

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA



Faculté des sciences de l'ingénieur

Département d'aéronautique

Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme des études universitaires appliquées (D.E.U.A) en Aéronautique

Organisme d'accueil :



**Option :
PROPULSION**

**THEME: MOTORISATION DU MODELE REDUIT
D'UN AVION**



Réalisé par :

- OUKEDI Redouane

Dirigés par :

Promoteur : Mr BENTRAD Hocine

Encadreur air Algérie : Mr TSABIT Ali

Année universitaire

2007 / 2008

DEDICACE

Je dédie humblement ce travail a :

Mon cher père et ma très chère mère que j'aime énormément et je leurs présentent tout le remerciement pour leurs conseils 'que dieu me les gardent a jamais '.

Mon petit frère MAROUANE et toutes ma famille et mes amis spécialement MOH; qui ma soutenu, encouragé et aidé tout au de mon mémoire, ZAKI, TAREK, ABED ELLATIF, AMINE, NASSIM, AADLENE, NABIL, DJAMEL et Mes sœurs: RYMA et FERIEL.

Tous ceux qui me sont chères et que j'aime.

REMERCIEMENT

Je tien a remercier le bon dieu de m'avoir donné le courage, la patience et la capacité de mener ce travail a terme;

J'exprime mes vifs remerciements à mes promoteurs de m'avoir encadrée malgré la charge du travail

Je remercie tous les techniciens et ingénieurs de la nouvelle base d'AIR ALGERIE.

Au membre de jury pour l'honneur qui mon accordée en acceptant de juger mon travail et a tous les enseignants de l'institut qui mon encouragée durant ma formation.

Et a tout ceux qui mon soutenue de près ou de loin pour la réalisation de se travail.

Sommaire

Introduction

Historique de l'aviation légère	1
Les moteurs d aviation.....	1
Les différent types des moteurs modernes	5
1. Généralités sur les moteurs a piston :	11
Propulsion aérienne :	11
Force de pousse	11
1-1 Propulsion directe	12
Le turboréacteur	12
Le statoréacteur :	14
La postcombustion :	14
Le pulsoréacteur	15
Le moteur fusée :	16
1-2 Propulsion indirecte	16
Le turbopropulseur :	16
Le moteur a piston :	17
1-3 Principe de fonctionnement :	25
Définition du cycle 4 temps :	25
Déroulement du cycle :	26
Les quatre cycles du moteur :	28
Le moteur a 2 temps	30
Cycle du moteur	30
Fonctionnement	31
Les différences majeures entre un moteur à 2 temps et un moteur à 4 temps	31
Opération de maintenance du moteur Peugeot 103mvl	33
Définition de la maintenance :	33
Mission de la maintenance	33
Les méthodes de maintenance	33
Le démontage du moteur	36
Le montage du moteur	41
Le banc d essai du moteur 103mvl	48
Conclusion	52
Bibliographie	53

Chapitre I : Historique de t'aviation légers

Figure (1-01): Moteur Antoinette.....	01
Figure (1-02): Moteur An zani.....	02
Figure (1-03): Moteur Rhône.....	02
Figure (1-04): Moteur Liberty.....	03
Figure (1-05): Moteur Rolls-Royce R.....	03
Figure (1-06): Moteur Rolls- Royce Merlin XX.....	04
Figure (1-07): Moteur Wright Cyclone.....	04
Figure (1-08): Moteur Daimler-Benz 600-605.....	05

Chapitre II: Génialités sur les a moteurs piston

Figure (II-01) : Turboréacteur a compresseur centrifuge.....	12
Figure (II-02) : Le turbo réacteur a compresseur axial.....	13
Figure (II-03) : Turbo réacteur a compresseur double corps.....	13
Figure (II-03) : Le turbo réacteur de CFM56-5B (double flux. double, corps).....	14
Figure (II-05) : Le statoréacteur.....	14
Figure (II-06) : Le pulsoréacteur.....	15
Figure (II-07): Le turbopropulseur.....	16
Figure (II-07) : Le moteur a piston 4 temps 16 v.....	17

Chapitre III: Opération de maintenance du moteur 103 mv/mvl

Figure (III-01) : Le Haut Moteur.....	36
Figure (III-02) : Démontage des écrous de la culasse.....	36
Figure (III-03) : Culasse démontée.....	37
Figure (III-04) : Démontage de cylindre.....	37
Figure (III-05) : Démontage de faxe de piston.....	38
Figure (III-06) : le haut -moteur démonté.....	38
Figure (III-07) : Le bas moteur.....	39
Figure (III-08) : Système d~ allumage.....	39
Figure (III-09) : Retraie d'une cloche.....	40
Figure (III-10) : Vilebrequin et carters.....	40
Figure (III-11) : Le montage de piston.	
Figure (III-12) : Piston et segments.	
Figure (III-13) : Cage à aiguille, axe piston, circlips	
Figure (III-14) : La cage à aiguille dans la bielle	
Figure (III-15) : L'axe dans le piston	

Figure (III-16) : Le 2ème circlips dans le piston

Figure (III-17) : le joint d'embase

Figure (III-18): La coupe du segment dans l'ergot

Figure (III-19) : Compression des segments

Figure (III-20) : Montage du cylindre

Figure (III-21) : La mise en place du cylindre

Figure (III-22) : Le joint de culasse.

Figure (III-23) : Montage de la culasse.

Figure (III-24) : L'assemblage.

Introduction

Le monde de l'aérien est l'un des domaines les plus réglementés autant au niveau Mondial qu'au niveau Africain.

L'Ultra Léger Motorisé a bénéficié d'un cadre qui a permis à des créateurs de génie de fabriquer des machines volantes simples jusqu'à des merveilles de technologies.

Le système déclaratif est encore en dehors du carcan des règles internationales OACI et des règles naissantes de l'Agence Européenne pour la Sécurité Aérienne créée après le 11 septembre 2001 et opérationnelle depuis le 28 septembre 2003. Ce cadre réglementaire simple est certainement un des facteurs de succès de l'activité et les instances représentatives (Fédération et Syndicat principalement) défendent ardemment ce pré carré.

Malgré toutes les avancées technologiques, les habitudes et les croyances ont la vie dure. L'ULM n'est souvent imaginé dans le public que comme une trapanelle de tubes sous une aile delta en toile. Léger, fragile, volant très bas, peu fiable, tombant comme une pierre en cas de panne, beaucoup de considérations qui rendent la pratique dangereuse aux yeux de ceux qui n'ont jamais essayé de prendre les airs avec des appareils récents.

Et pourtant, il suffit de se déplacer sur les terrains pour comprendre que le monde de l'Aviation Ultra Légère a changé. L'Ultra léger apporte une multitude de pratiques de la balade sous une voile de para-moteur à 40 km/h, aux voyages en Italie ou au Sénégal à 100 ou 250 km/h.

Voile, Aile, Rotor, ballon ou cabine confortable cote à cote, seul l'Ultra Léger Motorisé offre autant de plaisirs différents et de sensations dans la même activité.

Pour goûter à ces plaisirs, il suffit de faire l'effort de se déplacer.

Pour comprendre les évolutions passées et à venir de l'ULM, j'espère que ce document vous sera utile.

CHAPITRE 1

HISTORIQUE DE L'AVIATION LEGERE

Introduction

L'aviation moderne est née le jeudi 17 décembre 1903 lorsque les Américains Orville et Wilbur Wright parvinrent à faire voler plusieurs fois de suite leur Flyer.

Grâce à leur moteur artisanal en ligne refroidie par eau, de 12 CV ~ 4 cylindres, ils réussirent à rester en vol pendant 59 secondes et à parcourir 259 mètres.

Avant les frères Wright, bien d'autres ingénieurs avaient essayé mais sans succès, car leurs moteurs, généralement des moteurs à vapeur, étaient bien trop lourds et pas assez puissants. Parmi ceux-là on peut citer les Français Félix du Temple et Clément Ader, dont on oublie souvent qu'ils ont surtout travaillé, à la fin du XIXème siècle à réduire le poids du moteur à vapeur qu'ils voulaient monter sur leurs appareils.

Rapidement, les premiers pionniers comprirent que le moteur était essentiel pour parvenir à leurs fins. Souvent, ils élaborèrent leurs projets autour des propulseurs déjà existants.

Le plus souvent utilisé fut au début le moteur " Antoinette " car au moment où il apparut, il répondait à l'attente des inventeurs.

1. Les moteur d'aviation

➤ Moteur " Antoinette "

Santos-Dumont utilisa pour la première fois en 1906 le moteur Antoinette à 8 cylindres en V refroidi par eau, de 50 ch.

L'Antoinette, conçu et construit en France par Léon Levasseur, devint le propulseur le plus répandu en Europe jusqu'en 1910. Huit cylindres en V de 90 degrés, refroidissement par évaporation, injection directe ; telles étaient les caractéristiques essentielles, très en avance sur leur temps, qui firent de l'Antoinette un moteur sûr, robuste et suffisamment puissant.

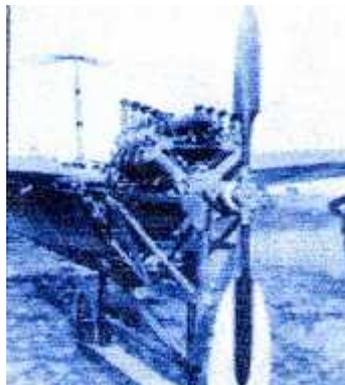
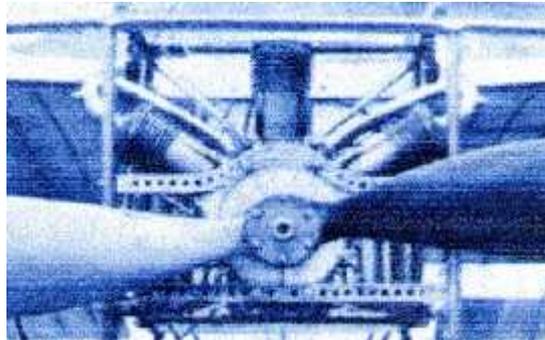


Fig.(I- 01) : Moteur Antoinette de 50 ch. (8 cylindres en V) monté sur un monoplan Antoinette.

➤ **Moteur Anzani**

- L'Anzani est un moteur semi radial à 3 cylindres refroidi par air, de 22-25 ch. Sa puissance était donc relativement faible par rapport à celle de ses concurrents plus directs.



Fig(I- 02) : Le moteur Anzani du Blériot XI de la traversée de la Manche

➤ **Le Rhône**

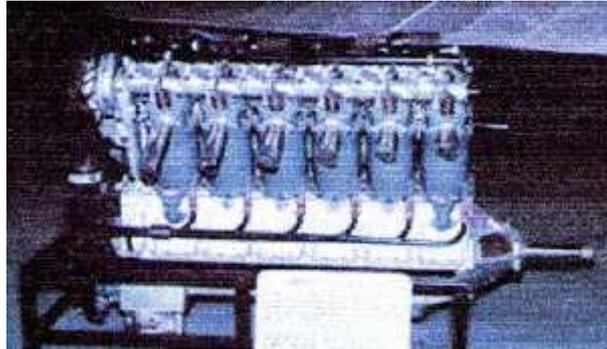
- Le Rhône, moteur rotatif de 9 cylindres de 80 ch était un des moteurs les plus fiables au début de la première guerre mondiale. Il équipa de nombreux avions et hydravions de combat alliés. Une version 100ch fut également produite. Elle équipa notamment le fameux avion de chasse Nieuport,



Fig. (I- 03); Mise en marche du moteur Rhône d'un Nieuport 16 de l'escadrille belge des Comètes pendant la Grande Guerre. Le carénage vise à protéger le pilote contre les projections d'huile.

➤ **Le Liberty**

- Ce moteur américain de 12 cylindres développait une puissance de 400 ch. et tournait à 1750 tours/minute, fut construit à partir de 1911. Il était refroidi par liquide. Ce fut le moteur le plus puissant de la Première Guerre Mondiale.



Fig(I- 04): Moteur liberty

➤ **Le Rolls-Royce R**

- Les ingénieurs de la firme Rolls-Royce imaginèrent et construisirent ce moteur pour le monter sur les hydravions Super marine de compétition. Il s'agissait d'un moteur à douze cylindres en V, à refroidissement par liquide, d'une puissance de 2350 ch. à 3200 tours/mN.



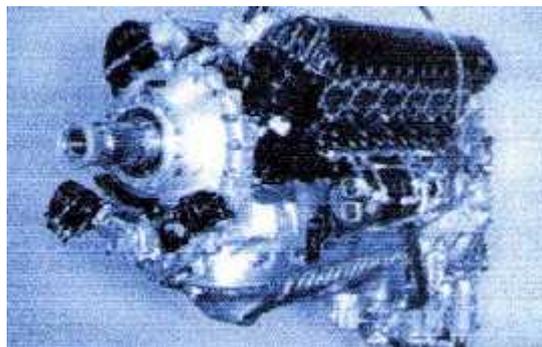
Fig (1- 05) : 1931 : le Super_marine S 6-B reçoit son moteur Roll.-Royce R

➤ **Le Rolls-Royce Merlin**

- Dérivé du moteur Rolls-Royce R, réalisé à la fin des années trente, le Merlin fut construit à plus de 150 000 exemplaires et équipa les avions anglais les plus prestigieux de la seconde guerre mondiale du Hawker Hurricane au Avro Lancaster. en passant par le Spitfire ou encore le Mosquito.

C'était un moteur à douze cylindres en V~ refroidi par liquide et suralimenté. Les premières versions annonçaient une puissance de 990 ch, mais les dernières versions dépassaient 2 000 ch.

Le Merlin fut vraiment le moteur de la victoire pour la Royal Air Force.



Fig(I- 06) : Rolls-Royce Merlin xx. Les Merlin équipèrent les appareils britanniques les plus prestigieux de la Seconde Guerre Mondiale.

➤ **Le Wright Cyclone**

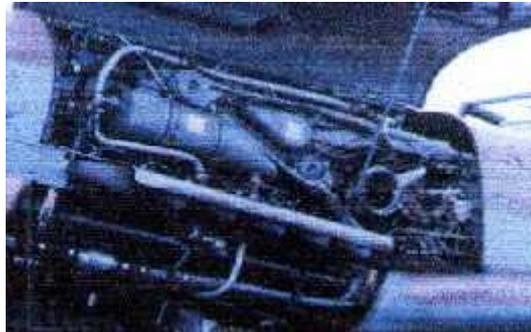
- Ce moteur mis au point par la société américaine Wright succéda au Whirlwind Il fut mis au point aux États-Unis au début des années trente. Il était équipé de neuf cylindres en étoile. Il fut utilisé par de nombreux constructeurs pour équiper des avions de combat qui prirent part à la Seconde Guerre Mondiale, dont le célèbre bombardier B-17 "Flying Fortress" (Forteresse volante).



Fig(I- 07) : L'effort de guerre américain: une chaîne de montage de l'IOteUrS Wright pendant la Seconde Guerre Mondiale.

➤ **Le Daimler-Benz DB 600-605**

- Ce moteur à douze cylindres en V équipa toutes les versions du Messerschmitt 109 le plus célèbre chasseur allemand de la Seconde Guerre Mondiale
Construit à partir de 1937, dans version initiale DB 600, il a subi pendant la guerre de nombreuses améliorations. Les ingénieurs utilisèrent pour la première fois le principe de l'injection directe. Le DB 601 avait une puissance de 1050 ch. n permit à un Messerschmitt Bf109 modifié de battre le record du monde de vitesse avec 610 km/h. Le DB 605 produit à partir de 1941 a sans doute été la version la plus réussie de ce moteur. Il put atteindre les 2000 ch dans sa version de 1944.



Fig(I-08) : DB 601 sur un Messerschmitt 0009.

2. Les différents types des moteurs modernes

- Dès la fin de la seconde guerre mondiale, les moteurs à pistons ont été progressivement remplacés par les premiers réacteurs, d'abord sur les avions de chasse, puis sur la plupart des avions de ligne.

Aujourd'hui, il n'y a plus que les avions de tourisme qui soient encore équipés de moteurs de ce genre. Ils sont évidemment bien moins puissants que ceux utilisés en 1945.

Zoom Click sur image	modèle	Cyl	Temp	Cylindrée	Alésage/ cours	Refroidi	Puissance Cv/tr.mn	Couple Nm/ tr.mn	Démarrateur	poids
	<u>C-Max</u> <u>C-Max</u> <u>Elect</u>	1	2 T	115,78 Cm3	65/53	Air libre	20 cv (7900)	22 (7700)	Manuel electrique	15kg
	<u>Corsair</u> <u>M25Y</u>	1	2T	172,5 Cm3	65/52	Air libre	24,5 Cv (7400)	-	Electrique	14kg
	<u>H&E R80</u> Ou <u>Ziklon 80</u>	1	2T	80 cm3	-	Air force	14Cv (9400)	-	Manuel	13kg

	<u>H&E</u> <u>R120</u> <u>Vue coté</u>	1	2T	120 cm3	-	Air forcé	19,5Cv (9700)	-	Manuel	14kg
	<u>Hirth f36</u>	1	2T	208 cm3	70/54	Air libre	15 Cv (6000)	17,7 (5500)	Manuel	16kg
	<u>JPX</u> <u>D330</u> <u>Vue face</u> <u>Vue coté</u>	2	2T	430 Cm3	68/44	Air libre	19 Cv (7000)	21,5 (5500)	Electrique	16kg

Zoom Click sur image	modèle	Cyl	Temp	Cylindrée	Alésage/ cours	Refroidi	Puissance Cv/tr.mn	Couple Nm/ tr.mn	Déma rreur	poids
	<u>Konig</u> <u>SD570</u>	4	2t	579 Cm3	66/42	Air libre	24 CV (4200)	-	Man uel	19kg
	<u>Raket 120</u> <u>Vue</u> <u>arrière</u>	1	2T	120 Cm3	60/42	Air forcé	15 CV (9000)	-	Man uel Elect rique	9kg 10kg
	<u>ROS 125</u>	1	2T	123,67 Cm3	54/54	Air forcé	29 Cv (10000)	17	Man uel	10kg
	SKY 100	1	2T	102 Cm3	55/43	Liquid e	18 Cv (10200)	-	Man uel	13kg
	SNAP 100	1	2T	96 cm3	51/47	Air forcé	17 Cv (9000)	12 (8800)	Man uel	10kg
	SOLO 210	1	2T	210 Cm3	55/70	Air Libre	12 Cv (6200)	24 (6000)	Man uel	11kg
	Solo 210 Pot Accordé	1	2T	210 Cm3	55/70	Air libre	15 Cv	-	Man uel	11kg

CHAPITRE 2

GENERALITES SUR LES MOTEURS A PISTON

Option : *Propulsion*

Introduction

- Le moteur à piston est à l'origine de l'aéronautique. Le moteur du Wright Flyer de 1903 avait 4 cylindres en ligne. Certains des premiers avions étaient équipés de moteurs en étoile rotatifs : le vilebrequin était fixe et l'ensemble moteur + hélice était en rotation. Cette solution améliore le refroidissement mais crée un couple gyroscopique préjudiciable à la manœuvrabilité de l'avion. Les avions militaires des années 1940 utilisaient des moteurs V-12 refroidis par eau ou des moteurs en étoile à deux rangées de 7 ou 9 cylindres refroidis par air. Les avions commerciaux des années 1950 étaient équipés de ces moteurs en étoile avec jusqu'à quatre rangées de 7 cylindres pour les plus puissants (3 500 ch.).
- Le développement du moteur à piston de grande puissance pour l'aéronautique s'est achevé à la fin des années cinquante avec l'arrivée du turboréacteur,
- Actuellement le moteur à piston n'équipe plus que les avions légers et des hélicoptères destinés aux loisirs et aux sports.

Propulsion aérienne

- La propulsion est la mise en mouvement d'un corps, obtenue en produisant une force de poussée.
Le propulseur d'un aéronef est un dispositif qui crée cette force de poussée.

Force de poussée:

- Force de poussée fournie par un système statique
 - Dans le cas d'un planeur, la gravité est le moteur. L'aile, qui transforme une grande partie de la vitesse verticale de chute en vitesse horizontale, est le propulseur.
- Force de poussée fournie par un système mécanique embarqué
 - Le système propulsif est le dispositif permettant à l'aéronef d'acquérir sa vitesse et de vaincre la traînée aérodynamique. On distingue principalement:
- les propulseurs directs, produisant la poussée, opposée à la traînée Exemple : turboréacteurs, Moteurs-fusées
- les propulseurs indirects, ils produisent la traction par un organe intermédiaire, l'hélice. Celle-ci transforme l'énergie mécanique d'un moteur thermique en énergie propulsive. Les principaux moteurs thermiques sont les moteurs à pistons et les turbomachines

1.1 Propulsion directe

- les propulseurs directs, produisant la poussée, opposée à la traînée et elle contient des propulseurs a réaction (turbo réacteur; moteur fusé.....).

1.1.1 Turbo réacteur

- Les premiers turboréacteurs construits après la Seconde Guerre mondiale ont été des turboréacteurs "purs" à simple corps, une seule turbine entraîne le compresseur et la totalité du flux d'air traverse le corps du réacteur. Pour des raisons d'efficacité de la compression il est nécessaire de séparer le compresseur en deux parties: basse pression et haute pression tournant à des vitesses différentes, On dispose donc deux axes concentriques : la première turbine actionne le compresseur HP et la seconde le compresseur BP.

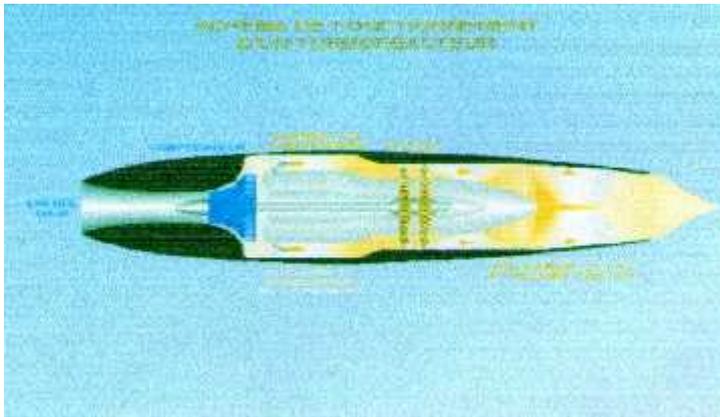


Fig. (II- 01) Turboréacteur à compresseur centrifuge.

- Le turboréacteur a été utilisé sur tous les types d'avions développés à partir de la fin de la Seconde Guerre mondiale. Son faible rendement le fait abandonner au profit du réacteur à double flux pour les avions commerciaux. Il continue à équiper les avions militaires (intercepteurs en particulier) qui ont besoin de bonnes performances de vitesse à toutes les altitudes.

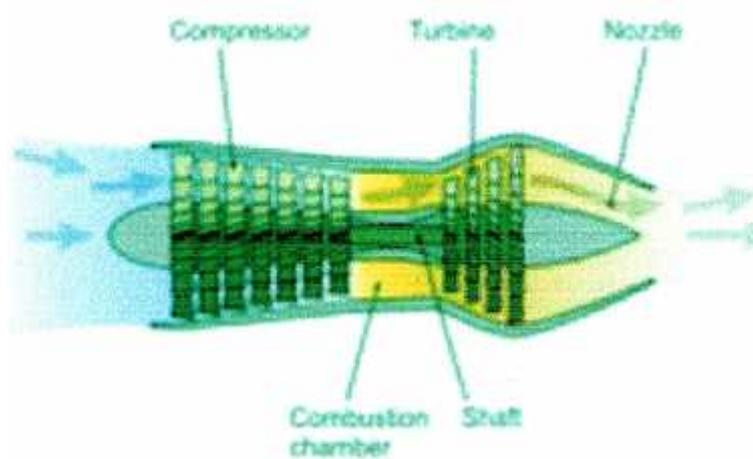


Fig. (II- 02) Le turbo réacteur a compresseur axial.

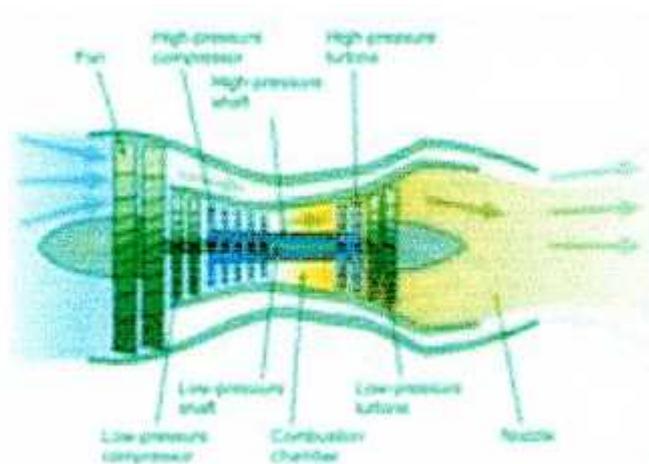


Fig. (II- 03) Turbo réacteur a compresseur double corps

- Ce type de moteur (appelé aussi couramment turbo fan) associe un turboréacteur "pur" à travers lequel circule le flux primaire, flux chaud, et une mue à aubes qui entraînent le flux concentrique secondaire, aux froid, Le rapport entre aux chaud et flux froid est appelé taux de dilution. Les premiers turboréacteurs à double flux avaient un taux de dilution de 1.5:1 ; on dépasse maintenant 15:1.

- Ce type de moteur est utilisé sur les avions de transport commerciaux. Ils sont facilement reconnaissables en raison du diamètre de la soufflante qui atteint plusieurs mètres. Les poussées atteintes permettent la propulsion d'avions de très grandes capacités telles que l'Airbus A380.



Fig. (II- 03) Le turbo réacteur de CFM56-5B (double flux, double corps).

1.1.2 Le statoréacteur

Le statoréacteur est un réacteur dont la compression est assurée uniquement par la forme de la manche d'entrée. Sa conception est très simple puisqu'il n'utilise pas d'éléments tournants. Il ne peut fonctionner que si sa vitesse est élevée et ne peut donc servir pour un avion décollant de manière autonome. Il est utilisé pour la propulsion de missiles lancés à partir d'avions.

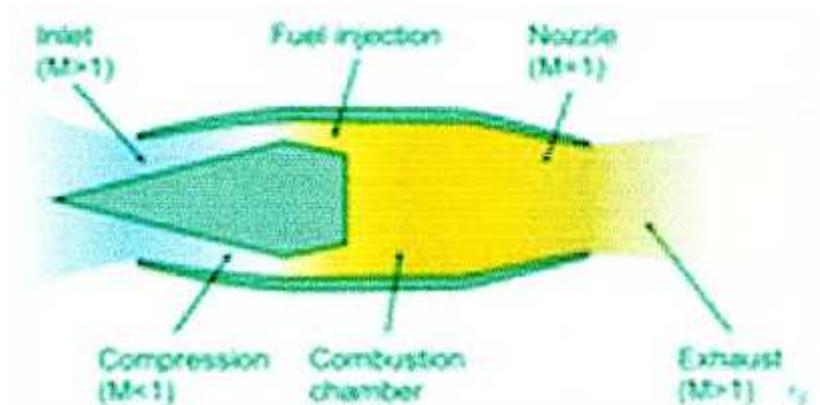


Fig. (II- 05) Le statoréacteur.

I-a postcombustion

- La postcombustion consiste à ajouter un statoréacteur à la sortie d'un réacteur. Elle permet d'obtenir une poussée supplémentaire au décollage ou pour atteindre les régimes supersoniques. La consommation spécifique du statoréacteur est très élevée et son usage est réservé aux avions militaires, exception faite du Concorde

1.1.3 Le pulso-réacteur

Le pu Iso-réacteur est un réacteur sas éléments tournants, dont la géométrie permet de produire une poussée modeste mais réelle. Ventrée d'air de certains modèles de pulsoréacteurs comporte des volets d'obturation pour diriger les .gaz brûlés vers la sortie. C'est le cas des missiles VI utilisés pendant la Seconde Guerre mondiale (tes V2 utilisent un autre type de propulseur : moteur fusée à carburant liquide). D'autres pulso-réacteurs sont tonnés d'un simple tube respectant des proportions géométriques permettant une résonance qui entretient un cycle injection + échappement / explosion. Le moteur doit être amorcé par une injection d'air Comprimé donnant la vélocité initiale au flux. Depuis, des aéromodélistes l'ont utilisé avec succès en vol, sur des modèles il est vrai atrocement bruyants. Il n'y a pas d'avion utilisant CC type de réacteur actuellement, bien que l'on parle parfois d'un projet de moteur il très haute vitesse pour avion espion développé aux Etats-Unis et en Australie.

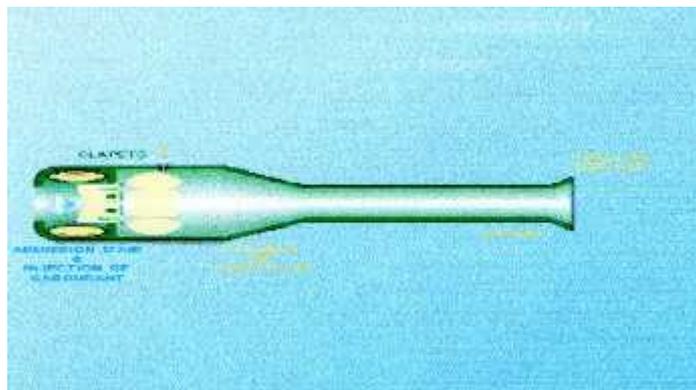


Fig. (II-06) Le pulsoréacteur.

1.1.4 Le moteur fusé

- Le moteur fusé emporte son comburant et son carburant sous forme de poudre ou de liquide. Comme il n'utilise pas l'oxygène de l'air comme comburant (anaérobie), il peut aussi fonctionner en dehors de l'atmosphère, la durée de fonctionnement étant très réduite. Il est utilisé en aéronautique que pour la propulsion de missiles. De nombreux avions militaires ont aussi été équipés dans le passé de moteur fusé d'appoint pour le décollage ou pour l'interception en vol (avion Mirage). Ceci devait leur conférer une puissance initiale plus élevée visant à économiser le carburant nécessaire à leur mission.
- Les avions modernes sont maintenant presque tous équipés de systèmes de ravitaillement en vol ce qui permet de prolonger les durées des missions et d'augmenter les distances franchissables. Les rayons d'action et rendent les moteurs fusés d'appoint obsolètes.

1.2 Propulsion indirects

- les propulseurs indirects" produisent la traction par un organe intermédiaire" 1:1101icc, Celle-ci transforme l'énergie mécanique d'un moteur thermique en énergie propulsive.

1.2.1 Le turbo propulseur

- Le turbopropulseur est un réacteur dont la turbine entraîne une hélice. Le turbopropulseur est généralement double corps, c'est-à-dire qu'il dispose de deux turbines en sortie qui doivent tourner deux arbres concentriques. La première turbine est reliée au compresseur, la seconde à l'hélice. Le turbopropulseur a été difficile à mettre au point car il associe les difficultés du réacteur et de l'hélice. Son rendement est supérieur à celui du turbo-réacteur, mais son utilisation est limitée par la baisse de rendement de l'hélice au-delà de Mach 0.7 et au-delà de 8000 mètres d'altitude. C'est le mode de propulsion optimal pour les avions de transport commerciaux sur des distances courtes (une heure de vol, 4000 km), quand la durée de vol à haute altitude est trop courte pour que la réaction fasse la différence,
- Le premier turbopropulseur en service commercial a été le Prothée de Bristol, développé en 1945, et qui équipait le Bristol Britannia. Les États-Unis n'ont disposé d'un turbopropulseur fiable qu'à partir de 1956, le T56 d'Allison qui équipe encore les avions cargo militaires Lockheed C-130 Hercules. Les GTP sont équipés d'une hélice, d'un réducteur, d'un compresseur et d'une turbine. On trouve ainsi des GTP à turbine liée et des GTP à turbine libre.

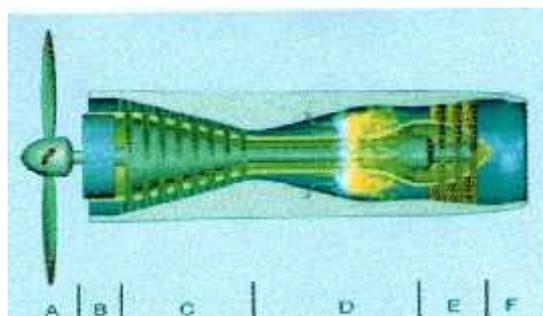


Fig. (II- 07) Le turbopropulseur.

1.2.2 Moteur a piston

- Le moteur à piston utilisé en aéronautique est le plus souvent un moteur thermique à quatre temps, généralement à allumage commandé. n existe des moteurs deux temps, plus légers, utilisés par les parapentes et les ULM. Afin de diminuer le poids, le bloc est réalisé dans des alliages il buse d'aluminium et le refroidissement se fait par air,

Les moteurs à pistons comprennent:

- Le groupe motopropulseur comprend un moteur à combustion interne entraînant une hélice ainsi que les accessoires indispensables.
- Le groupe motopropulseur joue un rôle très important dans les performances de l'avion comme la cellule et ses caractéristiques,



Fig. (II-07) Le moteur a piston a temps 16 v.

1. Ensemble bloc-cylindres culasse

1.1. Condition à remplir

L'ensemble bloc-cylindres culasse est un ensemble indéformable qui sert de point d'appui aux éléments mobiles internes et externes et permet la fixation de certains organes externes (démarrage, pompe à eau, alternateur, ...).

- Le bloc sert de support au vilebrequin. Il doit résister aux poussées, aux torsions et aux vibrations.
- Le cylindre guide le piston. Il doit résister à la pression, à la chaleur et au frottement
- La culasse forme la partie supérieure de la chambre de combustion. Elle également résister à la pression et à la température élevée.

L'ensemble doit être d'une bonne conductibilité thermique afin d'évacuer rapidement les calories en excédent

(Température des gaz enflammés: 2000° C);

(Température moyenne du moteur : 110° C).

L'ensemble bloc-cylindres culasse supporte également les organes de distribution, permet le passage des canalisations de lubrification et des conduits de refroidissement

1.2. Bloc-cylindres (Carter-moteur)

Le bloc est en fonte ou en alliage d'aluminium moulé. Il constitue le bâti du moteur et dont la partie intérieure est usinée pour former les cylindres ou les logements de chemises s'il s'agit d'un moteur à chemises rapportées.

L'eau de refroidissement circule librement à l'intérieur du carter-moteur.

Sa partie supérieure est dressée pour former un plan de joint: la culasse viendra en effet, s'appuyer sur le plan de joint supérieur pour coiffer les cylindres.

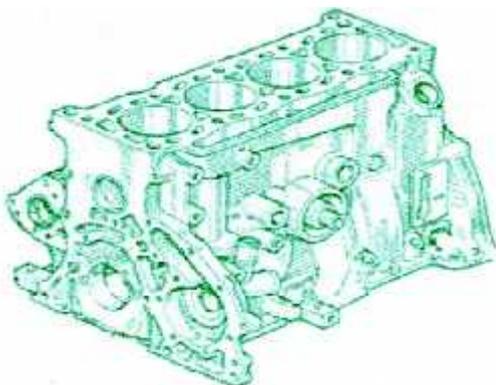


Fig. 4. 1. Bloc-cylindres en fonte à l'étain non chemisé

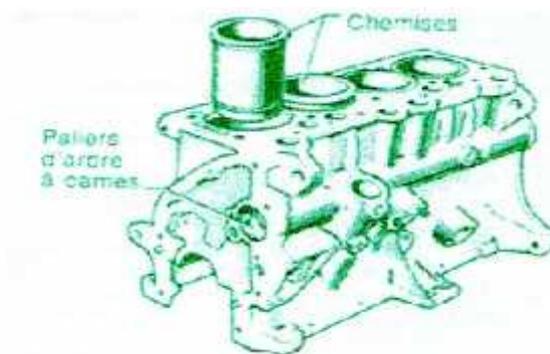


Fig4.2. Carter moteur 4 cylindres en fonte à chemises rapportées

1.2.1. Types de blocs

a) Bloc à alésage direct

Certains blocs en fonte sont directement alésés, les cylindres et le bloc ne misant qu'une seule pièce. En cas d'usure des cylindres, il est nécessaire de réaliser à une cote supérieure et d'adapter des pistons de plus fort diamètre.

b) Bloc à chemises amovibles

Ce système facilite la fabrication; il permet l'utilisation de matériaux différents pour le bloc et pour les cylindres (cylindres en fonte, bloc en alliage léger); la réparation est facilitée (remontage de chemises d'origine).

c) Chemises sèches

Fourreau de faible épaisseur emmanché dans un bloc en fonte ou en alliage léger; le remplacement est possible mais l'ajustement est serré; il n'y a aucune communication avec l'eau de refroidissement.

d) Chemises humides

La chemise sert même temps de paroi pour les conduits de refroidissement: leur remplacement est aisé, mais l'étanchéité doit être particulièrement soignée. Les chemises sont en fonte centrifugée, elles sont également alésées, rectifiées et rodées.

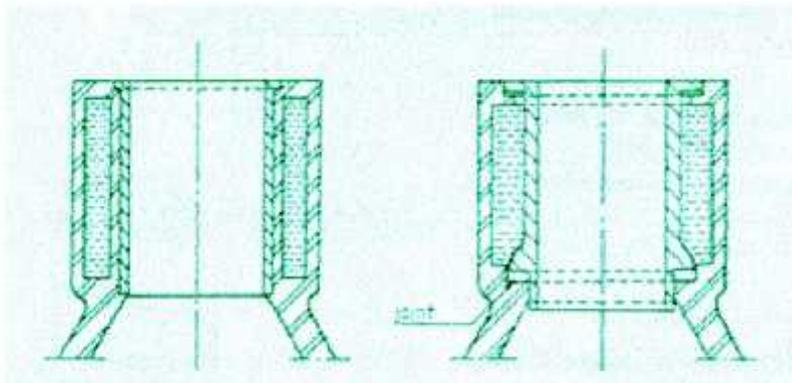


Fig.4.3. Chemise sèche

Fig.4.4. Chemise humide

1.3. Culasse

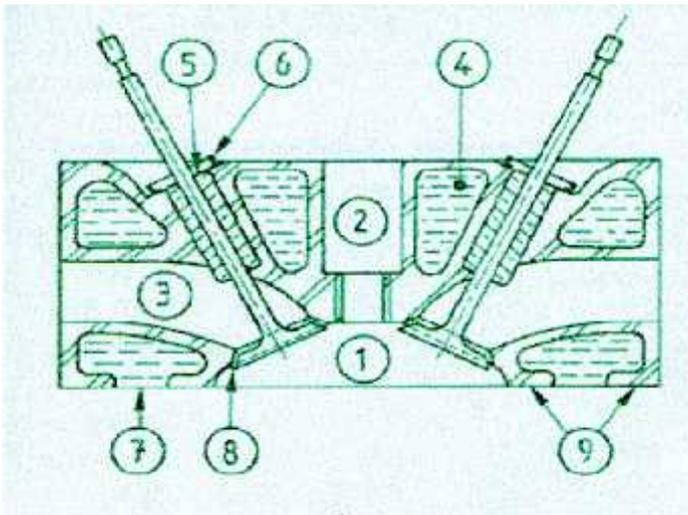
La culasse assure la fermeture des cylindres dans leur partie supérieure, constituant ainsi la chambre de combustion,

Elle permet:

- l'arrivée et l'évacuation des gaz;
- la mise en position des éléments de la distribution et d'une partie de l'allumage;
- l'évacuation rapide des calories, le point le plus chaud du moteur étant précisément la chambre de Combustion,

La culasse est aussi en fonte ou en alliage d'aluminium moulé. Les contraintes mécaniques étant moins importantes que pour le bloc-moteur, les constructeurs ont quasiment abandonné la fonte au profit d'aluminium, en raison de sa légèreté et sa très bonne conductibilité thermique.

Un réseau de conduits d'eau et d'huile est pratiqué dans la culasse. L'étanchéité bloc-culasse est assurée par le joint de culasse.



1. Chambre de combustion
2. Cheminée de bougie
3. Chapelles
4. Canalisation de refroidissement
5. Guide soupape
6. Rondelle d'appui du ressort
7. Communication avec le bloc
8. Siège de soupape
9. Plan de joint de culasse

1.4. Carters de protection

Ce sont les couvercles qui couvrent ou ferment les différentes faces du moteur.

1.4.1. Le carter inférieur

C'est une pièce en forme de cuvette qui abrite le vilebrequin et les têtes de bielle et qui contient la réserve d'huile de graissage. En général, il est en tôle emboutie. Il peut être en alliage léger moulé avec nervures extérieures pour assurer un bon refroidissement de l'huile échauffée par son passage dans le moteur.

L'étanchéité entre le carter-moteur et le carter inférieur doit être parfaite : elle est assurée par un joint plat en liège ou bien par un joint cylindrique, en caoutchouc synthétique, logé dans une gorge.

1.4.2. Le carter de distribution

Pratiquement la distribution est matérialisée par une liaison mécanique entre le vilebrequin et l'arbre à cames. Cette liaison est protégée par un carter étanche en tôle ou en alliage léger, appelé le carter de distribution.

1.4.3. Le couvre-culasse

Ce carter ferme la culasse des moteurs à soupapes en tête. Son intérêt est lié au fait qu'il permet l'opération d'atelier: "réglage des soupapes ».

C'est un couvercle de protection étanche par joint comme le couvercle inférieur. Il est parfois en alliage léger.

1.5. Collecteurs

Le collecteur d'admission regroupe les conduits qui amènent les gaz frais aux soupapes d'admission et le collecteur d'échappement contient ceux qui emmènent les gaz brûlés depuis les soupapes d'échappement,

Ce sont des pièces moulées, en alliage léger pour l'admission et en fonte pour l'échappement.

2. Eléments mobiles du moteur

Dans un moteur à piston alternatif, on transforme la poussée des gaz de la combustion, force unidirectionnelle, en mouvement circulaire d'un couple de force. Les pièces mécaniques chargées de cette transformation constituent les éléments mobiles du moteur: le piston, la bielle, le vilebrequin.

2.1. Piston

Le piston est l'organe qui, en se déplaçant dans le cylindre ou la chemise, transmet la poussée des gaz au vilebrequin par l'intermédiaire de la bielle.

Le piston supporte 4 sortes d'effort :

- Pression des gaz et température de l'explosion,
- Réaction de l'axe de la bielle (axe de piston).
- Réaction de la paroi du cylindre.
- Force d'inertie.

Il est en général moulé dans un matériau léger et d'une bonne conductibilité thermique comme les alliages d'aluminium.

La tête et le support d'axe, devant transmettre l'énergie mécanique, sont particulièrement renforcés il se compose :

- . D'une tête ou culot dont le diamètre doit être inférieur à l'alésage du cylindre quelles que soient les dilatations.
- . L'étanchéité est assurée par des segments situés dans des gorges pratiquées sur le pourtour du piston.
- . La jupe doit assurer le guidage à froid comme à chaud avec W1 minimum de frottement

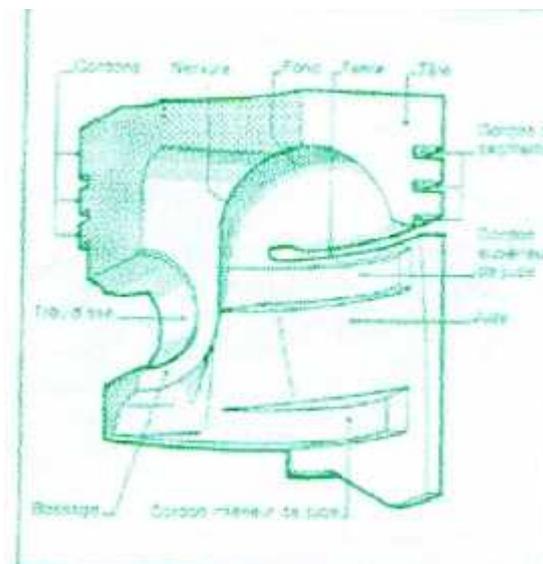


Fig.4.6. Coupe d'un piston

2.2. Segments de piston

Les segments sont des anneaux brisés, de section carrée ou parallélépipédique, travaillant en extension. Ils doivent assurer des pressions radiales uniformes sur les parois du cylindre. Les segments pour moteur à 4 temps sont en général au nombre de trois:

2.2.1. Le segment de feu (ter segment d'étanchéité)

Il assure l'étanchéité de la chambre de combustion. Il doit tenir à la température, au manque de lubrification, à la pression et à la corrosion. Il est généralement en fonte à graphite sphéroïdal durcie et chromée.

2.2.2. Le segment intermédiaire (2ème segment d'étanchéité)

Il assure l'étanchéité et évite la consommation d'huile. Il peut être en fonte grise à graphite lamellaire.

2.2.3. Le segment racleur

Il empêche l'huile pour éviter les remontées tout en laissant une certaine pellicule pour permettre la lubrification. Il possède des rainures ou encoches autorisant le retour d'huile.

Il peut être en fonte grise ou en acier traité.

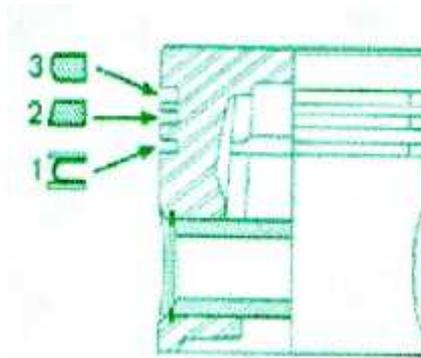


Fig. 4.7. Segmentation du moteur

2.3. Axe de piston

L'axe de piston est une pièce cylindrique qui lie le piston à la bielle. Il permet le mouvement oscillatoire bielle/piston pendant la rotation du moteur. Il transmet à la bielle la torce de pression" que reçoit le piston pendant la phase expansion des gaz.

Il est fabriqué en acier cémenté trempé, puis rectifié.

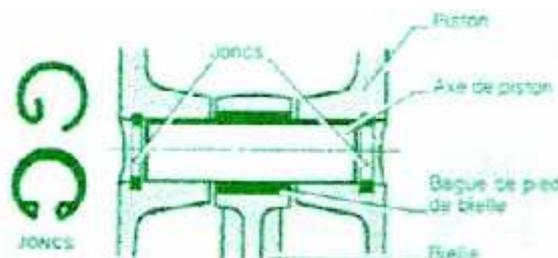


Fig.4.8. Axe de piston monté flottant et arrêté par circlips

2.3.1. L'axe de piston flottant

L'axe de piston coulisse il frottement doux dans les bossages du piston et dans la bague du pied de bielle.

Pour le remontage il se fait à froid. Il y a deux circlips d'arrêt.

2.3.2. L'axe serré dans la bielle

Le blocage de l'axe de piston dans le pied de bielle est assuré par frettage à chaud.

Ce montage augmente les mouvements axe/piston, mais réduit la masse alternative de l'embellage puisqu'on supprime la bague de pied de bielle et les circlips et on réduit le diamètre extérieur du pied de bielle.

2.3.3. L'axe libre dans ta bielle, serré dans le piston

Pour le remontage il se fait après chauffage du piston dans l'eau bouillante. Il y a, de plus, deux circlips de sécurité.

1. 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.

1.1. Description de la bielle

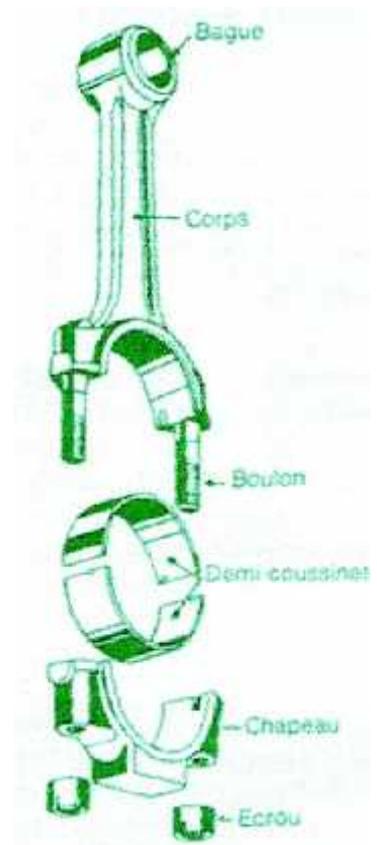
Elle se compose de trois parties:

Le pied relié à l'axe du piston, soit généralement avec une bague bronze, emmanchée à force, soit dans certains cas avec une bague à aiguilles.

Le corps est la partie comprise entre le pied et la tête. Il est de section en forme de "H" ou "I" pour résister aux divers efforts de compression et de traction et pour éviter ainsi le flambage.

La tête de bielle qui tourne sur le maneton du vilebrequin est coupée dans un plan perpendiculaire à l'axe de la bielle pour permettre la pose des coussinets et son montage sur le maneton du vilebrequin.

La partie inférieure qui vient coiffer le maneton est appelée chapeau. Ce dernier est généralement fixé par des boulons et des écrous auto-serreurs. La coupe peut être droite ou oblique par rapport à l'axe de la bielle.



Pour permettre le tournement sur le vilebrequin on peut utiliser : soit des roulements à aiguilles; Soit des coussinets minces.

Dans le premier cas, il faut alors démonter le vilebrequin en plusieurs éléments pour retirer la bielle. La longueur de la bielle désigne la distance entre l'axe de la tête et l'axe du pied. Elle est comprise entre 0.7 et 2.5 fois la course.

1.3. Coussinets de tête

L'articulation de la tête de bielle avec le maneton de vilebrequin s'effectue par interposition d'un coussinet mince. Les coussinets minces permettent une bonne longévité et une bonne conductibilité, ils se présentent sous la forme d'un support en acier laminé il froid roulé en demi-cercle, recouvert d'une fine couche de métal antifriction. Ce métal peut être de deux sortes : le régule, ou le bronze au plomb.

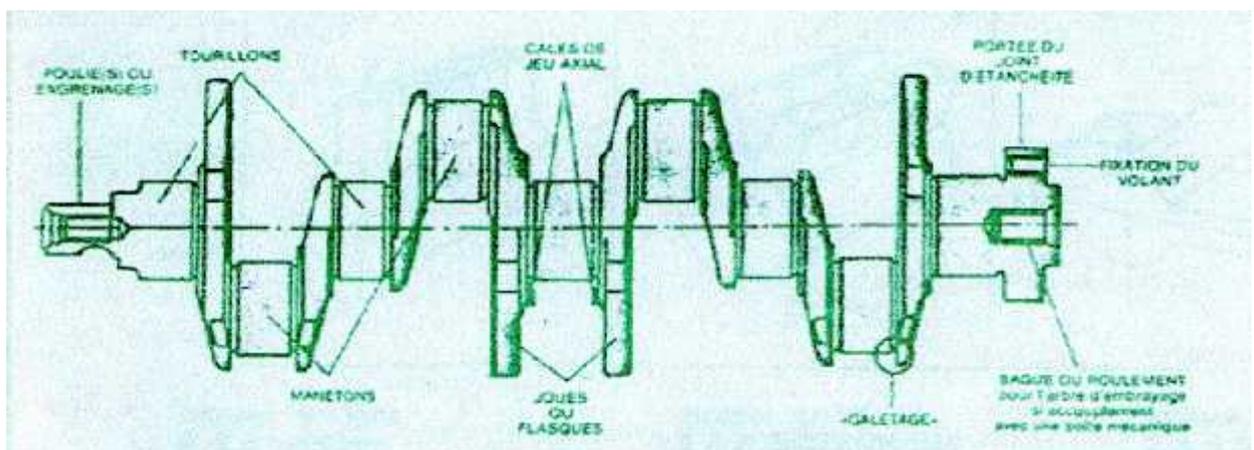
2. Vilebrequin

Le vilebrequin est la manivelle 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 applique au vilebrequin un couple qui se retrouve au bout de celui-ci sous forme de couple moteur.

A l'une des extrémités du vilebrequin, le couple moteur est utilisé pour entraîner le véhicule.

A l'autre extrémité, une fraction du couple disponible est prélevée pour entraîner les auxiliaires du moteur: la distribution (arbre à cames, soupapes, etc.), le générateur électrique (dynamo ou alternateur), le compresseur de climatisation, etc.



Principe de fonctionnement

1. Définition du cycle à 4 temps

- On appelle cycle l'ensemble des phases qui se succèdent dans le moteur, dans notre cas le cycle comprend quatre phases ou temps:
 - Temps admission: aspiration d'air ou de mélange air-essence,
 - Temps compression: de l'air ou du mélange.
 - Temps combustion-détente : inflammation rapide du mélange provoquant une brusque montée en pression des gaz puis leur détente.
 - Temps échappement: évacuation des gaz brûlés.

On constate que seul le troisième temps fournit de l'énergie, c'est le temps moteur, les trois autres temps sont résistants.

1.2. Déroulement du cycle

- 1) Le piston en descendant crée une baisse de pression qui favorise l'aspiration des gaz.
- 2) Le piston comprime les gaz jusqu'à ce qu'ils occupent plus que la chambre de combustion (pression + chaleur)
- 3) 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.
- 4) En remontant, le piston chasse les gaz brûlés devant lui. A ce moment, le moteur se trouve à nouveau prêt à effectuer le premier

En général on laisse le résultat sous forme de fraction,

Le couple moteur

La pression qui agit sur la tête de piston lui communique une force d'intensité :

$$F = p \times S; [N]$$

Où : p - la pression de gaz brûlés

S - l'aire de la tête du piston

Le travail développé (W) est égal au produit de la force sur la bielle (F_1) par le déplacement de la force (1).

$$W = F_1 \times 1; [J]$$

Déplacement de la force pour un

$$\text{Tour : } \quad \quad \quad 1 = 2f$$

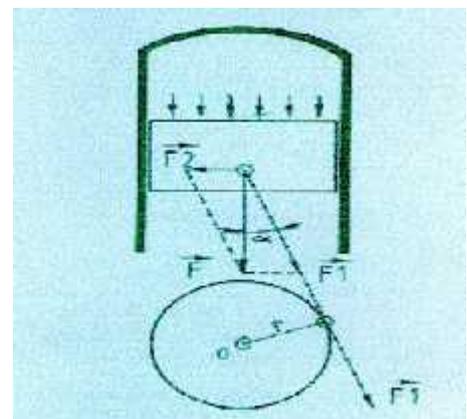
Travail de force pour un

$$\text{Tour : } \quad \quad \quad W = F_1 2f$$

$$\text{D'où : } \quad \quad \quad W = C 2f$$

Pour un nombre de tours donnés (N) le travail sera

$$W = C 2fN$$



Les quatre cycles de moteur:

3^{ème} **DETENTE** (TEMPS MOTEUR) le combustible est injecté à haute pression (environ 300 bars). Il s'enflamme spontanément et continue à brûler tout le temps que dure l'injection (la combustion dure ici plus longtemps que dans le cas du moteur à essence). Sous l'action de la pression (environ 90 bars), le piston descend, (**C'EST LE TEMPS MOTEUR**)

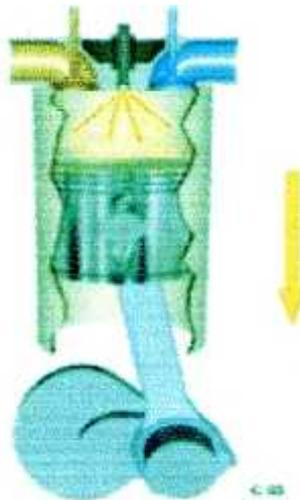


Fig. I-4 la Détente

- 4^{ème} temps: **ECHAPPEMENT**
- La soupape d'échappement s'ouvre
- Le piston monte et chasse les gaz brûlés contenus dans le cylindre
- le moteur aspire .COMBUSTIBLE S'enflamme par auto- inflammation La combustion dure le temps que dure l'injection du combustible

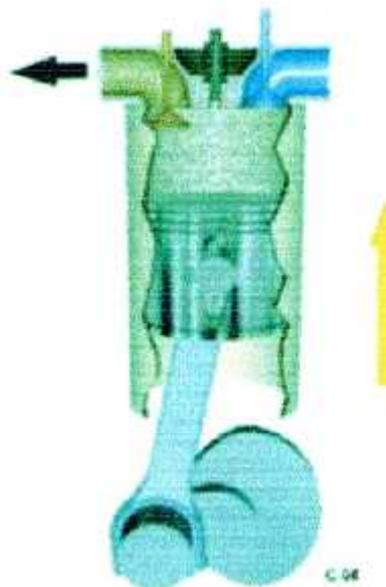


Fig. I-4 Échappement

1^{er} temps: ADMISSION

- Descente du piston
- Ouverture de la soupape d'admission
- Remplissage du cylindre par de l'AIR
- Fermeture de la soupape d'admission.

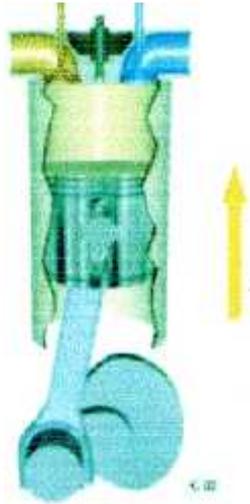


Fig. 1-3 ouverture de la soupape d'admission

2^{ème} temps: COMPRESSION

- Montée du piston
- Les soupapes sont fermées
- Forte élévation de la pression (environ 40 bars) et donc de la température (environ 600°C) pour permettre l'auto inflammation.

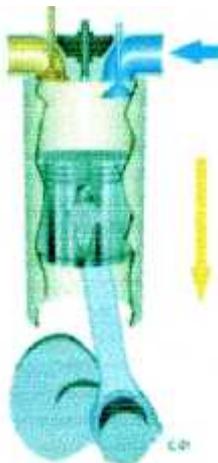


Fig. 1- 3 la compression

Le moteur à deux temps :

C'est l'ingénieur anglais Dugald Clerk qui invente le moteur à deux temps, Un moteur à deux temps comporte des pistons qui se déplacent dans des cylindres. Chaque temps correspond à un mouvement du piston dans chacun des cylindres. Le premier temps est la compression et la combustion du mélange air-carburant, Le second temps est l'expulsion des gaz produits par la combustion et l'admission du mélange air-carburant,

Cycle du moteur:

- Le cycle à deux temps d'un moteur à explosion diffère du plus courant cycle de Beau de Rochas en ayant seulement deux mouvements linéaires du piston au lieu de quatre, bien que les mêmes quatre opérations;
 1. Admission
 2. Compression
 3. Combustion et détente
 4. Échappement

1. Fonctionnement

- Le moteur à 2 temps réalise le cycle Beau de Rochas (aspiration, compression, détente, échappement) en 2 courses de piston au lieu de 4 courses prévues dans le moteur 4 temps.
 - Admission dans le carter et compression dans le cylindre.
 - Compression dans le carter et explosion-détente dans le cylindre.
 - Transfert carter/cylindre et échappement du cylindre

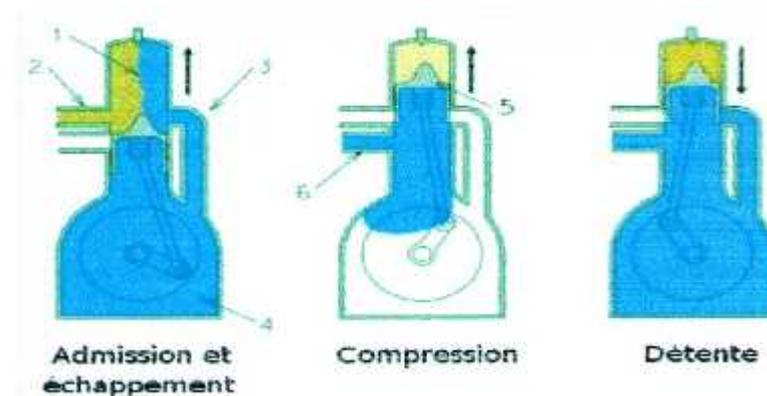


Fig. (II - Schéma de fonctionnement du moteur à deux temps

1^{er} temps (du PMB au PMH):

Le piston étant au PMB, le mélange air-essence est introduit sous une faible pression de 1.2 à 1.4 bars. Au 1/7 environ de sa course, le piston ferme les lumières pour permettre la compression.

2^{ème} temps (du PMH au PMB) :

La combustion commence un peu avant le PMH; après le PMH, la descente du piston réalise le "temps moteur", Au 6/7 environ de sa course, le piston découvre l'orifice d'échappement pour permettre l'évacuation des gaz brûlés.

Dans les moteurs 2 temps à lumières, les opérations d'admission et d'échappement ont une durée très réduite et elles s'effectuent toutes les deux au voisinage du PMB.

Particularités :

- Moteurs simples légers, composés d'un très petit nombre de pièces
- Moteurs facilement reconnaissables par l'implantation basse de l'échappement et du carburateur sur le cylindre, et non sur la culasse
- Puissance spécifique voisine d'1,5 fois celle d'un moteur 4 temps (il a fallu autoriser les 4 temps de 990 cm³ de cylindrée pour remplacer en équivalent les moteurs deux temps 500 cm³ sur les motos de compétition)
- Consommation de carburant en rapport
- Lubrification par mélange (huile dans l'essence) ou par injection d'huile perdue, d'où émission de fumée

Les différences majeures entre un moteur "2 temps" et un moteur "4 temps"

4 temps : L'huile et l'essence ne sont pas en contact. L'huile reste "sous" le piston, tandis que l'air et l'essence se trouvent "au-dessus". Le piston fait faire deux tours au vilebrequin (720°) pour accomplir un cycle complet 2 temps: L'huile, l'air et l'essence sont mélangés. Le piston fait un seul tour vilebrequin (360°) pour accomplir un cycle complet. Un moteur deux temps s'use plus rapidement

CHAPITRE 3

OPERATION DE MAINTENANCE DU MOTEUR 103 MV/MVL

1. Définition de la maintenance

La maintenance est définie comme étant « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir, un bien dans un état spécifié. On est en mesure d'assurer un service déterminé ».

La maintenance c'est donc effectuer des opérations de dépannage, de graissage, des visites, de remplissage, d'alimentation etc... permettant de conserver le potentiel d'un matériel du coût global optimum.

2. Mission de la maintenance

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise, en mettant le potentiel d'activité, tenant compte de la politique définie par l'entreprise; pour cela, elle se fixe des objectifs suivants :

- 1- Maintenir l'équipement dans un état acceptable.
- 2- Assurer la disponibilité maximale de l'outil reproduction à un pris raisonnable.
- 3- Fournir un service qui élimine les pannes en tout instantes.
- 4- Augmenter à la durée de vie de l'outil de production.
- 5- Entretenir le maximum d'économie et d'assurer les performances de haute qualité, assurer le fonctionnement sûr et efficace à tout moment.
- 6- Obtenir un rendement maximal
- 7- Maintenir les installations dans des conditions hygiéniques acceptables.
- 8- Réduire au maximum les coûts de maintenance.
- 9- **Réduire les temps d'arrêt.**

3.3. Les méthodes de maintenance

Toutes les méthodes de maintenances sont devisées de deux concepts.

- Maintenance corrective.
- Maintenance préventive.

3.3.1. Maintenance corrective

- C'est une maintenance effectuée après détection d'une défaillance, cette maintenance se compose de deux types:

- maintenance palliative: comprend des interventions de type de dépannage.

- Maintenance curative : comprend des interventions de petite réparation.

- **Avantage**

- Simplicité de travail.
- Utilisation maximale des matériels (l'exploitation).
- Economie des pièces.

- **Inconvénients**

- Organisation difficile de l'intervention à l'impossibilité de prévisions.
- Arrêt imprévu de la machine donc perturbation de production donc un coût de réparation plus élevé celui de l'intervention avant l'accident, parce que les dégâts sont plus importants.

3.3.2.1. Maintenance préventive

Maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu. le programme de la maintenance préventive comporte des activités fondamentales suivantes:

- Inspection périodique et surveillance des machines.
 - Entretien des unités de l'entreprise pour éviter les perturbations de production.
- **Avantage**
 - Coût de chaque opération est prédéterminé.
 - Meilleure gestion financière.
 - Les arrêts et les opérations sont programmés en accord avec la production.
 - Augmentation de la sécurité.
 - **Inconvénients**
 - Le coût des opérations est élevé, car la périodicité sur la durées de vie minimum des composants.
 - L'intervention est anticipée pour rester en phase avec d'autres arrêt.'!'
 - Le démontage même partiel d'un appareil insiste aux changements de pièce par précautions.
 - La multiplicité des opérations de démontage accroît le risque d'introduction de nouvelles pannes « défaut démontage ».

Pour ce type de maintenance on distingue deux catégories :

3.3.2.2. Maintenance préventive systématique

- Subordonnée à un type d'événements prédéterminés.

On distingue deux types d'entretien :

- Entretien en ligne.
- Entretien en atelier.

3.3.3 Maintenance en atelier

- Ce type de maintenance est accompli dans une base de maintenance, elle est fixée et orientée parce que la base est destinée pour accomplir un nombre d'opérations de maintenance spécifique.

a- Démontage

- Cette opération comprend la dépose et le démontage de toutes les pièces, l'opération se fait dans un endroit sec et dans un bon éclairage.
 - Il faut être prudent pour éviter le dommage des pièces qui seront utilisées de nouveau.
 - L'outillage doit être choisi avec soin pour ne pas détériorer des éléments de liaison.
 - Le démontage doit être appliqué suivant un ordre qui est défini par le constructeur, manuscrit (Over naut. manuel), dans le mode et les étages nécessaires.

b. Nettoyage

Parmi les causes de la dépose, on peut citer la corrosion, elle nous amène à faire le nettoyage des pièces, afin de les maintenir et de faciliter le contrôle visuel.

L'opération de nettoyage de chaque composant doit être conforme aux normes imposées par le constructeur, toutes les parties doivent être nettoyées afin d'enlever la graisse et la corrosion.

c. Inspection et contrôle

Parmi les moyens de contrôle susceptible de faire connaître des composants, l'inspection visuelle s'est révélée comme l'une des plus efficaces, elle nous permet de détacher certaines détériorations: (Corrosion, déformation et rupture).

d. Réparation

- Les éléments ayant subi des dégâts: usiner, déformation ... doivent être réparés SI non remplacés.

e. Assemblage « remontage »

- Elle consiste à remonter les pièces et de construire des sous-ensembles, qui eux-mêmes seront assemblés pour constituer des ensembles tels qu'ils sont définis par des dessins d'ensembles.

f. Essais

- Les ensembles étant reconstitués ils sont soumis à des tests sur les bancs d'essais, le contrôle de performances se fera en rapport avec les manuscrites constructrices « performances, information ».

3.4. Le démontage du moteur

3.4.1. Le Haut Moteur

- Le haut moteur est la partie du moteur comprenant le cylindre et la culasse.
- Voici un moteur typique de 103. C'est celui-ci que nous démonterons. D'abord, pour bien se comprendre, il faut savoir le nom des pièces sur lesquels nous allons travailler. Au sommet du moteur se trouve la culasse que nous démonterons en premier pour pouvoir ensuite accéder au cylindre qui se trouve juste en dessous.



Fig. (III -01) Le Haut Moteur.

- En à utiliser une clef de 10, pour desserrer les quatre écrous, et en enlèvent en suite les rondelles qui se trouvent en dessous d'eux



Fig. (III -02) démontage des écrous de la culasse.

- En doit maintenant retirer la culasse des 4 tiges qui la maintiennent en place. Il faut faire toutes ces manipulations avec précautions pour éviter d'abîmer le pas de vis des tiges.
- Voilà notre moteur après avoir retiré la culasse. Un joint de culasse vient se placer entre le cylindre et la culasse. Et après chaque démontage de cette partie il faudrait changer ce dernier.



Fig. (III -03) culasse démontée

- En doit Retirer maintenant le cylindre et tenez le piston pour éviter qu'il se cogne puis en placera ensuite un chiffon fin dans la partie basse du moteur pour que des impuretés puissent y pénétrer.



Fig. (ID -04) démontage de cylindre.

- Ensuite en enlève l'axe de piston et la cage à aiguille qui se trouve à l'intérieur en ayant préalablement retiré les cyrclips avec une pince fine (Un seul cyrclips suffit pour retirer l'axe du piston).

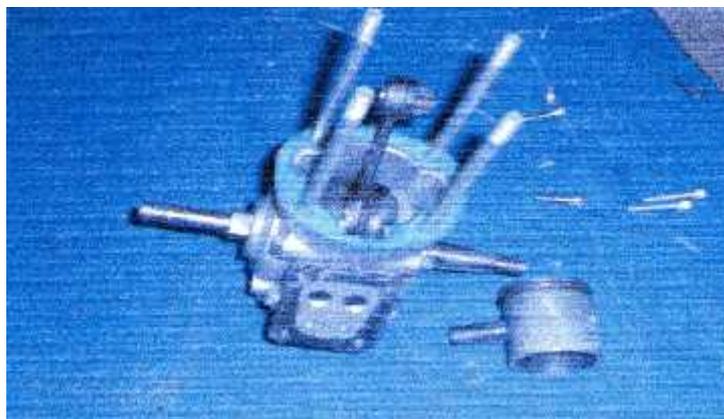


Fig. (III -05) démontage de l'axe de piston.

- Voila notre haut moteur démonté. Il faut évitez de rayer le piston ou le cylindre.
- Lors du remontage, les segments doivent se placer dans une encoche qu'il faut: cherché car elle est très petite.



Fig. (III -06) Je haut -moteur démonté

3.4.2. Le Bas Moteur

- Nous voyons ici le bas moteur de face, il faut Mémoriser l'ordre des pièces de l'embrayage pour pouvoir le remonter correctement.

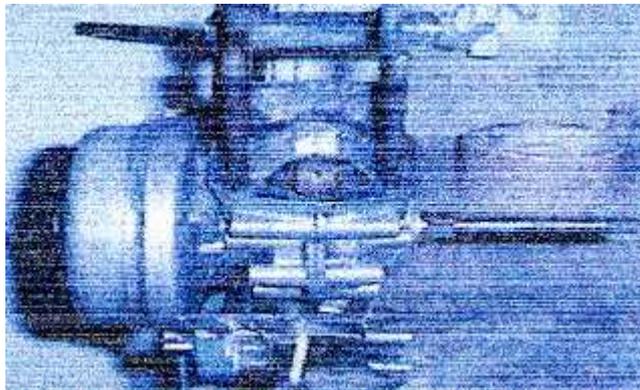


Fig. (III -07) le bas moteur.

- Le gros machin rond s'appelle l'allumage. Il est fixé sur le vilebrequin par un boulon qu'il faut retirer. Ensuite pour enlever la cloche d'allumage, en doit vissez un arrache-moyeu sur le pas de vis du vilebrequin,



Fig. (III -08) système d'allumage.

- Voilà votre cloche retirée. nous atteignons alors le support bobines.

Remarque: il faut surtout ne pas toucher au cuivre des bobines pour éviter de les rayer.



Fig. (III-09) retraie d'une cloche

- Description : au milieu, un vilebrequin. A droite et à gauche, des carters moteurs.

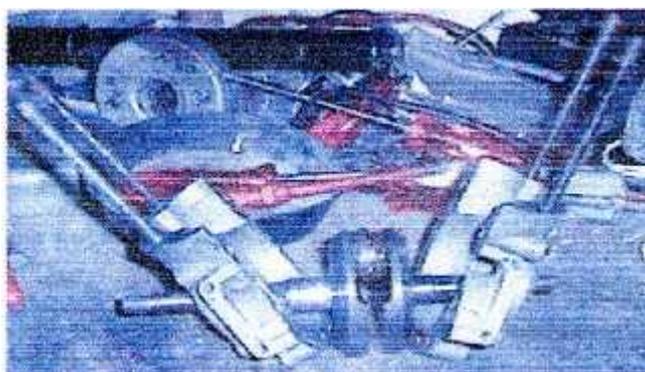


Fig. (III-10) vilebrequin et carters.

3.5. Le montage

- Après la révision du moteur en doit le remonter suivant les étapes ci-dessus :

- On va suivre les procédures de montage di cylindre, culasse, piston.

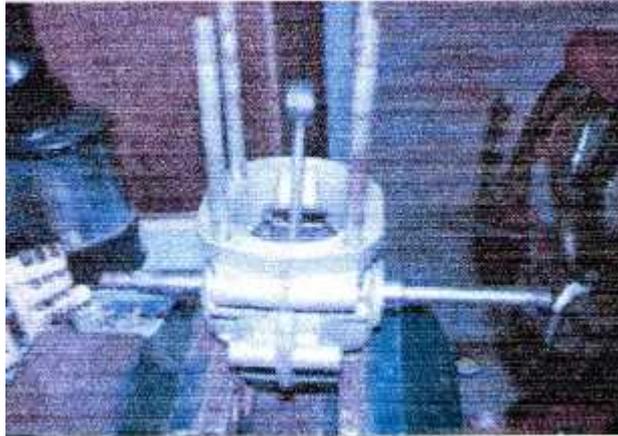


Fig. (III-11) le montage de piston

- Piston segments



Fig. (III-12) piston et segments

- Cage à aiguille, axe piston, circlips

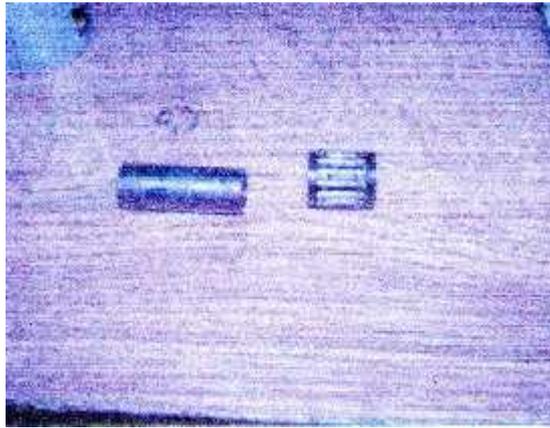


Fig. (III-13) cage à aiguille, axe piston circlips

- Tout d'abord, mettre la cage à aiguille dans la bielle.



Fig. (III-14) la cage à aiguille dans la bielle

- Mettre l'axe dans le piston (coter ou il y a pas le circlips) et enfoncer après avoir bien aligner cage à aiguille+ axe piston :



Fig. (III-15) axe dans le piston

- Mettre le 2^{ème} circlips dans le piston



Fig. (III-16) le 2^{ème} circlips dans le piston

- Apres cela mettre le joint d'embase

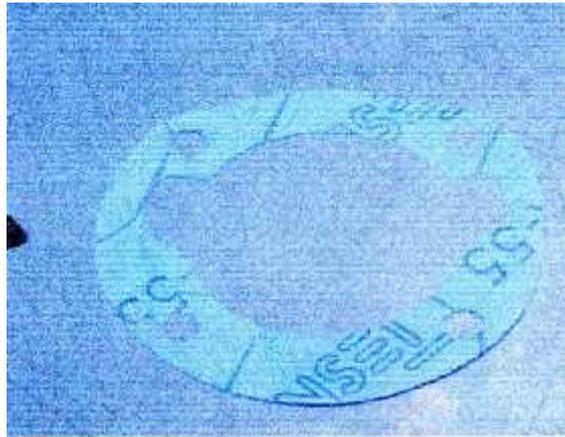


Fig. (III-17) le joint d'embase

- Ensuite bien mettre la coupe du segment dans l'ergot prévu à cet effet :



Fig. (III-18) la coupe du segment dans l'ergot

- Donc après mettre un peu d'huile 2 temps dans le cylindre, compresser les segments et pousser le cylindre sans forcer. Car sinon vous pouvez endommager les segments.

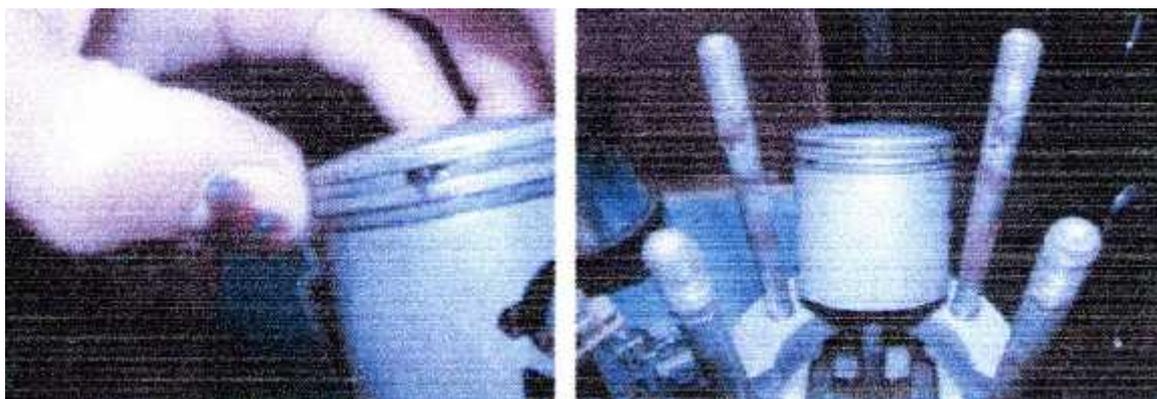


Fig. (III-19) compression des segments

- Voila une fois engager pousser le cylindre



Fig. (III-20) montage du cylindre

- Le cylindre mis :



Fig. (III-21) la mise en place du cylindre

- Mettre le joint de culasse

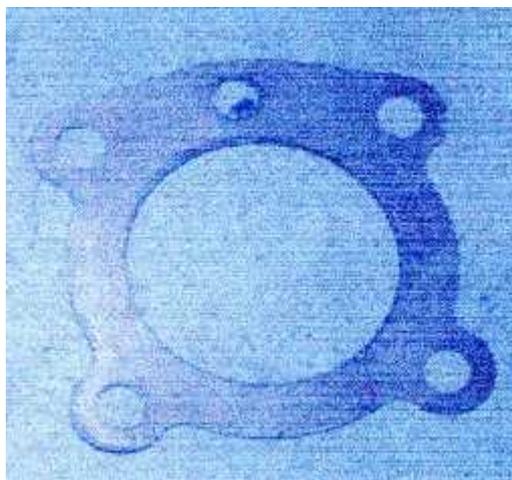


Fig. (III-22) le joint de culasse

- Mettre la culasse



Fig. (III-23) Montage de la culasse

- Ensuite mettre les rondelles spécifiques et puis serrer en croix

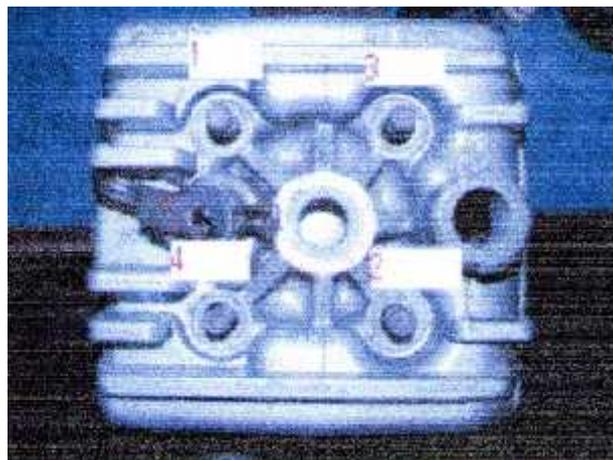


Fig. (III-24) l'assemblage.

4. Le band d'essai du moteur a piston:

4.1 Performances du moteur

- Les performances d'un avion dépendent largement des performances de son groupe motopropulseur:
 - Puissance du moteur,
 - Consommation du moteur,
 - Performances de l'hélice (puissance absorbée et rendement).

4.1.1 Puissance motrice

- La puissance motrice P_m est la puissance développée par le moteur sur l'arbre hélice; c'est le produit du couple moteur r_m et de la vitesse de rotation de l'hélice (en radians par seconde), égale au produit du régime de rotation N (en tris) par 211 :

$$\text{Puissance motrice : } P_m = 2f N I m$$

- La puissance est souvent chiffrée en pourcentage de la puissance maximale du moteur.
- Les avions légers sont dotés de moteurs à piston dont les performances en terme de puissance et de consommation.
- Dans le cas des avions légers, l'arbre du moteur à piston entraîne directement l'hélice, sans réducteur, et de ce fait les régimes de rotation du moteur et de l'hélice sont égaux.

La puissance d'un moteur dépend d'un certain nombre de paramètres :

- La pression d'admission, pression du mélange air-essence à l'admission dans les cylindres,
- La température de l'air,
- La richesse du mélange air-essence admis,
- Le régime de rotation du moteur.

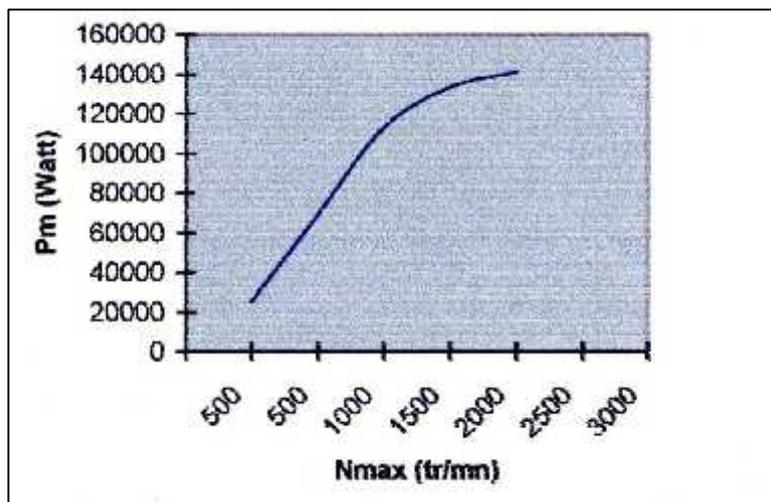


Fig.1 : Evolution de la puissance motrice en fonction du régime.

- Le régime de rotation est régi par l'équilibre de la puissance absorbée par l'hélice et de la puissance motrice. La pression d'admission est fonction de la position de manette de gaz (ou de commande de puissance).

4.2.2 Consommation du moteur

- La consommation horaire est essentiellement fonction de la puissance motrice, on peut l'exprimer en faisant intervenir la notion de consommation spécifique, notée C_s :

$$\text{Consommation horaire en kg/h } Ch = C_s P_m$$

❖ Consommation spécifique

- La notion de consommation spécifique a été présentée précédemment. La consommation spécifique d'un moteur à piston est de l'ordre de 0,3 kg/kW/h. Elle dépend de la technologie du moteur et des paramètres de fonctionnement tels que la richesse du mélange, le régime moteur et le niveau de puissance.

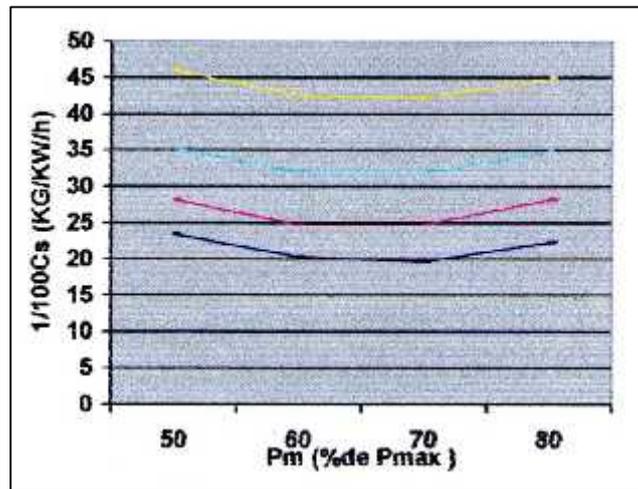


Fig. 2 : Consommation spécifique en croisière du moteur en fonction de la puissance et du régime.

❖ Réglage de la richesse

- Le réglage de la richesse est essentiel pour la conduite du moteur à pistons. Un réglage incorrect peut se traduire par un excédent de consommation ou un mauvais fonctionnement du moteur.

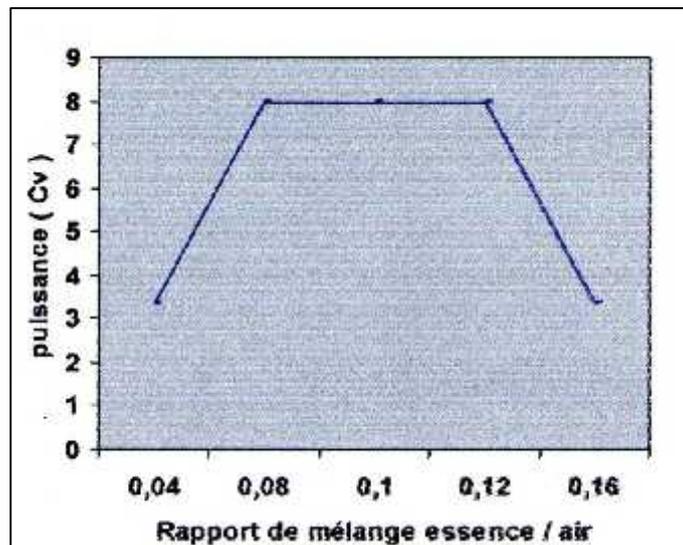


Fig. 3 : Influence de la richesse sur la puissance.

- La commande de richesse permet d'ajuster le rapport de mélange essence/air, Au décollage et en montée initiale, la commande de richesse est en général sur plein riche. pour améliorer le refroidissement des cylindres. En croisière, on a intérêt à appauvrir le mélange pour éviter une consommation excessive, mais évitant aussi un mélange trop pauvre, ce qui risque de provoquer une détérioration rapide du moteur.

4.1.3 Performance du l'hélice

- La puissance absorbée par l'hélice (P_h) est égale au produit du couple résistant de l'hélice (T_b) par la vitesse de rotation, d'où l'expression similaire à l'expression de la puissance motrice :

$$\text{Puissance absorbée par l'hélice } P_h = 2\pi N T_h$$

- Si la puissance absorbée par l'hélice est égale à la puissance motrice, le régime est constant. Si la puissance absorbée est plus faible, le régime augmente (inversement il diminue si elle est supérieure).
- La puissance propulsive représente la puissance effectivement restituée par l'hélice, Elle est égale au produit de la traction de l'hélice, notée T , par la vitesse propre de l'avion, soit :

$$\text{Puissance propulsive } P_p = V T$$

- Par principe, la puissance absorbée par l'hélice ne peut être totalement restituée sous forme de puissance propulsive, d'où la notion de rendement hélice (inférieur à 1) :

$$\text{Rendement hélice } \eta_h = P_p / P_h$$

4.2. Les contrôles et les réglages du moteur :

- Un moteur ne fonctionne normalement que s'il est :

- **Correctement lubrifié** : Pression et température d'huile.
- **Correctement alimenté** : Quantité, pression et débit de carburant.
- **Correctement réglé** : Pression d'admission, vitesses de rotation, températures diverses.

- Toutes ces informations sont reportées au tableau de bord de l'avion à la vue du pilote sur divers instruments. On y trouve :

- ❖ Les pressions en PSI.
- ❖ Les quantités de carburant en fraction de la capacité maximum" notamment pour les avions légers.
- ❖ Les températures en degrés op et parfois en oc.
- ❖ Les débits en gallons par heure ou autre unité.
- ❖ Les vitesses de rotation en RPM.
- ❖ A noter que certaines de ces informations peuvent être regroupées sur un même indicateur comme

- ❖ Les pressions d'huile, de températures d'huile et de culasse.
- ❖ Les pressions d'admission et de débit carburant
- ❖ En outre, l'interprétation de ces lectures est sécurisée par l'utilisation de
- ❖ Plages de couleur normalisées sur les divers instruments de contrôle:
- ❖ Plages vertes : Normal.
- ❖ Plages jaunes: Dangereux.
- ❖ Plages rouges : Interdit

Conclusion

Cette thèse a été réalisée dans le cadre d'une collaboration entre un acteur commercial-industriel (Air Algérie) et un acteur académique (I.A.B).

Après avoir cette petite expérience dans le domaine de l'ULM deux constats peuvent être faits sur l'état de conception ou de réalisation des avions légers.

D'un point de vue académique (théorique), les leçons tirées de la synthèse des expérimentations et les techniques de réalisation formelle existent depuis de nombreuses années et sont optimisées par de nombreuses équipes de construction.

D'un point de vue pratique, avoir l'occasion d'utiliser nos connaissances et apprendre des nouvelles techniques formelles de réalisation, des outils existent et peuvent maintenant être appliqués à des projets de tailles conséquentes.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ LA MÉCANIQUE DU VOL DE L'AVION LÉGER
 - SERGE BONNET
 - JACQUE VERRIERE

- ❖ LES MOTEURS A COMBUSTION INTERNE
 - BENABBASSI.A

- ❖ TECHNOLOGIE DE L'AUTOMOBILE (LE MOTEUR)
 - GUSTAVE MAILARD

- ❖ **Sur le web :**
 - <http://www.lesmoteursdesavionslegers.com>
 - <http://www.lapropulsionaerienne.com>
 - <http://www.lesmoteursapistons.com>