

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologies

Filière: Génie mécanique

Spécialité: Maintenance des équipements industriels

Thème

Etude et maintenance d'un moteur essence

Devant le jury composé de :

Présenté par :

..... Président
..... Examineur
..... Examineur
GHERBI Med Tahar Encadreur

- MEKKAOUI Said
- MEHDA Djafer
- HANANCHA Khaled

2014-2015

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

J'adresse tout d'abord mes remerciements les plus sincères, au Mr. GHÉRBI Mrd.TAHER, qui a très volontiers accepté d'être le promoteur de ce projet. Sa grande connaissance dans le domaine, ainsi que son expérience, ont joué un rôle important dans la conception de ce travail.

Je tiens à remercier vivement Monsieur MANSOURI KHALED ET GORRAH AYOB ET MNACER NOUR-EDIN, professeur de CND et maintenance par l'analyse vibratoire, pour son écoute, sa disponibilité, son aide prestigieuse, et pour la confiance qu'il m'a toujours inspirée.

Enfin je ne peux pas oublier les gens de la faculté DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE Filière génie mécanique spécialité de l'université eloued où était le début de mon chemin scientifique. Je les remercie sincèrement pour m'avoir donner ce niveau d'ingénieur, ce niveau qui a constitué mon véritable appui et mon support durant ce travail et il le fera le long du mon chemin professionnel...

Dédicace

Je m'incline devant Dieu tout puissant qui m'a ouvert la porte du savoir et m'a aidé la franchir.

Je dédie ce modeste travail:

A ma mère , source d'affectation de courage et d'inspiration qui a autant sacrifié pour me voir atteindre ce jour.

A mon père BELGACEM , source de respect, en témoignage de ma profonde

A mon encadreur , GHERBI MOHAMMED TAHER

reconnaissance pour tout l'effort et le soutien incessant qui m'a toujours apporté.

ed

A mes frères HOCINE ,BRAHIM,SALIM

A mes sœurs

ed

A tout mes oncles ainsi qu'à leurs familles.

A toute la famille de MEHDA et HANANCHA

A tous mes amis du département d'agronomie, ainsi de la cité universitaire.

Une spéciale dédicace à mes collègues: Djafer.M ET Khialed.H,Oussama,Brahim,

Amine,Karim,Khalil,Aoun,Belgacem,Abd-erahman

A la personne qui m'a beaucoup aider et qui porte une grande place dans mon cœur grand père Seghir.

SAID .

Dédicace

Je m'incline devant Dieu tout puissant qui m'a ouvert la porte du savoir et m'a aidé la franchir.

Je dédie ce modeste travail:

A ma mère , source d'affection de courage et d'inspiration qui a autant sacrifié pour me voir atteindre ce jour.

A mon père MOHAMMED SIGIR, source de respect, en témoignage de ma profonde

A mon encadreur , GHRBI MOHAMMED TAHER

reconnaissance pour tout l'effort et le soutien incessant qui m'a toujours apporté.

ed

A mes frères

A mes sœurs

ed

A tout mes oncles ainsi qu'à leurs familles.

A toute la famille de MEHDA et MEKKAOU

A tous mes amis du département d'agronomie, ainsi de la cité universitaire.

Une spéciale dédicace à mes collègues: SAID.M ET KHALLED.H

A la personne qui m'a beaucoup aidé et qui porte une grande place dans mon cœur TERCHEA.

Djafer .

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail ;

A mon pays l'Algérie, qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude pour avoir assuré ma formation et m'avoir fourni les enseignants et les outils depuis le primaire et jusqu'à la post-graduation, que dieu le préserve.

A mes parents, pour leur soutien inconditionnel, leur sacrifices, leur tendresses, et leur amour infinis. Je souhaite trouveront en ce modeste travail le témoignage de ma reconnaissance et tous mes affections.

A ma grande mère que j'aime énormément, et qui a toujours été près de nous, que dieu nous la préserve.

A ma chère grande sœur DONYA et à HOCINE qui m'a fait aimé l'école depuis le primaire, et à toutes mes tantes, oncles, cousines et cousins.

A mes chers frères ; ALI HANANCHI (WA) et le petit YASSIN pour qui je souhaite particulièrement toute la réussite au lycée.

A ma future belle famille, et spécialement ma fiancée SOMAYA, qui m'a toujours soutenu et encouragé. Qu'il trouve ici toute ma gratitude et mon affection.

A ma très chère amie et sœur HANAN MESAABI, pour sa confiance en moi, son écoute, son aide précieuse, et surtout par sa maîtrise de l'outil informatique.

Heureusement, elle est là avec moi. J'espère que notre amitié dure éternellement.

A mon cher ami BENDUIM ALI, pour son écoute et sa confiance en moi.

A notre ami et grand frère TAMA ABEDJALIL, pour sa participation de près et de loin à la réalisation de ce travail. Grand merci. Sans oublier l'autre frère MOHAMED BOUSBIA.

A mes amies ; Said, Djafer, Youssef, walid, bagas, Nouri .

Khaled.

Résumé

Les moteurs démarrent à combustion interne ils transforment l'énergie thermique à l'énergie mécanique par des étapes spécifiées .

Le moteur essence se compose par des pièces constantes et l'autres fixes ,elle permet le groupe de ces pièces complémentaires d'utiliser la fonction requise de ce moteur .

Connaitre la caractéristique mécanique et thermodynamique de ce moteur et compte t-elle permet de mettre un plan technique pour maintenir le moteur d'essence. Elle consiste sur la vérification technique à ce moteur à deux axes les plus importantes sont la maintenance préventive et la maintenance corrective.

Mots clés: Moteur thermique , Maintenance

Abstract

The internal combustion engines work on transforming the thermal energy to mechanical energy through certain stages .

The gasoline engine consists of fixed and moving pieces , this set of integrated pieces allows performing required function to the engine.

Knowing the mechanical and thermodynamic characteristics of the engine and its calculating facilitates drawing technical plan for maintaining the gasoline engine. The technical maintenance of gasoline engine relies on two important points which are corrective maintenance and preventive maintenance.

Keywords: Thermal engine , Maintenance

ملخص

تعمل المحركات ذات الاحتراق الداخلي على تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية عبر مراحل عمل معينة .

يتكون المحرك البنزين من قطع ثابتة و أخرى متحركة تسمح مجموعة هذه القطع المتكاملة بأداء الوظيفة المسندة للمحرك .

إن معرفة الخصائص الميكانيكية و كذا الحركية الحرارية للمحرك و حسابها تسهل وضع مخطط تقني لصيانة محرك البنزين , و تعتمد الصيانة التقنية لمحرك البنزين على محورين هامين و هما الصيانة الوقائية و الصيانة التصحيحية .

الكلمات المفتاحية : محرك حراري , صيانة.

liste des symboles

Symbole	Abréviation
MPRBC	Machine à pistons rotatifs à battement contrôlé
P.M.H	Point mort haute
P.M.B	Point mort bas
A	alésage en centimètres
C	course en centimètres
N	nombre de cylindres
Cu	cylindrée unitaire
Ct	cylindrée totale
$\rho = \varepsilon$	rapport volumétrique
V	cylindre unitaire
v	volume de la chambre de combustion
Cm	couple moteur, exprimé en Newton .mètre
F	force motrice, exprimée en Newton
D	longueur du bras de levier, exprimée en mètre
V _A	Volume en point A
V _B	Volume en point B
P _A	Pression en point A
P _B	Pression en point B
P _C	Pression mentionnée en point C
T _A	Température en point A
T _B	Température en point B
T _C	Température en point C
T _D	Température en point D
n _A	le nombre de moles
τ	Le taux de compression maximal
γ	rapport d'un gaz parfait
Q	Quantité de chaleur
C _{v,m}	la capacité thermique molaire à volume constant du mélange gazeux
T _{comb}	l'augmentation de température
W	Le travail
η	Le rendement du cycle
ρ	La puissance
K	Kelvin unité de mesure la température
mol	unité de mesure le nombre de moles
bar	Bare unité de mesure la pression
Pa	Paskal unité de mesure la pression
m ³	unité de mesure la volume

Sommaire

	Titre	Page
	Introduction générale	1
Chapitre I	généralité sur moteur à combustion interne	
I.1	Introduction	2
I.2	les types de moteurs à combustion interne	2
I.2.1	moteurs fournissant un couple sur un arbre	2
I.2.2	moteurs à réaction (fournissant une poussée)	2
I.2.2.1	Aérobies (dont le comburant est le dioxygène de l'air)	2
I.2.2.2	Anaérobies(Utilisation d'un comburant embarqué)	3
I.3	Principe de fonctionnement	3
I.4	Les moteurs à essence	3
I.4.1	Définition	3
I.4.2	Organisation	4
I.4.2.1	Organes fixes	4
I.4.2.1.1	Bloc moteur	4
I.4.2.1.2	La culasse	4
I.4.2.1.3	Joint de culasse	4
I.4.2.1.4	Carter inférieur	5
I.4.2.2	Organes mobiles	5
I.4.2.2.1	piston	5
I.4.2.2.2	Les soupapes	5
I.4.2.2.3	La bielle	6
I.4.2.2.4	Le vilebrequin	6
I.4.2.2.5	Le volant moteur	6
I.5	la fonctionnement	7
I.6	Etude thermodynamique	8
I.6.1	cycle théorique	8
I.6.2	cycle réel	11
I.7	Cercle de fonctionnement	11
I.8	conclusion	12
Chapitre II	dimensions et la caractéristique de la moteur essence	
II .1	Partie Mécanique	13
II .1.1	Introduction	13
II .1.2	alésage et course	13
II .1.3	la cylindrée	13
II .1.3.1	Cylindrée unitaire	13
II .1.3.2	Cylindrée totale	14
II .1.4	Rapport volumétrique	14
II .1.5	le couple moteur	15
II .2.	Partie Thermodynamique	16
II .2.1	le nombre de moles de gaz initialement admis dans le cylindre (n_A)	16
II .2.2	la pression du mélange (P_B)	16
II .2.3	la température du mélange (T_B)	16
II .2.4	Le taux de compression maximal (τ)	17
II .2.5	La pression mentionnée en introduction (P_C)	17
II .2.6	La température (T_D)	17
II .2.7	Quantité de chaleur (Q_{BC})	18
		18
		19

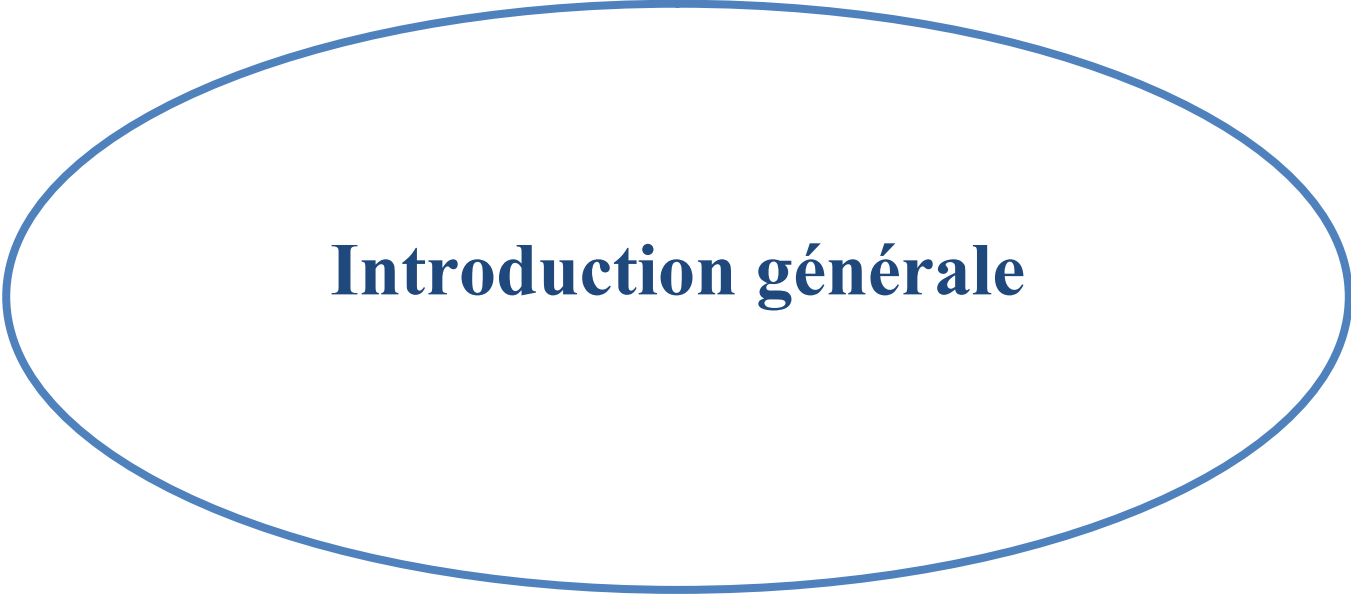
II .2.8	Le travail (W)	19
II .2.9	Le rendement du cycle (η)	19
II .2.10	La puissance (P)	
II.3	conclusion	
Chapitre III	Méthode de la maintenance du moteur essence	
III.1	Introduction	20
III.2	Définition de la maintenance	20
III.3	Type de maintenance	20
III.3.1	Maintenance corrective	20
III.3.2	Maintenance préventive	20
III.3.2.1	Maintenance préventive systématique	21
III.3.2.2	Maintenance préventive conditionnelle	21
III.3.2.3	But de la maintenance préventive	21
III.4	organigramme des méthodes et technique de la maintenance	22
III.5	Organisation d'entretien du moteur	23
III.5.1	Calendrier d'entretien	23
III.5.2	2Entretien des système du moteur	26
III.5.2.1	Système d'alimentation	26
III.5.2.2	système d'air du moteur	26
III.5.2.3	Système de refroidissement	27
III.5.2.4	Système de graissage	27
III.5.3	Révision générale	28
III.6	Instruction pour la révision générale	29
III.7	conclusion	31
	Conclusion générale	32

liste des figure

figure	titre	Page
I.1	Moteur à essence	3
I.2	Bloc moteur	4
I.3	Culasse	4
I.4	joint de culasse	4
I.5	carter inférieur	5
I.6	piston	5
I.7	soupapes	5
I.8	la bielle	6
I.9	le vilebrequin	6
I.10	volant moteur	6
I.11	Diagramme de cycle théorique de Beaudé Rochas de 1 ^{er} temps admission	8
I.12	Diagramme de cycle théorique de Beaudé Rochas de 2 ^{ème} temps compression	9
I.13	Diagramme de cycle théorique de Beaudé Rochas de 3 ^{ème} temps combustion	9
I.14	Diagramme de cycle théorique de Beaudé Rochas de 3 ^{ème} temps détente	10
I.15	Diagramme de cycle théorique de Beaudé Rochas de 4 ^{ème} temps échappement	10
I.16	Diagramme de cycle réel (pratique) de Beaudé Rochas	11
I.17	Cercle de fonctionnement	11
II.1	représentation de course et alésage	13
II.2	chambre de combustion	14
II.3	représentation de couple moteur	15
II.4	Le cycle moteur	16
III.1	organigramme de la maintenance	22
III.2	Courbe Comparaison entre l'entretien et les réparations sont planifiés et l'entretien et la réparation ne sont pas planifiés	31

liste des Tableau

Tableau	titre	page
I.1	tableau de fonctionnement	7
III.1	Instruction pour la révision générale	29



Introduction générale

Introduction générale

Le moteur à essence est un moteur à combustion interne, principalement utilisé pour la propulsion des véhicules de transport (avion à hélice, automobile, moto, camion, bateau), pour une multitude d'outils mobiles (tronçonneuse, tondeuse à gazon) ainsi que pour des installations fixes (groupe électrogène, pompe).

Il s'agit de tous les moteurs utilisant comme carburant de l'essence, de l'alcool, voire un gaz (GPL) ou autre, et dont la combustion doit être déclenchée par une source d'énergie externe (bougie).

Ces moteurs transforment l'énergie potentielle chimique stockée dans un carburant en travail (énergie mécanique) grâce à des combustions très rapides, d'où le terme « d'explosion ». Ils sont constitués d'un ou plusieurs cylindres confinant les combustions.

Dans chaque cylindre, un piston coulisse en un mouvement rectiligne alternatif. Ce mouvement est transformé en rotation par l'intermédiaire d'une bielle reliant le piston au vilebrequin, un assemblage de manivelles sur un axe

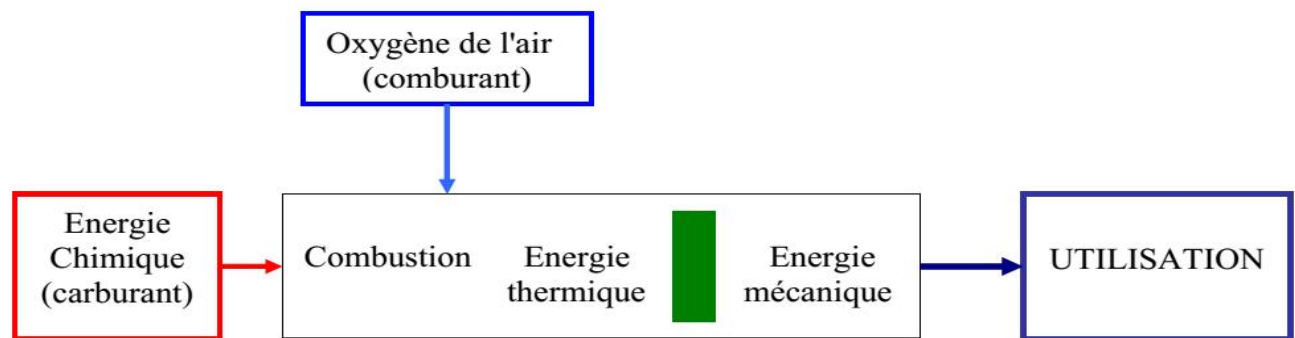
Chapitre I

Généralité sur moteur à combustion interne

Chapitre I: généralité sur moteur à combustion interne.

I.1-généralités:

Un moteur à combustion interne est une machine thermique où l'énergie thermique dégagée par la combustion est transformée en énergie mécanique directement l'intérieur du moteur.



I.2- les types de moteurs à combustion interne :

Il existe deux grands types de moteurs à combustion interne : les moteurs fournissant un couple sur un arbre et les moteurs à réaction.

I.2.1-Les moteurs fournissant un couple sur un arbre:

- Moteur à explosion
- Moteur diésel
- Moteur allumage commandé moteur à deux temps ,moteur à quatre tempsetc.
- Machine à pistons rotatifs à battement contrôlé (MPRBC)
- Turbine à gaz. Turbopropulseur. Turbomoteur.

I.2.2-Les moteurs à réaction (fournissant une poussée):

Selon le type de comburant utilisé .il existe deux type de moteur à réaction:

I .2.2 .1- Aérobies (dont le comburant est le dioxygène de l'air):

- Turboréacteur
- Statoréacteur

-Pulsoréacteur et moteur à ondes de détonation pulsées

I.2.2.2 - Anaérobies(Utilisation d'un comburant embarqué)

I.3-Principe de fonctionnement:

Le principe de fonctionnement du moteur à combustion interne est transformation l'énergie thermique vers l'énergie mécanique a laide d'opération de combustion.

I.4 -Les moteurs à essence:

I.4 .1- Définition:

Les moteurs aessence dans lesquels la combustion de l'essence est amorcée par l'etincelle d'une bougie .ils possèdent un système d'allumage commandé le mélange d'air et d'essence pouvant se faire:

***Soit par injection**

***Soit par carburateur**

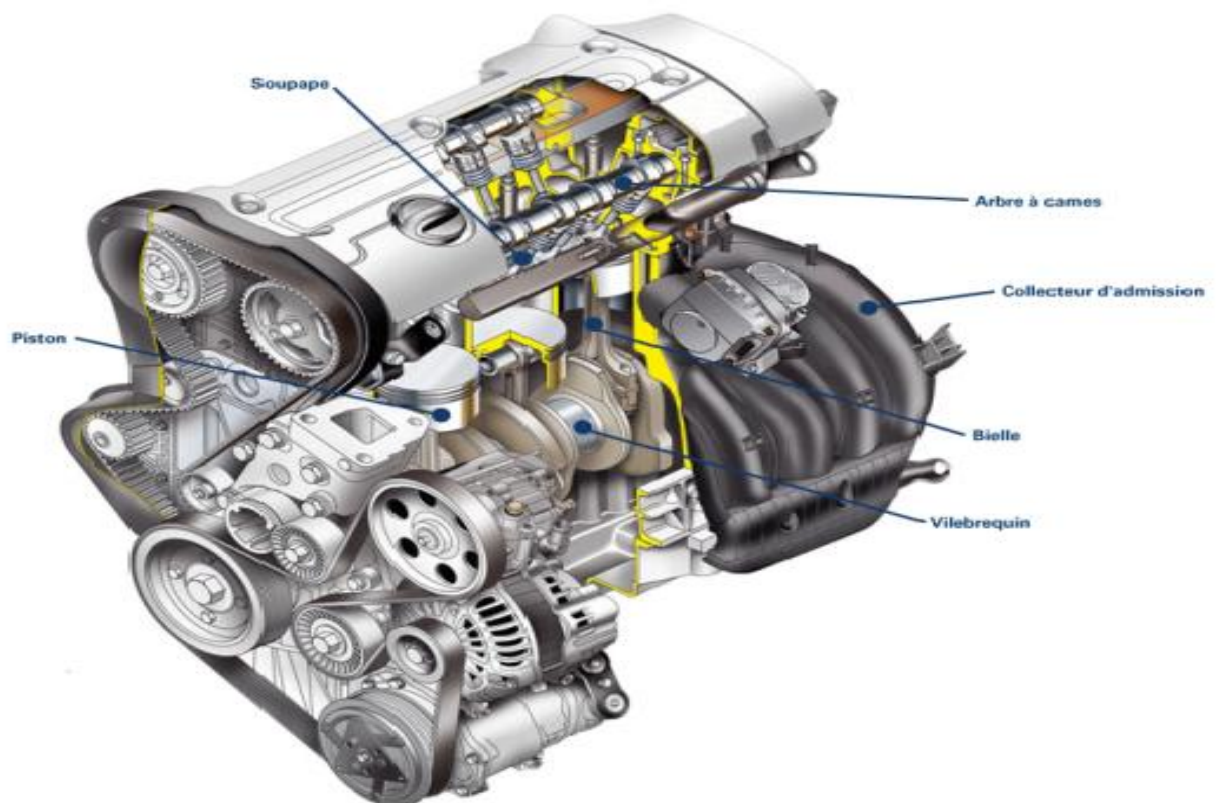


Figure I.1 (Moteur à essence)

I.4 .2-Organisation:

I.4 .2.1-Organes fixes:

I.4 .2.1 .1 -Bloc moteur:

Deux sortes de bloc qui comprennent des chemises amovibles dites humides ou directement usinées dans le bloc (dite chemise sèche)

***En V(V 6)**

***En ligne(4cylindres)**

***A plat (2 C V ou G S)**

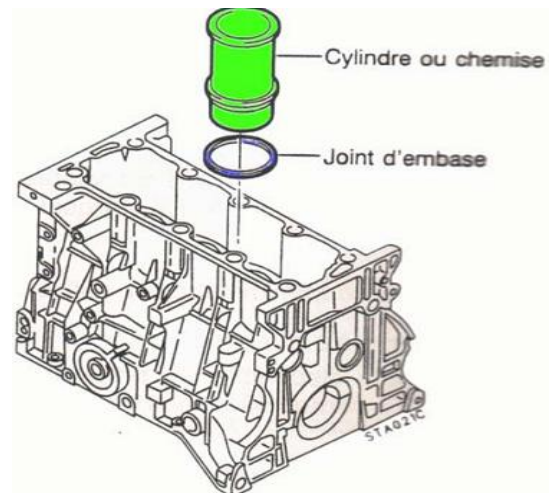


Figure I.2 (Bloc moteur)

Les blocs sont en alliage ou en fonte ,bloc cylindre est généralement divisé à la hauteur des paliers de vilebrequin et parfois des paliers de l'arbre à cames

La partie inférieure représente la carter d'huile ce dernier est vissé au bloc cylindre et rendu étanche par un joint.

La fixation élastique du moteur au châssis est réalisée à l'aide de support en métal et en caoutchouc.

I.4 .2.1.2- La culasse:

Disposée à l'extrémité supérieure du bloc moteur la culasse ferme le cylindre et constitue la chambre de combustion ,Elle est fixée par des vis sur le bloc cylindre et séparée par celui-ci un joint de culasse.

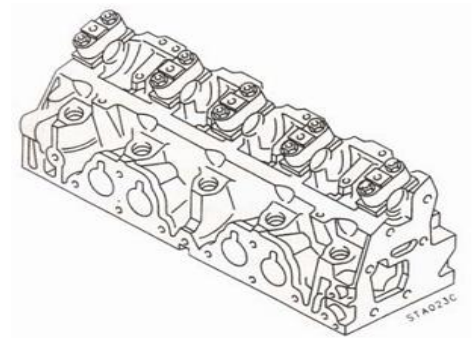


Figure I.3 (culasse)

Dans la culasse se trouvent les logements des bougies et les éléments de commande d'entrée et de sortie des gaz (soupapes et arbre

Elle doit supporter la haute pression de combustion.

I.4 .2.1.3- Joint de culasse:

Il assure l'étanchéité de la chambre de combustion ,il empêche les fuites d'eau et d'huile entre la culasse et le bloc moteur.

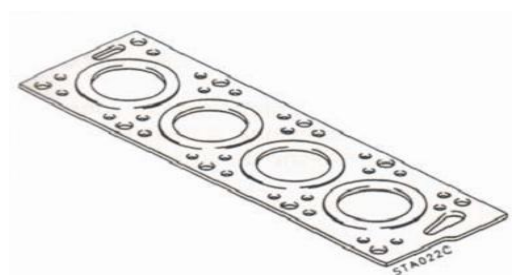


Figure I.4 (joint de culasse)

I.4 .2.1.4-Carter inferieur:

Réserve d'huile du moteur pour le graissage fixé sous le poste moteur ,soit en tôle ou en alliage léger ,sont étanchéité est faite par un joint ,le carter inférieur comprend une vis avec un joint au centre pour vidanger l'huile du moteur

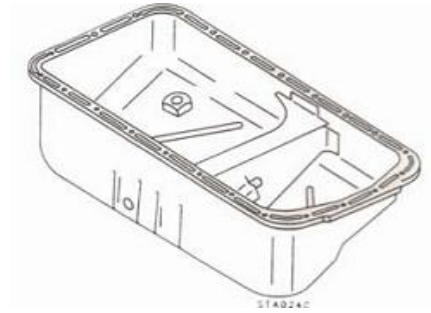


Figure I.5 (carter inférieur)

I.4.2.2- **Organes mobiles:**

I.4.2.2.1- **piston :**

Le piston rempli quatre fonctions essentielles tout en étant mobile ,il doit contribuer :

- *A l'étanchéité entre la chambre de combustion et le carter ,il doit supporter la pression de gaz créée par la combustion et la transmettre par l'intermédiaire de la bielle au vilebrequin .
- * Il doit résister aux forces latérales qu'il exerce sur la paroi du cylindre .
- *Il doit conduire la chaleur aussi rapidement que possible à la paroi du cylindre .
- *Il commande l'échange des gaz sur le moteur 2 temps. .

Le piston est constitué d'un alliage aluminium silicium.

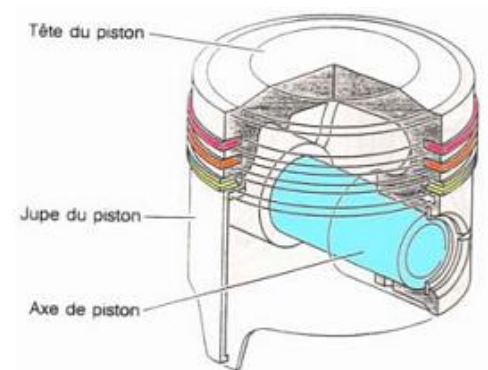


Figure I.6 (piston)

I.4.2.2.3 -**Les soupapes:**

Chaque cylindre d'un moteur 4 temps possède soupapes d'admission et soupapes d'échappement.

Les moteurs à régimes élevés ont deux soupapes d'admission et deux soupapes d'échappement.

Leur ouverture et fermeture sont commandées par l'arbre à cames.

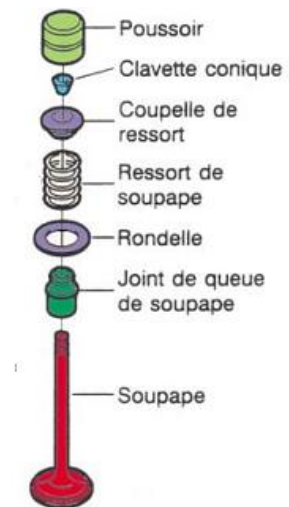


Figure I.7 (soupapes)

I.4.2.2.4 -La bielle :

La bielle est la pièce mécanique dont une extrémité est liée au piston

Par l'axe de piston et l'autre extrémité au maneton du vilebrequin ,

Elle permet la transformation du mouvement rectiligne alternatif du

Piston en mouvement circulaire continu du vilebrequin.

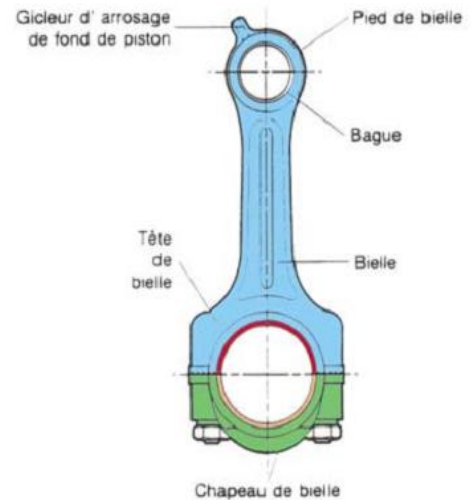


Figure I.8 (la bielle)

I.4.2.2.4- Le vilebrequin:

Le vilebrequin est la manivelle en forme Z qui reçoit la poussée de la bielle et fournit un mouvement rotatif à partir du mouvement alternatif du piston ,La force exercée par la bielle ne passant pas

par l'axe du vilebrequin applique à celui-ci une couple qui se trouve

en bout de vilebrequin sous forme de couple moteur .

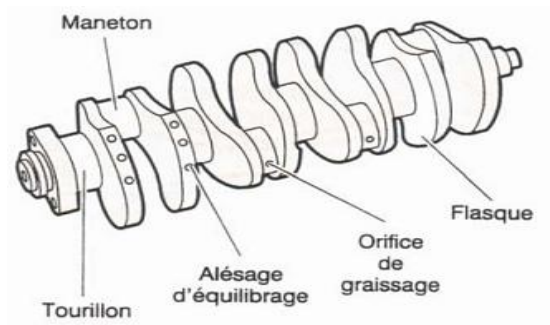


Figure I.9 (le vilebrequin)

I.4.2.2.5- Le volant moteur :

Le volant moteur situé en bout de vilebrequin emmagasine de l'énergie durant le temps moteur (combustion/détente)

Il restitue durant les temps non moteur, Le volant moteur est une masse d'inertie qui régularise et équilibre la rotation du vilebrequin.

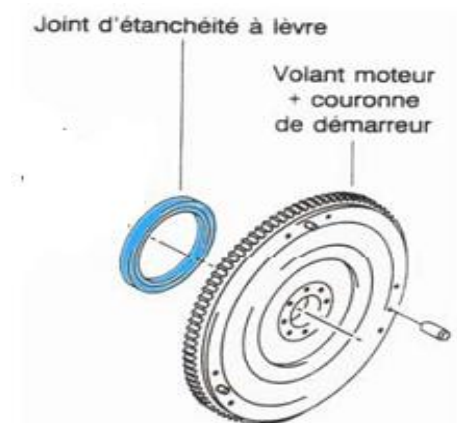


Figure I.10 (volant moteur)

I.5-la fonctionnement :

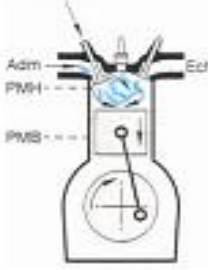
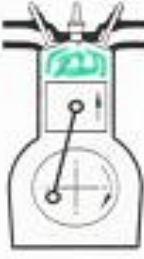
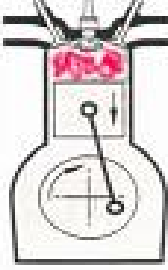
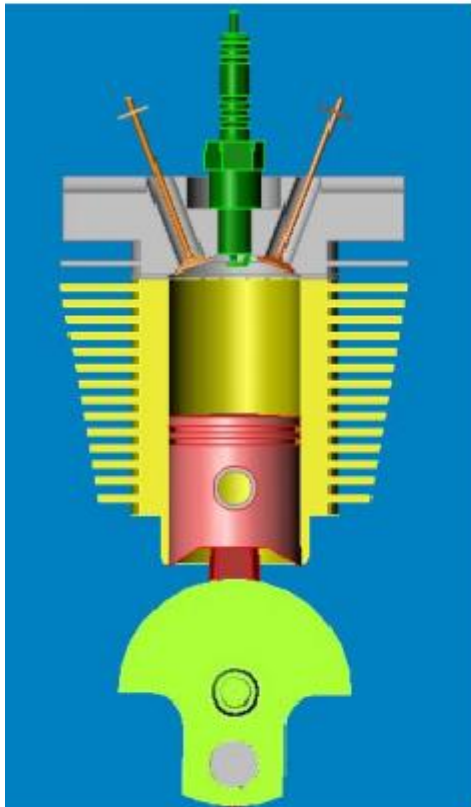
TEMPS	DEPLACEMENT		POSITIONS SOUPE		OPERATIONS
	Schéma	Piston et vilebrequin	Adm	Ech	
ADMISSION : Admitée le mélange à l'intérieure de cylindre		Le piston descend 180°	O	F	Le piston en descendant crée une baisse de pression qui favorise l'aspiration des mélange .
COMPRESSION : Comprémée le mélange à l'intérieure de cylindre		Le piston monte 180°	F	F	Le piston comprime les mélange jusqu'à ce qu'ils n'occupent plus que la chambre de combustion (pression + chaleur).
COMBUSTION DETENTE : Combustion le mélange (aire+essence)		Le piston descend 180°	F	F	L'étincelle d'une bougie (ou l'injection de gazole comprimé) enflamme le mélange. La chaleur dégagée dilate le gaz qui pousse violemment le piston vers le bas. TEMPS MOTEUR
ECHAPPEMENT : Echappée l'aire combustible vers l'extérieur		Le piston monte 180°	F	O	En remontant, le piston chasse les gaz brûlés devant lui. A ce moment, le moteur se trouve à nouveau prêt à effectuer le premier temps.

Tableau I.1 tableau de fonctionnement

I.6-Etude thermodynamique :

I.6.1- cycle théorique :

On modélise le cycle par des transformations Particulières :



1er temps
l'admission
(isobar)

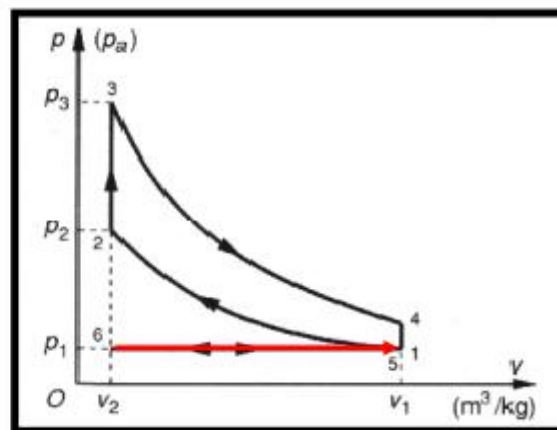
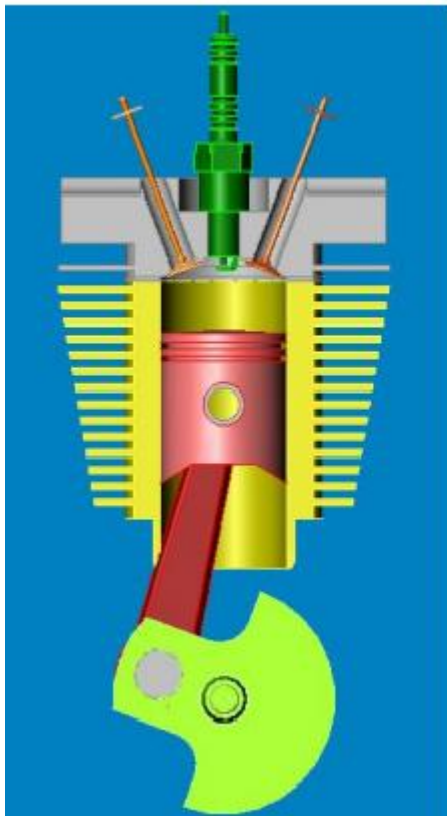


Figure I-11 Diagramme de cycle théorique de Beau de Rochas de 1^{er} temps admission



**2^{ème} temps
compression
(adiabatique)**

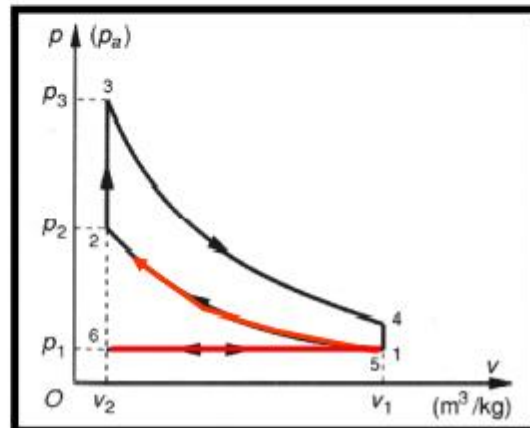
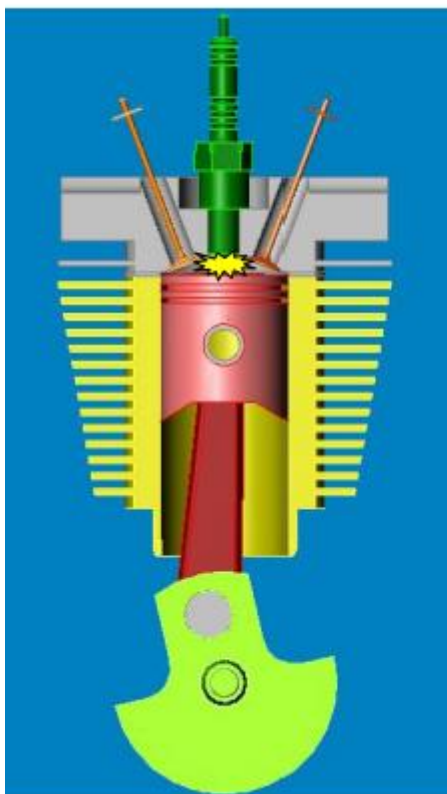


Figure I-12 Diagramme de cycle théorique de Beaudet Rochas de 2^{ème} temps compression



**3^{ème} temps
combustion
(isochore)**

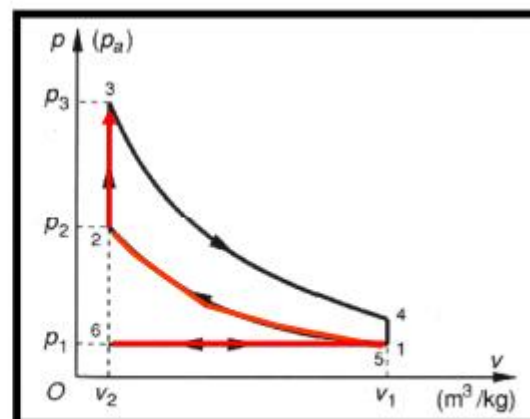
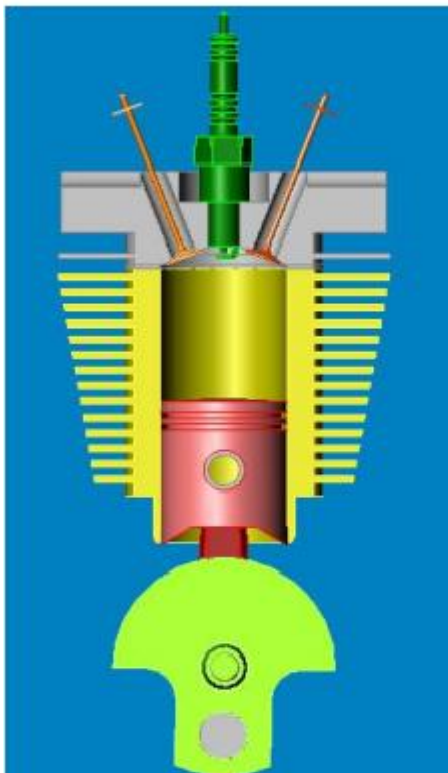


Figure I-13 Diagramme de cycle théorique de Beaudet Rochas de 3^{ème} temps combustion



**3^{ème} temps
détente
(adiabatique)**

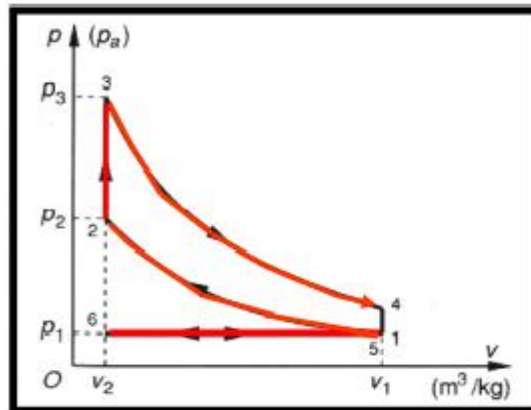
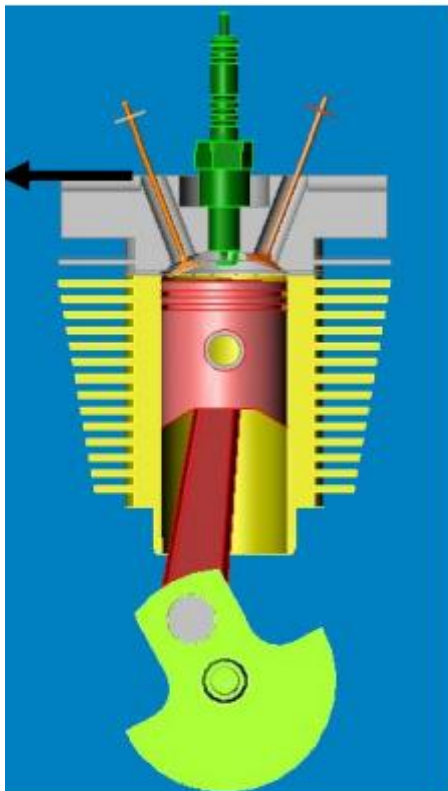


Figure I-14 Diagramme de cycle théorique de Beau de Rochas de 3^{ème} temps détente



**4^{ème} temps
échappement
(isochore-isobar)**

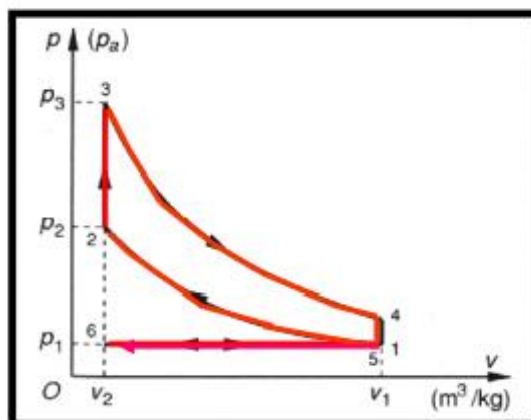
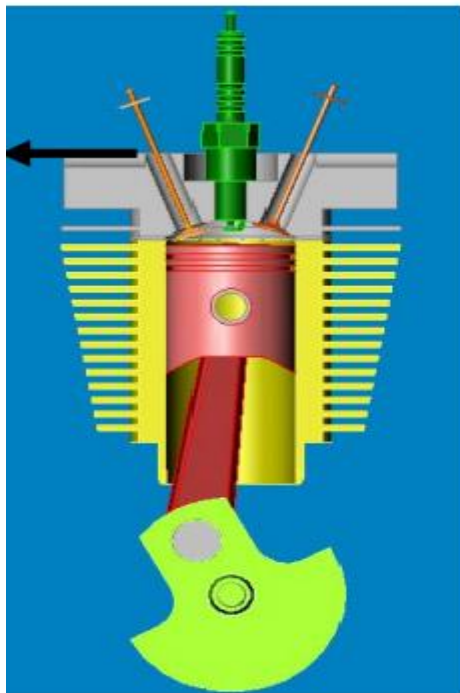


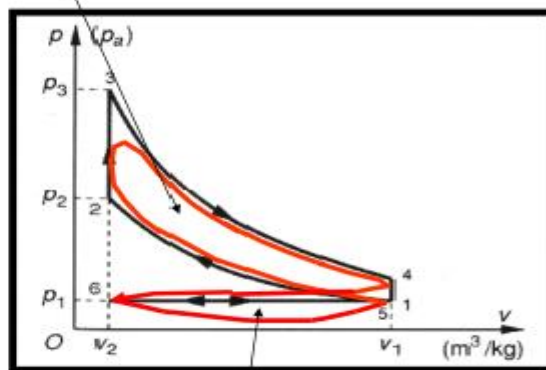
Figure I-15 Diagramme de cycle théorique de Beau de Rochas de 4^{ème} temps échappement

I.6.2-cycle réel :



**le cycle pratique
de 4 temps**

Travail moteur



Travail moteur

Figure I.16 Diagramme de cycle réel (pratique) de Beaudelochas

I.7-Cercle de fonctionnement :

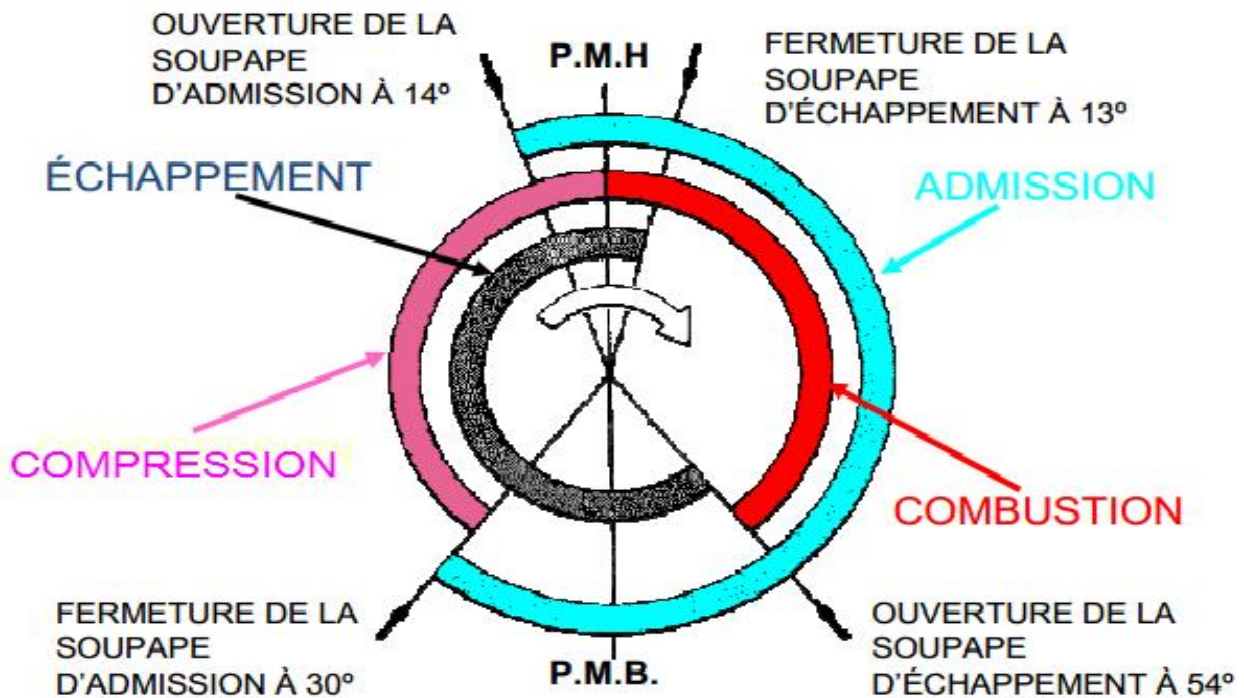


Figure I.17 Cercle de fonctionnement

I.7-conclusion :

Dans ce chapitre on étudie généralité sur moteur à combustion interne et leur principe de fonctionnement et la méthode de fonctionnement ,et le cycle théorique et le cycle pratique .

Chapitre II
dimensions et la caractéristique
de la moteur essence

Chapitre II : dimensions et la caractéristique de la moteur essence

II .1-Partie Mécanique :

II.1.1 -Introduction :

Les moteurs thermiques à combustion interne se caractérisent par:

L'alésage, la course, la cylindrée, le rapport volumétrique, le couple moteur .

II.1.2 -alésage et course :

L'alésage : est le diamètre du cylindre

La course : est la distance comprise entre le PMH (point mort haut) et le PMB (point mort bas).

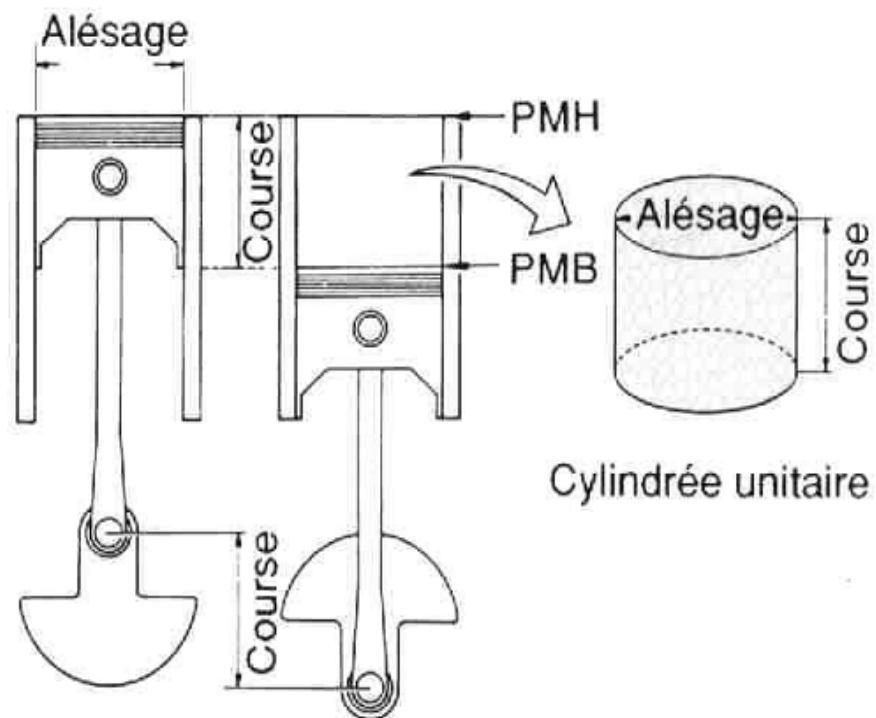


Figure II.1 représentation de course et alésage

II.1.3 -la cylindrée : C'est le volume total des cylindres d'un moteur exprimé en centimètres cubes.

II.1.3.1 -Cylindrée unitaire : (d'un seul cylindre) on effectue

$$Cu = \pi \times \frac{A^2}{4} \times C \quad (I.1)$$

A = alésage en centimètres,

C = course en centimètres,

Cu = cylindrée unitaire

II.1.3.2 -Cylindrée totale :

$$C_t = \pi \times \frac{A^2}{4} \times C \times n \quad (I.2)$$

ou :

$$C_t = C_u \times n \quad (I.3)$$

A = alésage en centimètres,

C = course en centimètres,

n = nombre de cylindres.

C_u = cylindrée unitaire

C_t = cylindrée totale

Remarque :

on exprime également la cylindrée en litres. 1 litre valant 1 000 cm³ on peut dire, par exemple, qu'un moteur de 2 000 cm³ est un moteur de 2 litres.

On différencie également les moteurs selon leur rapport alésage/course.

Alésage < course = moteur à course longue.

Alésage = course = moteur carré.

Alésage > course = moteur super carré.

Exemple : calculons la cylindrée unitaire et cylindrée totale ainsi que le rapport volumétrique du moteur de la **CITROËN** dont la caractéristique suivant :

Alésage : 85mm , course : 88mm , 4 cylindre

$$C_u = 3,14 \times \frac{85^2}{4} \times 88 = 499103 \text{ mm}^3 \approx 500 \text{ cm}^3$$

$$C_t = 3,14 \times \frac{85^2}{4} \times 88 \times 4 = 500 \times 4 = 2000 \text{ cm}^3$$

C'est un moteur à course longue.

II.1.4 -Rapport volumétrique :

C'est le rapport existant entre le volume total du cylindre lorsque le piston est au P.M.B (V + v) et le volume restant lorsque le piston est au PMH (v). Ce rapport volumétrique se représente par le signe ρ (rho) ou ε (epsilon)

$$\epsilon = \frac{V+v}{v} \quad (I.4)$$

ρ = ε = rapport volumétrique

V = cylindre unitaire.

v = volume de la chambre de combustion.

Le résultat se présente sous la forme d'une fraction et donc n'a pas d'unité.

Remarques importantes :

Si V croît, v restant constant ε croît.

Si v croît, V restant constant ε décroît.

Si ε croît, la pression de fin de compression croît.

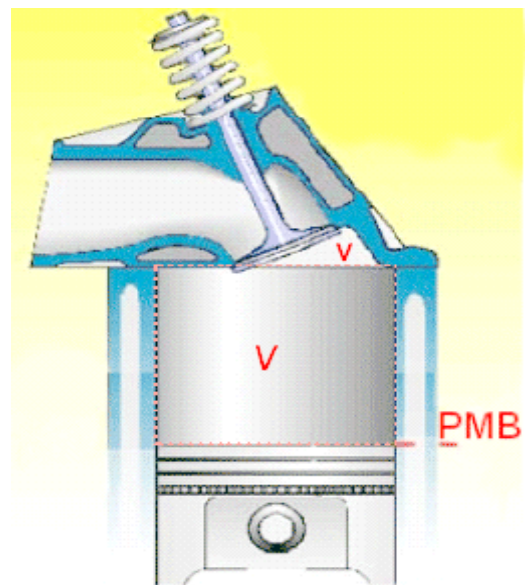


Figure II.2 chambre de combustion

Exemple : calculons le rapport volumétrique du cylindre de moteur lorsque le volume total ($V + v$) égal à 680cm^3 et volume restant $v=90\text{ cm}^3$.

$$\epsilon = \frac{680}{90} = 7.55$$

II.1.5 -le couple moteur :

Le terme de “couple” vient de ce qu’il associe deux grandeurs : une force et un bras de levier. Dans un moteur thermique, cette force, c’est la pression que les gaz exercent sur les pistons ; le bras de levier, c’est la longueur des manetons du vilebrequin.

Le couple est le produit de deux grandeurs : une force et un bras de levier.

$$C_m = F \cdot D \quad (I.5)$$

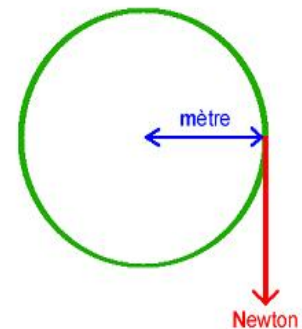


Figure II.3 représentation de couple moteur

C_m : couple moteur, exprimé en **Nm**

F : force motrice, exprimée en **N**

D : longueur du bras de levier, exprimée en **m** cohérence des unités :

$$[C_m] = N \cdot m = Nm$$

Exemple : calculons le couple moteur dans les conditions suivantes :

force motrice de 4 000 N, vilebrequin de rayon 0,05 mètre :

$$C_m = 4\,000 \times 0,05 = 200\text{ Nm}$$

II.2- Partie Thermodynamique :

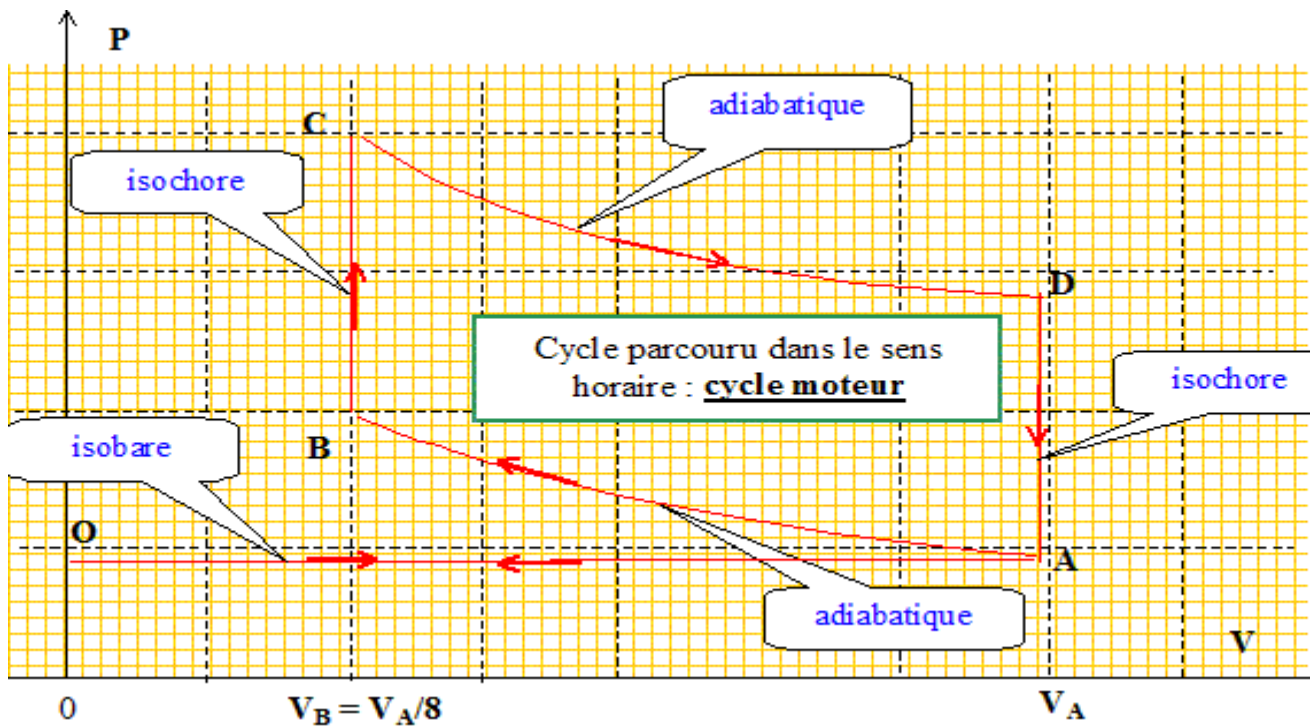


Figure II.4. Le cycle moteur

II.2.1- le nombre de moles de gaz initialement admis dans le cylindre (n_A) :

Le mélange air-carburant se trouve alors dans les conditions $V_A = 10^{-3} \text{ m}^3$, $P_A = 10^5 \text{ Pa}$, $T_A = 293 \text{ K}$

$$n_A = P_A V_A / (RT_A) = 10^5 \cdot 10^{-3} / (8,314 \cdot 298) = 4,036 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}.$$

II.2.2-la pression du mélange (P_B) :

Le mélange gazeux est assimilé à un gaz parfait de rapport $\gamma = 1,4$

A $\Rightarrow$ B : compression adiabatique réversible. $V_B = V_A/8$

$$P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma. \quad (\text{I.6})$$

$$P_B = P_A (V_A / V_B)^\gamma = 10^5 \cdot 8^{1,4} = 1,838 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 18 \text{ bar}.$$

II.2.3-la température du mélange (T_B) :

$$P_B V_B = n_A R T_B. \quad (\text{I.7})$$

$$T_B = P_B V_B / (n_A R) = 1,838 \cdot 10^6 \cdot 10^{-3} / (8 \cdot 4,036 \cdot 10^{-2} \cdot 8,314) = 685 \text{ K}$$

II.2.4-Le taux de compression maximal (τ):

Le mélange air-essence s'enflamme spontanément à 330°C, ce que l'on souhaite éviter

Pour l'application numérique de cette question - uniquement - on prendra $\gamma = 1,34$.

A $\Rightarrow$ B : compression adiabatique réversible. $V_B = V_A/8$

$$T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1}. \quad (\text{I.8})$$

$$\tau = V_A/V_B = (T_B/T_A)^{1/(\gamma-1)} \text{ avec } T_B = 273+330 = 603 \text{ K.}$$

$$\tau_{\max} = (603/293)^{1/0,34} = 8,4.$$

II.2.5-La pression mentionnée en introduction (P_C) :

On supposera ici $T_C = 2100 \text{ K}$.

B $\Rightarrow$ C : une étincelle provoque la combustion isochore, instantanée, de toute l'essence.

$$V_B = V_C = V_A/8. \quad (\text{I.9})$$

$$P_C V_C = n_A R T_C.$$

$$P_C = n_A R T_C / V_C = 8 n_A R T_C / V_A = 8 * 4,038 \cdot 10^{-2} * 8,31 * 2100 / 10^{-3} = 5,637 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 56 \text{ bar}.$$

En réalité la pression maximale est légèrement inférieure. Proposer une justification La combustion du mélange air essence n'est pas instantanée. La pression est donc un peu inférieure à 56 bar et on respecte la contrainte imposée. ($P < 50 \text{ bar}$)

II.2.6-La température (T_D) :

C $\Rightarrow$ D : détente adiabatique réversible ; on donne $V_D = V_A$;

$$T_C V_C^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1}. \quad (\text{I.10})$$

$$T_C V_B^{\gamma-1} = T_D V_A^{\gamma-1}. \quad (\text{I.11})$$

$$T_D = T_C (V_B/V_A)^{\gamma-1} = 2100 * (1/8)^{0,4} = 914 \text{ K}.$$

II .2.7- Quantité de chaleur (Q_{BC}):

La transformation $B \Rightarrow C$ est isochore ; le travail mis en jeu est nul ; la variation d'énergie interne est égale à l'énergie libérée par la combustion , provoque une augmentation de température et de pression ($V = C_{te}$) telle que :

$C_{v,m}$ représente la capacité thermique molaire à volume constant du mélange gazeux.

$$C_{v,m} = R/(\gamma-1) \quad (I.12)$$

$$Q_{BC} = n C_{v,m} (T_C - T_B) = nR/(\gamma-1) (T_C - T_B) \quad (I.13)$$

$$Q_{BC} = 4,038 \cdot 10^{-2} \cdot 8,314 / 0,4 \cdot (2100 - 603) = 1256 \text{ J.}$$

Notons : $T_{comb} = Q_{BC} / n C_V$ l'augmentation de température, soit :

$$T_{comb} = T_C - T_B \quad (I.14)$$

II.2.8- Le travail (W) :

fourni par le gaz au système mécanique au cours d'un cycle

- $A \Rightarrow B$: compression adiabatique réversible. $Q_{AB} = 0$.

$$\Delta U_{AB} = W_{AB} + Q_{AB} = n C_{v,m} (T_B - T_A).$$

$$W_{AB} = n C_{v,m} (T_B - T_A). \quad (I.15)$$

- $B \Rightarrow C$: combustion isochore.

$$dW = - PdV ; W_{BC} = 0 \text{ (volume constant)} \quad (I.16)$$

- $C \Rightarrow D$: détente adiabatique réversible ;

$$W_{CD} = n C_{v,m} (T_D - T_C). \quad (I.17)$$

- $D \Rightarrow A$: refroidissement isochore.

$$W_{DA} = 0 \text{ (volume constant)} \quad (I.18)$$

$$\bullet W_{cycle} = n C_{v,m} (T_B - T_A + T_D - T_C). \quad (I.19)$$

Or $C_{v,m} = R/(\gamma-1)$ d'où : $W_{cycle} = nR/(\gamma-1) (T_B - T_A + T_D - T_C)$.

$$W_{cycle} = 4,036 \cdot 10^{-2} \cdot 8,314 / 0,4 \cdot (685 - 293 + 914 - 2100) = -666 \text{ J.}$$

II.2.9-Le rendement du cycle (η):

rendement = travail récupéré / énergie libérée par la combustion du mélange air-essence

$$\eta = |W| / Q_{BC} \quad (I.20)$$

$$\eta = 666 / 1256 = 0,53..$$

II.2.10-La puissance (P) :

La puissance est Combien le piston effectue-t-il d'allers-retours par minute

Le moteur effectue 2500 cycles par minute.

Travail pour 2500 cycles : 666×2500 J

$$\text{Puissance (W)} = \text{travail (J)} / \text{durée (s)} \quad (I.21)$$

$$P = 666 \times 2500 / 60 = 27,7 \text{ kW}.$$

Le piston effectue un aller-retour à chaque cycle : 2500 "aller-retour" en une minute.

II.3-Conclusion :

Dans ce chapitre on étudie les démontages et la caractéristique mécanique et caractéristique thermodynamique de la moteur essence

Chapitre III

Méthode de la maintenance de la moteur essence

Chapitre III: Méthode de la maintenance de la moteur essence

III.1-Introduction :

La bonne qualité de fabrication des machines et équipements industriels et l'observation stricte des consignes de leur exploitation ne suffisent pas pour garantir constamment leur aptitude et sûreté de fonctionnement ceci est conditionné par l'inévitable apparition des défaillances partielles (dégradations) ou totales (pannés) de ces équipements pendant leur exploitation. Les modes de défaillances sont très variables : arrêt de fonctionnement, diminution des coûts de fonctionnement et autres. Dans tous les cas ces défaillances engendrent des coûts directs ou indirects. Pour cela on recourt à la maintenance afin d'assurer la disponibilité de ces dispositifs, diminuer les coûts de leur exploitation et assurer la sécurité des opérateurs.

III.2-Définition de la maintenance :

La maintenance est définie comme étant : l'ensemble des actions permettant de maintenir et de rétablir un bien dans un état spécifique. La maintenance moderne, est une activité technico-économique. [1]

L'objectif de la maintenance est :

- Conserver l'état de la machine ;
- Assurer la qualité de la production avec un coût global optimal.

III.3-Type de maintenance :

III.3.1-Maintenance corrective :

La maintenance corrective s'applique après la panne, elle a pour but de redonner au matériel les qualités perdues nécessaires à son fonctionnement.

III.3.2-Maintenance préventive :

La maintenance préventive a pour but de maintenir le matériel en état de fonctionnement et réduire la probabilité de défaillance.

III.3.2.1-Maintenance préventive systématique :

C'est la maintenance effectuée selon un échéancier prédéterminé

III.3.2.2-Maintenance préventive conditionnelle :

C'est la maintenance liée à un type d'événement prédéterminé
(auto diagnostique, mesure d'une usure...)

III.3.2.3-But de la maintenance préventive :

- Diminuer le temps d'arrêt ;
- Permettre de décider la maintenance corrective dans des bonnes conditions ;
- augmenter la durée de vie de matériel ;
- permettre d'éviter la consommation anormale d'énergie ;
- Diminuer les causes des accidents graves ;

III.4-organigramme des méthodes et technique de la maintenance :

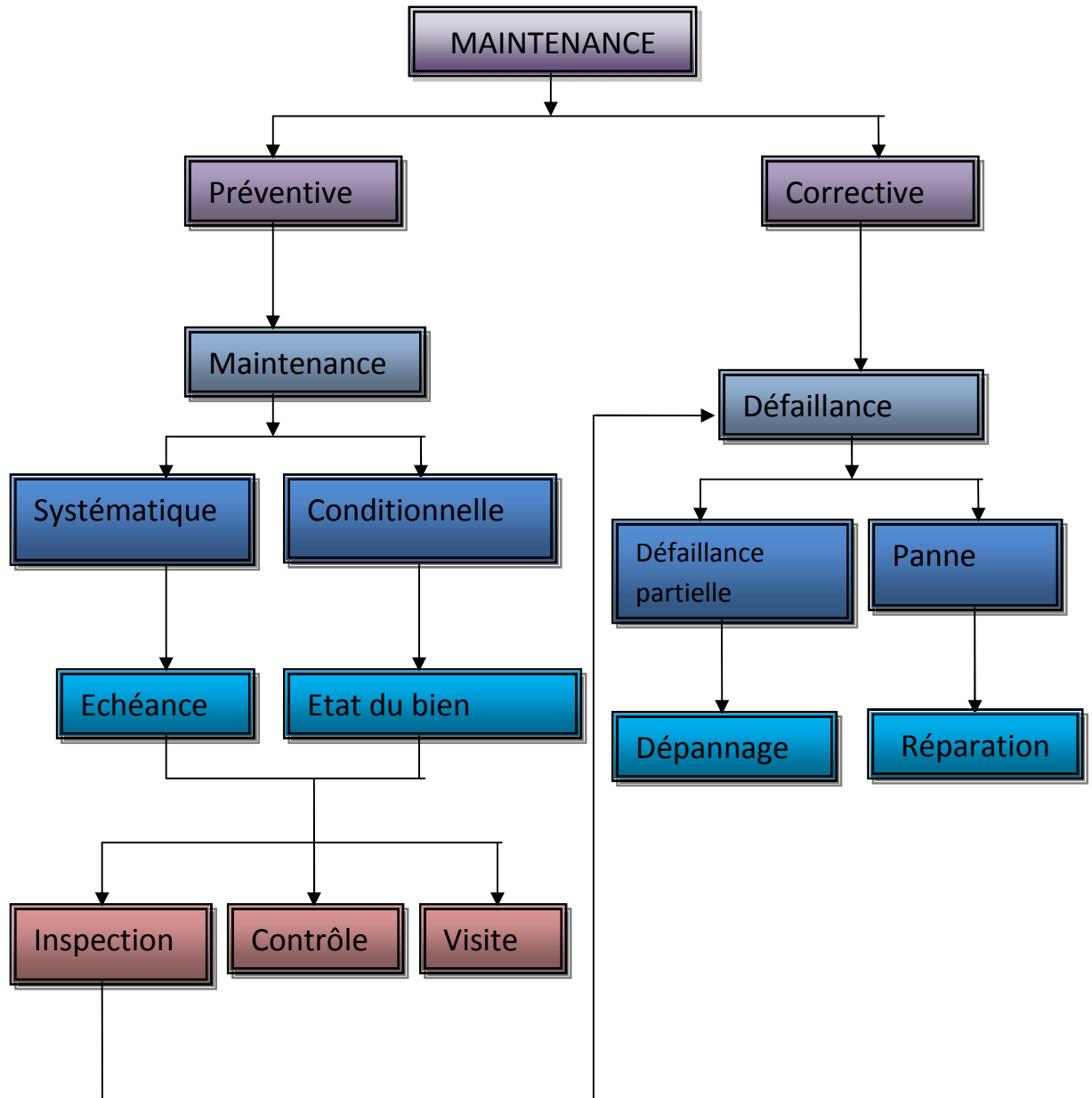


Figure III.1. organigramme de la maintenance

III.5-Organisation d'entretien du moteur :

Le programme d'entretien et d'inspection régulier peut fournir une évaluation de l'état actuel du matériel et permettre de prédire les problèmes à venir. La fréquence de ce programme d'entretien dépendra des facteurs suivants :

- Application ;
- Conditions d'utilisation ;
- Expérience de l'utilisateur ;
- Philosophie de l'utilisateur.

Un programme d'entretien régulier est forcément recommandé car il permet de d'assurer au matériel un état satisfaisant, cela augmentera sa fiabilité.

- Connexions électriques, contrôle ;
- Alternateur, contrôle ;

III.5.1-Calendrier d'entretien :

Dans le but de préserver l'équipement en fonctionnement au maximum de sa durée de vie, le constructeur du moteur essence à planifier les opérations suivant :

➤ **chaque jour** :on doit vérifier :

- Huiler du démarreur pneumatique, contrôle du niveau de l'huile ;
- Réservoir pneumatique, évacuation de l'humidité et les dépôts ;
- Panneau avertisseur, contrôle ;
- Niveau de circuit de refroidissement
- Filtre à air, contrôle de l'indicateur de colmatage ;
- Pré filtre à air du moteur, nettoyage ;
- Niveau d'huile moteur, contrôle ;
- Réservoir de carburant, purge de l'eau et des dépôts ;
- Charge de l'alternateur, contrôle ;
- Réchauffeur d'eau de chemises contrôle ;
- Facteur de puissance, contrôle.

➤ **Toutes les semaines** : on doit vérifier :

- Filtre d'admission d'air, contrôle ;
- Chargeur de batterie, contrôle ;
- Température du palier, mesure/consignation ;
- Résistance de chauffage, contrôle ;
- Température de bobinage de stator, mesure/consignation ;
- Tension et fréquence, contrôle ;
- Vérifications extérieures.

➤ **Au bout des 250 premières heures de service** :

- Jeu des soupapes du moteur, contrôle/réglage ;
- Injection de carburant, contrôle/ réglage ;
- Capteur de vitesse, nettoyage/contrôle ;
- Courroie d'alternateur et ventilateur, contrôle/réglage/remplacement ;
- Niveau d'électrolyte de la batterie, contrôle ;
- Additif pour circuit de refroidissement, contrôle/ appoint ;
- Huile de moteur, prélèvement d'un échantillon ;
- Palier d'entraînement de ventilateur, graissage ;
- Flexibles et colliers, contrôle/remplacement ;
- Radiateur, nettoyage.

➤ **Toutes les 500 heures de service** :

- Huile de moteur et filtre, vidange/remplacement.

➤ **Toutes les 1000 heures de service** :

- Roulement (à rouleaux sphériques), graissage ;
- Analyse de liquide de refroidissement ;
- Moteur, nettoyage ;
- Reniflard du carter moteur, nettoyage ;
- Dispositifs de protection du moteur, contrôle ;
- Tringleriez de commande d'injection, contrôle/ graissage ;
- Filtre à carburant primaire, nettoyage/contrôle/remplacement ;
- Filtre secondaire de circuit de carburant, remplacement.

➤ **Toutes les 2000 heures de service :**

- Graisseur du démarreur pneumatique, nettoyage de la cuvette ;
- Roulement (à bille), graissage ;
- Amortisseur de vibrations du vilebrequin, contrôle ;

➤ **Toutes les 3000 heures de service :**

- Circuit de refroidissement avec liquide de refroidissement classique, renouvellement de la solution ;
- Liquide de refroidissement de longue durée, adjonction de prolongateur.

➤ **Toutes les 6000 heures de service :**

- Support du moteur, contrôle ;
- Jeu des soupapes du moteur, contrôle/réglage ;
- Injecteur de carburant, contrôle ;
- Alternateur, séchage ;
- Vibration du groupe électrogène, examen ;
- Câble de stator, contrôle ;
- Alternateur, contrôle ;
- Liquide de refroidissement de longue durée, renouvellement ;
- Circuit de refroidissement, remplacement de thermostat ;
- Pompe de graissage, contrôle ;
- Capteur du vitesse, nettoyage/contrôle ;
- Démarreur, contrôle ;
- Pompe à eau, contrôle.

➤ **Toutes les 7500 heures :**

- Redresseur rotatif, contrôle.

➤ **Entre 7500 et 9000 heures de service :**

- Révision du haut du moteur ;
- Révision générale.

➤ **Entre 15000 et 18000 heures de service :**

- Révision du haut du moteur ;
- Révision générale.
- **Entre 22500 et 27000 heures de service :**
- Révision générale.
- **Toutes les 1041000 litres de consommation de carburant :**
- Recommandation d'entretien.

III.5.2 Entretien des système du moteur :

III.5.2.1-Système d'alimentation :

Les défauts affectant le système d'alimentation sont :

Les entrées d'air, la situation entravée du combustible, la défectuosité de la pompe d'alimentation qui se traduit par un débit et une pression insuffisante, la formation de coke dans les trous de pulvérisations.

Pour l'entretien de ce système il faut :

- Vérifier par examen visuel l'état technique des appareils du système d'alimentation et l'étanchéité des canalisations et leurs raccordements, ainsi que l'état de la pompe à essence;
- Que le moteur reçoit un combustible aussi propre que possible, ce qui conduit à l'emploi des filtres à essence qui permettent l'épuration du combustible avant son arrivée aux cylindres ;
- Nettoyer les filtres et échanger les éléments filtrants aux intervalles prévus par le constructeur ;
- Les injecteurs ne subissent aucun entretien sur le moteur, à moins qu'on les change en cas d'un mauvais fonctionnement.

III.5.2.2-système d'air du moteur :

- contrôler l'indicateur de colmatage des filtres ;
- nettoyer les filtres en soufflant de l'intérieur, avec une pression correcte : $2,5[\text{kg}/\text{cm}^2]$;
- contrôler les joints de filtre et l'étanchéité des boîtiers de filtre.
- Pour les circuits avec pré filtre à cuve transparente :
- nettoyer si nécessaire ;
- Pour les circuits avec pré filtre à « Tubes colonnes » :

- Contrôler la propreté de la grille d'aspiration d'air ;
- Contrôler l'état du tube d'éjection des poussières ;
- vérifier le serrage des colliers sur ce tube, et la fixation au niveau du pot d'échappement ;
- vérifier le bon fonctionnement du volet d'échappement

III.5.2.3-Système de refroidissement :

- Contrôler le niveau de circuit de refroidissement lorsque le moteur est arrêté et refroidi. Le niveau de liquide de refroidissement doit se trouver à 13 mm au bas de tube de remplissage.
- Vidanger le circuit de refroidissement.

III.5.2.4-Système de graissage :

- Contrôler le niveau d'huile lorsque le moteur est à l'arrêt. Le moteur doit être le plus possible à l'horizontale pour cette opération

Remarque :

- Si le niveau d'huile dépasse le repère plein «FULL» pendant l'utilisation du moteur. Le vilebrequin risque de baigner dans l'huile et de créer des bulles
- d'air qui réduiront les propriétés lubrifiantes des huiles qui pourraient engendrer une perte de puissance.
- Vidanger l'huile à l'aide du matériel qui se trouve sur le moteur.

Circuit d'essence:

- Vérifier le bouchon du réservoir (trou de mise à l'air) ;
- Faire le plein de préférence le soir ;
- Purger périodiquement le réservoir le matin ;
- Faire fonctionner périodiquement la pompe d'amorçage manuelle ;
- Nettoyer le décanteur et vider le séparateur d'eau régulièrement ;
- ❖ Changer le filtre si nécessaire (ne pas le remplir avant remontage) ;
- Serré le filtre à la main ;
- Ouvrir le robinet de purge situé sur la pompe pour réamorcer.

III.5.3.Révision générale:

- Une révision consiste à remplacer les principales pièces usées du moteur. L'intervalle de révision est un intervalle d'entretien planifié. Certaines pièces usées du moteur sont rénovées ou remplacées par des pièces.
- La révision comprend les opérations d'entretien suivantes :
 - Examen de toutes les pièces visibles lors du démontage ;
 - Remplacement des joints et garnitures qui sont retirés ;
 - Nettoyage des passages internes de moteur et du bloc-cylindres.
- Parmi les facteurs importants pour déterminer les intervalles de révision se trouvent les considérations suivantes :
 - Exécution d'entretien préventif ;
 - Emploi des lubrifiants recommandés ;
 - Emploi des liquides de refroidissement recommandés ;
 - Emploi des carburants recommandés ;
 - Conformité de l'installation ;
 - Conditions de fonctionnement ;
 - Régime moteur.
- En général, les moteurs qui fonctionnent avec une charge réduite et / ou à une vitesse réduite bénéficient d'une durée d'utilisation plus longue avant révision, cela vaut pour les moteurs qui sont utilisés et entre temps correctement.
- D'autres facteurs doivent aussi être pris en compte pour décider du moment appropriés pour effectuer une révision générale :
 - La consommation totale de carburant du moteur ;
 - Les heures de service du moteur ;
 - Une augmentation de la consommation d'huile ;
 - Une augmentation du passage des gaz dans le carter ;
 - L'analyse des métaux d'usure dans l'huile de graissage ;
 - Une augmentation des bruits et vibrations.
- Les définitions suivantes expliquent la technologie pour les services qui sont effectués pendant une révision :

Contrôler :

Contrôler les pièces selon les instructions figurant dans les guides Caterpillar de réutilisation des pièces. Des pièces neuves ne sont pas nécessaires.

Si les pièces existantes peuvent être réutilisées, rinnovées ou réparées.

Rénover :

La pièce peut être rinnovée pour être conforme aux guides de réutilisation.

Remplacer :

La durée d'utilisation de la pièce est dépassée la pièce risque de céder avant le prochain intervalle d'entretien. La pièce doit être remplacée par une pièce conforme aux caractéristiques de fonctionnement.

III.6.Instruction pour la révision générale :

Tableau III.1 Instruction pour la révision générale

Nettoyer	Tamis d'aspiration d'huile
Nettoyer	Faisceau de refroidisseur d'admission
Contrôler	
Essayer	
Contrôler	Arbre à cames Bloc cylindre Amortisseur de vibration du vilebrequin Equipement mené (alignement) Volant moteur Pignennerie avant (pignons) Tringlerie du circuit de carburant

	Pignonnerie arrière (pignon)
Contrôler	Culbuteurs
Rénover	
Contrôler	bielles
Rénover	ensemble des culasses
Remplacer	pompe d'amorçage de carburant
	pompe d'alimentation en carburant
	faisceaux de refroidisseur d'huile
	axes de pistons
Contrôler	poussoirs d'arbre à cames
	rondelles de butée d'arbre à cames
	vilebrequin
	chemises de cylindres
	support du moteur
Remplacer	faisceaux de câblage du moteur
	soupapes de régulation de pression de carburant
	pistons (couronnes et jupes)
	poussoirs
	plaques intercalaires
	palier d'arbre à cames
	coussinets de bielle
	bagues d'étanchéité de vilebrequin
	plaques de butée de vilebrequin

Remplacer	injecteurs bagues de pignonnerie coussinets de ligne segments de piston joints et soufflets de collecteur d'échappement joints et garnitures de collecteur d'admission d'air
-----------	--

-Comparaison entre :

1. les couts lorsque l'entretien et les réparations sont planifiés ;
2. les couts lorsque l'entretien et la réparation ne sont pas planifiés.

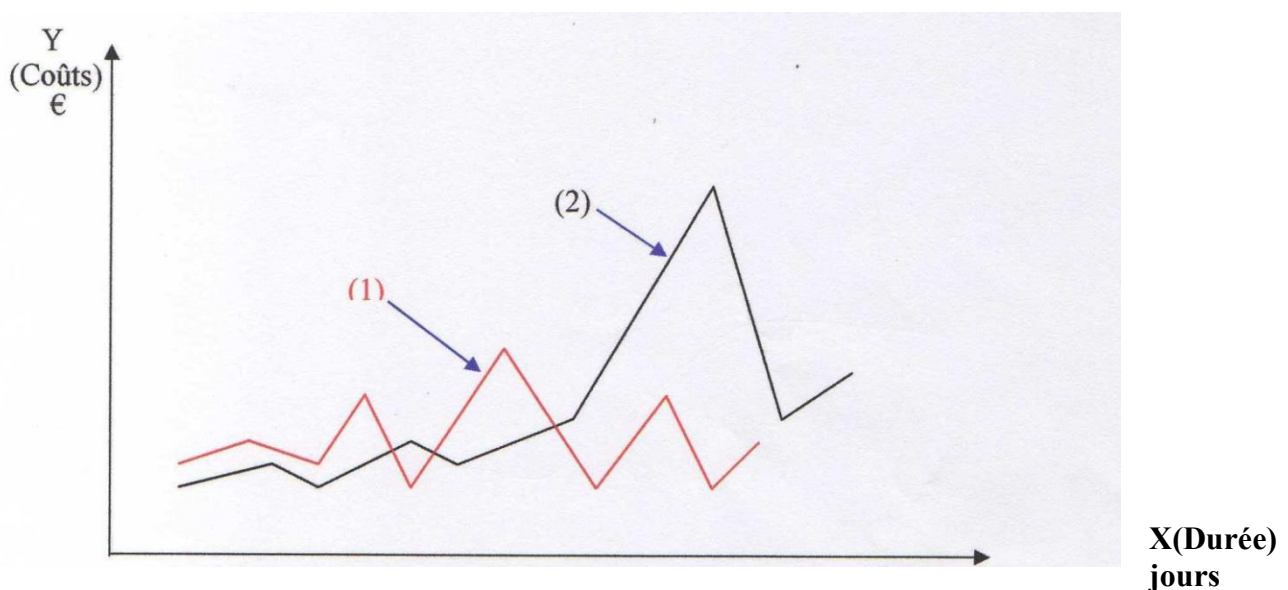
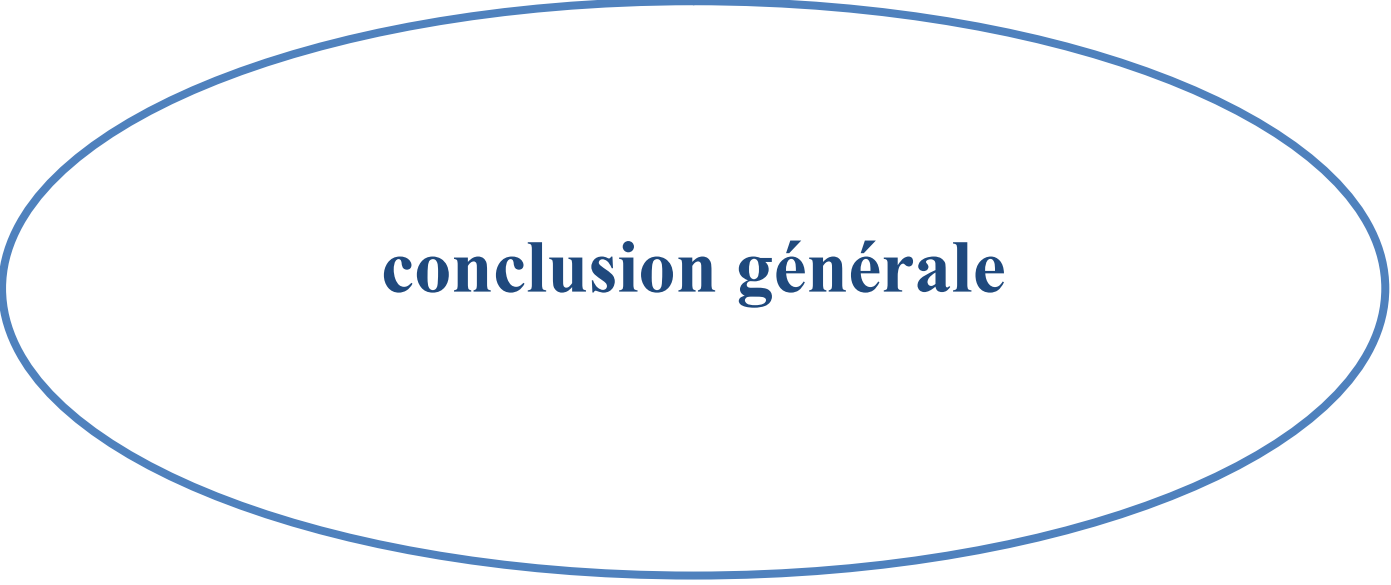


Figure III.2. Courbe Comparaison entre l'entretien et les réparations sont planifiés et l'entretien et la réparation ne sont pas planifiés

III.7.conclusion :

dans ce chapitre on étudie la différent type de maintenance et l'opération de la maintenance .



conclusion générale

Conclusion générale

On déduit dans cet exposé que le travail du moteur à essence fait par la complicité des travaux des organes qui lui composent, tel que, il faut avoir ces organes des propriétés et des caractéristiques permettant de bon travail. Malgré que ces organes généralement ont des méfaits et des avantages acceptables, mais il y a une possibilité pour améliorer la fonction de la pièce.

Afin de maintenir les performances et maintenance du moteur essence, augmenter sa durée de vie, améliorer son rendement et minimiser ses charges financières, il faut améliorer les conditions d'exploitation, appliquer une bonne politique de maintenance ainsi faire un entretien et un contrôle planifié rigoureux.

Il faut noter aussi que pour atteindre les objectifs précédents, on ne doit jamais négliger le rôle de la sécurité qui est devenue une stratégie importante pour les entreprises afin d'assurer une sécurité maximale pour l'ensemble du personnel et une protection efficace pour les équipements.

Références bibliographiques

1-[http:// RAPIDSHARE.COM/FILES/138500688/ENGINES_1.RAR](http://RAPIDSHARE.COM/FILES/138500688/ENGINES_1.RAR) .

2-cours de méthodes et techniques de la maintenance .

3-MODELISATION DE LA COMBUSTION D'UN MOTEUR A ESSENCE pdf .

4-GENERALITE SUR LES MOTEURS pdf .

5-mémoire de licence en maintenance de moteur essence par ordinateur .

6-diplôme de doctorat en Comportement vibratoire des arbres tournants en matériaux composites .