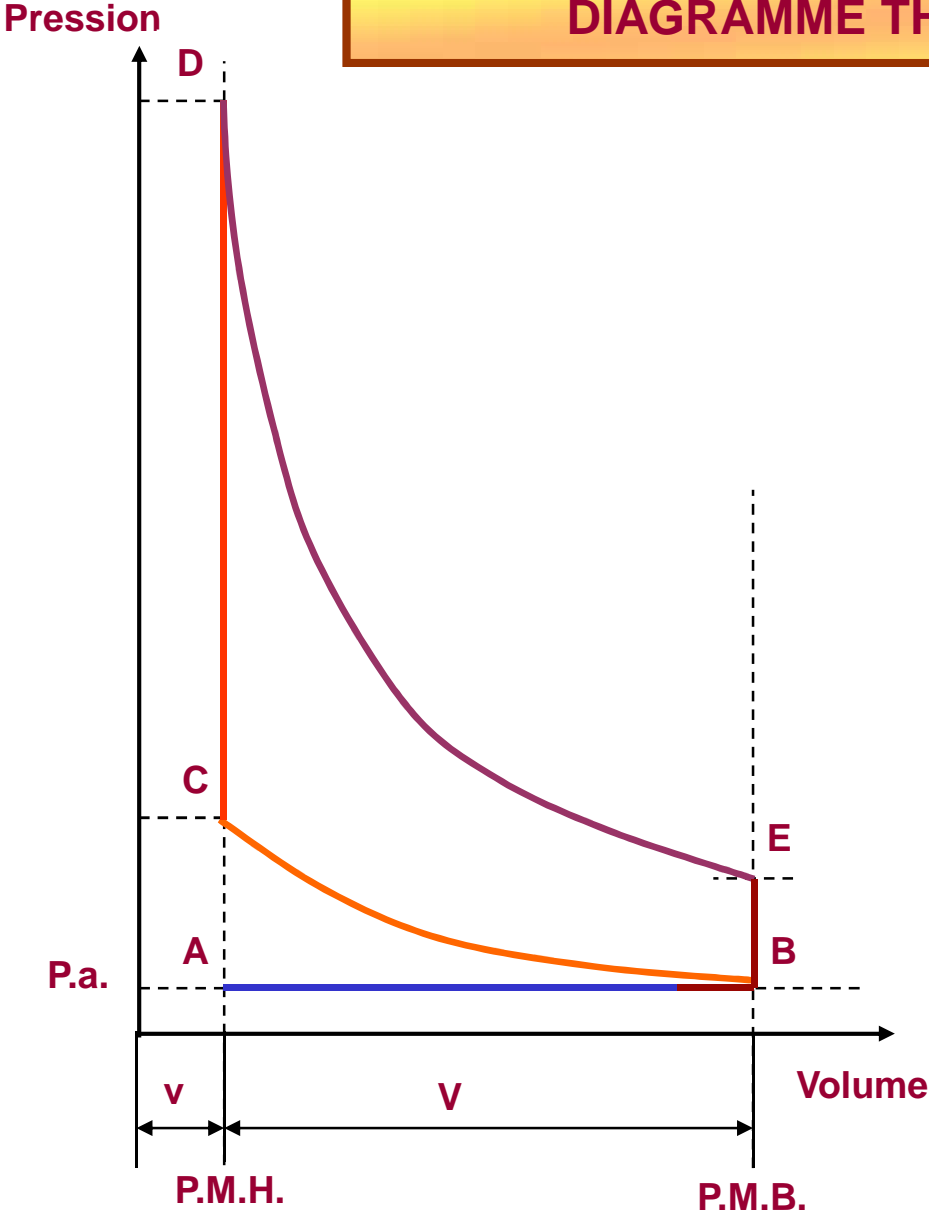
E - B - A : « Échappement »
Les gaz brûlés sont rejetés hors du cylindre.

DIAGRAMME THEORIQUE



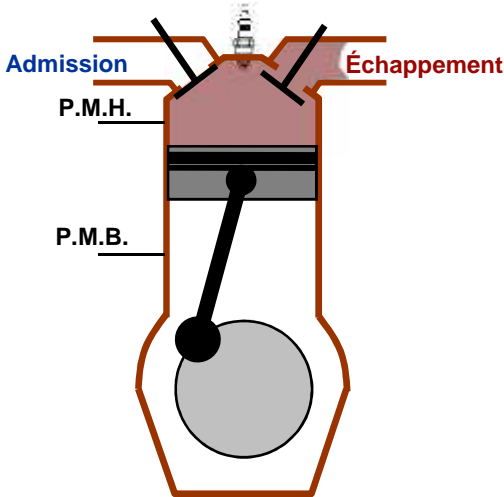
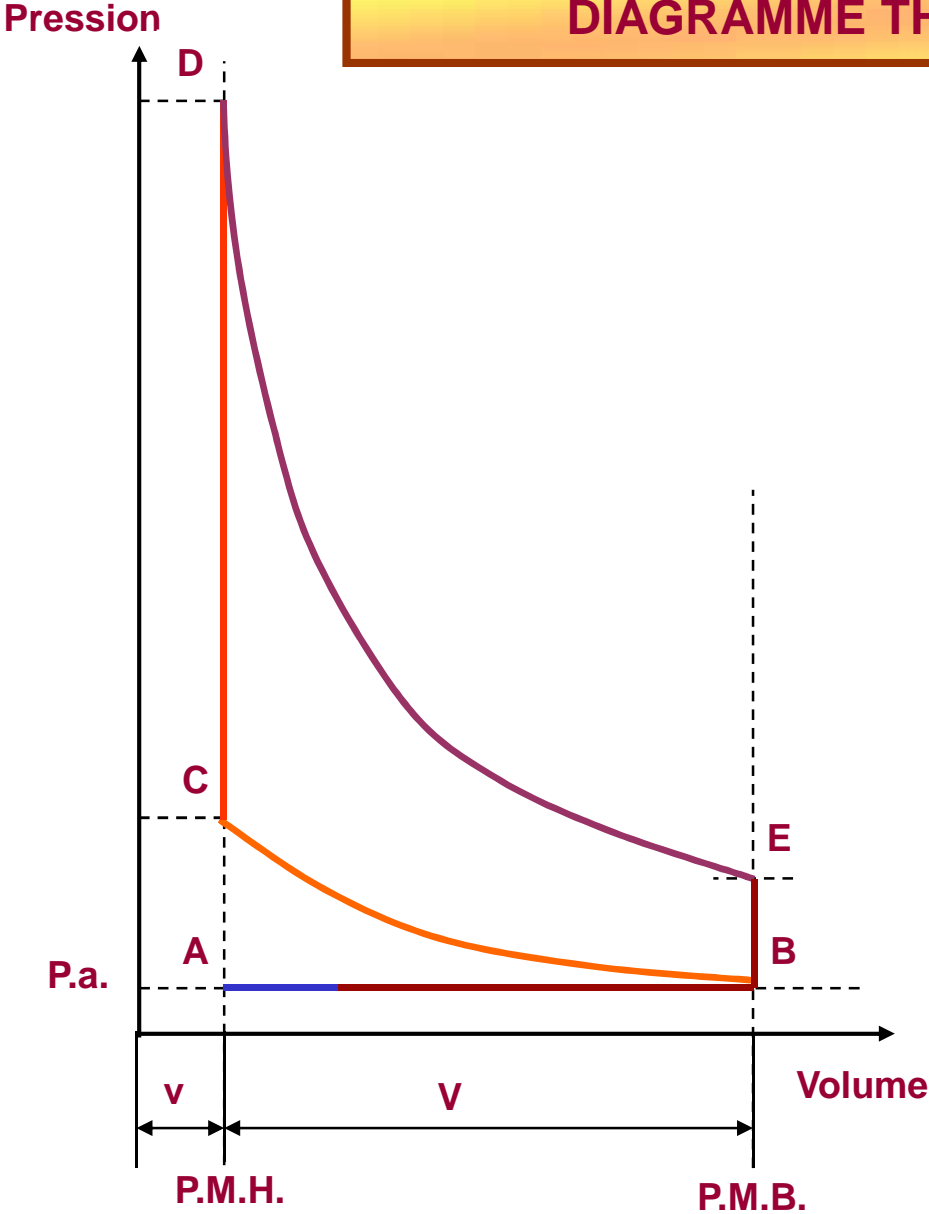
E - B - A : « Échappement »
Les gaz brûlés sont rejetés hors du cylindre.

DIAGRAMME THEORIQUE



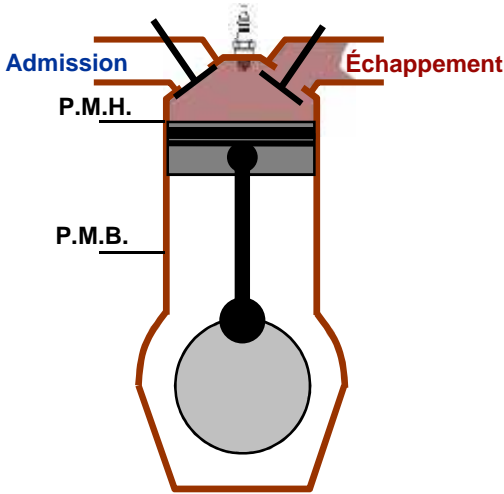
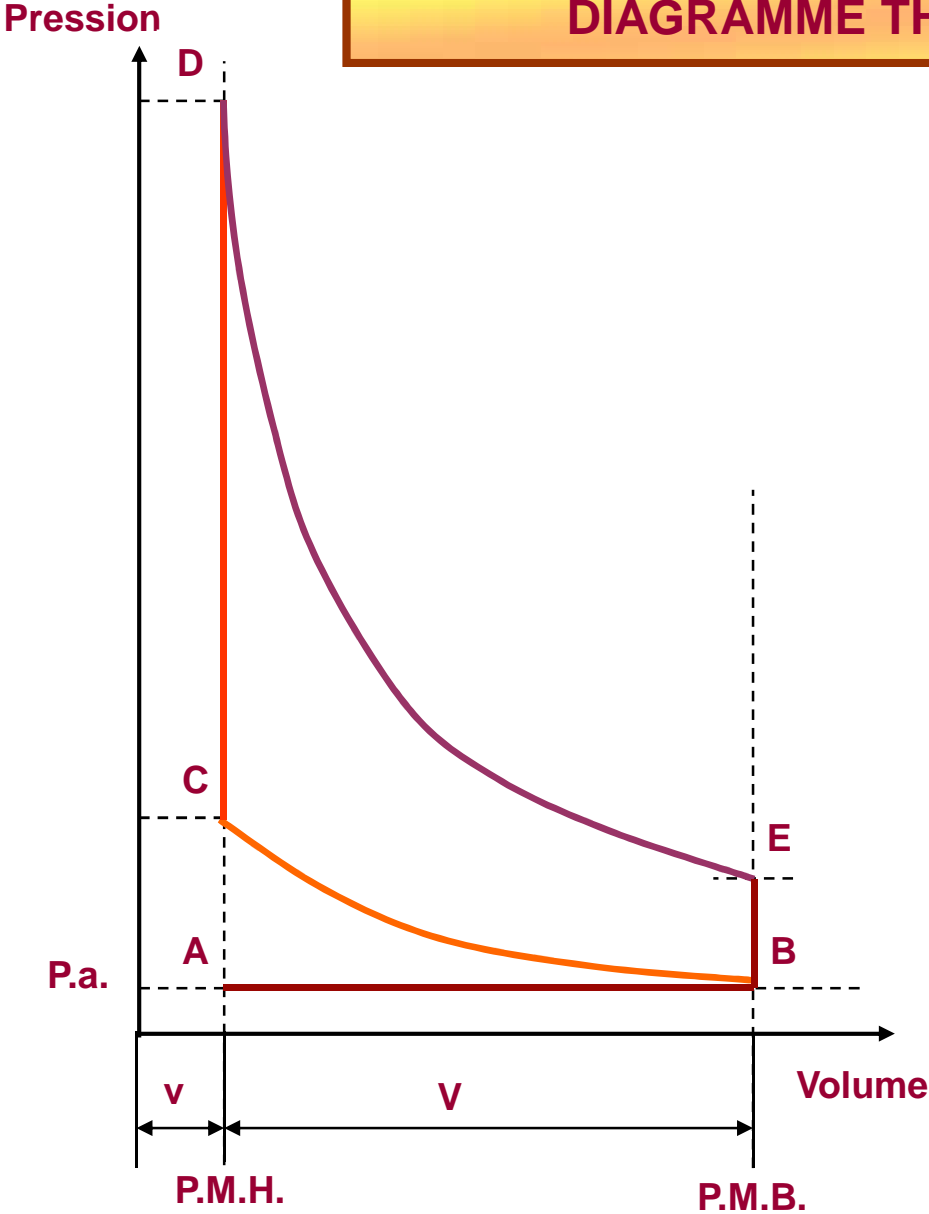
E - B - A : « Échappement »
Les gaz brûlés sont rejetés hors du cylindre.

DIAGRAMME THEORIQUE



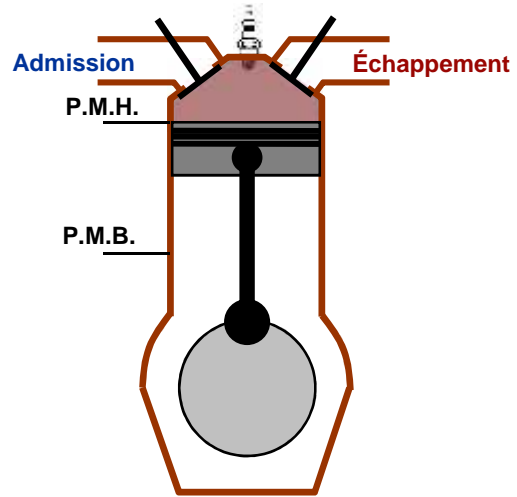
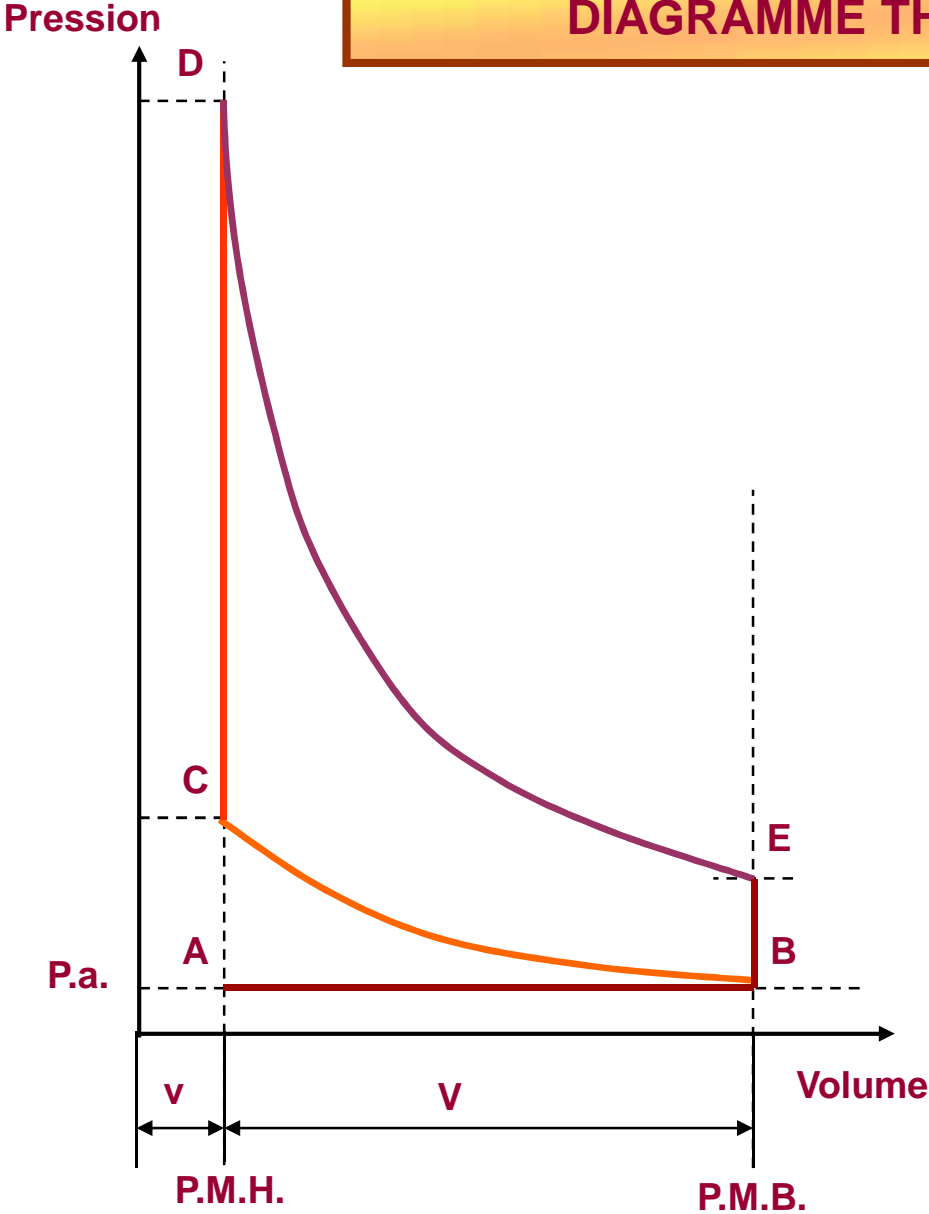
E - B - A : « Échappement »
Les gaz brûlés sont rejetés hors
du cylindre.

DIAGRAMME THEORIQUE



E - B - A : « Échappement »
Les gaz brûlés sont rejetés hors du cylindre.

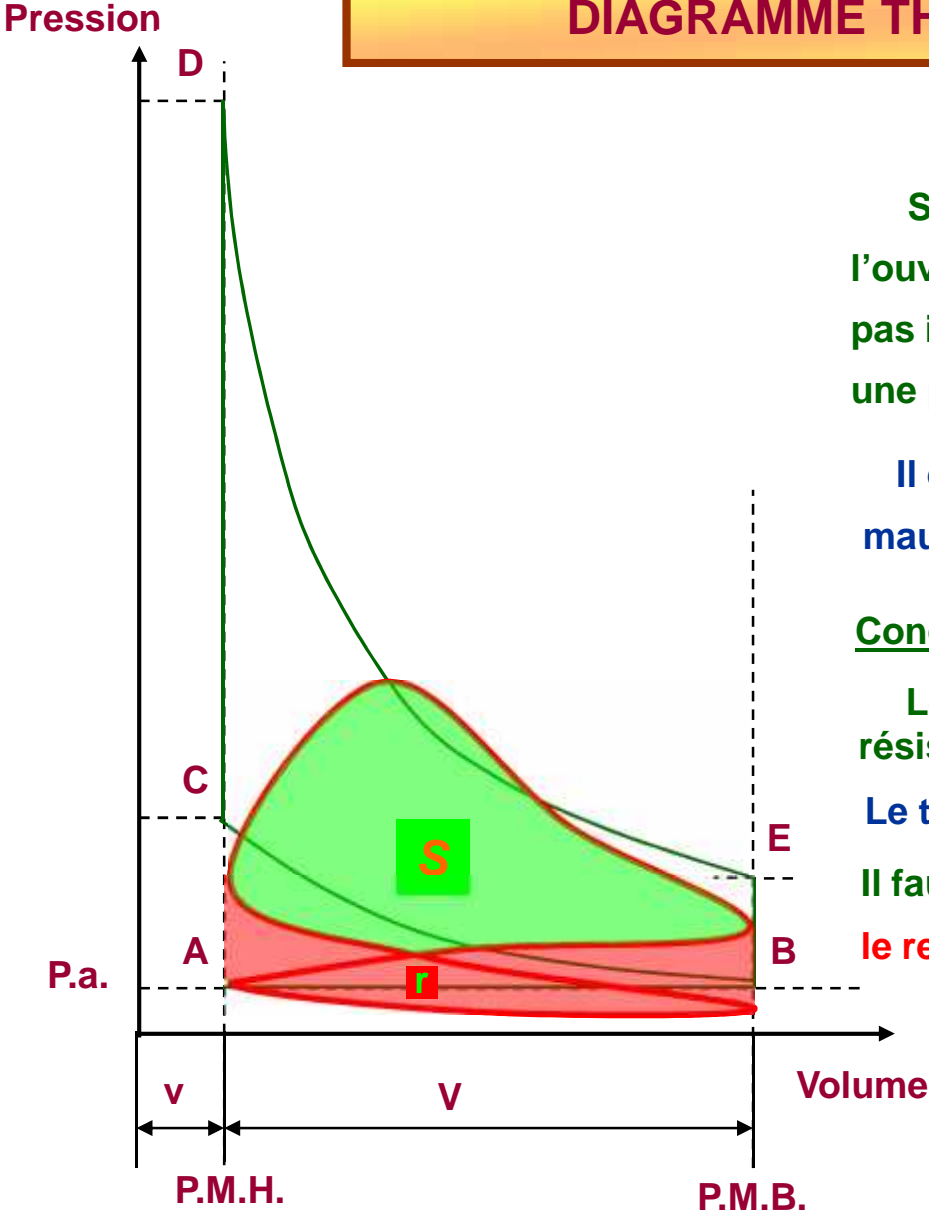
DIAGRAMME THEORIQUE



E - B - A : « Échappement »
Les gaz brûlés sont rejetés hors du cylindre.

Suite

DIAGRAMME THEORIQUE



Seulement, les gaz ont une certaine inertie, l'ouverture et la fermeture des soupapes ne sont pas instantanées, la combustion dure $\sim 0,002s$, une partie de la chaleur se dissipe.

Il en résulte une faible pression maxi, donc un mauvais rendement.

Conclusion:

Le travail moteur « S » est faible, le travail résistant « r » augmente.

Le travail utile « W » ($S - r$) est insuffisant.

Il faut augmenter le rendement en améliorant le remplissage et la combustion.

Suite



DIAGRAMME REEL

Pour se rapprocher du diagramme théorique et tirer ainsi du moteur un meilleur rendement il faut:

- compenser la durée de combustion en agissant sur le point d'allumage
- utiliser l'inertie des gaz par des réglages spécifiques d'ouverture et de fermeture des soupapes.

Avance Ouverture admission

Cette avance évite l'arrêt de la veine gazeuse devant une soupape fermée.

Retard Fermeture Admission

On profite de l'inertie des gaz pour améliorer le remplissage.

Avance à l'allumage

Permet d'obtenir une pression maxi élevée sur le piston en compensant la durée de combustion.

Avance Ouverture Échappement

Permet d'accélérer la chute de pression des gaz brûlés afin de diminuer la contre pression pendant la remontée du piston.

Retard fermeture Échappement

On profite de l'inertie des gaz pour faciliter leur évacuation complète.

Suite



DIAGRAMME REEL

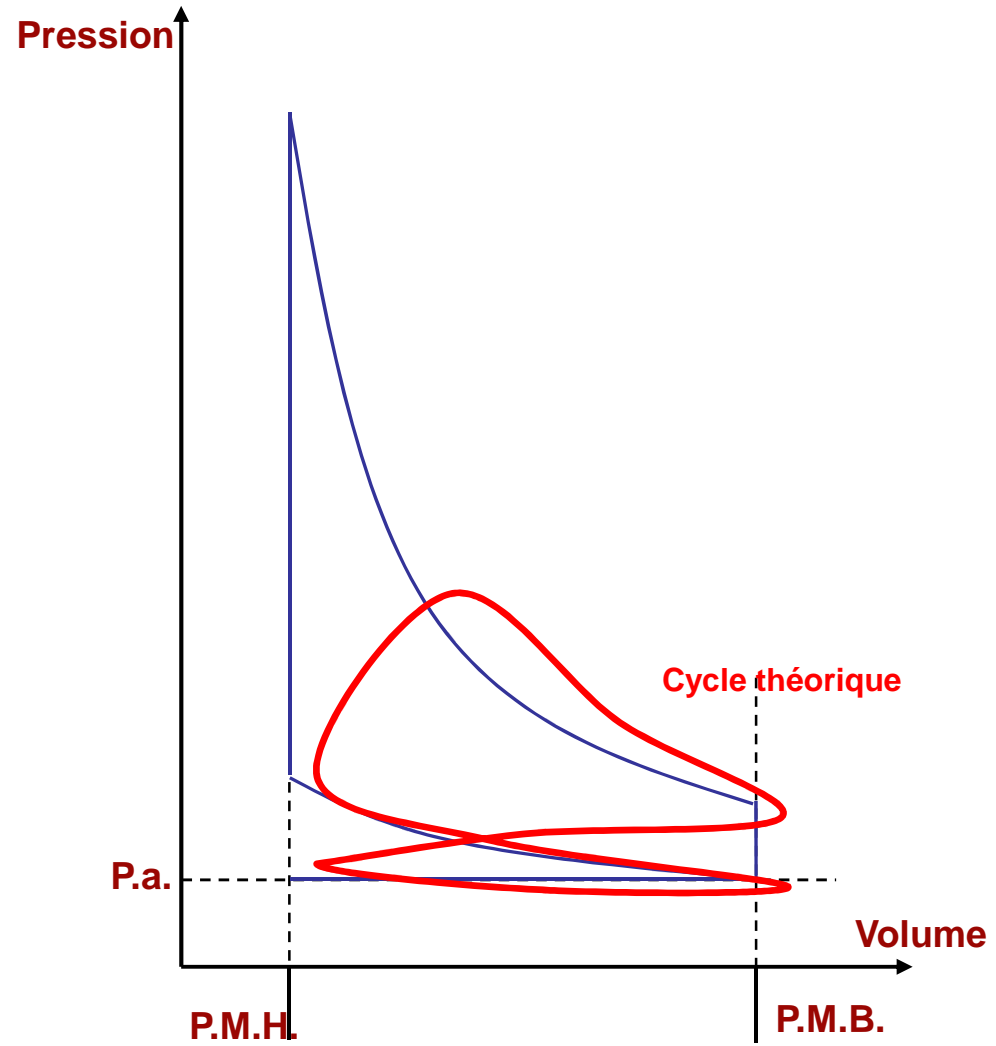
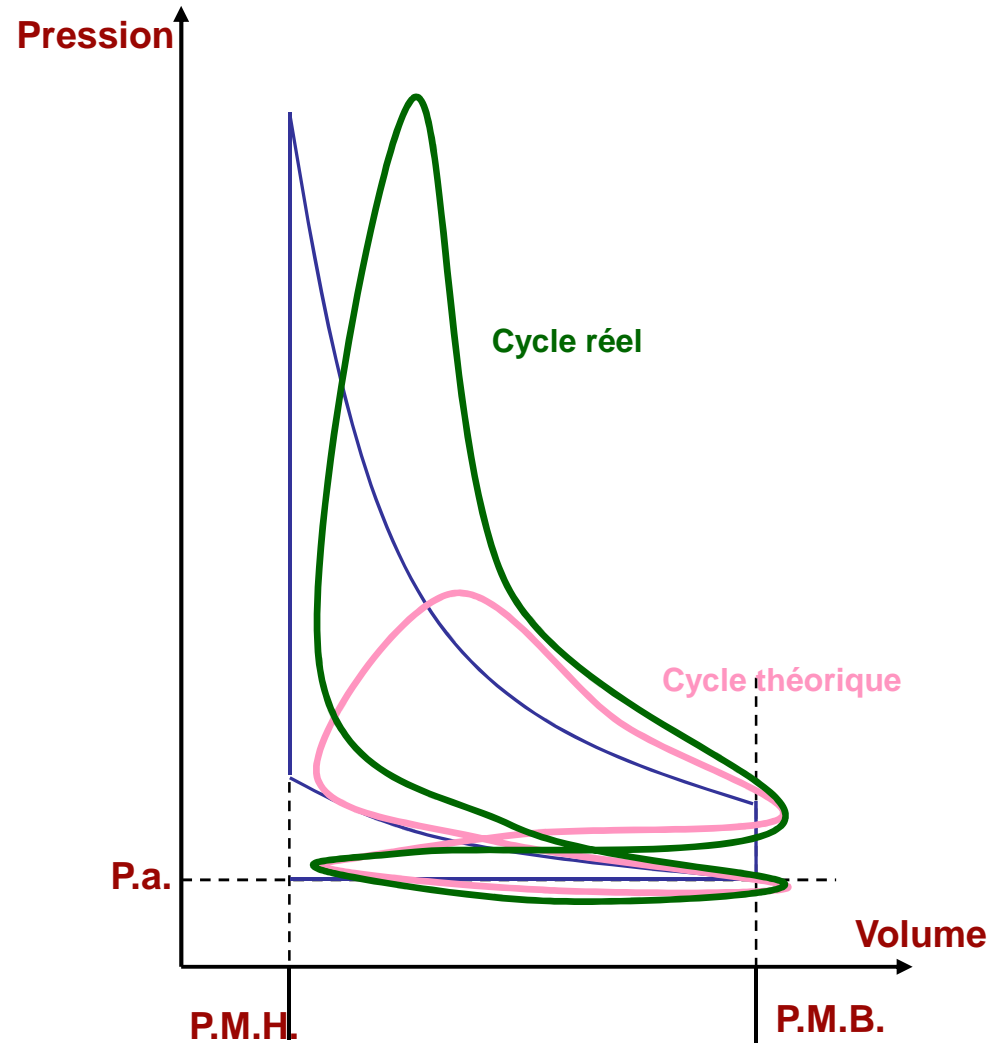


DIAGRAMME REEL



Suite

MOTEUR DIESEL

Caractéristiques fonctionnelles

- Un moteur diesel fonctionne selon un cycle à quatre temps comme un moteur essence.
- Mais au lieu d'aspirer un mélange d'air et d'essence dans la chambre de combustion qu'il faudra enflammer au moyen d'une étincelle, un moteur diesel n'aspire que de l'air.
- Le gazole est injecté directement dans la chambre de combustion où il s'enflammera spontanément au contact de l'air surchauffé par la compression.

Cycle de fonctionnement

- Les moteurs diesels rapides n'utilisent pas le cycle de Beau de Rochas ni le cycle de Diesel mais le cycle mixte (ou de Sabathé).

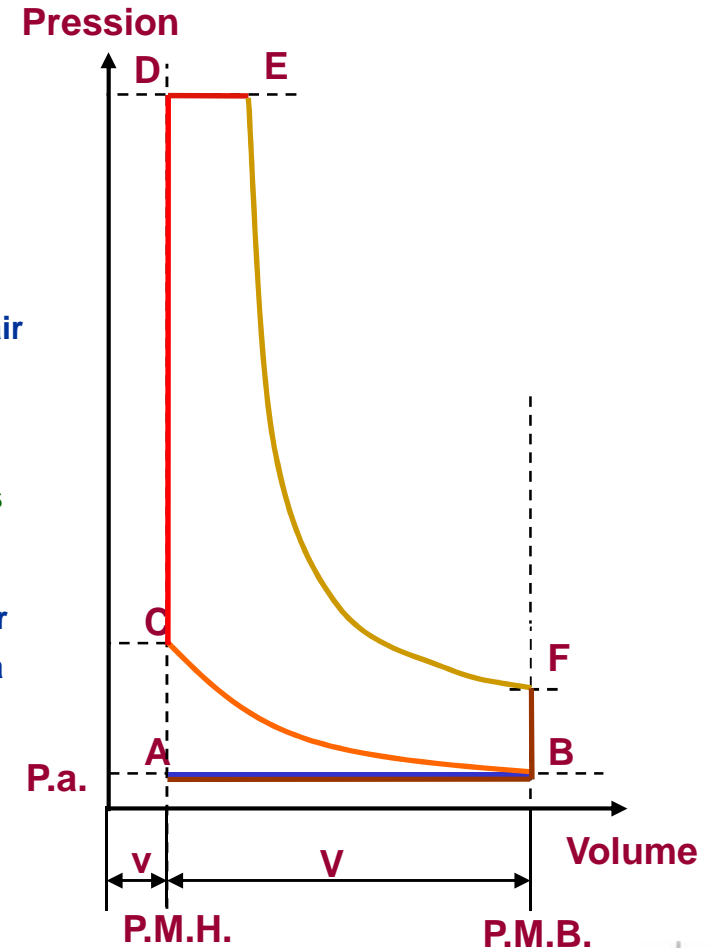
Suite



MOTEUR DIESEL

Cycle mixte théorique

- A > B Admission:** le moteur aspire de l'air
- B > C Compression:** Le rapport volumétrique passe de $\sim 9/1$ (essence) à $\sim 22/1$. La pression en fin de compression atteint $\sim 40b$ et la température $\sim 700^{\circ}\text{C}$ ($15b$ et 350°C dans un moteur essence).
- C Injection:** Le carburant est pulvérisé dans la chambre de combustion. Il s'enflamme spontanément au contact de l'air chauffé par la compression.
- C > D Combustion à volume constant :** La première partie de la combustion se déroule si rapidement que le piston n'a pas le temps de se déplacer.
- D > E Combustion à pression constante :** La pression appuie sur le piston. L'augmentation de volume est compensée par la dilatation des gaz.
- E > F Détente :** La combustion a lieu tant que dure l'injection. La dilatation des gaz ne compense pas l'augmentation de volume.
- F > B > A Échappement**



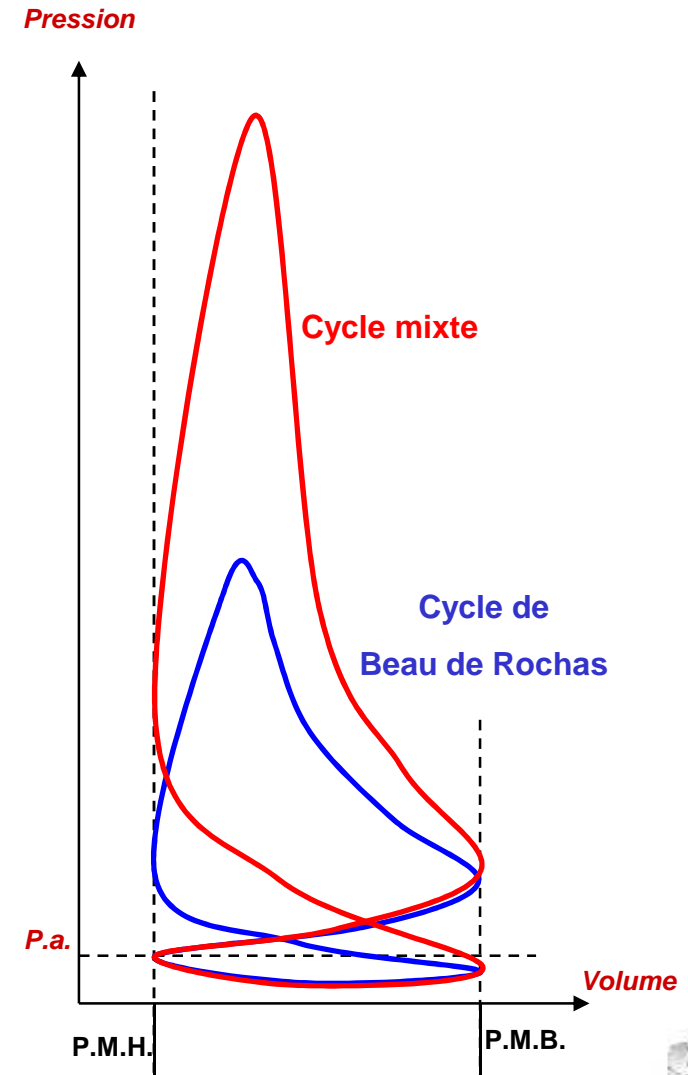
Suite



MOTEUR DIESEL

Comparaison entre cycle de BEAU de ROCHAS et cycle mixte réel

- Dans la pratique, la combustion n'a pas le temps de se réaliser à volume constant ou à pression constante.
- Les diagrammes réels sont sensiblement identiques, mais l'aire de travail d'un moteur diesel est plus importante que celle d'un moteur essence.



Fin





Fin