



Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : Génie industrielle et Maintenance

Thème :

DETECTION DES DEFAUTS ET MODE DE REPARATION DES CULASSES

Proposé et dirigé par :

- Mr. DEBIH ALI

Présenté :

- BENSAOUCHE SAIFEDDINE

Année Universitaire : 2015 / 1016

N° d'ordre : GM/...../2016

remerciement remerciement

*Au terme de ce travail, j'adresse mes remerciements les plus sincères à mon encadreur **Mr: DEBIH Ali**, pour m'avoir permis de bénéficier de son grand savoir dans la matière, pour sa disponibilité, sa pédagogie, ses compétences, sa modestie et son aide précieuse tout au long de ce projet même pendant les moments les plus difficiles.*

Je remercie tous les enseignants de département de Génie Mécanique et les personnels administratifs et techniques, qui ont contribué de près ou de loin à ma formation durant ces cinq années.

Je remercie toutes les personnes qui m'ont soutenu, d'une façon ou d'une autre, m'éprouvons incessamment leur estime et amabilité.

Je termine ces remerciements en saluant vivement les membres du jury pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de lire et juger ce travail.

Que la paix d'Allah soit toujours avec vous !

DÉDICACE

Je tiens à dédier ce mémoire :

A ma chère mère et à mon cher père, en témoignage de leur gratitude de leurs dévouement, de leurs soutien permanent durant toutes mes année d'études, leurs sacrifices illimités, leurs réconforts moral, ils ont consenti tant d'effort pour mon éducation, mon instruction et pour me voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce qui ne peut être dit, mes affections sans limite.

A toute ma famille et à mes chers amis chacun en son nom, à ceux qui ont aidé à réaliser ce modeste travail et pour leurs encouragements, ainsi qu'à tous mes enseignants.

Enfin à tous mes camarades de la classe de la promotion de Génie Mécanique (2015-2016).

SOMMAIRE

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.1.GERERALITES SUR LES MOUTEURS THERMIQUE.....	3
I.1.1. Définition.....	3
I.1.3. Ensemble d'un moteur thermique.....	4
I.1.3.1. Organes fixes.....	5
I.1.3.2. Organes mobiles.....	5
I.1.4. Présentation des organes fixes et mobiles d'un moteur thermique.....	5
I.1.4.1. Organes fixes.....	5
I.1.4.2. Organes mobiles.....	8
I.1.5. Fonctionnement d'un moteur.....	12
I.2. CONFIGURATIONS DES MOTEURS	13
I.2.1. Moteur en ligne.....	13
I.2.2. Moteur en V.....	13
I.2.3. Moteur Boxer ou en « I ».....	14
I.2.4. Moteur en W.....	15
I.2.5. Moteurs radiaux / en étoile.....	16
I.2.6. Moteur en U.....	17
CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA CULASSE	
II.1. IDENTIFICATION DU CULASSES.....	21
II.1.1. Etude préalable.....	21
II.1.2. Description.....	21
II.1.3. Fonction du culasse au niveau du systeme.....	22

SOMMAIRE

II.1.3.1. Fonctions principales	22
II.1.3.1.1. La culasse, avec ses conduits d'admission et d'échappement et son système de commande de soupapes constitue le « coeur du moteur », elle intègre	22
II.1.3.1.2 Alimentation en air	22
II.1.3.1.3. Chambre de combustion	22
II.1.3.1.4. Echappement.....	22
II.1.3.1.5. Distribution	22
II.1.3.2.Fonctions secondaires	23
II.1.3.2.1. Refroidissement	23
II.1.3.2.2. Lubrification	23
II.1.3.2.3. Circulation des fluides	23
II.1.3.2.4. supporter ou recevoir d'autres composants ou accessoires.....	23
II.1.3.3.Fonctions de contrainte.....	23
II.1.4.Différentes types de culasse	24
II.1.4.1. culasse à soupapes latérales :	24
II.1.4.2.Culasse à arbre à cames latéral et soupapes en tête :	25
II.1.4.3. Culasse à arbre à cames en tête culbuté	27
II.1.4.4. Culasse à simple arbre à cames en tête à attaque directe :	28
II.1.4.5. Culasse à double arbre à cames en tête :	29
II.1.5. Rôle de culasse	30
II.1.6. Choix des matériaux de culasse.....	31
II.1.6.1. Les critères de choix des matériaux	31
II.1.6.2. Analyse de la culasse	32
II.1.6.3. Structure de solidification et propriétés mécanique associées	34
II.2.DETECTION DES DEFEUX	37

SOMMAIRE

II.2.1. Recherche des pannes	37
II.2.1.1. Compression insuffisante, démarrage difficile ou compression inégale	37
II.2.1.2. Fumées excessives	38
II.2.1.3. Bruit excessive	38
II.2.1.4. Ralenti irrégulier	38
II.2.1.5. Fumée blanche excessive	38
II.2.2. Démontage de la culasse.....	39
II.2.2.1. Démontage l'arbre à cames	40
II.2.2.2. Démontage les ressorts et les soupapes	40
II.2.3. Inspection et contrôle du culasse	41
II.2.3.1. Inspection d'arbre a cames.....	41
II.2.3.2. Inspection de soupape, de guide et ressort.....	41
II.2.3.3. Contrôle de la culasse	43
II.3.REPARATION DES DEFEUX ET REPOSE DE LA CULASSE.....	44
II.3.1.Travail correctif	44
II.3.1.1. Rodage des soupapes	45
II.3.1.2. Resurfaçage des plans de culasse.....	46
II.3.2. Montage de la culasse.....	46
II.3.2.1.Remontage de la culasse	47
II.3.2.2. Montage	47

CHAPITRE III : PRATIQUE

INRODUCTION.....	49
III.1. INSPECTION DU CULASSE.....	50

SOMMAIRE

III.2. DETECTION ET LOCALISATION DES DEFAUTS	50
III.3. DECAPAGES DES ZONES ABIMEES	52
III.4. CHOIX DU METAL DE RECHARGEMENT	52
III.5. RECHARGEMENT DES ZONES DEFECTEUSES	54
III.6. CONTROLE INTERMEDIARE DE L'ACROCHAGE ET DE LA PLANEITE DE LA CULASSE.....	55
III.7. USINAGES DES ZONES CHARGEES ET CORRECTION DE LA PLANEITE	56
III.8. CONTROL DE L'ACCROCHAGE DES ZONES RECHARGEES PAR RESSUAGE	57
III.8.1. Description	57
III.8.2. Méthode de contrôle.....	58
III.9. CONTROL DIMENSIONNEL DU CULASSE	59
CONCLUSION.....	61
CONCLUSION GENERALE.....	62
BIBLIOGRAPHIE	
RESUME	

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableau II.1. Composition chimique (en masse) de l'alliage AS7G de l'étude	34
Tableau III.1. Détection et localisation des défauts	51
Tableau III.2. Présente la composition chimique de la plusieurs fils de soudure	53
Tableau III.3. Classification, caractéristiques et propriétés de ER4043	53

Liste des figures

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Figure I.1. Schéma d'ensemble d'un moteur thermique.....	4
Figure I.2. Culasse	6
Figure I.3. Bloc-moteur	7
Figure I.4. Carter.....	7
Figure I.5. Collecteurs d'échappement	8
Figure I.6. Piston.....	8
Figure I.7. Bielle	9
Figure I.8. Vilebrequin.....	10
Figure I.9. Volant moteur	11
Figure I.10. Soupapes et l'arbre à came.....	11
Figure I.12. Moteur en ligne	13
Figure I.14. Moteur boxer.....	15
Figure I.16. Moteur radiaux/ en étoile	17
Figure I.17. Moteur en U	17

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA CULASSE

Figure II.1. Schéma d'ensemble du culasse.....	23
Figure II.2. culasse à soupapes latérales	24
Figure II.3. Culasse à arbre à cames latéral et soupapes en tête	26
Figure II.4. Culasse à arbre à cames en tête culbuté [5].	26
Figure II.5. Culasse à simple arbre à cames en tête à attaque directe.....	28
Figure II.6. Culasse à double arbre à cames en tête [5].	29
Figure II.7. Un pontet inter soupapes fissuré.....	33

LISTE DES FIGURES

Figure II.8. Diagramme d'équilibre binaire Al-Si annoté (d'après Massalski)	34
Figure II.9. Microstructure de solidification de l'alliage AS7G. A désigne une dendrite (Al), B l'eutectique	34
Figure II.10. Démontage l'arbre à cames	39
Figure II.11. Démontage les ressorts et les soupapes	40
Figure II.12. Inspection d'arbre a cames	40
Figure II.13. Mesure du diamètre extérieur des tiges de soupape	41
Figure II.14. Control de l'usure des guides de soupapes.....	41
Figure II.15. Control de la tension de ressort	42
Figure II.16. Nettoyage du plan de joint.....	42
Figure II.17. Control de la planéité et des différentes positions de la règle	43
Figure II.18. Ventouse collée sur la tête de la soupape	44
Figure II.19. Mouvements alternatifs de rodage.....	45
Figure II.20. Culasse resurfaçée	46
Figure II.21. Remontage de la culasse	47
Figure II.22. Serrage de la culasse	48

CHAPITRE III : PRATIQUE

Figure III.1. Nettoyage et inspection du culasse.....	50
Figure III .1. Décapage des zones abîmées.....	52
Figure III.2. Fils de soudure en alliage d'aluminium contenant 5% de Si (ER4043).	54
Figure III.3. Rechargement des zones défectueuses	55
Figure III.4. Minimisation de la taille de soudure et ouverture des trous d'eau	55
Figure III.6. Rabotage de culasse.....	57
Figure III.7. Culasse rectifier	57

LISTE DES FIGURES

Figure III.8. Les produits (pénétrants et révélateurs).....	58
Figure III.9. Contrôlé de Soudage par ressuage.....	59
Figure III.11.Vérification profondeur des chambres de combustion.....	61

INTRODUCTION GENERALE

L'adoption de la culasse démontable élimine les bouchons et permet d'étudier avec une plus grande précision la forme de la chambre de combustion pour améliorer le rendement.

L'accessibilité aux opérations de réparation permet la remise en conformité d'un des éléments du groupe ou du groupe propulseur lui-même, ce qui exige des connaissances et des moyens techniques spécifiques, dans tous les cas, les succès de la réparation dépendront des méthodes de vérification et de l'application des recommandations du constructeur, le présent travail n'a pas la prétention de remplacer l'indispensable manuel de réparation des culasses. Il présente d'une manière synthétique les différentes étapes et contrôles à effectuer.

L'objectif de cette étude consiste à bien décrire les dégradations (défauts) d'une culasse dans un moteur thermique et de représenter les performances, afin de suivre correctement la méthode de réparation étape par étape.

L'architecture de ce mémoire est présentée par trois chapitres :

- ❖ Le premier chapitre constitue une recherche bibliographique sur les moteurs thermique et leurs configurations.
- ❖ Le deuxième chapitre donne une identification des culasses (description, type et choix du matériau de manufacturing), en plus comment détecté les défauts en suit démontage, réparation et remontage de culasse.
- ❖ Le troisième chapitre est consacré à mon pratique, qui illustre les différents processus de réparation du culasse

Chapitre I :
RECHERCH
BIBLIOGRAPHIQUE

I.1.GERERALITES SUR LES MOUTEURS THERMIQUE :**I.1.1. Définition :**

Les moteurs thermiques ont pour rôle de transformer l'énergie thermique en énergie mécanique, ils sont encore appelés les moteurs à combustion interne et sont généralement distingués en deux types [1].

Les moteurs à combustion interne où le système est renouvelé à chaque cycle, le système est en contact avec une seule source de chaleur (l'atmosphère), c'est le cas des moteurs à essence et diesel. Les moteurs à combustion externe où le système (air) est recyclé, sans renouvellement, ce qui nécessite alors deux sources de chaleur, par exemple dans cette dernière catégorie on trouve les machines à vapeur, le moteur Stirling [1].

I.1.2. Historique du moteur thermique à combustion interne :

Le moteur thermique de combustion interne à pistons est très ancien, au moins dans ses principes, c'est une exception faite de la machine à vapeur, il est difficile de trouver actuellement des réalisations techniques aussi près des idées générales conçues il y a un siècle c'est effet en janvier 1862 que le français Alphonse Beau de Rochas, ingénieur de chemin de fer de Provence, obtient un brevet pour le cycle à quatre temps avec compression préalable, universellement appliqué de nos jours. Quelques années plus tard en 1876, l'Allemand N.A.Otto (Nikolaus otto) réalise le premier moteur thermique fonctionnant selon le cycle de Beau de Rochas [2].

Avec les Français Hugon et Lenoir apparait en 1860 le moteur à deux temps à un seul cylindre fait naissance, mais la première application de la compression préalable au cycle deux temps sera due, en 1879, à « Dugald Clerk », les moteurs à combustion interne qui sont alors fabriqués fonctionnent aux gaz des hauts fourneaux ou à l'essence de pétrole avec allumage par étincelle.

Un autre type de moteur va naitre des travaux R. Adolphe diesel qui essaie tout d'abord, d'appliquer le cycle de Carnot à la réalisation d'un moteur alimenté en poussière de charbon. Celui-ci est injecté dans une atmosphère portée à une température élevée par compression, et il doit s'enflammer spontanément au fur à mesure de son introduction. Les travaux entrepris par l'inventeur, avec la collaboration des ingénieurs de la « société Krupp », aboutiront en 1897 au moteur diesel tel' qu' on le connait aujourd'hui , ainsi apparaissent les moteurs à combustion interne à deux temps et

à quatre temps, à allumage commandé et à allumage par compression, dont les réalisations successives depuis un siècle, aboutiront aux machines perfectionnées que nous connaissons aujourd'hui [2].

I.1.3. Ensemble d'un moteur thermique :

La (figure I.1) présente le schéma d'ensemble d'un moteur thermique.

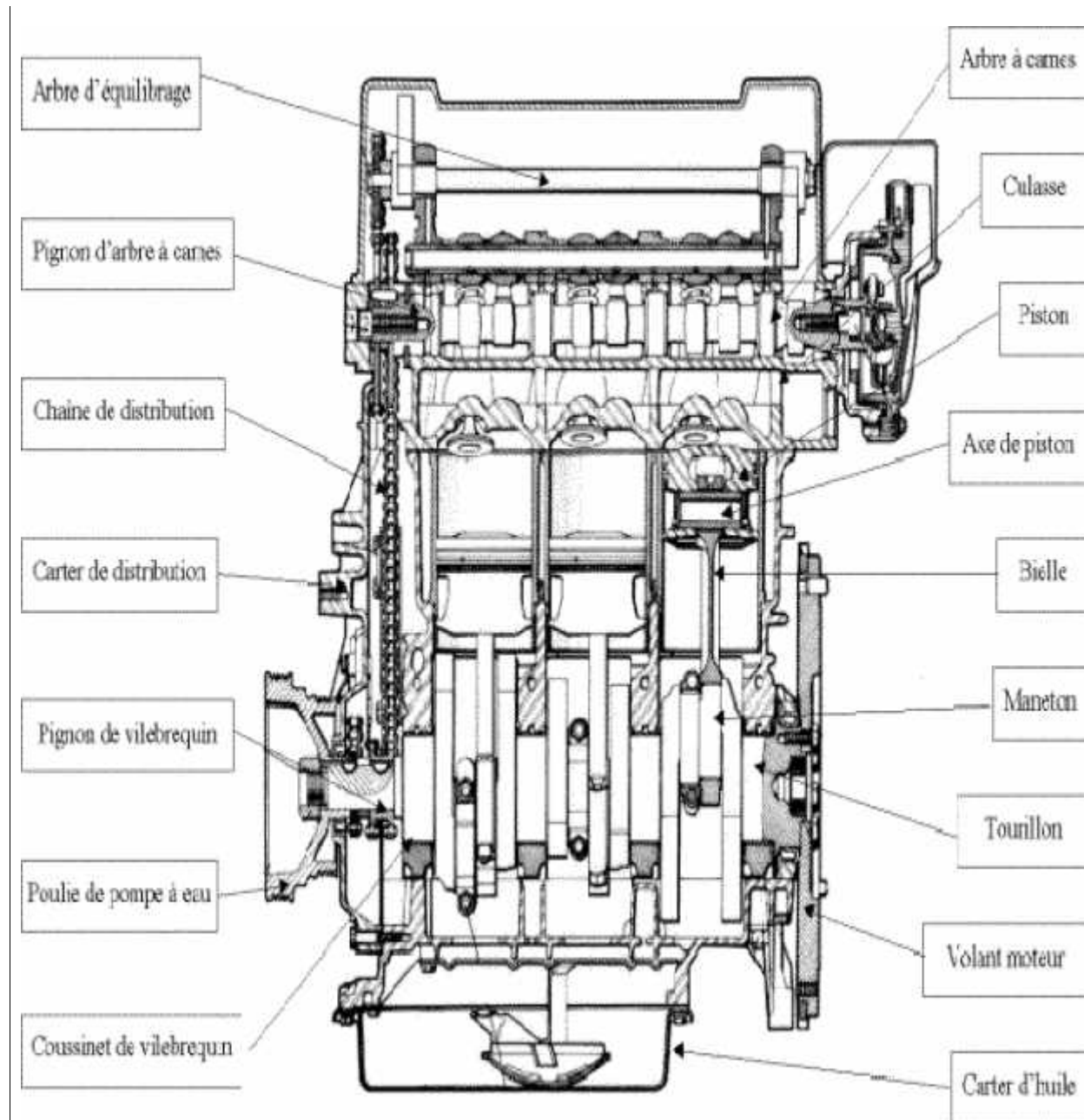


Figure I.1. Schéma d'ensemble d'un moteur thermique [3].

I.1.3.1. Organes fixes : Les parties fixes comprennent essentiellement :

- la culasse.
- le bloc-cylindres.
- les carters.
- les collecteurs d'admission et d'échappement [4].

I.1.3.2. Organes mobiles : Les organes mobiles d'un moteur sont essentiellement.

- les pistons.
- les bielles.
- le vilebrequin.
- le volant moteur.
- les soupapes et leurs commandes (distribution) [4].

I.1.4. Présentation des organes fixes et mobiles d'un moteur thermique :

I.1.4.1. Organes fixes :

a. culasse :

La culasse est une pièce fixe, assemblée sur le bloc-cylindres rigidement pour qu'elle résiste à la fois aux chocs des explosions et à la dilatation des pièces, étanches pour éviter toute fuite des gaz vers l'extérieur et la rentrée d'eau dans les cylindres.

Matière : la culasse est une pièce en métal coulé, ce procédé de fabrication s'explique par sa forme complexe comme c'est le cas pour le bloc-moteur.

Comme matière première, on utilise :

- l'aluminium.
- la fonte.

La qualité de la matière première revêt une grande importance [5].

Mode d'obtention de culasses : l'invention concerne la réalisation de culasses moulées en alliages d'aluminium comportant au moins deux alliages différents, les alliages liquides peuvent comporter des particules solides à la coulée de taille et de forme variées de façon à réaliser des

composites à matrice métallique après solidification.

Ce procédé de moulage de culasses composites comportant plusieurs couches successives (i) constituées d'au moins 2 alliages différents est caractérisé en ce qu'il consiste à couler dans la cavité d'un moule, par un système d'alimentation, chaque couche d'alliage (i-1)(i ~ 2) avec temps d'attente, entre fin de coulée de la couche (i-1) et début de la couche i.



Figure I.2. Culasse [5].

b. bloc-moteur :

Il supporte directement ou non, les parois latérales des cylindres. Le bloc-cylindres formé d'une seule pièce est plus résistant aux efforts produits. Les matériaux de sa construction, soit les fontes spéciales soit les alliages légers à base d'aluminium.

Il est soumis à des efforts complexes, l'assemblage au châssis n'est jamais rigide : on interpose des blocs antivibratoires qui ont la propriété de se déformer [1].

Matière : du fait de sa forme complexe, le bloc-moteur est une pièce coulée généralement réalisée en fonte mais parfois aussi en aluminium.

Le bloc comporte de nombreuses cavités intérieures permettant le passage du liquide de refroidissement, les pistons sont montés directement sur les blocs-moteur en fonte.

Sur les blocs-moteur en aluminium, il faut prévoir une chemise de cylindre résistante à l'usure, on peut aussi obtenir une surface résistante à l'usure en appliquant une couche de nicasil (alliage de nickel et de carbure de silicium) [5].

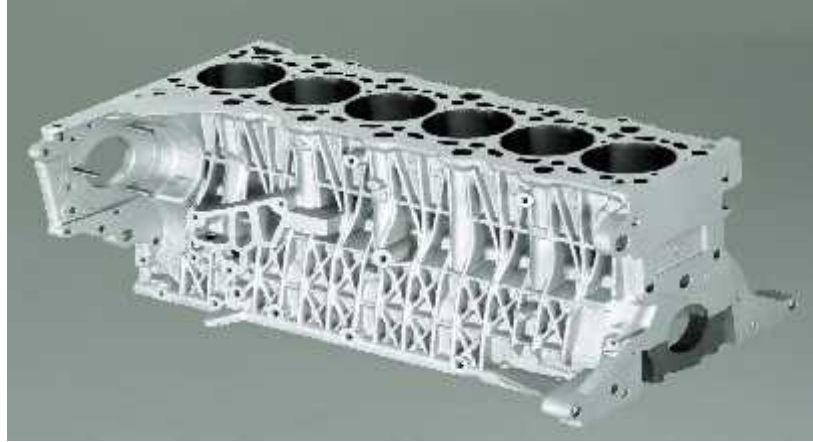


Figure I.3. Bloc-moteur [5].

c. Carter :

En mécanique, un carter est une enveloppe protégeant les organes mécanique, souvent fermée de façon étanche, et contenant le lubrifiant nécessaire à son fonctionnement [1].



Figure I.4. Carter [4].

d. Collecteurs d'admission et d'échappement :

Le collecteur d'admission est un élément de la ligne d'air d'un moteur à explosion multicylindre, Appelé aussi répartiteur.

Il a pour fonction de fournir, à chaque cylindre, la quantité d'air nécessaire à une combustion complète du carburant. [1]

Le rôle du collecteur d'admission est de répartir l'air admis dans le moteur sur la totalité des cylindres pour réaliser une combustion totale du carburant dans chacun d'eux.

Le rôle du collecteur est la sortie des gaz brulés à l'extérieur de chambre de combustion [1].



Figure I.5. Collecteurs d'échappement [5].

I.1.4.2. Organes mobiles :

a. Piston :

Un piston est un élément cylindrique pouvant se déplacer en va-et-vient dans un cylindre, ce mouvement génère un déplacement de gaz ou une variation de pression de ce gaz, qu'on appelle compression, dans les machines où le piston a une forme cylindrique, le piston est relié au vilebrequin par une bielle ou tige de piston. Le piston est entouré de segments de piston assurant une bonne étanchéité entre les deux côtés [5].



Figure I.6. Piston [5].

b. Bielle :

La bielle est l'organe de liaison entre le piston et le vilebrequin. Il s'agit d'une tige forgée qui doit être aussi légère mais en même temps aussi solide que possible [3].

La bielle comporte trois parties :

- Le pied :

- C'est la liaison entre la bielle et le piston.
- Il est percé et alésé en cas d'axe serré dans la bielle.
- Il est percé et alésé avec un bague en bronze en cas d'axe libre dans la bielle; la bague est alors percé pour assurer la lubrification de l'axe

- La tête :

- C'est la liaison avec le vilebrequin (manetons).
- Elle comporte 2 parties :
 - l'une solidaire du cor" la tête ".
 - l'autre rapportée: " le chapeau ", ce dernier est fixé par des boulons à écrous auto-serreurs.

- Le corps :

- Il assure la rigidité de la pièce.
- Il est généralement de section en forme de I, croissant du pied vers la tête [6]

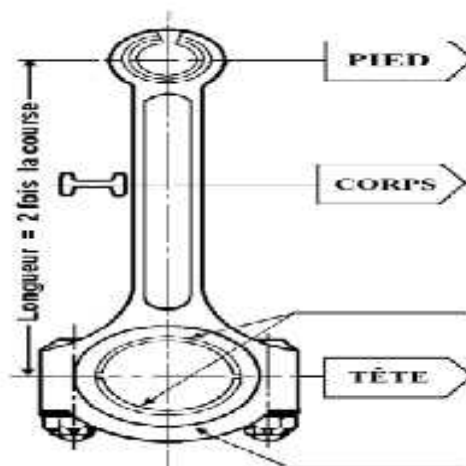


Figure I.7. Bielle [6].

c. Vilebrequin :

Un vilebrequin est un axe excentrique qui convertit un mouvement rectiligne en un mouvement rotatif. Il constitue un élément essentiel des moteurs à essence, moteurs Diesel et autres moteurs à combustion. Il en existe de nombreuses formes et tailles selon le constructeur et le nombre de cylindres [5].

Rôle :

- Il reçoit l'effort transmis par les pistons et les bielles et fournit un mouvement circulaire en sortie du moteur.
- Il entraîne en rotation certains accessoires (ex: pompe à huile, distributeur d'allumage etc...).

Il est fabriqué :

- soit par FORGEAGE (acier mi-dur au chrome).
- soit par CAMBRAGE et MATRIÇAGE d'une barre d'acier.
- soit par MOULAGE, en fonte [6].



Figure I.8. Vilebrequin [5].

d. volant moteur :

Le volant moteur est une masse d'inertie servant à régulariser la rotation du vilebrequin.

Le volant a également d'autres fonctions secondaires.

- il porte la couronne de lancement du démarreur.
- il porte le système d'embrayage et possède une surface d'appui pour le disque.
- il porte parfois le repère de calage d'allumage ou le déclenchement du repère P.M.H [1].

Description :

- Afin d'augmenter le moment d'inertie, on éloigne les masses le plus possible de l'axe,

Disposition qui conduit à un voile mince et une jante massive.

➤ La forme du vilebrequin dépend du nombre de cylindres, sachant que l'on cherche toujours à répartir régulièrement les explosions sur la durée d'un cycle, plus le nombre de cylindre est élevé, meilleure est la régularité cyclique [6].



Figure I.9. Volant moteur [4].

e. Soupapes et l'arbre à cames :

Une soupape est un organe mécanique de la distribution des moteurs thermiques à quatre temps, permettant l'admission des gaz frais et l'évacuation des gaz brûlés. De manière générale, une soupape d'admission sépare le conduit d'admission de la chambre de combustion, et une soupape d'échappement sépare celle-ci du conduit d'échappement .[1]



Figure I.10. Soupapes et l'arbre à came [5].

I.1.5. Fonctionnement d'un moteur :

Un moteur diesel fonctionne différemment d'un moteur à essence. Même si leurs principaux organes sont semblables et s'ils respectent le même cycle à quatre temps. Un moteur diesel et un moteur à explosion présentent des différences sensibles, en particulier dans la façon dont le mélange est enflammé et la manière dont la puissance délivrée est régulée. Dans un moteur à essence, le mélange carburé est enflammé par une étincelle électrique. Dans un moteur diesel, l'allumage est obtenu par une auto inflammation du gazole à la suite de l'échauffement de l'air sous l'effet de la compression. Un rapport volumétrique normal est de l'ordre de 1/ 20 pour un moteur diesel (alors qu'il est de 1/10 pour un moteur à essence). Un tel taux de compression porte la température de l'air dans le cylindre à plus de 450°C. Cette température étant celle de l'auto inflammation du gazole, celui-ci s'enflamme spontanément au contact de l'air sans qu'il y ait besoin d'une étincelle, et par conséquent, sans système d'allumage. Un moteur diesel aspire toujours la même masse d'air à régime égal par un conduit de section constante dans lequel seule s'interpose la soupape d'admission il n'y a donc ni carburateur ni papillon [6].

A la fin de la phase d'admission, la soupape d'admission se ferme, puis le piston, soumis à l'inertie de l'ensemble vilebrequin-volant moteur, remonte vers le haut du cylindre en comprimant l'air dans environ 1/20 de son volume initial, c'est à la fin de cette phase de compression qu'une quantité précisément dosée de carburant est injectée dans la chambre de combustion, en raison de la température élevée de l'air comprimé, ce carburant s'enflamme immédiatement et les gaz chauds, en se dilatant, repoussent le piston avec force, quand le piston remonte dans le cylindre, lors de la phase d'échappement, les gaz brûlés sortent par la soupape d'échappement. A la fin de la phase d'échappement, le cylindre est prêt à admettre une nouvelle charge d'air frais afin que le cycle complet recommence [6].

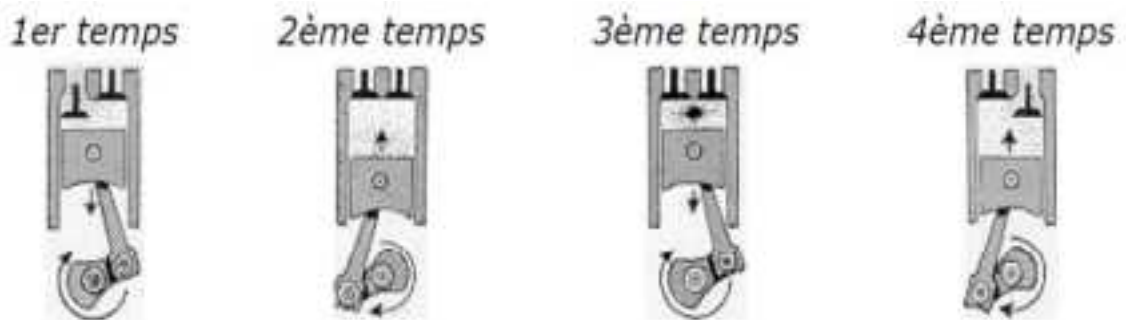


Figure I.11. Principe de fonctionnement d'un moteur [5].

I.2. CONFIGURATIONS DES MOTEURS :**I.2.1. Moteur en ligne :**

Les cylindres sont placés les uns à côté des autres, dans l'industrie automobile, les moteurs de petite cylindrée sont souvent des moteurs avec cylindres en ligne, depuis plus de 30 ans, les moteurs à quatre cylindres en lignes sont devenus la norme dans l'industrie automobile. Ces moteurs sont réputés pour leur douceur de fonctionnement [7].

Il existe des moteurs à 2, 3, 4, 5 et 6 cylindres en ligne. Les moteurs en ligne peuvent être montés dans le sens de la longueur ou de la largeur [5].

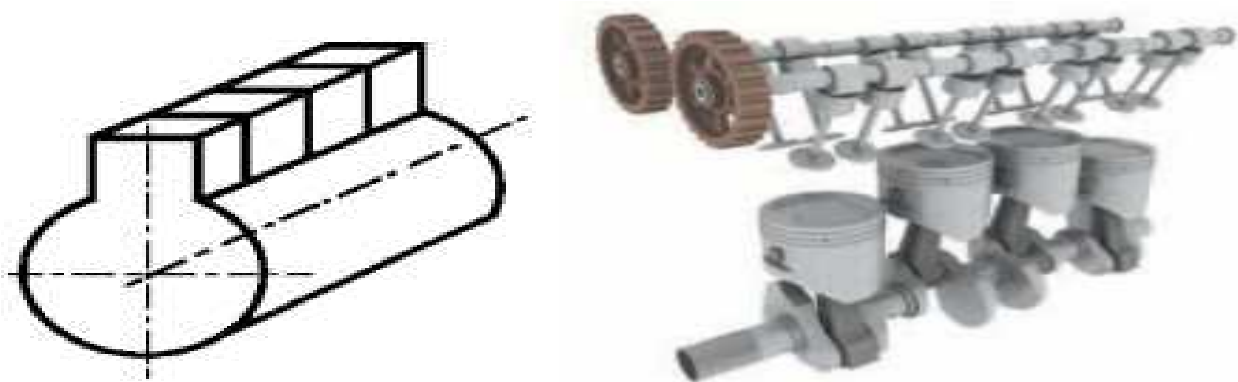


Figure. I.12. Moteur en ligne [5].

Exemple d'utilisation : Les moteurs en ligne utilisant à toutes les marques.

I.2.2. Moteur en V :

Les cylindres sont alignés en deux rangs décalés d'un certain angle (de 15° à 135°), ce type de moteur est plus compact qu'un moteur en ligne, ce moteur est aussi robuste, il est aussi plus large, mais plus petit en hauteur et longueur.

Les moteurs en V peuvent également être montés dans le sens de la longueur ou de la largeur, le nom de moteur en V est dû au fait que les rangées de cylindres peuvent être agencées en forme de V [5].

Un moteur en V peut être plus ou moins droit ou couché, lorsque l'angle est de 90° et qu'un des deux cylindres est à l'horizontale, on parle volontiers de « cylindres en L », sans que le moteur soit vraiment différent d'un moteur en V [5].

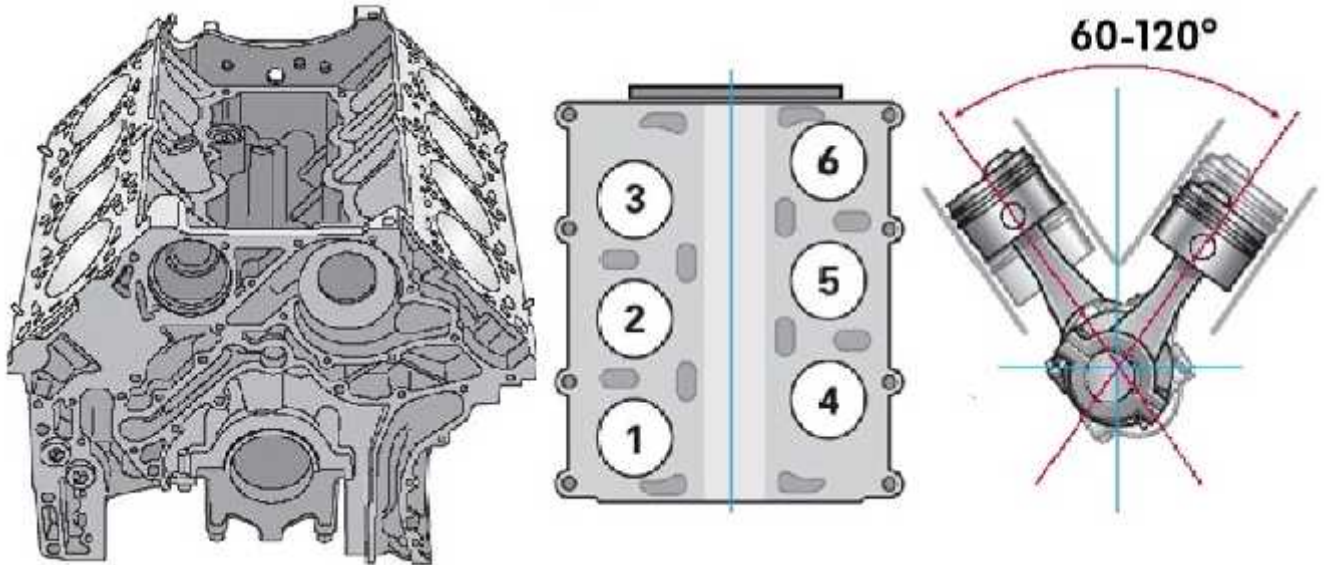


Figure. I.13. Moteur en v [8].

Exemple d'utilisation : en généralement les moteurs en V montés sur des motocyclettes.

- Moteurs Ducati d'angle 90° .
- Moteurs de Moto Guzzi d'angle 90° .
- Moteurs Harley-Davidson et Buell d'angle 45° .

I.2.3. Moteur Boxer ou en « I » :

Les cylindres sont opposés et à l'horizontale (Les cylindres sont face à face), appelés « Boxer », ces moteurs permettent d'abaisser le centre de gravité des voitures. Les pistons se déplaçant dans un même plan horizontal mais dans des directions opposées, les forces d'inertie du premier et du second ordre sont équilibrées. Par contre dans un bicylindre, les couples d'inertie du premier et du second ordre ne sont pas équilibrés en raison du fait que les cylindres opposés ne sont pas dans le même plan

transversal. Dans le cas d'un 4-cylindres, tant les forces que les couples d'inertie du premier ordre sont équilibrés [7].

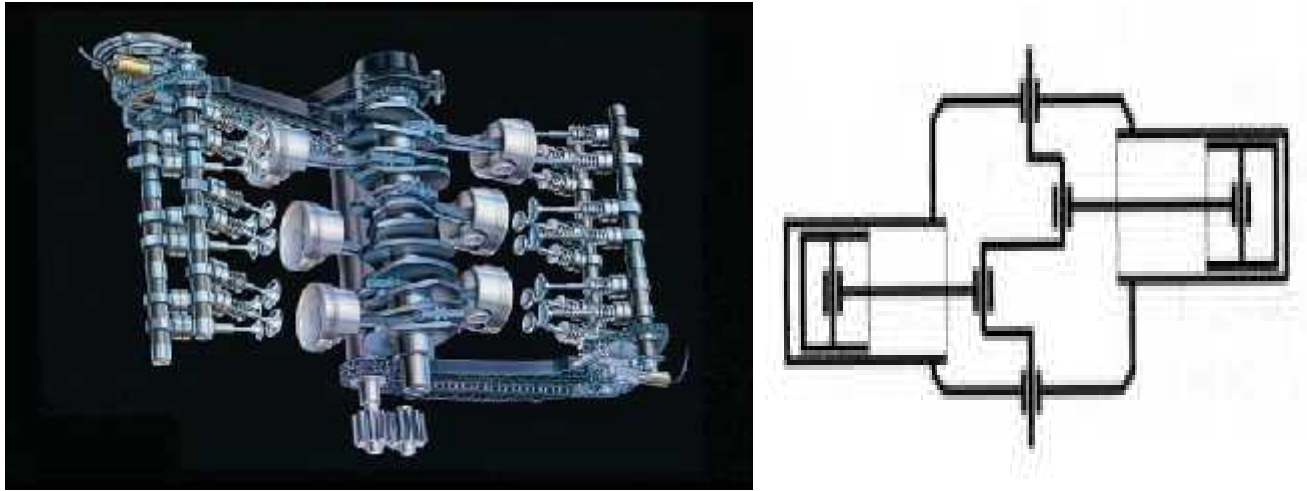


Figure. I.14. Moteur boxer [5].

Exemple d'utilisation :

- Les moteurs Citroën 2 CV pour les deux-cylindres.
- Les moteurs « Coccinelle » et Combi Volkswagen.
- Les moteurs Porsche 911.
- Les moteurs Ferrari et son douze-cylindres à plat de 5 litres.

I.2.4. Moteur en W :

Ils peuvent être :

- À trois cylindres : chaque cylindre est décalé par rapport à l'autre d'un certain angle, par exemple : angle du premier par rapport au deuxième : 15° , angle du troisième par rapport au premier : 30° . Appelé aussi moteur « en éventail » [7].
- En V : les cylindres des deux lignes sont eux-mêmes disposés en quinconce, permettant de diminuer un peu la longueur du bloc [7].

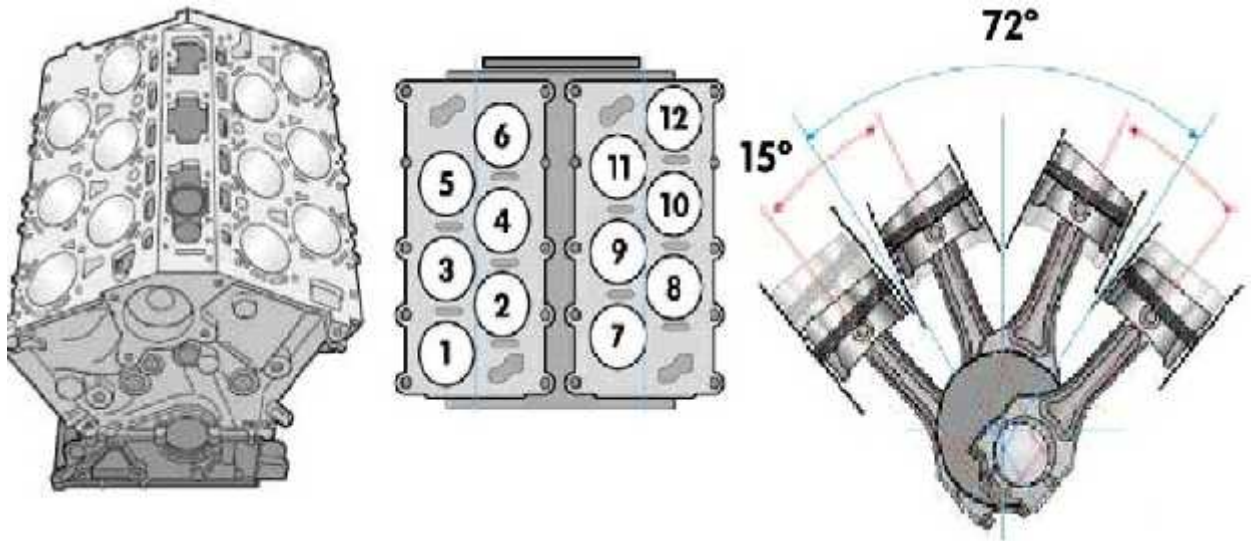


Figure I.15. Moteur en w [8].

Exemple d'utilisation :

- Les moteurs W12 (12 cylindre).
- Les moteurs Bugatti Veyron 16.4 et son W16 (de 16 cylindres).

I.2.5. Moteurs radiaux / en étoile :

Aujourd'hui, ce type de moteur est surtout utilisé dans les avions à hélices, sur les avions, il est très important que le moteur puisse être refroidi directement. Ce moteur fournit une très grande puissance, ce que nécessite justement un avion [5].

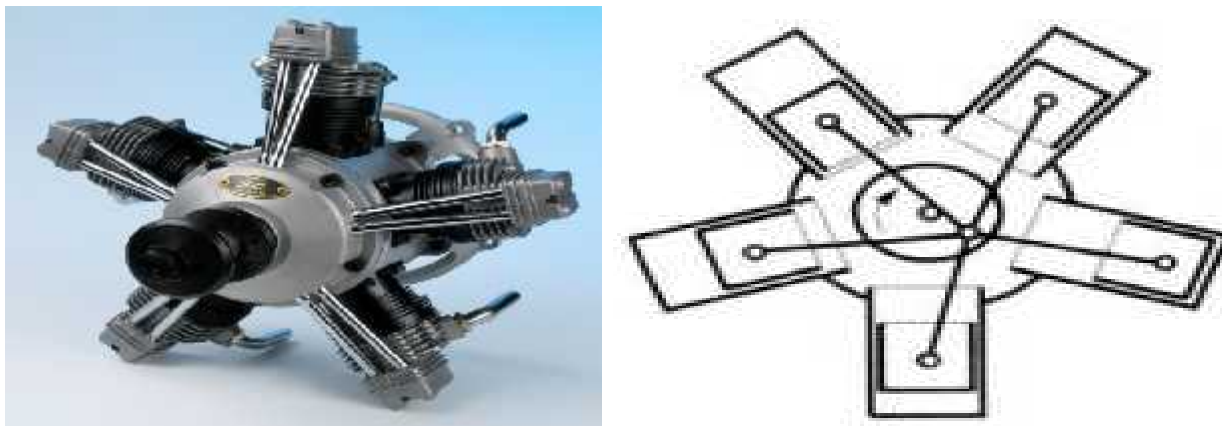


Figure. I.16. Moteur radiaux/ en étoile [6].

I.2.6. Moteur en U :

Le moteur en U est un type de moteur à combustion caractérisé par un agencement des cylindres en forme de U les uns par rapport aux autres et par rapport aux vilebrequins, on obtient ce type de moteur quand on combine et relie entre eux deux moteurs en ligne [5].

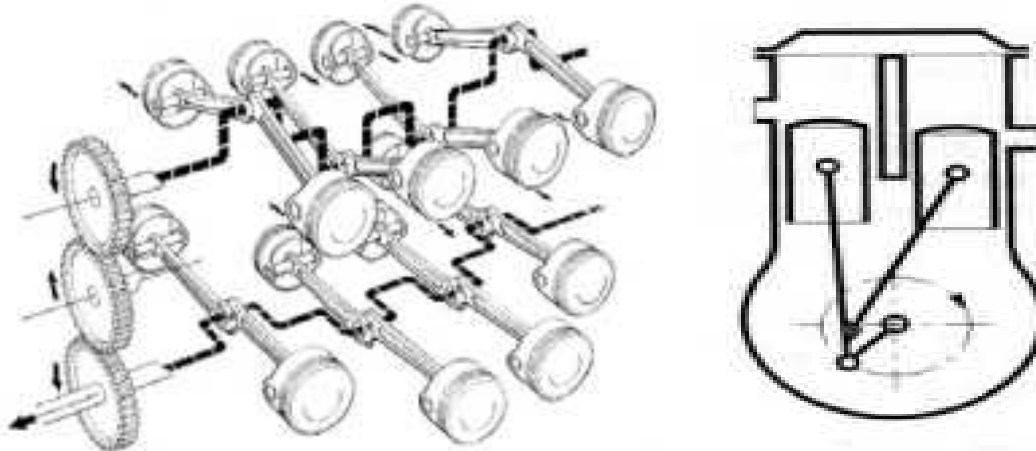


Figure I.17. Moteur en U [5].

Chapitre II :
PRESENTATION DE LA
CULASSE

II.1. IDENTIFICATION DU CULASSES :**II.1.1. Etude préalable :**

On base notre étude sur les trois objectifs principaux suivants : un bon rendement, un très bas niveau de pollution, et un très faible prix de revient. ces trois objectifs ne sont pas toujours compatibles.

La forme et l'inclinaison des conduits d'admission et d'échappement sont étudiées de façon à créer la plus grande turbulence possible dans la chambre de combustion sans toutefois diminuer la vitesse d'introduction des gaz, donc le taux de remplissage. Il faut veiller plus particulièrement à ce que la section transversale des conduits conserve dans toute sa longueur un diamètre constant ou par défaut, une conicité négligeable. Les dimensions et la forme de la chambre de combustion dépendent du rapport course-alésage [7].

La surface de la soupape d'échappement doit généralement être égale à environ 60 à 80 % de celle de la soupape d'admission. Étant donné que presque tout l'espace disponible de la chambre d'explosion est utilisé pour loger les soupapes dans les meilleures conditions, il ne reste qu'une marge très réduite pour la bougie, qui doit être placée surtout en tenant compte de son accessibilité pour le démontage.

La forme de la chambre est conditionnée par les exigences de l'usinage et la nécessité de réaliser une économie dans sa fabrication. Un soin particulier doit être apporté à l'étude des canalisations de refroidissement pour simplifier l'usinage des chemisages intérieurs, ainsi que pour obtenir un échange thermique efficace et pour éviter la formation de points chauds dans la culasse [7].

Les mêmes considérations sont valables pour l'étude des conduits de graissage des culbuteurs et des paliers de l'arbre à cames en tête. Ceci à la suite de l'introduction de l'essence sans plomb.

Le retour de l'huile dans le carter s'effectue le long des goujons de fixation de la culasse, ou encore à travers des canalisations de réception spéciales [7].

II.1.2. Description :

Il s'agit d'une pièce complexe, en fonte ou en alliage d'aluminium généralement obtenue par fonderie qui comporte le plus souvent, sur un moteur à quatre temps :

- Les conduits d'admission.
- Les conduits d'échappement.
- des chambres d'eau pour les moteurs à refroidissement liquide ou de larges ailettes pour les moteurs à refroidissement à air [7].

D'autre part, suivant les types de moteurs, et les technologies retenues, elle est le support des dispositifs suivants [7]:

- les soupapes et leur système de commande (distribution) et le sous-système de graissage associé.
- les dispositifs d'injection et/ou d'allumage.
- les dispositifs d'assemblage culasse/bloc-cylindres.

Sur un moteur de deux temps et tous autres moteurs sans soupapes, la culasse est généralement une pièce très simple, n'étant percée que d'un trou pour la bougie.

La culasse ferme le haut des cylindres pour constituer ainsi les chambres de combustion.

Généralement, elle est assemblée au bloc-cylindres au moyen de vis ou de goujons. Entre la culasse et le bloc-cylindres est placé le joint de culasse. Sur les moteurs équipés de cylindres borgnes, la culasse est fixée à demeure au cylindre (moteurs à pistons d'avions légers), ou même est coulée d'une pièce avec les cylindres (ex: moteurs Bugatti) [7].

Sur les moteurs automobiles modernes, une seule culasse par rangée de cylindres constitue la partie supérieure du moteur, en revanche, sur les moteurs d'avions refroidis par air et sur les gros Diesel de poids lourds, stationnaires et marins, pour autant que la distribution soit située latéralement dans le bloc-cylindres et non sur la culasse, chaque cylindre a sa propre culasse (c'est aussi le cas de la 2CV Citroën) moins sensible à la déformation du plan de joint et facilitant la maintenance [7].

Les culasses sont soumises à de fortes contraintes mécaniques, chimiques et thermiques, elles sont soigneusement refroidies par de larges chambres d'eau (ou des ailettes si le moteur est refroidi à air) qui entourent les chambres de combustion et les conduits d'échappement, des passages dans le plan de joint relient ces chambres d'eau avec celles du bloc-cylindres et le

circuit général de refroidissement du moteur. L'huile parvient sous pression à la distribution par des canalisations de lubrification qui traversent souvent le plan de joint [7].

Culasse

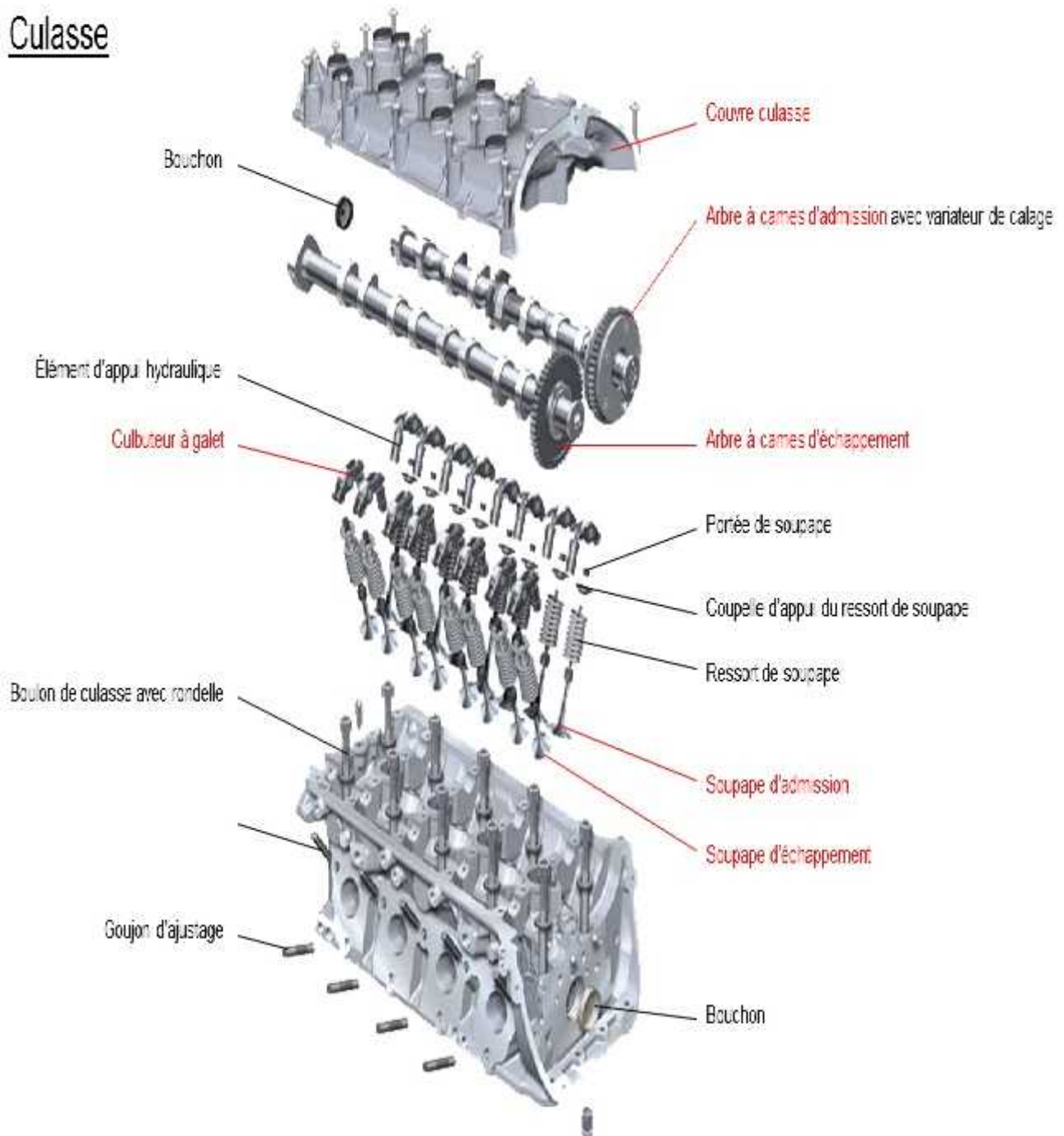


Figure II.1. Schéma d'ensemble du culasse [5].

II.1.3. Fonction du culasse au niveau du système :**II.1.3.1. Fonctions principales :****II.1.3.1.1. La culasse, avec ses conduits d'admission et d'échappement et son système de commande de soupapes constitue le « coeur du moteur », elle intègre :**

- tout ou partie de la chambre de combustion (diesel, préchambre dans la culasse, culasse essence, partagée entre culasse et piston),
- les conduits d'admission, avec aéra associée, et conduits d'échappement, avec thermique associée
- Les systèmes d'injection, sauf quand le mélange est préparé en amont (carburateur, injection mono point) [9].

II.1.3.1.2 Alimentation en air :

- La culasse assure le remplissage en air des cylindres de façon homogène, en quantité voulue (perméabilité) et avec le niveau de turbulence souhaité [9].

II.1.3.1.3. Chambre de combustion :

- La culasse participe à la définition de la forme de la chambre de combustion.

II.1.3.1.4. Echappement :

- Echappement des gaz brûlés.

II.1.3.1.5. Distribution :

- Intégration du dispositif de commande des soupapes (fixation arbre à came, appuis ressorts, logement butées...) [9].

II.1.3.2.Fonctions secondaires :**I.3.2.1. Refroidissement :**

- Refroidissement des zones chaudes ou sensibles (chambre de combustion, pontets inter soupapes, conduits d'échappement...) par une circulation appropriée du liquide de refroidissement et un choix optimal des matières (alliage léger) [9].

II.1.3.2.2. Lubrification :

- Assure la lubrification des organes mobiles contenus (arbre à cames, palier, pompe à vide ou la mise en pression des éléments de rattrapage de jeu hydrauliques) [9].

II.1.3.2.3. Circulation des fluides :

- les communications avec le bas moteur.
- Intègre d'autres circulations, par exemple recirculation des gaz d'échappement ou injection d'air à l'échappement Support [9].

II.1.3.2.4. supporter ou recevoir d'autres composants ou accessoires :

- Pompe d'injection.
- Pompe d'injection d'air.
- Pompe à vide.
- Pompe DA.
- Arbres d'équilibrage.
- Bougies.
- Déshuileur.
- Cache-style, cache acoustique [9].

II.1.3.3.Fonctions de contrainte :

- Masse.
- Acoustique.
- Encombrement.
- Fiabilité.
- Standardisation, pérennité des moyens industriels [9].

II.1.4. Différentes types de culasse :**II.1.4.1. culasse à soupapes latérales :**

La culasse ne comporte qu'un système de refroidissement et le système d'allumage ou d'injection, les soupapes et l'(es) arbre(s) à cames sont dans le bloc moteur. Ce type de moteur est très ancien et n'est plus utilisé [7].

Exemple : moteur de Renault Juvaquatre.

Avantages

- Simplicité.
- Robustesse.

Inconvénients

- Du fait de la position des soupapes le rendement du moteur est faible.
- Entretien difficile (réglage du jeu des soupapes).

Utilisation

- Ce type de culasse/moteur se contente d'une lubrification sommaire. C'est pourquoi on le trouve toujours sur des moteurs "simples" : tondeuse, diesel marin. Ce type de moteur n'est plus utilisé dans l'automobile depuis les années 1950. [7].

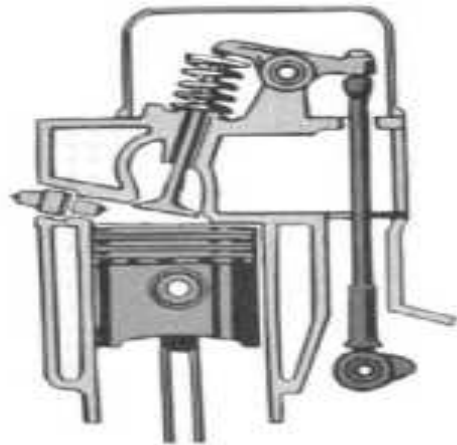


Figure II.2. culasse à soupapes latérales [5].

II.1.4.2.Culasse à arbre à cames latéral et soupapes en tête :

Les soupapes sont dans la culasse, l'arbre à cames est dans le bloc moteur. L'arbre à cames pousse sur des tiges de culbuteurs, qui poussent sur les culbuteurs, ces derniers actionnent les soupapes en basculant sur leurs axes [7].

Exemple: moteur de Renault 4.

Avantages

- Robustesse .
- Réglage et démontage aisé .
- Démontage de la culasse facile.
- Graissage facile de l'arbre à cames.
- Pièces peu couteuses.

Inconvénients

- Du fait du nombre de pièces, de la masse en mouvement importante et du nombre de liaisons impliquées, ce type de moteur supporte mal les hauts régimes (affolement de soupapes).

Utilisation

- Ce type de moteur/culasse a été largement utilisé dans le secteur des véhicules particuliers des années 1950 à la fin du siècle (ex : Renault Twingo, V8 américains et Rolls-Royce-Bentley). En voie de disparition, sauf quelques exceptions (revival muscle cars avec l'Hemi Chrysler et V10 Viper et les LS GM).
- Toujours utilisé dans le secteur poids lourd et maritime.
- Toujours utilisé sur certains modèles de motocyclettes (Moto Guzzi, Harley Davidson, etc...) [7].

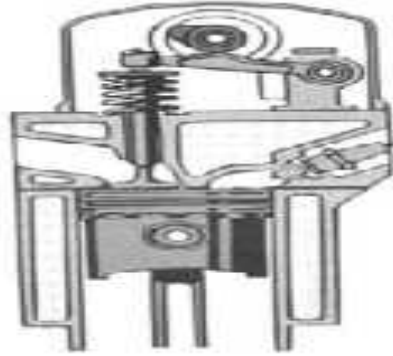


Figure II.3. Culasse à arbre à cames latéral et soupapes en tête [5].

II.1.4.3. Culasse à arbre à cames en tête culbuté

Les soupapes sont dans la culasse, l'arbre à cames aussi, les soupapes sont actionnées par des culbuteurs [7].

Avantages

- Rendement encore supérieur, la chambre de combustion pouvant être hémisphérique.
- Simplicité.
- Permet de plus haut régimes.

Inconvénients

- lubrification plus difficile.
- Les culbuteurs limitent tout de même le régime maximum.

Utilisation

- Très courante depuis les années 1970 dans l'automobile. Les progrès de la lubrification des moteurs ont permis d'utiliser cette architecture de culasse dans les véhicules grand public (ex : Peugeot 304, plus récemment Peugeot 106 ou Citroën AX, équipées du moteur TU) [7].

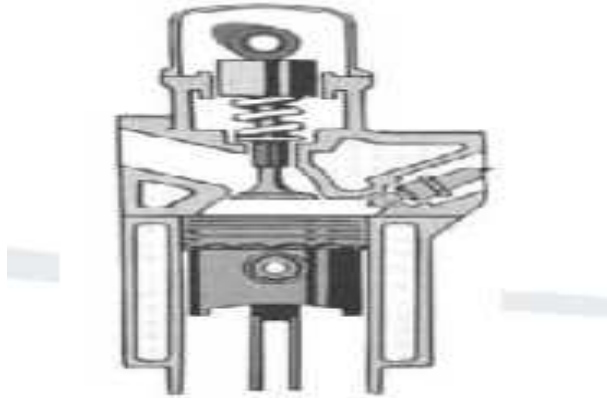


Figure II.4. Culasse à arbre à cames en tête culbuté [5].

II.1.4.4. Culasse à simple arbre à cames en tête à attaque directe :

Les soupapes sont dans la culasse, toutes alignées (admission et échappement) juste en dessous de l'arbre à cames. Celui-ci les commande via de simples poussoirs munis de systèmes de réglage de jeux (rattrapage hydraulique, cale, vis ou autre) [7].

Avantages

- simplicité, robustesse.
- permet les plus hauts régimes (faible inertie).

Inconvénients

- entretien / réglage difficile (sauf réglage automatique).
- implique que les soupapes soient alignées dans la chambre de combustion, rendement diminué (sauf culasse à charge stratifiée).
- lubrification difficile.
- Bougie décentrée, combustion moins performante.

Utilisation

- Très courante à l'heure actuelle, mais semble aller en diminuant (dans l'automobile) , ex: Opel Corsa [7].

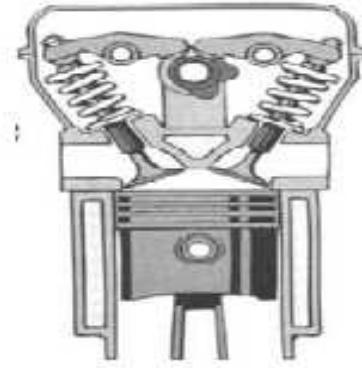


Figure II.5. Culasse à simple arbre à cames en tête à attaque directe [5].

II.1.4.5. Culasse à double arbre à cames en tête :

Les soupapes sont dans la culasse, les admissions d'un côté, les échappements de l'autre. Au-dessus de chaque rangée de soupapes, 1 arbre à cames qui commande directement les soupapes via un poussoir ou un minuscule culbuteur [7].

Avantages

- simplicité de la commande des soupapes.
- permet de très hauts régimes (attaque directe des soupapes).
- permet un haut rendement (chambre de combustion hémisphérique).
- bougie dans l'axe du piston.

Inconvénients

- cher à fabriquer (pièces plus nombreuses).
- complexité de la cinématique de distribution.
- réglage difficile du jeu des soupapes (sauf en cas de réglage automatique ou de petit culbuteur).
- Encombrement.
- lubrification difficile.

Utilisation

- Les culasses à double arbre à cames en têtes existent depuis très longtemps (Peugeot en 1912). Mais, du fait des problèmes de coûts de fabrication et de maintenance qu'elles posaient, elles ont été très longtemps réservées à la compétition et aux voitures de sport ou de luxe. Cette architecture est la plus adaptée à l'utilisation de quatre soupapes par cylindre. Les avantages qui en découlent (meilleur remplissage à haut régime, rendement, dépollution) font que l'on utilise ce type de moteur de plus en plus souvent, quelle que soit l'utilisation [7].



Figure II.6. Culasse à double arbre à cames en tête [5].

II.1.5. Rôle de culasse :

Elle assure la fermeture des cylindres dans leur partie supérieure, et contient la chambre de combustion [6].

- Elle permet la circulation des gaz: conduits ou chapelles.
- Elle reçoit tout ou partie de la distribution.
- Elle reçoit la bougie d'allumage.
- Elle doit évacuer une quantité importante de chaleur (combustion = 2000°C).

II.1.6. Choix des matériaux de culasse :**II.1.6.1. Les critères de choix des matériaux :****Aspects généraux :**

Il y a plusieurs facteurs qui donne a l'ingénieur le choix des matériaux pour la conception d'une pièce ou d'un ensemble de composants réalisant une fonction donnée .en effet, les critères techniques qui sont en générale maitrises ,ces critères peuvent être brièvement décrits comme suit :

Les critères techniques intrinsèques sont reliés à des propriétés mécaniques (résistance, rigidité, usure, etc.) Ou à des propriétés spécifiques (résistance à la corrosion, au vieillissement, conductibilité thermique ou électrique, etc.), ces grandeurs sont les mieux connues car quantifiables et comparables : on peut les trouver dans des catalogues ou banques de données établis par les fournisseurs de matériaux.

Les critères techniques industriels sont ceux qui correspondent à la mise en oeuvre et à la transformation des matériaux par usinage, emboutissage, fonderie, injection, assemblage par soudage ou collage, traitement thermique en volume ou superficiel... Ces critères sont très importants parce que ces procédés de mise en oeuvre influencent les propriétés finales de la pièce ; on ne peut pas considérer un matériau indépendamment de ses procédés de transformation.

Les critères économiques concernent, d'une part, le prix du matériaux lui-même lié à sa disponibilité, à l'évolution du marché et à son caractère spéculatif; une analyse à la fois statique et dynamique de l'évolution des prix de la matière première est donc nécessaire. Ils englobent, d'autre part, le prix de la mise en oeuvre lié à des investissements et des coûts de production. Les critères sociaux sont des critères liés à des problèmes de société qui vont conditionner les orientations de la clientèle : économies d'énergie, amélioration de la sécurité, respect de l'environnement. Ces critères, pas toujours faciles à anticiper, prennent une importance de plus en plus grande [10].

Aspects spécifiques :

L'automobile est un produit de grande diffusion donc fabriqué en grande série et à un coût relativement bas (70 F/kg à comparer à 4 500 F/kg pour l'aéronautique). Sa grande diffusion en fait un objet très sensible aux critères sociaux et la fabrication en grande série demande des investissements très lourds. On a là deux facteurs antagonistes : une rapidité de changement devant répondre aux critères sociaux et une inertie importante liée aux investissements déjà présents, ou à faire. Une autre caractéristique est liée à la logique de l'étude d'un nouveau modèle, qui s'étend sur plusieurs années. Les rendez-vous de choix des matériaux pour les différentes pièces constitutives du véhicule inscrit dans la gamme doivent correspondre à des solutions existantes, et sont donc moins favorables aux matériaux nouveaux.

Un troisième facteur est ce que l'on peut appeler la structure décisionnelle, reliée au lieu de fabrication. En effet, une fabrication interne ou externe à l'entreprise peut entraîner des choix différents de matériaux en fonction du lieu de maîtrise des technologies [10].

II.1.6.2. Analyse de la culasse :**II.1.6.2.1. Fonctions de la culasse :**

Fonctions de la culasse : admission de l'air et du carburant, rejet des gaz de combustion : c'est une pièce dans laquelle circulent de nombreux fluides.

Propriétés attendues d'une culasse : résistance mécanique (pression d'explosion, frettage des sièges de soupape, montage..), résistance thermique et bonne conduction de la chaleur (pour un refroidissement facile par eau), résistance à la corrosion par les différents fluides, on attend aussi une certaine ductilité, une certaine ténacité, et surtout un coût et une masse les plus bas possibles.

La réalisation d'une pièce aussi complexe par usinage aurait un coût très élevé. On la réalise donc par moulage, c'est-à-dire par fonderie (solidification dans un moule aux cotes de la pièce quasiment finie). Un usinage de certaines surfaces est ensuite réalisé, notamment pour une bonne jonction avec les autres pièces [11].

II.1.6.2.2. Choix du matériau constitutif de la culasse :

Les matériaux bons conducteurs de la chaleur, et possédant une certaine ductilité et ténacité, tout en supportant des températures élevées sont les alliages métalliques.

Parmi les métaux, l'aluminium est un très bon conducteur de la chaleur (nettement moins cher et moins dense que le cuivre !), sa faible densité et son aptitude à être mis en forme par fonderie sont également de bons atouts.

Il possède en revanche un coefficient de dilatation thermique élevé, qui peut poser des problèmes lors de la solidification comme on le verra par la suite.

La température de fusion de l'aluminium pur est de $T_f = 660^\circ\text{C}$. Celle d'un alliage est généralement inférieure (on évite ici les phases intermétalliques, à point de fusion élevé, mais très fragiles !), la température relative T/T_f (en K) est de l'ordre de 0,53 en face feu, ce qui est élevé. Les phénomènes physico-chimiques liés à la diffusion (évolution des phases, fluage) peuvent donc être activés au cours de la vie de la culasse, si on dimensionne un moteur à 300000 km parcourus en moyenne à 75 km/h, cela fait une durée de vie d'environ 4000h à plein régime, ce qui représente un temps « long » à haute température.

On verra effectivement dans la suite de cette étude que l'état métallurgique, et par là même, les propriétés mécaniques, évoluent notablement au cours de la vie de la pièce [11].

II.1.6.2.3. Zone critique et modes possibles de défaillance de la culasse :

Lors du premier chauffage, le pontet est plus chaud que le reste de la pièce, il a donc tendance à se dilater davantage. Contraint par le reste de la pièce, il est donc en compression à chaud, d'après ce qui précède, la déformation n'est sans doute pas exclusivement élastique : une partie irréversible peut se produire, par effet de viscosité (fluage) par exemple.

Lors du refroidissement, le phénomène inverse se produit : le pontet a tendance à se contracter davantage que le reste de la pièce. Il est donc en traction à la fin du refroidissement.

Le chargement mécanique se caractérise donc par des cycles passant par de la compression à chaud et de la traction à froid : c'est de la fatigue (solicitation cyclique), ici

appelée « fatigue thermique » car elle est due au chargement thermique de la pièce et à la géométrie de celle-ci [11].

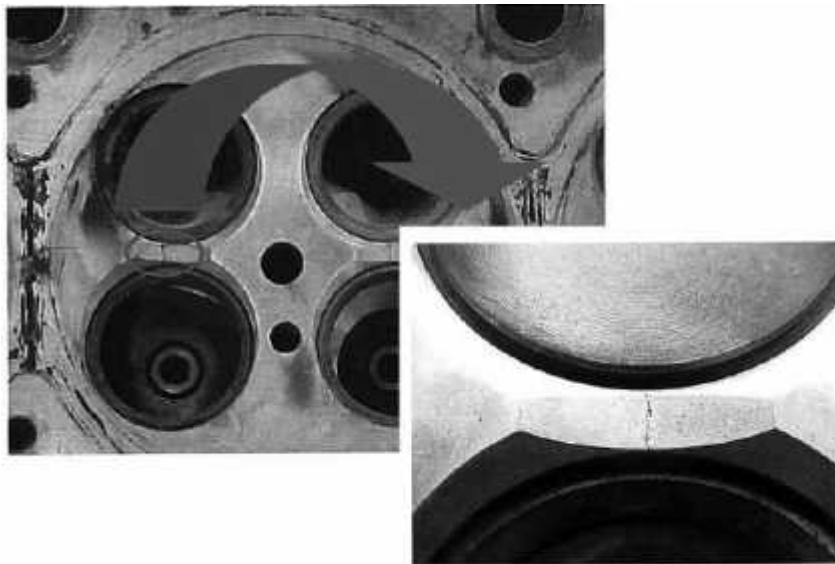


Figure II.7. Un pontet inter soupapes fissuré [12].

II.1.6.3. Structure de solidification et propriétés mécanique associées :

II.1.6.3. 1. Composition chimique :

Pour éviter les défauts de solidification, la meilleure solution est d'avoir l'intervalle de solidification le plus faible possible. La meilleure composition chimique, de ce point de vue, est la composition eutectique à 12,2% en masse de silicium. De fait, le silicium est connu pour améliorer la « coulabilité » des alliages d'aluminium de fonderie. Les phases (Al) et (Si) étant pratiquement pures à l'équilibre à basse température, elles sont présentes dans les mêmes proportions (12,2% de (Si) et le reste (Al)).

L'alliage AS7G a un taux de silicium inférieur à la composition eutectique, la première phase à se solidifier est (Al) et on traverse un domaine (L + (Al)). Chacune des deux phases s'enrichit en Si, jusqu'à ce que le liquide atteigne la composition eutectique. Le liquide résiduel se transforme alors en (Al) + (Si). Dans le même temps, la phase (Al) tend à rejeter du silicium qui y précipite. Comme pour l'eutectique à 12,2% de Si, on trouve après refroidissement les phases (Al) et (Si) presque pures (aux autres éléments d'alliage près), avec environ 7% en masse de (Si) [11].

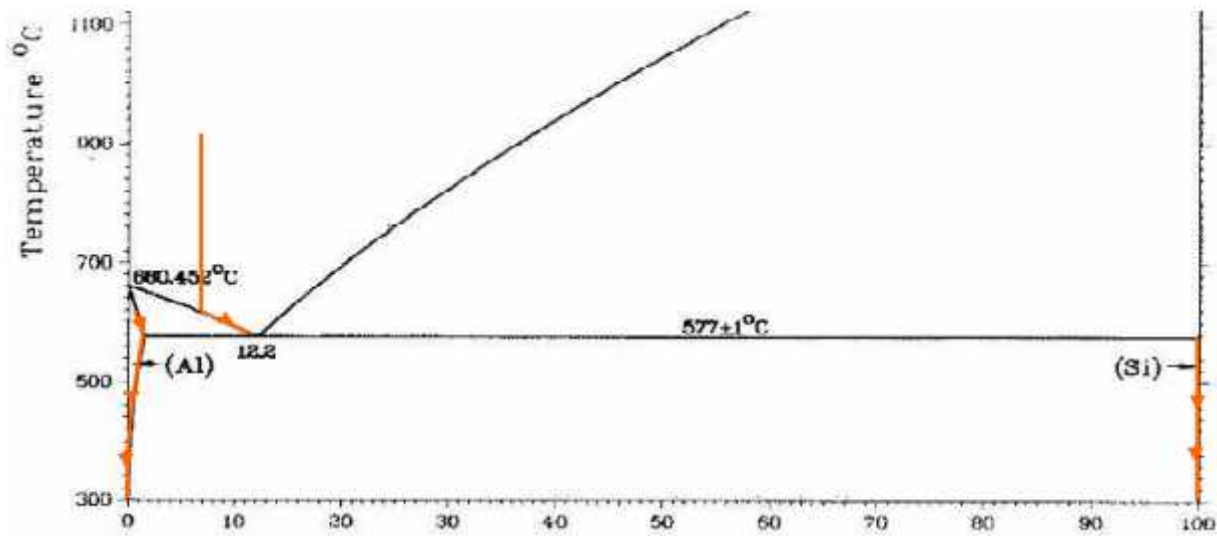


Figure II.8. Diagramme d'équilibre binaire Al-Si annoté (d'après Massalski) [11].

Sur la (figure II.8), la phase majoritaire (Al) est en clair, tandis que la phase (Si), minoritaire, est en sombre (presque noir). On distingue les dendrites (Al) dites « primaires » (repère A) ainsi que l'eutectique (nodules de (Si) dans une matrice (Al) (repère B).

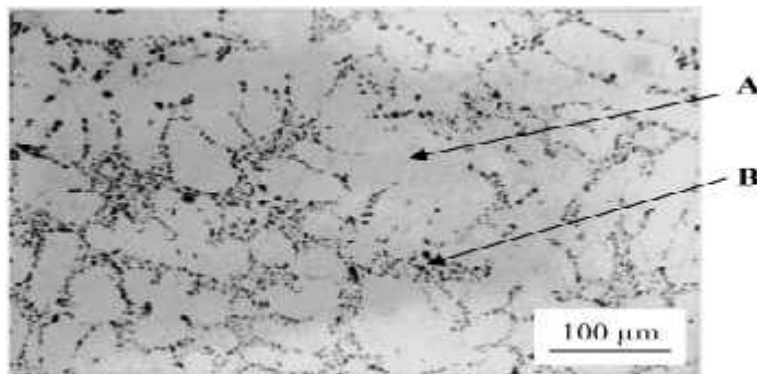


Figure II.9. Microstructure de solidification de l'alliage AS7G. A désigne une dendrite (Al), B l'eutectique [12].

Tableau II.1. Composition chimique (en masse) de l'alliage AS7G de l'étude [11].

Elément	Al	Si	Cu	Mg	Fe	Mn	Zn	Ti	Ca	Sr
%	base	7,1	0,001	0,32	0,06	0,002	0,001	0,13	0,0001	0,01

Le silicium n'est pas un élément métallique : comme le carbone, il forme des liaisons covalentes. Sa structure cristallographique est d'ailleurs cubique diamant. C'est un matériau très dur et très fragile. Il n'est donc pas souhaitable d'avoir des phases (Si) trop allongées ou pointues : ce sont des amorces potentielles de fissures.

L'aluminium est un métal mou et ductile. Une fois renforcé par précipitation il présente une bonne résistance mécanique.

Au vu de ce qui précède, un eutectique globulaire est nettement préférable à un eutectique lamellaire. C'est bien ce qu'on observe sur la figure 4, en accord avec le tableau 1 qui mentionne 0,01% de strontium en masse dans la composition chimique de l'alliage. Cette faible teneur est suffisante pour obtenir un eutectique globulaire.

Pour calculer les proportions relatives de dendrites et d'eutectique, on applique la règle du levier à la température de l'eutectique. La composition moyenne est de 7,1% de Si en masse, celle de l'eutectique est de 12,2% et celle des dendrites (toujours à l'équilibre) est de 2% en masse. On s'attend donc à une fraction donnée par : $\frac{7.1-2}{12.2-2} = 50\%$, d'eutectique en masse (un calcul plus précis donnerait 49%).

L'écart entre la valeur expérimentale et la valeur calculée peut être attribué à plusieurs facteurs : la solidification se fait en fait hors équilibre, ce qui pourrait repousser l'eutectique à beaucoup plus basse température, l'alliage contient d'autres éléments qui peuvent légèrement modifier l'équilibre thermodynamique par rapport au diagramme binaire. De plus l'eutectique est difficile à différencier des dendrites sur les images et l'incertitude de mesure est sans doute non négligeable [11].

II.1.6.3. 2. Structure et défauts attendus :

On s'attend à deux types de défauts : des retassures dues au retrait lors de la solidification et des ségrégations chimiques entre les dendrites et l'eutectique (dernier liquide solidifié). On évite les grosses retassures par des masselottes (réserves de liquide judicieusement placées). Les micro retassures (à l'échelle des dendrites) sont très difficiles à éviter. La ségrégation sera en partie effacée par les traitements thermiques ultérieurs, qui laisseront le temps à la diffusion chimique

d'homogénéiser la composition. La contraction volumique à la solidification est partiellement réduite par (Si) qui a tendance à se dilater. De fait, le retrait volumique est inférieur à 2% dans ce cas, tandis qu'il est supérieur à 5% en l'absence de Si. Ceci améliore grandement la coulabilité de l'alliage.

Pour limiter la fissuration, une solution est d'avoir une structure suffisamment fine et homogène sur la face feu. Il convient donc de remplir le moule en commençant par la face feu.

Les micro retassures sont difficiles à éviter et constituent des amorces potentielles de fissures, d'autant plus que la phase (Si), fragile, est en particulier située près des retassures (dans l'eutectique). L'amorçage des fissures est donc potentiellement aisé et ne constitue pas l'étape l'imitant de la ruine de la culasse. On essaiera, dans cette étude, de la retarder [11].

II.2.DETECTION DES DEFEUX :

II.2.1. Recherche des pannes :

En général, les problèmes qui se situent dans le haut du moteur affectent ses performances, ces défauts peuvent être identifiés à la suite d'un essai de compression ou en recherchant l'origine de bruits à ce niveau en utilisant un stéthoscope ou une sonde acoustique .

II.2.1.1. Compression insuffisante, démarrage difficile ou compression inégale [13] :

Soupapes :

- Jeu incorrect des soupapes.
- Brûlure ou torsion de soupape.
- Calage incorrect de soupape.
- Rupture de ressort de soupape.
- Irrégulière de soupape.

Culasse :

- Fuite ou endommagement du joint de culasse.
- Déformation ou fissuration de la culasse.
- Desserrement de bougie.

II.2.1.2. Fumées excessives [13]:

- Usure de tige ou de guide de soupape.
- Endommagement de joint de tige.

II.2.1.3. Bruit excessive [13]:

- Tendeur de soupape hydraulique.
 - Présence d'air dans le tendeur de soupape hydraulique ou mauvaise installation.
 - Tendeur usé ou collant.
 - Orifices de lubrification de culasse ou passage de l'huile bouchés.
 - Bouchon de butée de tendeur desserré.
 - Utilisation de cale incorrecte.
- Tige de soupape usée.
- Ressort de soupape cassé ou soupape collante.
- Culbuteur, lobe de culbuteur ou axe endommagés.
- Courroie de distribution relâchée ou endommagée.
- Poulies d'entraînement ou tendeurs de courroie relâchés ou Poulie ou clavette d'attaque relâchée endommagés.
- Arbre à cames usé ou endommagé.
- Joint de culasse endommagé.
- Bougie d'allumage desserrée.

II.2.1.4. Ralenti irrégulier [13] :

- Compression insuffisante du cylindre.
- Fuite d'air d'admission.

II.2.1.5. Fumée blanche excessive [13] :

- Guide de soupape ou tige de soupapes usées.
- Joint de tige de soupape endommagé.

II.2.2. Démontage de la culasse:

La rupture du joint de culasse est une panne relativement fréquente sur les moteurs assez âgés. Pratiquement, elle se signale habituellement par [14] :

- une perte de puissance.
- une consommation d'eau avec formation de bulles venant crever la surface de l'eau dans l'échangeur, dans le cas d'un refroidissement indirect.
- une émulsion d'huile et d'eau dans le carter, l'huile a alors la consistance de la mayonnaise.
- une surchauffe du moteur.

Les opération des dépose ne présentent pas de difficultés particulières, une seul précaution :la dépose de la culasse ne doit être effectuée que lors que le moteur est froid , ceci afin d'éventer tout déformation [14].

Méthode :

- ✓ Déconnecter le câble de masse de la batterie.
- ✓ Vidanger le circuit de refroidissement.
- ✓ Désaccoupler le tube d'échappement.
- ✓ Déposer les durites.
- ✓ Déposer la courroie de distribution si l'arbre à cames est en tête (voir dépose de la courroie).
- ✓ Déposer tous les éléments reliés à la culasse.
- ✓ Déposer le couvre culasse.
- ✓ Desserrer la culasse en respectant l'ordre de desserrage. (Ordre inverse de l'ordre de serrage) .
- ✓ Décoller la culasse en respectant la méthode si le moteur a des chemises humides (Voir manuel de réparation).
- ✓ Poser la culasse sur l'établi (Ne pas la poser sur son plan de joint).
- ✓ Mettre en place les brides de maintien des chemises humides. (Si le moteur en est équipé) [14].

II.2.2.1. Démontage l'arbre à cames :

- ✓ Déposer le cache culbuteurs.
- ✓ Déposer la courroie de distribution et la poulie menée.
- ✓ Déposer les boulons de support d'arbre à cames.
- ✓ Déposer l'ensemble de support d'arbre à cames.
- ✓ Déposer l'arbre à cames, le joint d'étanchéité et le joint d'extrémité [13].

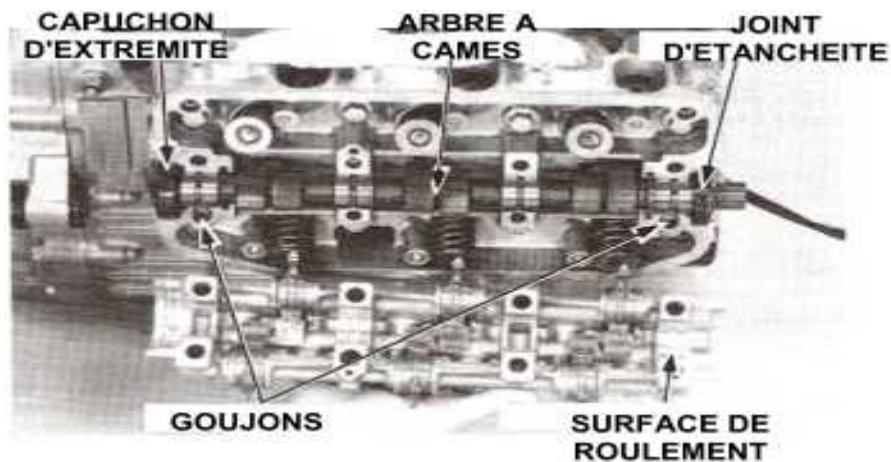


Figure II.10. Démontage l'arbre à cames [14].

II.2.2.2. Démontage les ressorts et les soupapes :

- ✓ Comprimer le ressort de soupape et déposer les demi-lunes de clavetage de soupape.
- ✓ Déposer les anneaux de retenue, les ressorts et les soupapes.
- ✓ Conserver les soupapes et les pièces relatives ensemble [14].



Figure II.11. Démontage les ressorts et les soupapes [14].

II.2.3. Inspection et contrôle du culasse :

L'inspection de l'ensemble des pièces du bas moteur est une étape clef de ce travail. Elle consiste à mesurer les côtes des pièces mécaniques dont celles des tourillons et des manetons pour commander les coussinets à la meilleure classe d'usinage possible .

II.2.3.1. Inspection d'arbre a cames :

- ✓ Mesurer et noter le D.I. (diamètre intérieure) de chaque roulement.
- ✓ Mesurer et noter le D.E. (diamètre extérieure) de chaque tourillon de roulement d'arbre à cames.
- ✓ Déterminer le jeu de roulement en soustrayant le D.I. (diamètre intérieure) de roulement du D.E (diamètre intérieure) de tourillon.
- ✓ Vérifier la hauteur de chaque lobe avec un micromètre [14].



Figure II.12. Inspection d'arbre a cames [14].

II.2.3.2. Inspection de soupape, de guide et ressort :**II.2.3. 2.1. Soupape :**

- ✓ Nettoyer complètement les soupapes d'admission et d'échappement pour retirer toute trace de calamine.
- ✓ Vérifier toutes les soupapes pour voir si elles sont tordues ou anormalement usées au niveau de leur tige.
- ✓ Mesurer et noter le diamètre extérieur de toutes les tiges de soupape [14].



Figure II.13. Mesure du diamètre extérieur des tiges de soupape [14].

II.2.3. 2.2. Guide de soupape :

La queue de la soupape est soumise à l'usure de la même que le guide , puer vérifie la degré d'usure ,enfilez la soupape dans son guide tout en la maintenant ouverte et levée d'un centimètre environ. Si vous pouvez remuer latéralement la soupape et que vous sentez du jeu, la queue de la soupape ou le guide sont usés. Répétez l'opération avec une soupape neuve. Si le jeu a disparu, la queue de la soupape est usée, dans le cas contraire, c'est le guide qui est usé [13].

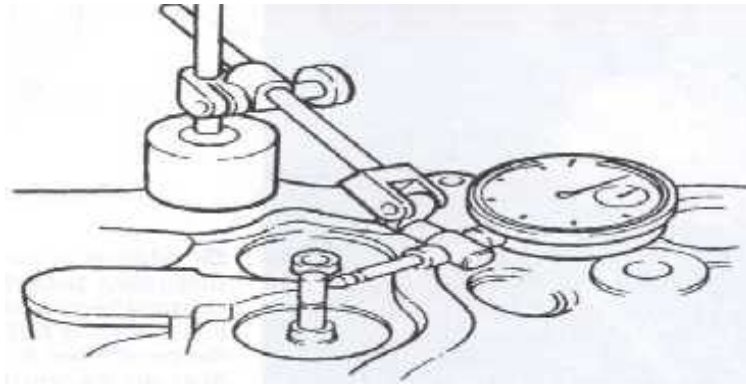


Figure II.14. Control de l'usure des guides de soupapes [13].

II.2.3. 2.3. Ressort :

Il est possible de vérifier la tension à l'aide d'un outil spécifique, si celle-ci est inférieure à la limite prescrite, il est nécessaire de rem- placer le ressort [12].

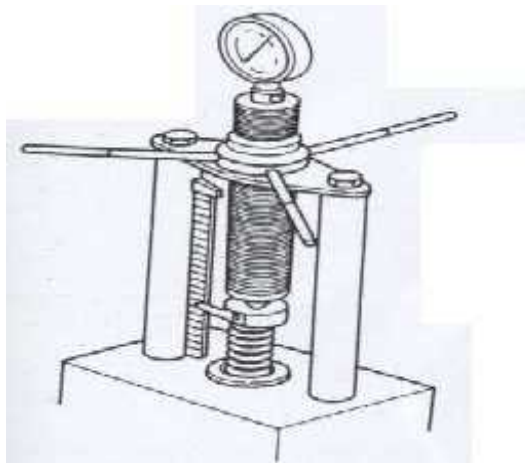


Figure II.15. Control de la tension de ressort [13].

II.2.3.3. Contrôle de la culasse :

Avant de faire ce travail, nous avons d'abord, nettoyer les plans de joint avec un produit pour décaper les joints (figure II.16)

(Ne pas utiliser d'outils tranchants sur le plan de joint de la culasse) [13].



Figure II.16. Nettoyage du plan de joint [13].

Ensuite, nous [13] :

- ✓ Observer soigneusement la culasse et repérer les défauts apparents (fissures, passages d'eau, tous défauts de ce type entraîne l'échange de la culasse)
- ✓ Rechercher sur le manuel de réparation les données pour contrôler le plan de joint de la culasse et pouvoir déterminer si en cas de besoin celle-ci peut ou non être rectifiée
 - 1 – Rechercher la tolérance maximale de déformation (généralement 0,05 mm)
 - 2 - Rechercher si la culasse peut ou non être rectifiée
 - 3 – Rechercher la hauteur minimale de la culasse
 - 4 – Rechercher la hauteur nominale de la culasse
 - 5 – Le volume minimal des chambres de combustion peut être indiqué
- ✓ Pour contrôler la planéité du plan de joint, positionner la règle rectifiée et déterminer avec les jauges d'épaisseur (jeu de cales) le jeu maxi entre la règle et la culasse. (Positions de la règle, voir le figure) .
- ✓ Si la tolérance maximale de déformation est dépassée.
- ✓ Mesurer la hauteur de la culasse (entre plans de joints de culasse et de couvre culasse).

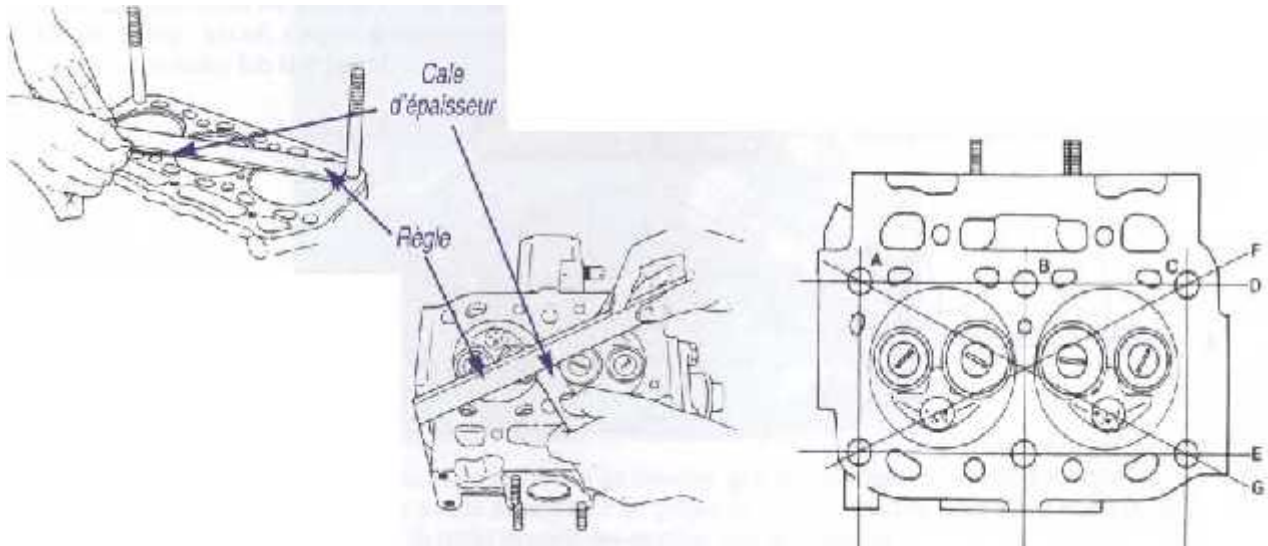


Figure II.17. Control de la planité et des différentes positions de la règle [13].

II.3.REPARATION DES DEFEUX ET REPOSE DE LA CULASSE :

II.3.1.Travail correctif :

Après avoir fait étape des 'inspection es éléments suivants : soupape , de guide et ressort .

- ✓ Si le jeu dépasse les limites de service, poser des guides neufs et refaire les mesures.
- ✓ Si le jeu dépasse encore les limites de service, remplacer les soupapes.

Remarque :

Rectifier les sièges de soupape chaque fois que les guides de soupape sont remplacés.

II.3.1.1. Rodage des soupapes :

Le but du rodage est d'empêcher la fuite des gaz vers le haut moteur durant des phases de compression. Pour cela, il faut que la portée des sièges de soupape épouse le mieux possible la portée des soupapes (contact intime). L'étanchéité parfaite n'existe pas mais il est toutefois possible d'obtenir un niveau d'étanchéité suffisamment élevé pour que, le temps nécessaire à la compression et à l'explosion des gaz soit beaucoup plus court que celui

nécessaire pour qu'ils s'échappent de la chambre de combustion par fuite [15].

Le mode opératoire est assez simple comporte 2 phases :

✓ **Une phase de préparation :**

Mettre un peu d'huile sur la queue de la soupape et mettre de la pâte à roder sur tout le pourtour de la portée circulaire de la soupape. Enfiler alors la soupape bien propre dans son guide et la positionner au contact du siège. Rajouter enfin 1 ou 2 gouttes d'huile au niveau du siège de soupape. Prendre ensuite la ventouse et venir la coller sur la tête de la soupape [15].



Figure II.18. Ventouse collée sur la tête de la soupape [15].

✓ **Une phase de rodage mécanique :**

Pour roder, il suffit, à l'aide du manche de la ventouse et en appuyant suffisamment, de faire tourner la soupape rapidement dans les 2 sens pendant quelques secondes contre la portée du siège. Puis, après quelques secondes, lever très légèrement la soupape et la faire pivoter d'un quart de tour. Réinstaller alors la soupape au contact de son siège et continuer de la faire tourner pendant quelques secondes et ainsi de suite [15].



Figure II.19. Mouvements alternatifs de rodage [15].

II.3.1.2. Resurfaçage des plans de culasse :

Cette opération a 3 objectifs. Le premier est de remonter des culasses ayant des plans de joints parfaitement nettoyés et plans. Le deuxième est d'éliminer les petits trous engendrés par la corrosion de l'alliage d'aluminium au contact du liquide de refroidissement. Le troisième est d'accroître très légèrement le taux de compression [15].



Figure II.20. Culasse resurfaçée [15].

II.3.2. Montage de la culasse :**II.3.2.1. Remontage de la culasse :**

- ✓ Mettre de nouveaux joints de tige de soupape en place sur les guides de soupape.
- ✓ Lubrifier les tiges de soupape avec de l'huile au désulfure de molybdène.
- ✓ Reposer les pièces suivantes:
 - sièges de ressort
 - soupapes
 - ressorts
 - anneaux de retenue
- ✓ Comprimer les ressorts de soupape et reposer les demi-lunes de clavetage de soupape.

Remarque :

- Pour éviter toute perte de tension, ne pas comprimer les ressorts de soupape plus que nécessaire.
 - ✓ Tapoter légèrement le haut de chaque soupape avec un maillet en plastique pour bien asseoir les demi-lunes de clavetage.

Remarque :

- Faire reposer la culasse sur la surface d'un établi pour éviter d'endommager les soupapes [13]



Figure II.21. Remontage de la culasse [14].

II.3.2.2. Montage :

- ✓ Nettoyer les trous des vis de culasse en passant un taraud approprié et les souffler.
- ✓ Nettoyer ou changer les vis de culasse (Voir manuel si nécessaire).
- ✓ Vous procurer une pochette de joints correspondants au type de moteur.
- ✓ Retirer les brides de chemise (Ne pas faire tourner le moteur).
- ✓ Mettre en position le nouveau joint (Veiller à son sens de montage, montage généralement à sec, voir manuel) .
- ✓ Mettre en Place la culasse sur le bloc cylindre (Dans la mesure du possible, utiliser des guides pilotes) .
- ✓ Huiler les nouvelles vis de culasse et les approcher toutes à la main
- ✓ Serrer la culasse en respectant le couple de serrage, l'ordre de serrage et la méthode prévue par le constructeur. (Un serrage angulaire peut être prévu par le constructeur) .

- ✓ Remonter tous les éléments reliés à la culasse (Sens inverse de la dépose).
- ✓ Remonter la courroie de distribution si le moteur a un arbre à cames en tête (Voir document échange de courroie).
- ✓ Suivant le type de moteur, régler ou non le jeu aux soupapes (voir manuel de réparation)
- ✓ Remplir le circuit de refroidissement (voir la méthode pour purger le circuit).
- ✓ Démarrer le véhicule, arrêter immédiatement en cas de bruit anormal.
- ✓ Attendre la mise en route du moto ventilateur si le véhicule en est équipé ou .
- ✓ Faire chauffer le moteur 30 minutes, véhicule à l'arrêt (vérifier l'absence de toute fuite. d'huile ou de liquide de refroidissement).
- ✓ Laisser refroidir le moteur.
- ✓ Vérifier le niveau du liquide de refroidissement, faire le niveau si nécessaire [13].

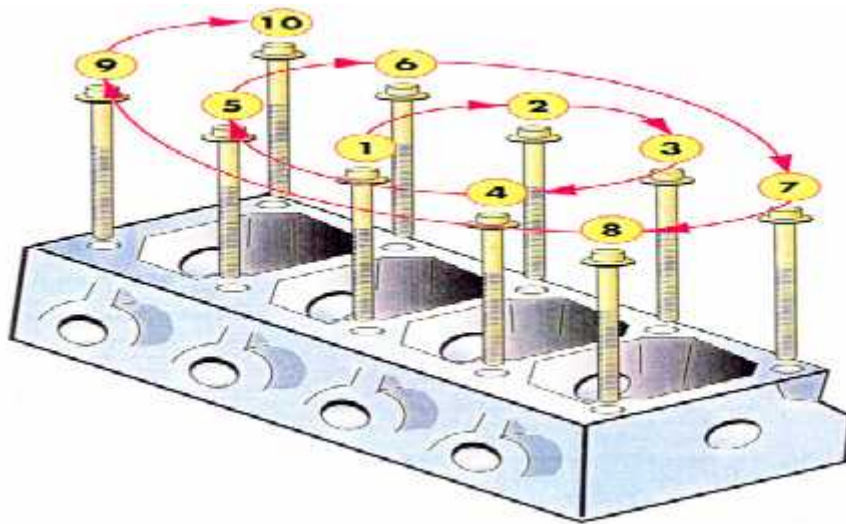


Figure II.22. Serrage de la culasse [13].

Chapitre III :
PRATIQUE

INRODUCTION :

Cette pratique est une occasion qui m'a permis d'entamer un contact direct avec le monde de réparation dont le quel je détecte et répare des défauts ce qui m'a aidé à renforcer la théorie par la pratique.

Ce contact me permet aussi d'élargir mes connaissances et me facilite l'adaptation à la vie professionnelle et l'établissement des rapports directs avec les autre, qui débouche sur une intégration assez bien et favorable.

Ce chapitre présente donc une synthèse du sujet de mon pratique et de sa mise en œuvre , dans un premier temps , nous commençons le processus d'inspection pour détection et localiser des défauts , Puis nous décapée des zones abimées pour rechargement des zones défectueuses , ensuite , nous engageons dans un processus d'usinage des zones chargées et correction de la planéité. .

Ce pratique à constitué pour moi le meilleur moyen de devenir autonome, et de développer mes connaissances techniques et méthodologiques.

III.1.INSPECTION DU CULASSE :

Afin de découvrir les défauts présents dans la culasse (fissures, rayures ou bavures), et d'en faciliter le processus d'inspection, les actions suivantes sont indispensables :

- Retirer les dépôts de calamine sur les conduites d'échappement et détartrer les conduites d'eau.
- Retirer les dépôts de calamine de la chambre de combustion.
- Inspecter et nettoyer les conduits d'admission et les circuits d'huile vers le boîtier d'arbre à cames et les poussoirs.
- Vérifier taille du trous d'eau.
- Vérifier si les orifices de bougie d'allumage et les surfaces autour des soupapes sont craquelés.
- Vérification de l'absence de rayures ou bavures dans la surface du culasse.



Figure. III.1. Nettoyage et inspection du culasse.

III.2. DETECTION ET LOCALISATION DES DEFAUTS :

Après le processus d'inspection des défauts, nous identifions l'emplacement des défauts (détection et localisation) afin de prévoir ses réparations.

Le tableau suivant présente trois cas de problèmes de dommages de culasse avec les résultats rapportés :

Tableau III.1. Détection et localisation des défauts.

L'état de surface de Culasse	Position ou localisation des défauts	Les problèmes fréquentés sur les moteurs	Le cause principale
		<ul style="list-style-type: none"> - une perte de puissance - une consommation d'eau - une surchauffe du moteur 	<p>L'élargissement du trou d'eau</p>
		<ul style="list-style-type: none"> -une perte de puissance une -une surchauffe du moteur 	<p>Une fissuration entre bougie d'allumage et la soupape (admission et d'échappement)</p>
		<ul style="list-style-type: none"> -une perte de puissance -une consommation d'eau -une surchauffe du moteur 	<p>Une fissuration enter la chamb- res de précom- bustion et le soupape d'échappement</p>

III .3. DECAPAGES DES ZONES ABIMEES :

Le décapage de la couche d'alumine extérieure (zones abîmées) est indispensable avant le pointage et le soudage de l'aluminium, pour assurer une plus grande cohésion de soudage, pour cette étape, nous pouvons utiliser les outils suivants :

- un grattoir ou une râpe à grosse denture spéciale aluminium si vos surfaces sont de faibles dimensions.
- brosse métallique sur une perceuse électrique est possible mais le décapage de la surface est minimaliste.
- L'utilisation de meuleuse est possible mais il doit être utilisé avec prudence , parce que la décapage en faisant cet outil est très grande taille.

dans le travail que nous avons fait, nous avons utilisé les deux outils (meuleuse et la brosse métallique sur une perceuse électrique)



Figure III .1. Décapage des zones abîmées.

III.4. CHOIX DU METAL DE RECHARGEMENT :

L'alliage AS7G (**A**: aluminium ; **S7**: 7% de silicium) c'est le plus utilisée pour la fabrication des culasses, alors que pour le choix du métal de rechargement, doit être choisi des constituants chimiques de soudage très proche avec les constituants chimiques du culasse.

Le tableau III.2. Présente la composition chimique de la plusieurs fils de soudure :

Fil de soudure	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
ER 5356	Base	0.25	0.40	0.10	0.05 ~ 0.20	4.5~ 5.5	0.05~ 0.20	0.10	0.06~ 0.20
ER 4043	Base	4.5~ 6.0	0.80	0.30	0.50	0.10	/	0.20	/
ER 5183	Base	0.40	0.40	0.10	0.50	4.3~ 5.2	0.05~ 0.25	0.25	0.15
ER 5087	Base	0.25	0.40	0.05	0.70~ 1.10	4.5~ 5.2	0.05~ 0.25	0.25	0.15

ER5356 : Fil plein massif pour soudage sous protection gazeuse des alliages aluminium / magnésium.

ER4043 : Pour le soudage d'aluminium allié de Silicium.

ER5183 : Pour le soudage d'aluminium allié de Silicium et de Manganèse.

ER5087 : Pour le soudage d'aluminium allié de Silicium et de Manganèse.

Alors le meilleur choix de métal de rechargement c'est le fil d'aluminium **ER4043**.

Tableau III.3. Classification, caractéristiques et propriétés de ER4043.

CLASSIFICATION	CARACTERISTIQUES	PROPRIÉTÉS PHYSIQUES	PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU MÉTAL DÉPOSÉ
-AWS 5.10/5.10M - ER4043 -ISO 18273 - S Al 4043A (AlSi5) -EN 573.3 - EN AW-AlSi5	-Excellent dévidage et performance de soudage très constante. -Arc fin et stable. -Egalement disponible en Gem-Pak de 125Kg, ce qui augmente la productivité.	-Température de fusion : 573 - 625°C -Densité : Env.2680 kg/m ³	-Limite élastique (N/mm ²) : 20-40 -Résistance à la rupture (N/mm ²) : 120-165 -Allongement (%) : 3-18



Figure III.2. Fils de soudure en alliage d'aluminium contenant 5% de Si (ER4043).

III.5. RECHARGEMENT DES ZONES DEFECTUEUSES :

La soudure nous permet de remettre en état, rapidement, des pièces fendues ou cassée (carter) mais aussi de recharger, par exemple : L'élargissement du trou d'eau.

Toute demande de soudure ne sera acceptée qu'après contrôle de la pièce par notre atelier (certaine culasse étant trop détériorées).

Maintenant après la décapage des zones abîmées, nous remplissons les zones décapées par soudage d'aluminium.



Figure III.3. Rechargement des zones défectueuses.

Dans ce cas, en raison de la petite taille du trou d'eau, le soudage comble le trou et il doit :

- 1- Utiliser la Meuleuse pour minimisée la taille de soudure.
- 2- Utiliser la presseuse pour ouvrir les trous d'eau.



Figure III.4. Minimisation de la taille de soudure et ouverture des trous d'eau.

III.6. CONTROLE INTERMEDIAIRE DE L'ACCROCHAGE ET DE PLANEITE DE LA CULASSE:

On doit contrôler intermédiairement l'accrochage aux niveaux des zones soudées afin d'assure la bonne adhérence de la matière ajoutée sur le substrat, puis on doit vérifier la planéité de la culasse la face d'appui de la culasse doit être parfaitement propre, la déformation de la culasse provoque des dommages au joint de culasse, des fuites de compression, essayer de glisser une cale entre le plant de joint et la règle rectifiée.

La mesure doit être prise sur les quatre cotés et les deux diagonales, Considérez ensuite la valeur relevée la plus importante, (déformation maximum : **0,20 mm**).

Si la tolérance maximale de déformation est dépassée, il faut correction de la planéité.



Figure III.5. Contrôle de la planéité.

III.7. USINAGES DES ZONES CHARGÉES ET CORRECTION DE LA PLANEITE :

Après le processus de rechargement des zones défectueuses, il faut corriger la surface de culasse déjà soudée.

afin d'effectuer cette étape, nous rabotons la culasse (resurfaçage des plans de culasse), par la machine de rabotage (raboteuse).

L'opération de rabotage effectuée a deux objectifs :

- Rectification des zones chargées.
- Rectification ou correction de la planéité.



Figure III.6. Rabotage de culasse.

A la fin du procédé on résolve les défauts (l'élargissement du trous d'eau et la déformation)

Comme le montre la (figure III.7).



Figure III.7. Culasse rectifier.

III.8. CONTROL DE L'ACCROCHAGE DES ZONES RECHARGEES PAR RESSUAGE :

III.8.1. Description :

Le ressuage est une méthode de contrôle non destructif chimique qui existe depuis le début du vingtième siècle.

Cette technique consiste à appliquer, sur la surface à contrôler, un liquide pénétrant qui va s'infiltrer à l'intérieur des défauts débouchants. Après imprégnation, l'excès de pénétrant est éliminé en surface. Une fois sèche, cette même surface est ensuite recouverte d'une fine couche de produit révélateur qui va agir comme un buvard et aspirer le pénétrant présent dans les défauts.

On obtient ainsi une indication colorée ou fluorescente selon le type de pénétrant utilisé, caractéristique du défaut.



Figure III.8. Les produits (pénétrants et révélateurs).

Cette technique permet de détecter des défauts débouchant en surface de matériaux non poreux comme :

- **Les fissures** : la fissure est un défaut ou une discontinuité brutale apparue ou apparaissant dans un matériau sous l'effet de contraintes internes ou externes, où la matière est séparée sur une certaine surface, tant que les forces de contraintes ne sont pas libérées, elle entraîne une grande concentration de contrainte à son fond
- **Les tapures de trempe** : défaut grave prenant la forme d'une fissure débouchante ou incluse, dans les alliages, l'apparition de tapures est presque toujours liée à un processus d'échauffement ou de refroidissement, Les contraintes thermiques très élevées qui accompagnent un

réchauffement brutal ou un refroidissement trop rapide ne peuvent être atténuées que par déformation plastique du métal. Si les caractéristiques mécaniques du métal ne se prêtent pas à une telle déformation, des tapures apparaissent.

La méthode de ressuage nécessite l'utilisation des produits chimiques à chaque étape de sa mise en œuvre .

III.8.2. Méthode de contrôle :

La méthode de contrôle de l'accrochage des zones rechargées comme la suite :

- Application du pénétrant
- Temps de pénétration d'environ 10 – 30 minutes
- Élimination de l'excès de pénétrant avec de l'eau et Ajout d'un émulsifiant à la surface de la pièce
- Réaction chimique entre l'émulsifiant et le pénétrant pendant un temps contrôlé
- Elimination de l'excès à l'eau

Les pénétrants utilisés peuvent être colorés rouge ou fluorescents pré ou post émulsionnés

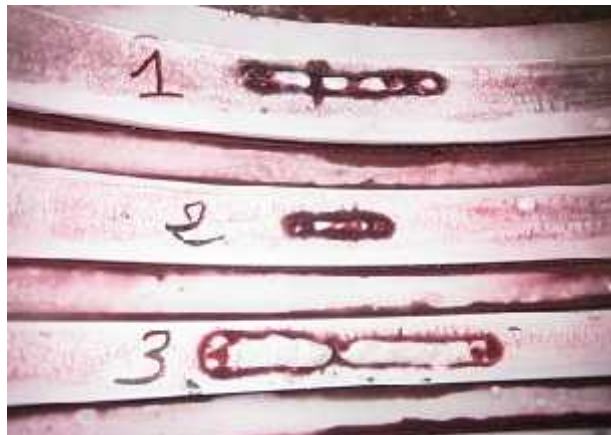


Figure III.9. Contrôle de Soudage par ressuage .

III.9. CONTROL DIMENSIONNEL DU CULASSE :

Conditions de contrôle:

- La culasse et le plan de joint doivent être propres. Employer un décapant approprié. Ne pas utiliser d'outil coupant (rayures).

Après le processus doit vérifier deux choses :

- ✓ Contrôle de la l'épaisseur de la culasse :

Mesurez l'épaisseur de la culasse, et comparez la valeur avec celle donnée par le constructeur afin de savoir si elle n'a pas déjà subi de rectification.

A l'aide d'un calibre à coulisse, mesurer en différents points la hauteur de la culasse, si la cote relevée est inférieure à celle préconisée par le constructeur.

==> échange de la culasse .

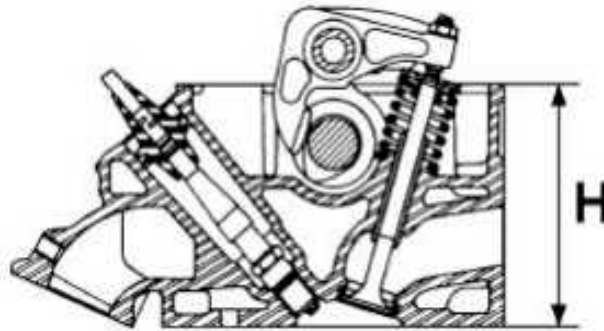


Figure III.10. Mesure de l'épaisseur de culasse.

- ✓ Contrôle Après profondeur des chambres de combustion :

la profondeur des chambres de combustion doit être vérifiée avec une jauge (1) pour être certain qu'elle n'a pas été réduite en-dessous des limites admissibles.

Avec la jauge posée au centre de la chambre de combustion, l'écart entre la jauge et le plan de joint ne doit pas dépasser 0,25 mm, si l'écart excède 0,25 mm.

==> échange de la culasse

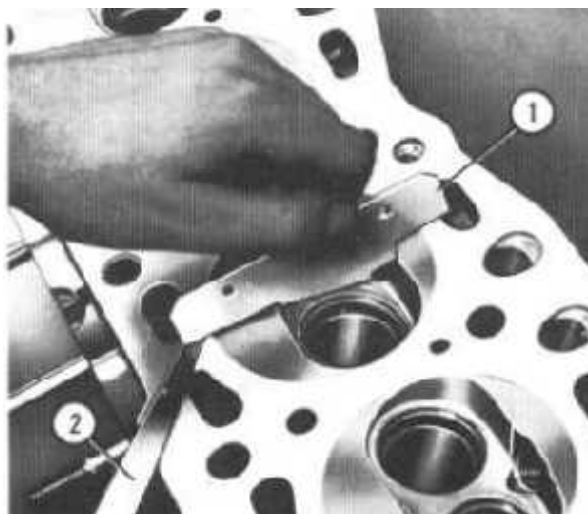


Figure III.11. Vérification profondeur des chambres de combustion.

CONCLUSION :

Cette pratique a été très enrichissante pour moi car elle m'a permis de découvrir e détaille le secteur de réparation du culasse, ses acteurs, et il m'a permis de participer concrètement à ses enjeux.

Fort de cette expérience et en réponse à ses enjeux, j'aimerais beaucoup par la suite essayer de m'orienter via un prochain stage, , et un important développement d'avenir. (ouverture ...prochaine étape).

Pour conclure, ce pratique m'a ouvert de nouveaux horizons techniques, professionnels et humains, et j'en retire donc un bilan très positif.

CONCLUSION GENERALE

Dans ce mémoire, nous avons abordé comment faire un processus de réparation du culasse, cette processus a pour but de garantir un bon fonctionnement de la culasse a son mise en service et qu'elle ne présent aucun défaut, et ma permis de faire le contact directe avec la réalité des problèmes.

Ce projet de fin d'étude nous a permis de connaitre les services et les processus responsables de la réparation des culasses (mécanicien, soudeur,...ect), ainsi que les problèmes rencontrés au niveau des culasses tel que les fissures, Les tapures de trempe et les dommages qui peuvent mettre à l'arrêt de moteurs, nous choisissons également le remplacement du processus de réforme, plutôt que parce qu'ils sont moins chers.

On peut dire que ce projet de fin des études a bien touché le but fixé au départ, et que les objectifs fixés ont été atteint en grande partie, notre travail a bien confronté la réalité constaté sur le terrain.

Nos connaissances sont devenues très riche qu'au début. Par ailleurs, vivre une telle expérience permet d'emmagasiner une vraie confiance en soi qui fait souvent défaut au débutant.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] G Mai llard, Technologie de l'automobile, juin 1986.
- [2] B. Kerboua, Modélisation des caractéristiques mécaniques du moteur thermique alternatif en régime in stationnaire, Mémoires de Magister, Université de Tlemcen, 2000.
- [4] R. Baroudi, Etude des moteurs thermiques, Mémoires de Master, Université de Tlemcen 2014.
- [5] Moteurs à combustion description, Constructive, Bruxelles, 2012.
- [6] Les organes de moteur, Technologie automobile, Académie de Nancy-Metz, 2008.
- [9] C. Savalle. Cours, Le moteur automobile, Octobre 2007.
- [10] Gérard Maeder, Les nouveaux matériaux dans la mécanique automobile, 1992.
- [11] Gourgues. Lorenzon, Matériaux pour l'ingénieur Etude de cas : culasse de moteur Diesel
- [12] Bruno. Barlas, Docteur de l'école nationale supérieure des mines de Paris-Etude du comportement et de l'endommagement en fatigue d'alliages d'aluminium de fonderie, 2004.
- [13] Manuel-Atelier-CB500-Honda Motor CO, août 1993.
- [14] Jean Luc Pallas, Guide Pratique Entretien et de Réparation du moteur diesel de.1992.
- [15] David LENABOUR, Moteur 6 cylindres en V 3.0 L 12 soupapes Alfa Romeo. 2012.

Site web:

- [3] <http://philippe.boursin.perso.sfr.fr>
- [7] <http://www.motorlegend.com>
- [8] <http://www.techautoalgerie.wordpress.com>

RESUME

Le présent travail est relatif à l'étude de détection des défauts et la réparation de la culasse, nous avons effectué une approche sur leur dégradation et illustration des différents processus-es de réparation du culasse.

Notre travail a été confronté avec la réalité des problèmes au niveau pratique, on a commencé par la présentation des moteurs thermiques et leurs organes, particulièrement les organes qui sont reliées au culasse, ainsi que déférent type et caractéristique des culasses.

On a étudié les pannes des culasses, pour connaitre l'origine des défauts et de détecter et localisée les défauts par le processus de l'inspection, afin de suivre correctement la méthode de réparation étape par étape.

Mots-clés : culasse, défauts, inspection, réparation, soudeur.

:

يتعلق هذا العمل بالكشف عن العيوب في رأس الاسطوانة و إصلاحها , ولقد قمنا بعمل مقارنة حول تدهورها وتوضيح مختلف عمليات إصلاح رأس الأسطوانة.

و في عملنا هذا واجهنا مشاكل حقيقية على المستوى التطبيقي .حيث بدأنا بتقديم عرض عن محركات الاحتراق الداخلي و مكوناتها , وخاصة تلك التي لها علاقة برأس الاسطوانة وكذلك مختلف أنواعها وخصائصها .

كما قمنا بدراسة إعطاب رأس الاسطوانة من اجل معرفة واكتشاف أصل العيوب وتحديد موضعها بواسطة عملية التفتيش من اجل متابعة صحيحة لطريقة إصلاحها مرحلة بمرحلة .

مفتاحية : عيوب, تفتيش, .