

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de Blida

Faculté des sciences de l'ingénieur

Département d'aéronautique

*Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme des études
universitaires appliquées
Option : propulsion*

THEME

*Etude descriptive du moteur
ROTAX 912*



Présenté par :

_ GHILANI Med Ferhat

_ BERRAMDANE Laaradj

Dirigé par :

_ Mr: GHERROUS

Année universitaire 2008/2009

ê ø

û û ð ð È Ì Ä x Æ % Æ Ô , Ä ë Ä Ý Ò Ó ü Ü ù ï Ý Ú
.... È ø ð ð % ù

Résumé

Notre travail consiste en une étude descriptive d'un moteur ROTAX 912, afin d'établir une extraire de (éléments, Systems...etc.).

Abstract

Our work consists of a descriptive study of an engine ROTAX 912, in order to establish one to extract from (elements, Systems... etc).

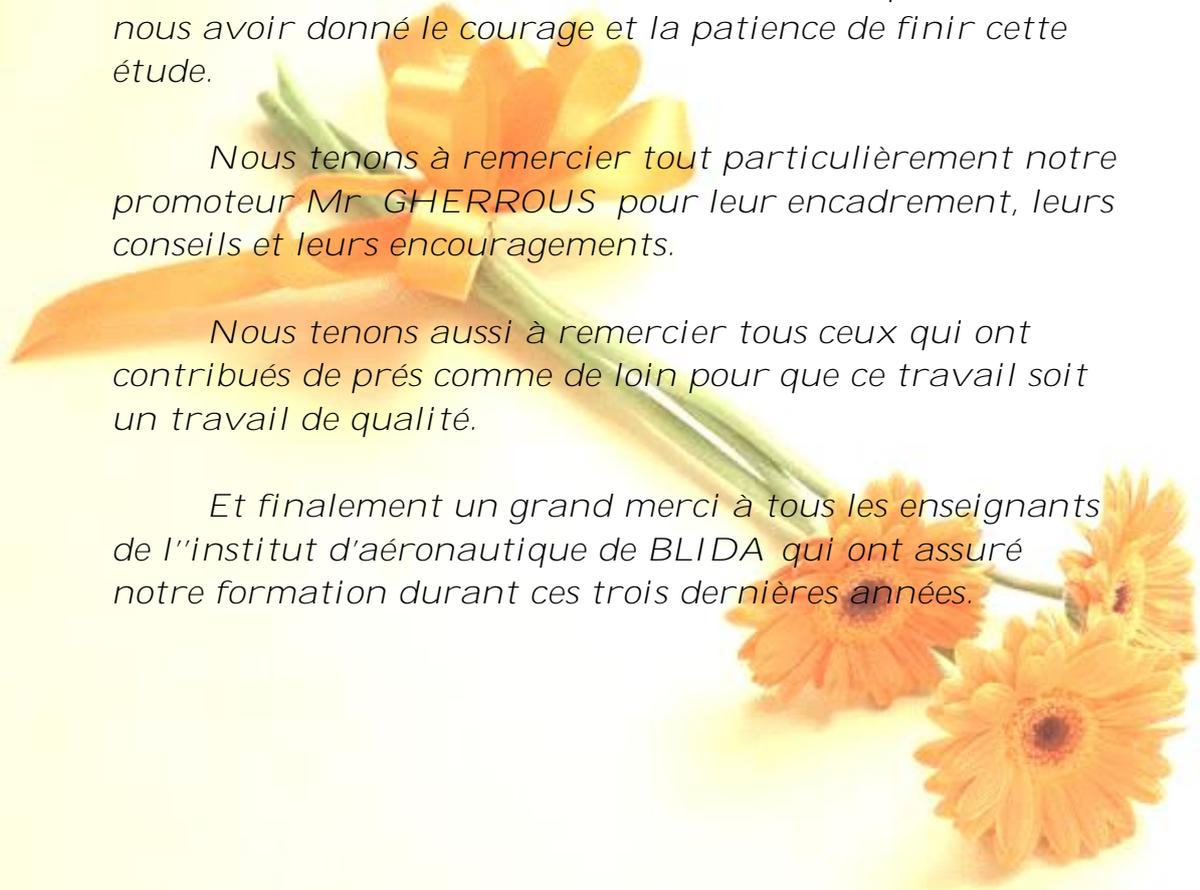
REMERCIEMENTS

Nous remercions DIEU ALLAH le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience de finir cette étude.

Nous tenons à remercier tout particulièrement notre promoteur Mr GHERROUS pour leur encadrement, leurs conseils et leurs encouragements.

Nous tenons aussi à remercier tous ceux qui ont contribué de près comme de loin pour que ce travail soit un travail de qualité.

Et finalement un grand merci à tous les enseignants de l'institut d'aéronautique de BLIDA qui ont assuré notre formation durant ces trois dernières années.



DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont soutenue moralement et m'ont offert tous moyens pour réussir .Que dieu les protège.

-Mon Père et mon Mère.

-Mes chers frères : "A bdelmalek ,Boubaker,Hanafi,A bdelhakim".

-Mon cousin : "Jilali".

-Mes chers amis : "Jilali,A bedrahman,Hadj,Yosef,Taha,Othman,Monir, A issa,A li,Taher,Salim,Boubaker,Yahia,Mostafa,Moussa,Boudawed, Sadaam,Mohamed,A bdelatif,A bedelhadi,A mer,A bdallah".

-Mon binôme : "Farhaat".

-Et tous les étudiant d'aéronautique.

Laaradj.B

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont soutenue moralement et m'ont offert tous moyens pour réussir .Que dieu les protège.

-Mon Père et mon Mère.

-Mes chers frères : "A bdelmalek".

-Mon chers sœurs : "Nawal, Nadjat, Kaouther".

-Mes chers amis : "Mohamed, Islame, Hakim, Ishak, Dadi, Tifo, Yacine, Abdou, A Itaher, A youb, Taha, Soufien"

-Tous mes amis de Blida "A zzedine, Boubakre, Dahman, Rachid, Youcef, Mouman, A lhadj, Oussama, Kanza"

-Mon binôme : " Laaradj".

-Et tous les étudiant d'aéronautique.

Ghilani Mod Ferhat

II.8.3.Température de la culasse (lecture au siège de bougie)	Erreur ! Signet non défini.
II.8.4.Température d'échappement	Erreur ! Signet non défini.
II.8.5.Démarrage moteur, (température de fonctionnement)	Erreur ! Signet non défini.
II.8.6.Température de refroidissement du ROTAX 582 UL DCDI / mod. 99	Erreur ! Signet non défini.
II.8.7.Pression de carburant	Erreur ! Signet non défini.
II.9.Moteurs à quatre temps	Erreur ! Signet non défini.
II.9.1.Moteur ROTAX914	Erreur ! Signet non défini.
II.9.1.1. Données techniques de moteur ROTAX914	Erreur ! Signet non défini.
II.10.Moteur ROTAX 912	Erreur ! Signet non défini.
CHAPITRE III : ETUDE TECHNOLOGIQUE ET FONCTIONNELLE	
III.ETUDE GENERALE du MOTEUR ROTAX912	Erreur ! Signet non défini.
III.1.Historique sur les moteurs ROTAX	Erreur ! Signet non défini.
III.2.Introduction	Erreur ! Signet non défini.
III.3.Moteur ROTAX912ULDCDI 81CV	Erreur ! Signet non défini.
III.3.1.Données techniques	Erreur ! Signet non défini.
III.3.1.1. Performances	Erreur ! Signet non défini.
III.3.1.2.Chambre de combustion	Erreur ! Signet non défini.
III.3.1.3. Poids	Erreur ! Signet non défini.
III.4.MOTEUR ROTAX912 ULS DCDI 100CV	29
III.4.1.Données techniques	Erreur ! Signet non défini.
III.4.1.1.Performances	Erreur ! Signet non défini.
III.4.1.2.Chambres de combustion	Erreur ! Signet non défini.
III.4.1.3. Poids	Erreur ! Signet non défini.
III.5.Éléments du moteur, vues du moteur, numérotage des cylindres, définition des principales	Erreur ! Signet non défini.
III.6. description Type	Erreur ! Signet non défini.
III.7.Direction de rotation	Erreur ! Signet non défini.
III.8.Description des systèmes	Erreur ! Signet non défini.
III.8.1.système de refroidissement pour le moteur Rotax 912	Erreur ! Signet non défini.
III.8.1.1.composition du système de refroidissement	Erreur ! Signet non défini.
III.8.1.2. Vanne à 2 voies (calorstat)	Erreur ! Signet non défini.
III.8.1.3.Système avec vanne à 3 voies	Erreur ! Signet non défini.
III.8.2.Circuit électrique	Erreur ! Signet non défini.
III.8.2.1. La batterie	Erreur ! Signet non défini.
III.8.2.2.La génératrice	Erreur ! Signet non défini.
III.8.2.3.Le régulateur	Erreur ! Signet non défini.
III.8.2.4.L'alternateur	Erreur ! Signet non défini.
III.8.2.5.Données du constructeur	Erreur ! Signet non défini.
III.8.3.Circuit carburant	Erreur ! Signet non défini.
III.8.3.1.Principe et fonctionnement du carburateur	Erreur ! Signet non défini.
III.8.3.2.Pressions dans le carburateur lors de l'accélération	Erreur ! Signet non défini.
III.8.3.3.Avantages du carburateur à dépression	Erreur ! Signet non défini.
III.8.3.4.Régulateur de pression d'essence	Erreur ! Signet non défini.
III.8.4.Circuit d'huile	Erreur ! Signet non défini.
III.8.4.1.Thermostat d'huile pour moteur	Erreur ! Signet non défini.
III.8.4.2.Principe de fonctionnement du thermostat d'huile	48
III.8.5.Boîte de vitesse du propulseur (gearbox).....	49
III.9.Les données	Erreur ! Signet non défini.

III.9.1. Vitesses de fonctionnement et limites (912)	Erreur ! Signet non défini.
III.10. dessins définition	Erreur ! Signet non défini.
III.10.1 : Ensemble du carter de vilebrequin	Erreur ! Signet non défini.
III.10.2 : Ensemble de vilebrequin	Erreur ! Signet non défini.
III.10.3 : Système échappement et admission	Erreur ! Signet non défini.
III.10.4 Soupape.....	57
III.10.5.générateur	59
III.10.6 : Réducteur et alternateur	Erreur ! Signet non défini.
III.10.7: pompe d'huile	Erreur ! Signet non défini.
III.10.8.Réservoir d'huile avec l'insertion de cloison	65
CHAPITRE IV : MAINTENANCE	
IV. Entretien	67
IV.1. Système carburant	67
IV.1.1. Déplacement des carburateurs et de la bride du carburateur	67
IV.1.2. Entretien du carburateur à dépression constante (contrôle et maintenance)	68
IV.1.2.1. Essai d'étanchéité de la soupape à pointeau du flotteur	68
IV.1.2.2. Diaphragme	69
IV.1.2.3. Aiguille du gicleur	69
IV.1.2.4. Gicleurs	Erreur ! Signet non défini.
IV.1.2.5. Chambre du flotteur	Erreur ! Signet non défini.
IV.1.2.6. Suspension du flotteur	Erreur ! Signet non défini.
IV.1.2.7. Contrôle de la soupape à pointeau du flotteur	Erreur ! Signet non défini.
IV.1.2.8. Corps du carburateur.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.1.3. Contrôle de l'installation du carburant	74
IV.1.3.1. Notes générales sur les carburants	74
IV.1.3.2. Pression de carburant	74
IV.1.3.3. Installation du kit d'essai de pression de carburant	74
IV.1.4. Pompe à essence	75
IV.1.4.1. Tubes de carburant	76
IV.2. Lubrification du système	76
IV.2.1. Déplacement de la pompe à huile	76
IV.2.2. Vérification de la pompe à huile	76
IV.2.3. Remontage la de pompe à huile	78
IV.2.4. Vis de drainage.....	79
IV.3. Système de refroidissement	Erreur ! Signet non défini.
IV.3.1. Déplacement de la pompe à eau	Erreur ! Signet non défini.
IV.3.2. Démontage et inspection du logement de la pompe à eau ..	Erreur ! Signet non défini.
IV.4. Circuit d'allumage	Erreur ! Signet non défini.
IV.4.1. Vérification de l'unité d'allumage (dépannage)	Erreur ! Signet non défini.
IV.4.2. Bougies d'allumage, câbles d'allumage, connecteurs de bougie d'allumage, câbles	Erreur ! Signet non défini.
IV.4.3. Module électronique, ensemble de déclenchement	83
IV.5. Déplacement de la culasse	84
IV.6. Démontage du cylindre et du piston	85

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure(I.1)	Ornithoptère datant de 1902	02
Figure(I.2)	L'aéroplane de Félix du Temple d'après le brevet de 1857	03
Figure (I. 3)	L'Eole de Clément Ader	04
Figure(I.4)	Le moteur à vapeur L'Eole II : 48kg	04
Figure(I.5.A.B)	Le Flyer des frères Wright	05
Figure(I.6)	Moteur Antoinette de 50ch (8 cylindres en V)	06
Figure(I.7)	Le Voisin-Farman n°1bis	06
Figure(I.8)	Le moteur Gnome Omega de 50ch du biplan de Forman (rotatif)	07
Figure(II.1)	ROTAX447	13
Figure(II.2)	ROTAX503	13
Figure(II.3.A.B)	moteur ROTAX 447 UL SCDI	14
Figure(II.4.A.B)	ROTAX 503 UL DCDI	15
Figure(II.5)	moteur ROTAX 582	16
Figure (II.6.A.B)	moteur ROTAX582	17
Figure(II.7)	Moteur ROTAX914	25
Figure(III.1)	Moteur ROTAX912UL	28
Figure(III.2)	moteur ROTAX912ULS	30
Figure(III.3.A.B)		32-33
Figure(III.4)	moteur ROTAX 912	34
Figure(III.5)	Soupape du calorstat fermée	36
Figure(III.6)	Soupape du calorstat Ouverte	36
Figure(III.7)	circuit d'allumage	42
Figure(III.8)	circuit carburant	43
Figure(III.9)	circuit de lubrification	47
Figure(III.10)	Synoptique du montage de la plaque sandwich	48
Figure(III.11)	gearbox	50
Figure(IV.1)	Le bride de carburateur	67

Figure(IV.2)	Eléments de carburant	67
Figure(IV.3)	Pointeau du flotteur	68
Figure(IV.4)	Diaphragme	69
Figure(IV.5)	Eléments des Aiguille du gicleur	70
Figure(IV.6)	Ensembles des Gicleurs	70
Figure(IV.7)	Chambre du flotteur	71
Figure(IV.8)	Eléments des Chambre du flotteur	71
Figure(IV.9)	Suspension du flotteur	72
Figure(IV.10)	Soupape à pointeau du flotteur	72
Figure(IV.11)	Corps du carburateur	73
Figure(IV.12)	Installation du kit	75
Figure(IV.13)	Pompe à essence	75
Figure(IV.14)	Tubes de carburant	76
Figure(IV.15)	Pompe à huile	76
Figure(IV.16)	Contrôle de couverture de la pompe à huile	77
Figure(IV.17)	Eléments de la pompe à huile	77
Figure(IV.18)	Eléments de la pompe à huile	77
Figure(IV.19)	Eléments de la pompe à huile	78
Figure(IV.20)	Pompe à huile	79
Figure(IV.21)	Vis de drainage	79
Figure(IV.22)	Pompe à eau	80
Figure(IV.23)	Eléments inspection du logement de la pompe à eau	80
Figure(IV.24)	Coude de liquide réfrigérant	81
Figure(IV.25)	Cables d'allumage	82
Figure(IV.26)	Ensemble de déclenchement	83
Figure(IV.27)	La culasse	84
Figure(IV.28)	Elements de La culasse	85
Figure(IV.29)	Cylindre et piston	85
Figure(IV.30)	Piston	86

Introduction

Le Moteur ROTAX 912 est un moteur de type motopropulseur à piston prévu pour l'avion léger et utilisé en aéronautique généralement sous la forme de moteur thermique à quatre temps.

Ce mémoire comporte quatre chapitres classés comme suit :

Ø Chapitre 1 : historique.

Ce chapitre présente un historique sur les avions légers.

Ø Chapitre 2 : types de moteurs d'avions ROTAX.

Ce chapitre présente les types de moteurs d'avions ROTAX.

Ø Chapitre 3 : étude technologique et fonctionnelle.

Ce chapitre présente une étude détaillée sur chaque élément de par sa conception, sa construction et son fonctionnement.

Ø Chapitre 4 : maintenance.

Ce dernier chapitre est consacré à la maintenance de quelques éléments du Moteur ROTAX 912.

Et enfin, ce mémoire s'achève par une conclusion générale.

CHAPITRE I HISTORIQUE

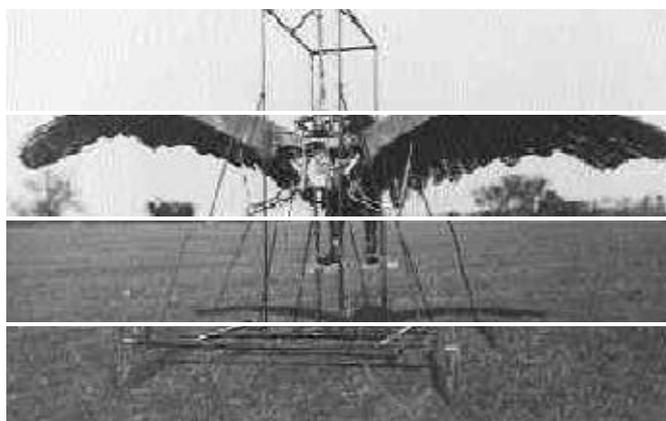
I. Historique de l'avion léger :

Quelle longue et périlleuse histoire que celle de la conquête de l'aviation ! du désir immémorial des hommes de s'élever dans les airs. né dans les mythologiques rêves d'Icare, au premier vol horizontal de Clément Ader en 1897, les recherches, essais et tâtonnements furent nombreux, et occupent aujourd'hui une place importante dans le secteur de l'ingénierie.

On remarque que, si l'art de la navigation a pu se développer empiriquement au cours des siècles et au hasard des rivages, l'histoire de l'aviation est indissolublement liée aux progrès mêmes de la science ; pour imiter ce que les oiseaux font, l'homme est obligé d'en appeler aux ressources les plus abstraites de son génie.

I.1. Les débuts :

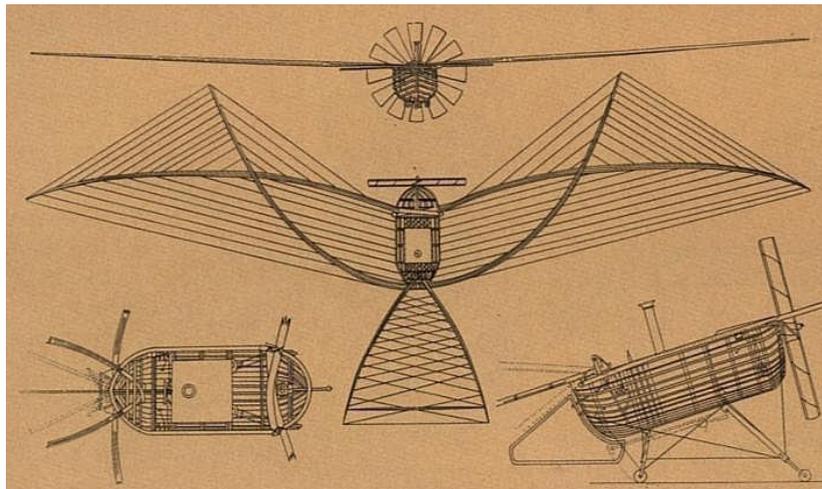
Nous ouvrirons ainsi cette page d'histoire en évoquant les premières recherches de Léonard de Vinci (1452-1519), car c'est à la renaissance que la première étude raisonnée sur le vol humain de Vinci (1452-1519), il aboutit néanmoins à une conclusion erronée, à savoir que l'homme serait capable de voler s'il disposait d'un appareil à ailes battantes (qu'il baptisa « Ornithoptère »).



Figure(I.1) Ornithoptère datant de 1902

Suivit ensuite d'une série de vols effectués à bord de montgolfières et autres dirigeables, sur une période qui va de 1783 avec le premier vol d'un ballon à air chaud captif : la montgolfière réalisée par les frères Montgolfier, à 1852 avec le premier vol en dirigeable de Henry Giffard.

C'est en 1857, que Félix du temple réalise le premier vol horizontal avec décollage du sol d'un engin plus lourd que l'air (avec un modèle réduit). Suite à cela, le français Alphonse Pénaud fera voler en 1871 le « planophore », un monoplan de la taille d'un jouet muni d'un empennage et dont il tordait (gauchissait) la voilure pour compenser le couple de l'hélice, puis inventera en 1874 le moteur à fils de caoutchouc tordu.



Figure(1.2) L'aéroplane de Félix du Temple d'après le brevet de 1857

C'est cependant à Clément Ader que nous devons le premier appareil, bien que rudimentaire car ne possédant aucune commande, capable d'embarquer une personne à son bord : l'exploit que constitue le premier vol d'Eole fut réalisé le 9 octobre 1890 dans le parc du château d'Arminvilliers ; équipé d'un moteur à vapeur ainsi que d'une aile imitant celle des chauves-souris, il accomplit alors un saut de puce sur une cinquantaine de mètres à 20 cm du sol.

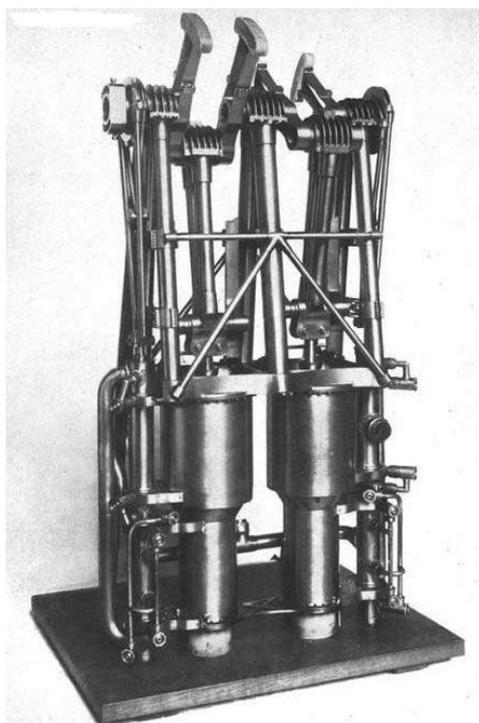
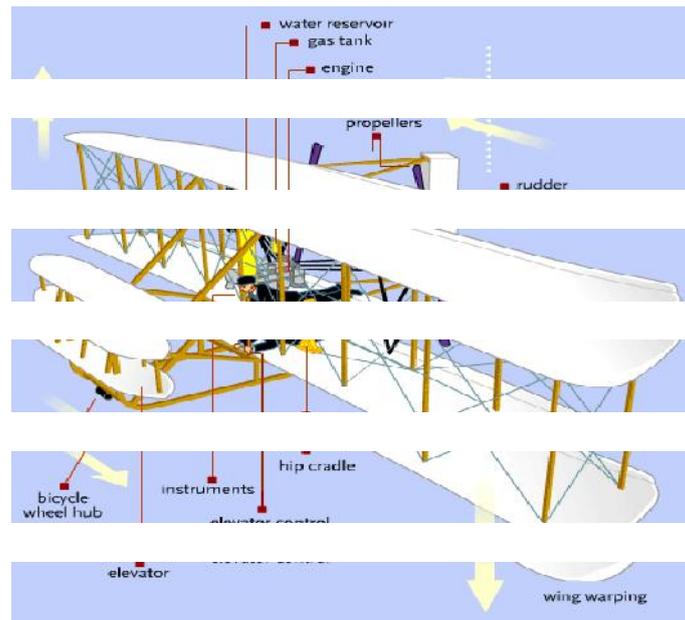


Figure (I. 3) L'Eole de Clément Ader Figure(I.4) Le moteur à vapeur de
L'Eole II : 48kg

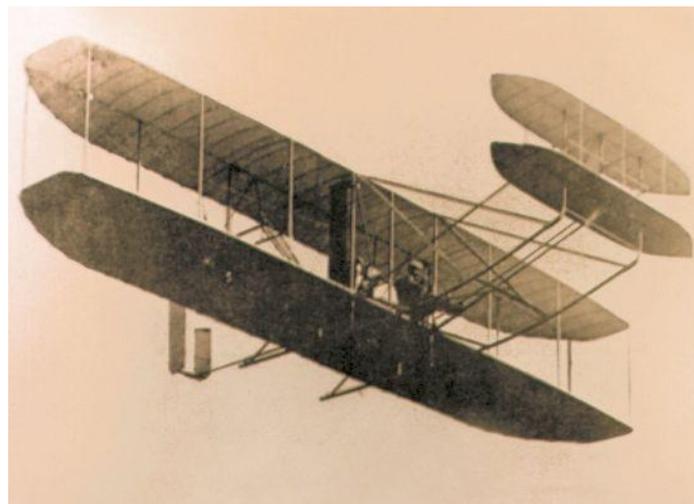
I.2. L'ère des exploits :

Ce n'est que bien des années plus tard, le 14 octobre 1897 très exactement, que Clément Ader réalise un premier vol horizontal de 300 mètres avec l'Avion III (un bimoteur nommé «Aquilon») à Satory. Un an après, Le 20 octobre 1898 verra la création de l'aéro-club de France dont le but est de réunir tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin à l'aviation.

Le 17 décembre 1903 Wilbur et Orville Wright s'envolent à bord du Flyer sur près de 260 mètres en 59 secondes à Kill Devil Hill (près de Kitty Hawk en Caroline du nord). C'est le premier vol propulsé et contrôlé. Ils réaliseront le 20 septembre 1904 le premier vol en circuit fermé.



Figure(I.A)

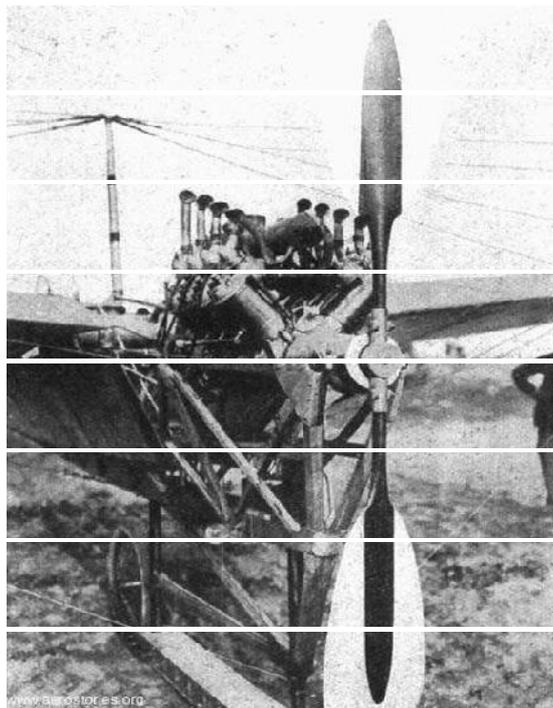


Figure(I.B)

Figure(I.5.A.B) Le Flyer des frères Wright

Le 12 octobre 1905 est créée la Fondation Aéronautique Internationale (F.A.I.)

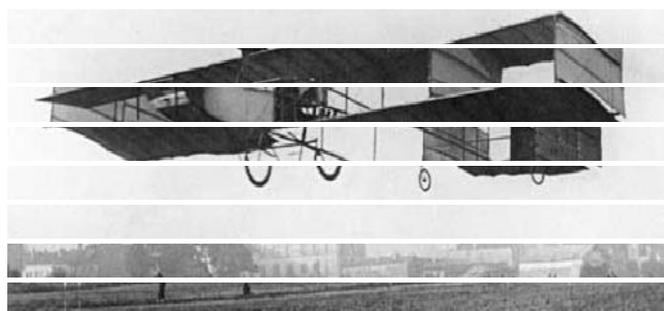
Le 23 juillet 1906, le Brésilien Santos-Dumont réalise le premier vol soutenu européen en public à Bagatelle. Le 12 novembre, il accomplit à bord de son aéroplane de construction cellulaire doté d'un moteur "Antoinette" de 50 ch premier vol homologué couvrant une distance de 220 m et à une vitesse de 41,292 km/h.



Figure(I.6) Moteur Antoinette de 50ch (8 cylindres en V)

L'année 1908 verra s'accomplir de nombreux exploits : Le 13 janvier, Henri Farman effectue, à bord d'un Voisin, au dessus du terrain d'Issy-les-Moulineaux, le premier vol officiel en circuit fermé de 1 km

Le 14 mars, le nouveau moteur d'avion des frères Renault est essayé sur le biplan Voisin-Farman n°1 bis, et le 8 juillet 1908, Farman invente le mot "aileron" et baptise ainsi les volets en bout d'aile. Le 8 août, Wilbur Wright accomplit, au Mans, une boucle pendant une minute et quarante-cinq secondes.

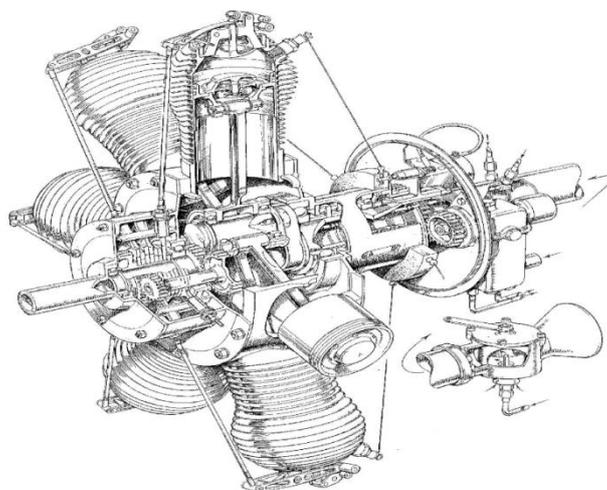


Figure(I.7) Le Voisin-Farman n°1bis.

Le 18 mai 1909 à Chalons, un monoplan réalise un vol avec passager : Hubert Latham emmène René Demasnet sur son Antoinette, précédant de peu le premier meeting aérien à Viry- Châtillon, sur le terrain de Port-Aviation qui fut le premier

aérodrome au monde conçu pour accueillir les meetings avec une piste en ellipse de 4 km et des gradins de 7000 places. En juin, à Issy-les-Moulineaux, Blériot réussit le premier vol avec deux passagers : Santos- Dumont et André Fournier.

En Juillet 1909, les progrès sont grands et les appareils jugés suffisamment fiables pour conception, le Type XI : c'est la première traversée de la Manche, entre Calais et Douvres. Le 22 août ouvre le premier meeting international d'aviation à Reims, à l'occasion duquel le moteur Gnome Oméga de 50 ch. est présenté sur le biplan d'Henry Farman. C'est le premier moteur rotatif (il tourne avec l'hélice). Le 23 octobre, la baronne de La Roche obtient son brevet à Chalons-sur- Marne à bord. Elle est la première femme pilote au monde.



Figure(I.8) Le moteur Gnome Omega de 50ch du biplan de Forman (rotatif)

I.3. La grande guerre et l'industrialisation :

1914 : L'aviation bascule dans l'industrialisation de masse et les principes de l'industrie automobile, elle aussi naissante, vont être appliqués pour produire près de 11 000 appareils en quatre ans.

Cette longue période d'hostilité va avoir une influence considérable sur le développement des plus lourds que l'air. Les petits constructeurs du début du siècle sont devenus industriels, et l'armistice de 1918 laisse un parc non négligeable d'avions d'arme inemployés. De plus dans l'inconscient collectif l'avion est passé d'un appareil à rêver à un outil de guerre et de destruction. Les états major des pays belligérants ont compris et vérifié l'enjeu de la maîtrise de l'air et l'espace aérien est ainsi devenu un espace militaire.

Toutes ces raisons éloignent l'aviation de la base et seuls les grands raids des années folles auront à ce niveau un effet bénéfique de rapprochement.

Bien sûr, l'après guerre voit tout de même un développement d'appareils ayant pour but l'école de loisir et du tourisme. Quoi qu'il en soit, ces tentatives semblent plus issue de la nécessité, pour les industriels, de se tourner vers de nouveaux acheteurs pour essayer de maintenir leurs chaînes en activité que la réponse à une réelle politique d'ouverture vers l'aviation légère.

La Grande Bretagne qui depuis Blériot "n'est plus une île" développe des appareils comme le De Havilland Humming Bird, le Puss Moth puis le fameux Tiger Moth. De leur côté les italiens développent dès 1928 des avions légers comme le BrédaBA15.

Les belges volent avec le fameux Stampe SV4 et en France, l'année 1935 voit sortir des ateliers les premiers Potez 60 succédant à la série des Potez 36. Quoi qu'il en soit, l'aviation reste l'apanage de riches oisifs ou d'activités associatives sous forte intervention étatique.

I.4. Les années Mignet :

C'est dans ce paysage qu'apparaît en 1928 dans le journal les ailes, les plans d'un appareil conçu et réalisé par celui qui va marquer de son esprit et de sa façon d'être l'ensemble des mouvements de constructeurs amateurs mondiaux.

En effet, pour la première fois la possibilité est offerte à tout et à chacun de construire chez soi son propre appareil pour pouvoir voler. Moins d'un an plus tard les premiers HM 8 commencent à sillonner le ciel de France.

HM, deux fameuses initiales pour Henri MIGNET, amateur de génie. Si le développement fulgurant de la construction de ses HM 8 a de quoi le satisfaire, celui-ci ne s'arrêtant pas en si bon chemin, poursuit ses développements.

L'époque est propice et cet ouvrage donne lieu à la naissance d'un gigantesque mouvement. Essayez d'imaginer : le premier pou du ciel à décollé en 1934 et en octobre 35, est homologué le 100e de la série, sans oublier les quelques 200 HM8 en construction ou déjà construits.

Le phénomène a pris une réelle ampleur à la surprise de tous et ces -déjà nombreux- appareils évoluent alors dans un espace juridique d'homologation et de certification qui ne leurs est pas adapté. La loi emboîte donc la marche aux faits et en 1938 est créé le Certificat de Navigabilité Restreint d'Aéronefs.

La possibilité de construire chez soi son propre appareil pour ensuite s'envoler avec, est en (finofficiellem) entre connue. La brèche ouverte donne des idées à de nombreux constructeurs de Mignet qui vont devenir, à leur tour, concepteurs d'avions légers après l'intermède obligatoire de la deuxième guerre mondiale.

I.5. Cinq ans à construire sans voler :

1940 : De nouveau la guerre gèle tout. Malgré cela, de nombreux constructeurs amateurs continuent dans leur cave ou leur grenier à couper et à coller. C'est ainsi que dès la libération, de nouvelles avionnettes multicolores vont ré- envahir les cieux français.

L'explosion de 1934 a fait figure de détonateur et certaines idées ont eu le temps de mûrir. La fin des années 40 voit donc de nombreux concepteurs faire voler leur première création au côté des derniers développements d'Henri Mignet, le pou bébé et la série des HM 280-290.

Apparaissent donc, en 45 et 46, les premières créations d'André Starck l'AS70, de Roger Adam avec son RA14 et de Jean Van Lith avec son N°IV. 1947 voit l'arrivée de l'André Brodeau N° 7 avec son fuselage coque et du Maurice Brochet MB50.

Tous ces appareils sont hélas desservis par leur motorisation, en effet les Mengin 35cv, Train 40cv, Salmson 45cv, Persy, Mathis, Poinsard et autres Anzani ne sont pas des modèles de performance et de fiabilité.

I.6. De nouveaux appareils :

En 1948, au côté de la formule "pou" développée par Émilien Crozes avec son Criquet apparaît un appareil qui, à son tour aura une longue descendance : Édouard Joly et Jean Delemontez présentent leur JODEL monoplace équipé d'un Poinsard de 25 CV. Les bonnes fées se sont penchées sur son berceau puisque dans ses différentes versions celui-ci sera fabriqué à plus de 500 exemplaires.

Mais le "bébé" Jodel n'est pas seul et les années 50 vont voir s'intensifier l'apparition et la construction de nouveaux modèles.

Les aérodromes français sont survolés par les créations de René Léger, Roger Druine, Albert Gatard, Max Plan, Armand Chatelin ou Marcel Jurca ainsi que par les nouveaux avions de Maurice Brochet ou de Claude Piel.

Les moteurs de leur côté gagnent en puissance avec le Régnier et le Minié de 75 Cv et en fiabilité avec l'utilisation de moteurs produits en grand nombre comme le Volkswagen issu de la fameuse Coccinelle ou le Continental 65cv nous venant d'outre atlantique.

Certains de ces avions donneront d'ailleurs lieu à une production en série semi-industrielle. C'est le cas de la famille des Jodel qui deviendront petit à petit DR pour Delemontez Robin. C'est aussi le cas des avions Turbulents et Turbi de Roger Druine produit en Grande Bretagne et de la longue lignée des Émeraudes CDN de Claude Piel.

I.7. Le mouvement devient mondial :

1952 : L'année suivante, c'est au tour des États-Unis de voir naître leur association de constructeurs amateurs sous le nom d'Experimental Air raft Association.

En France, celui qu'on appelle parfois le "Saint Patron" n'est pas absent de cet élan qui perdure puisqu'en 1959 Henri Mignet sort la série des HM 360, 380 et 390.

Car les années 60 n'ont rien à envier au niveau de la production de nouveaux appareils à la décennie précédente, jugez plutôt : apparaissent René Fournier et ses avions planeurs, Henri Nicolier et son HN 433 Ménéstrel qui n'est pas sans rappeler le CP20 Pinocchio.

L'année 1965 voit aussi et surtout apparaître sur notre sol de drôles de machines équipées d'un rotor entraîné par le vent relatif et propulsé de moteurs issus de l'industrie : les autogires légers font leurs premiers sauts de puce en France. Ces nouveaux appareils feront de nombreux Adeptes mais il faudra attendre les années 90 pour que leurs constructeurs et pilotes sortent enfin d'un cadre juridique trop longtemps provisoire.

I.8. Apparition du Métal et du Composite :

1970 : marque un virage dans la production amateur française avec l'apparition de nouvelles techniques comme la construction métallique du Roland Durable Edelweiss et du Chris Heintz Zénith ou la construction composite avec l'Impala de Robert Jacquet et Jean Pottier.

C'est aussi l'apparition d'avion sortant de l'ordinaire. Certains concepteurs ont ouvert la voie en créant des répliques de chasseurs ou des appareils de course au pylône et Michel Colomban frappe un grand coup en sortant en 1973 son minuscule bimoteur Cri Cri.

De nouveaux concepteurs font "leur premier pas" comme Jacques Coupé, Max Brugger ou Emile Lucas, ce dernier venant, au côté des développements de Jean Pottier, étoffer l'offre métallique.

Par contre, la construction composite ne prendra son véritable essor qu'au début des années 80 avec les premiers exemplaires de Rutan Variéze construits en France et l'apparition en 1981 du magnifique Orion de Jean Grinvalds qui donnera naissance à la réglementation gérant les kits.

Du côté motorisation, les choses elles aussi bougent: les premières autorisations d'installation de forte puissance sont délivrées sur les avions de Gérard Feugray et de Noël Jourdan: 200 puis 260 CV sur l'ASA.

Vers les moteurs de faible cylindrée, le nouvel élan va venir du monde ULM qui, né à la fin de l'année 70 et eut égard à son fort développement des années 80, va pouvoir fiabiliser un grand nombre de moteurs 2 temps.

Mais cette évolution s'opère sans ébranler les fondements et c'est ainsi qu'au milieu des années 80, Gilbert Landray développe à son tour et à son goût une gamme de formule Mignet : le développement de la construction amateurs se poursuit donc inlassablement et dans toutes les directions.

Pour illustrer ces multiples voies prenons un exemple : si Marcel Jurca continue sa gamme de chasseur et propose outre Atlantique des appareils pouvant accueillir jusqu'à 1 300 "horse power" à l'opposé, Claude Chudzik, sur son Canard CC01, vole à près de 200 Km/h avec seulement 18 chevaux... Parallèlement à cela Roger Junqua fait voler Le premier canard français moderne sous le nom de "Volucelle", puis "IBIS", pendant que de toujours authentiques amateurs comme René Stern et Marcel Staudt produisent encore et encore leur version de l'avion de voyage.

Il y a là toute la richesse du mouvement : des possibilités illimitées de choix alliées à la chance de pouvoir concevoir, construire et faire voler son prototype.

CHAPITRE II
TYPES
DES
MOTEURS
ROTAX

II. Etude générale sur les moteurs ROTAX :

II.1. Moteur moto propulseurs :

Ce type de propulseurs a été le premier à être développé. Il utilise un moteur à combustion interne qui entraîne une hélice assurant le pompage de l'air pour produire une force de propulsion entraînant l'engin en avant.

Les moteurs utilisés permettent d'atteindre des vitesses modérées et des altitudes moyennes de vol.

II.2. Groupe ULM :

L'Ultra Léger Motorisé (ULM) est un aéronef dont le poids ne doit pas dépasser 450 kg en charge avec pilote, passager et essence.

Un ULM multiaxes est un aéronef sustenté par une voilure fixe de classe 3. Il répond aux conditions techniques suivantes :

- La puissance maximale continue est inférieure ou égale à 45 kW pour les monoplaces et à 60 kW pour les biplaces.
- La masse maximale est inférieure ou égale à 300 kg pour les monoplaces et à 450 kg pour les biplaces. Ces masses peuvent être augmentées de 5% dans le cas où l'U.L.M. est équipée d'un parachute de secours ou de flotteurs.
- La vitesse de décrochage est inférieure ou égale à 65 km/h ou la charge alaire à la masse maximale est inférieure à 30 kg/m².

Les moteurs des ULM et leurs dispositifs connexes (hélice, échappement) ont rapidement pris en compte cette exigence : c'était une condition à leur acceptation sur des bases privées, et c'était surtout beaucoup plus facile à mettre en œuvre, puisque les fabricants d'ULM et leurs équipementiers ne sont pas soumis aux mêmes règles de certification que les avions.

Les U.L.M. à motorisation auxiliaire répondent aux conditions techniques suivantes :

- Le nombre de place est égal à un.
- La puissance maximale continue est inférieure ou égale à 25 kW.
- La masse maximale est inférieure ou égale à 170 kg.

II.3. Les types des moteurs ROTAX:

Les moteurs ROTAX sont classés en deux catégories :

- ✚ Moteurs ROTAX d'avion.
- ✚ Moteurs ROTAX d'automobile.

Les moteurs d'avions ROTAX présentent à deux types :

- ∅ Moteurs à 2 temps (2 cylindres).
- ∅ Moteurs à 4 temps (4 cylindres).

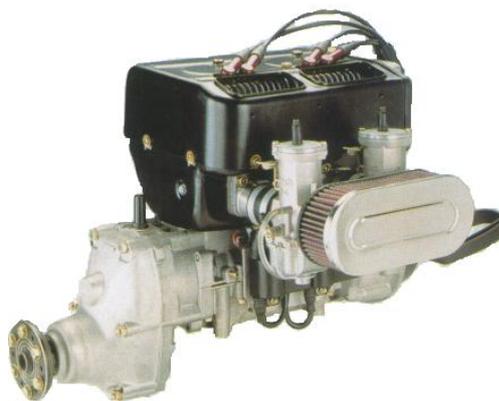
II.4. Moteurs à deux temps :

ü II.4.1. Moteurs ROTAX 447 UL SCDI et ROTAX 503 UL DCDI :

Les deux moteurs sont équipés de deux cylindres en ligne, à piston et culasse refroidis par air (Lubrification par mélange).



Figure(II.1) ROTAX447



Figure(II.2) ROTAX503

Avec double allumage électronique à décharge capacitive (503) ou simple allumage par le moteur 447, un ou deux carburateurs à boisseau et pompe à essence pneumatique. Entraînement de l'hélice via un flasque connecté au réducteur avec absorbeur de chocs intégré. Type génératrice AC intégrée à valeur (12V, 155W), le système d'échappement et d'admission et filtre à l'air (optionnel).

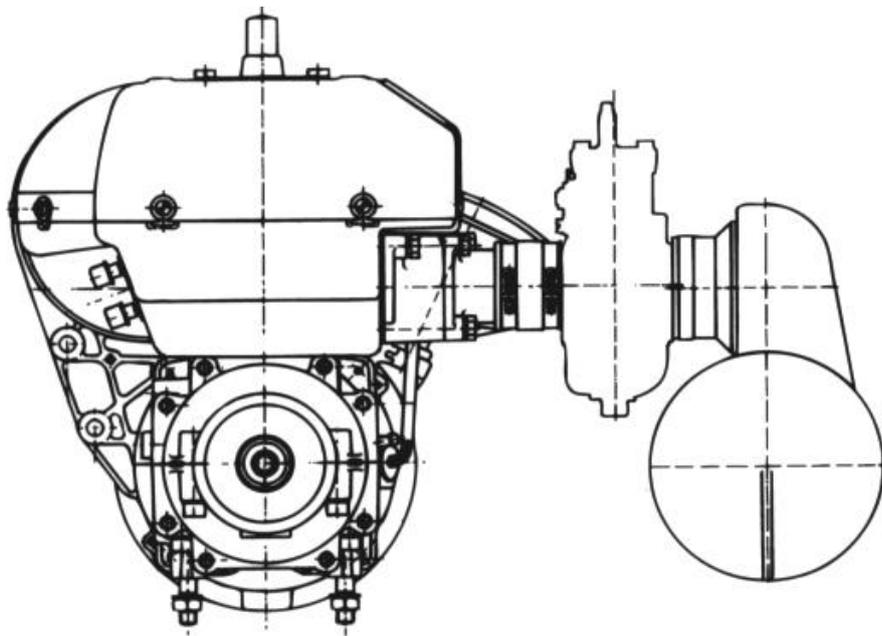


Figure (II.2.A) moteur ROTAX 447 UL SCDI

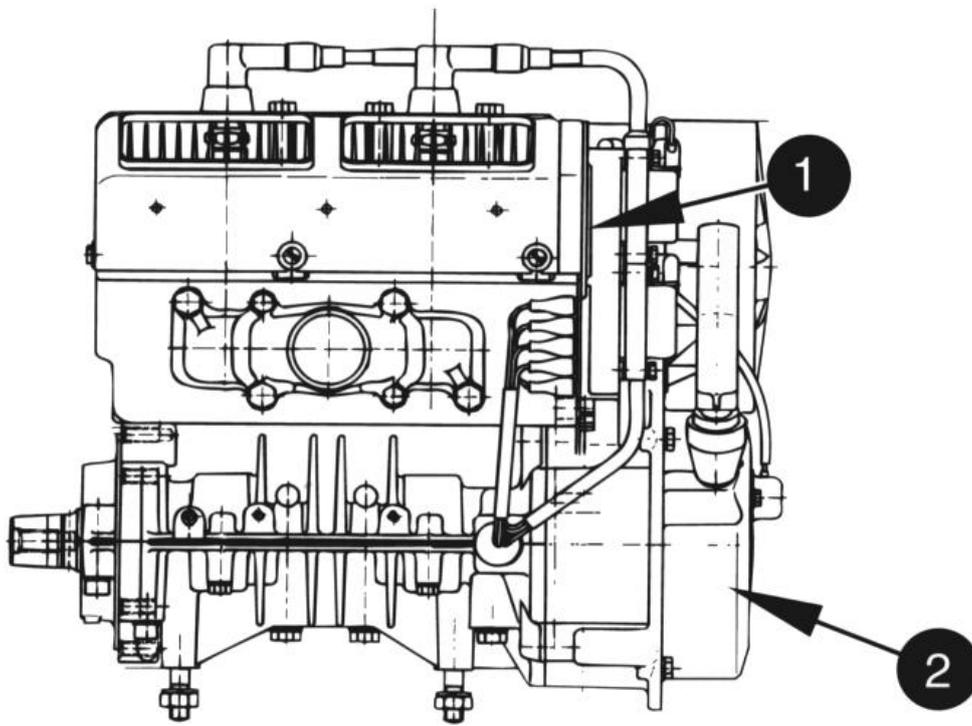
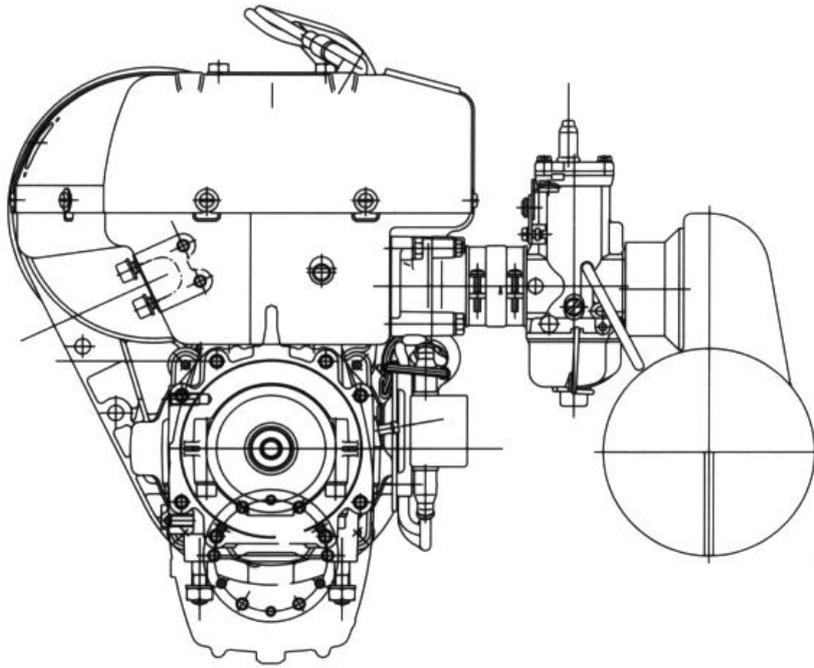


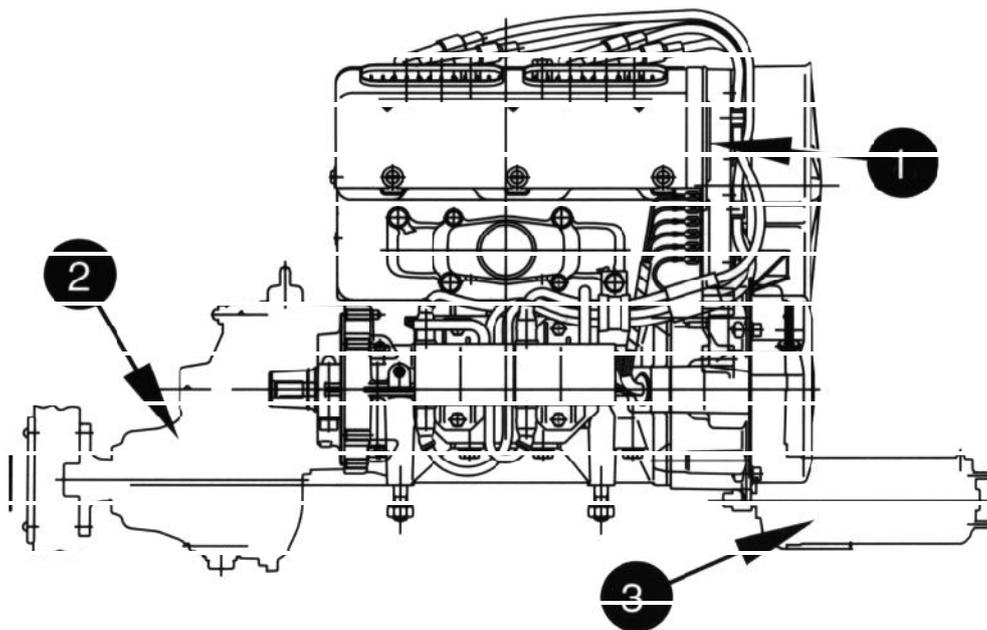
Figure (II.3.B) moteur ROTAX 447 UL SCDI

- 1. Numéro moteur
- 2. Lanceur manuel

NOTE : La figure montre un refroidissement par air (par hélice) avec un silencieux D'admission.



Figure(II.4.A) ROTAX 503 UL DCDI



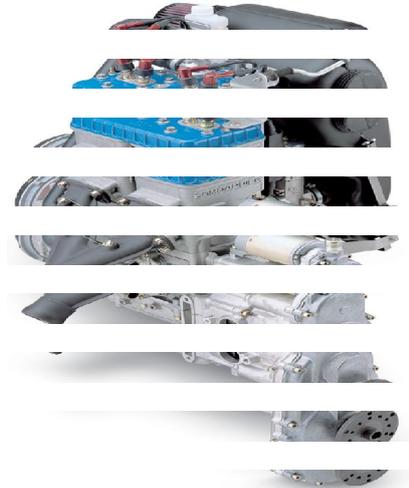
Figure(II.4.B) ROTAX 503 UL DCDI

1. Numéro moteur
2. Réducteur
3. Démarreur électrique

NOTE : La figure montre un refroidissement par air (par hélice) avec un silencieux D'admission.

ü **II.4.2**Moteur ROTAX582 :

Ou rencontre le moteur : ROTAX 582 UL DCDI modèle 90 et le moteur ROTAX 582 UL DCDI modèle 99.



Figure(II.5) moteur ROTAX 582

Moteurs 582 type deux temps, avec 2 cylindres en ligne et valve rotative, refroidissement liquide culasse et cylindres et pompe à eau intégrée, lubrification par mélange, double allumage électronique à décharge capacitive, deux carburateurs à boisseau et pompe à essence pneumatique.

Entraînement de l'hélice via un flasque connecté au réducteur avec absorbeur déchons intégré. Système d'échappement. Lanceur manuel. Génératrice AC intégrée (12V, 155W) avec un régulateur redresseur Silencieux d'admission Silencieux d'échappement. Démarreur électrique (optionnel).Radiateur d'eau.

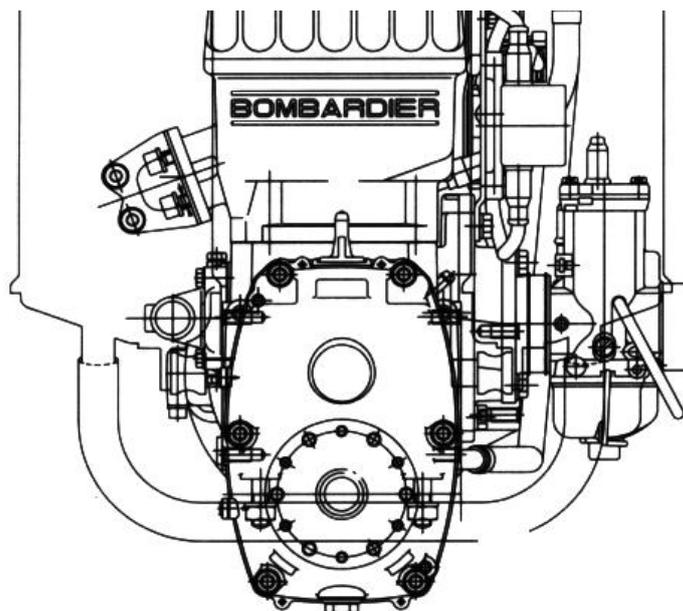
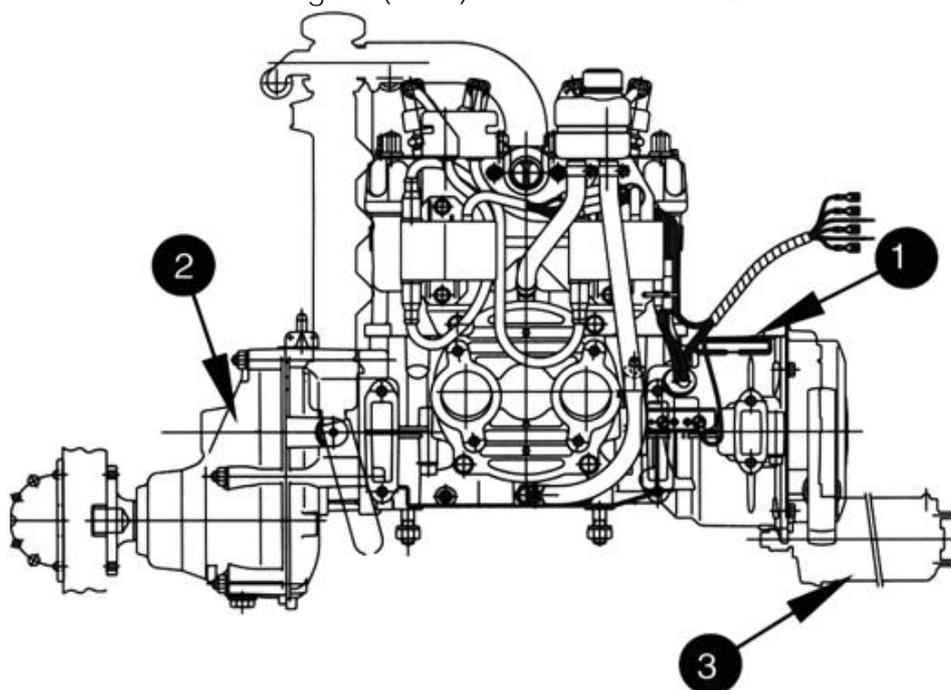


Figure (II.6.A) moteur ROTAX582



Figure(II.6.B) moteur ROTAX582

- 1. Numéro moteur
- 2. Réducteur
- 3. Démarreur électrique

NOTE : La figure montre un 582 UL DCDI avec un réducteur "B".

II.5.Données techniques des moteurs ROTAX 447/503/582 :**II.5.1.**Dimensions:

Description	447 UL SCDI	503 UL DCDI	582 UL DCDI
Alésage	67,5 mm	72 mm	76 mm
Course	61 mm	61 mm	64 mm
Cylindrée	436,5 cm ³	496 cm ³	580,7 cm ³
Taux de Compression Théorique	9,6 : 1	10,8 : 1	11,5 : 1
Taux de Compression Effectif	6,3 : 1		5,75 : 1

II.5.2.Poids :

Type	447 UL SCDI	503 UL DCDI	582 UL DCDI	582 mod. 99
	26,8Kg	31,4Kg	29,3Kg	27,4 Kg

NOTE : Les poids suivants ont été établis moteur sec (sans aucun Liquide d'utilisation).

II 5 3 Système d'échappement et radiateur :

	447 UL SCDI	503 UL DCDI	582 UL DCDI /Mod99
Système D'échappement	4,9 Kg	5,1Kg	5,1Kg
carburateur	0,9 Kg	0,9Kg	0,9 Kg
Réducteur "B"	4,5Kg	4,5Kg	4,5Kg
Réducteur "C"	8Kg	8Kg	8 Kg
Réducteur "E"	11,2Kg	11,2Kg	11,2Kg
Démarrateur Électrique	3,5Kg	3,5Kg	3,5Kg

II.5.4. Consommation d'essence :

Consommation d'essence en l/h	447 UL SCDI	503 UL DCDI	582 UL DCDI /Mod.99
Consommation d'essence en l/h à puissance maximale	20 l/h	25 l/h	26,5 l/h
Consommation d'essence en l/h à 75% de puissance	11 l/h	15 l/h	20,5 l/h
Consommation d'essence spécifique	500 g/kWh.	550 g/kWh.	425 g/kWh.

II.6. Description des circuits :**II.6.1.** Circuit de refroidissement :**II.6.1.1.** Circuit de refroidissement des ROTAX 447 UL SCDI & ROTAX 503 UL DCDI :

Le système de refroidissement ici est généré par une turbine. Cette turbine (ou hélice) est entraînée en permanence par le vilebrequin via une courroie en V.

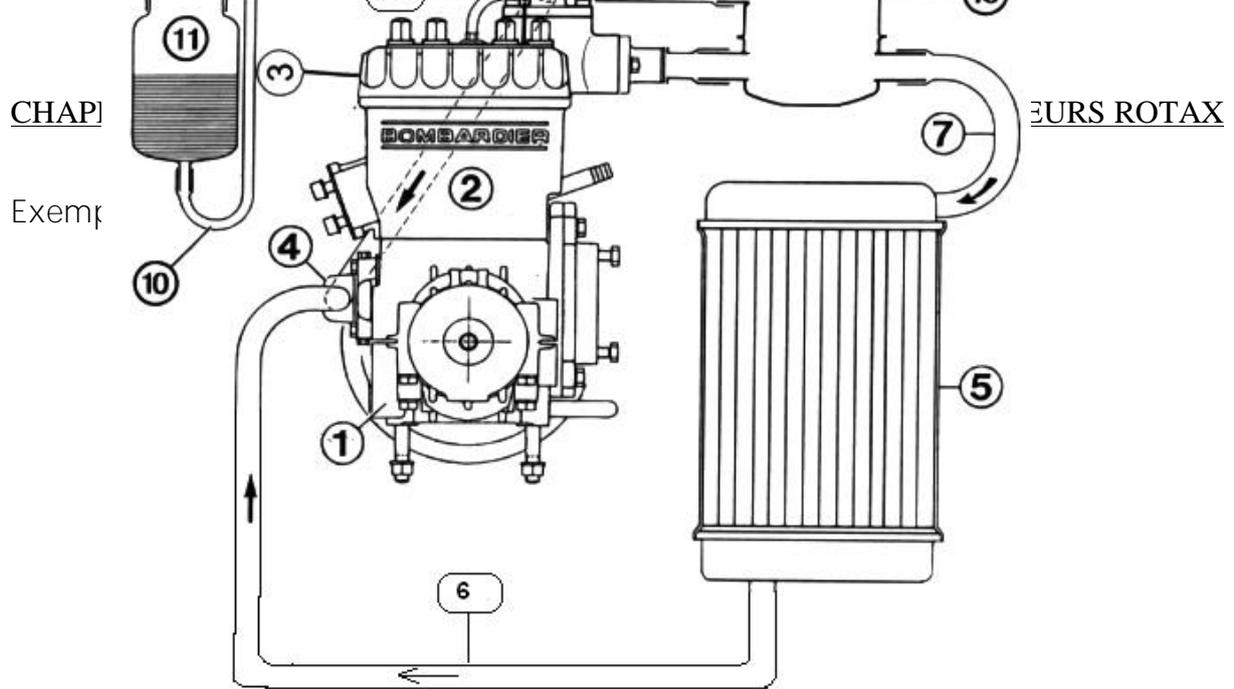
II.6.1.2. Circuit de refroidissement du ROTAX 582 UL DCDI mod 99 :

Le refroidissement du moteur est assuré par un liquide refroidissant les cylindres et la culasse.

Le moteur est équipé d'un double circuit de refroidissement (un court et un long).

Le liquide de refroidissement circule au travers des cylindres et de la culasse jusqu'au radiateur grâce à une pompe à eau, Le système de refroidissement doit être installé de manière à ce que la vapeur venant des cylindres et de la culasse puisse échapper vers le haut par un tuyau, soit dans le réservoir d'eau du radiateur, soit dans un vase d'expansion.

Le vase d'expansion est fermé par un bouchon pressurisé (avec une valve de surpression et une valve de retour au réservoir). Lors de la montée en température du liquide, la valve de pression s'ouvre et le liquide coule via une durite à pression atmosphérique jusqu'à la bouteille transparente de trop plein. Lors du refroidissement, le liquide sera ré-aspiré dans le circuit de refroidissement.



1. Carte
2. Cylindre
3. Culasse
4. Pompe à eau
5. Radiateur
6. Durit radiateur/pompe à eau
7. Durit culasse/radiateur
8. Bouchon radiateur avec valve De surpression et reniflard
9. Jauge de température pour eau De refroidissement
10. Tuyau de trop-plein
11. Vase récepteur de trop-plein
12. Reniflard
13. Vase d'expansion
14. Tuyau de ventilation de culasse

II.6.2. Système de lubrification :

En général, Ces moteurs sont conçus pour fonctionner avec un Mélange d'essence et d'huile à 2%.

Lubrification de la valve rotative sur les 582 UL DCDI modèles 90 & 99 Un pignon en spirale à 90° situé dans le carter et fonctionnant dans un bain d'huile entraîne la valve rotative.

La lubrification du réducteur se fait avec sa propre huile contenue dans le carter du réducteur.

II.6.3. Système injection d'huile :

Tous les moteurs d'avions Rotax à 2 temps (sauf le 447 UL) sont maintenant fournis avec une pompe à injection d'huile. Le principe de l'injection d'huile consiste à injecter séparément l'huile et le mélange air/essence dans le moteur plutôt que de pré-mélanger le tout, Une pompe entraînée par le moteur régularise le débit d'huile et l'envoie dans le moteur par les collecteurs d'admission.

C'est de, puis le début des années 60 que de tels systèmes sont utilisés sur des moteurs 2 temps. Mais ce n'est que depuis 1989 que Rotax les utilise sur ses moteurs Rotax Aviation, en commençant avec les premiers 582 UL. Fidèles à sa tradition de fiabilité, Rotax a attendu que la fiabilité du système soit prouvée sans équivoque avant de l'utiliser sur sa gamme de moteurs 2 temps aviation.

II.6.3.1. Les avantages:

1/Plus pratique : Plus besoin de pré mélanger votre essence. Il suffit de ravitailler avec de l'essence pure et de s'assurer de maintenir un bon niveau d'huile.

2/Faible accumulation de carbone : Une bonne partie de l'accumulation de carbone dans les moteurs 2 temps aviation se fait au ralenti, régime auquel ils n'ont pas besoin d'un rapport aussi élevé que 50:1 d'huile. La pompe à injection d'huile n'envoie que 70:1 au ralenti, limitant ainsi l'accumulation de carbone. Aux régimes plus élevés, le rapport revient à 50:1.

3/Moins d'usure : Le dosage de l'huile au ralenti contribue aussi à prévenir l'usure occasionnée par des dépôts de carbone excessifs.

Avec l'injection d'huile, l'huile circule mieux dans le moteur et assure une meilleure lubrification. De plus, l'alcool contenu dans la majorité des essences réduit l'efficacité de l'huile lorsque celle-ci est pré mélangée. L'injection d'huile prévient ce mélange et assure que toutes les propriétés de l'huile demeurent optimales.

4/Plus propre à l'intérieur : Lorsque l'injection d'huile est utilisée, ce n'est que de l'essence pure qui circule dans le circuit d'essence et dans les carburateurs. Le tout reste ainsi propre. Par contre, lorsque l'essence pré mélangée s'évapore, elle laisse des dépôts de vernis, provenant de l'huile, qui contaminent rapidement le circuit d'essence et les carburateurs.

5/Plus propre à l'extérieur : Les émissions d'un moteur à injection d'huile sont réduites grâce au dosage réduit au ralenti. En plus des avantages environnementaux, on remarque vite la différence en termes de souillage de l'hélice et de l'avion.

6/Élimine les risques d'erreur de mélange : Combien de fois vous êtes-vous demandé si vous aviez bien mis la bonne quantité d'huile dans votre essence? Ou si même vous auriez oublié d'en mettre? Ces risques sont complètement éliminés. Il suffit de garder le réservoir de 2 litres (capacité pour environ 5h de vol) toujours plein. Un capteur de niveau peut même déclencher un témoin sur votre tableau de bord qui vous avertira d'un niveau d'huile trop bas.

7/Conserve le taux d'octane: La plupart des huiles à moteur 2 temps font perdre à l'essence jusqu'à deux points de taux d'octane lorsqu'elles sont pré-mélangées.

II.6.4. Les températures (Moteurs Rotax aviation à 2 temps) :

II.6.4.1. Température de culasse (CHT) et température de liquide :

L'indicateur de température de culasse est très utile pour un moteur refroidi à l'air. Il l'est moins sur un moteur refroidi au liquide, sur lequel l'indicateur de température de liquide le remplace.

Sur un moteur refroidi à l'air, il est recommandé d'utiliser une sonde pour chaque cylindre, car les culasses sont séparées. Un moteur refroidi au liquide, avec ses culasses jointes, ne nécessite qu'un capteur.

Dans les deux cas, il est important de surveiller régulièrement les températures en vol car un réchauffement anormal peut indiquer un problème de refroidissement, un manque de lubrification ou un mélange air/essence trop pauvre.

II.6.4.2. Température de gaz d'échappement (EGT) :

Cet indicateur est très utile pour tout type de moteur car il offre un aperçu de la température de combustion. Il est sage de le surveiller en vol mais il est particulièrement utile au sol pour l'ajustement des carburateurs.

Ainsi, une température trop élevée indique un mélange air/essence trop pauvre, alors qu'une température trop basse indique un mélange trop riche. C'est en ajustant le mélange à la température idéale que l'on peut s'assurer du rendement optimal du moteur. Il est recommandé d'utiliser une sonde correspondant à chaque cylindre afin de s'assurer qu'ils fonctionnent.

Il est à noter que la mesure de certaines sondes CHT et EGT est affectée par la température ambiante. Veuillez consulter les instructions de vos sondes et instruments.

II.6.5. Circuit électrique :

Les moteurs de types 503 UL DCDI et 582 (modèles 90 & 99) sont équipés d'un double allumage électronique à décharge capacitive avec génératrice intégrée.

Le moteur 447 UL SCDI est équipé d'un simple allumage électronique à décharge capacitive avec génératrice intégrée.

L'allumage ne nécessite aucun entretien ni puissance externe, Les 2 bobines de charge d'allumage du stator, indépendantes, alimentent les circuits d'allumage. L'énergie générée est stockée dans les condensateurs des bobines à haute tension. Au moment de l'allumage les capteurs externes donnent une impulsion aux circuits de commande et les condensateurs d'allumage se déchargent.

Le bobinage secondaire fournit de la haute tension pour l'étincelle d'allumage.

II.7.Réducteur:

Il y a trois réducteurs différents disponibles en option :

II.7.1.Réducteur type "B" :

Ce type convient pour les petites hélices dont le moment d'inertie est inférieur à 3000Kg/m².

L'absorption de la vibration de torsion est réalisée par un moyeu à griffes dont la tension est assurée par des rondelles Belleville, il est disponible en rapport de réduction 2.00:1, 2.24:1 et 2.58:1(arbre d'hélice).

II.7.2. Réducteur type "C" :

Ce type convient pour les grandes hélices, dont le moment d'inertie atteint 6000Kg/m².

L'absorption de la vibration de torsion est réalisée par un volant d'inertie et un amortisseur en caoutchouc, il est disponible de réduction 2.62:1, 3.00:1, 3.47:1 et 4.00:1(arbre d'hélice).

NOTE : Ce réducteur n'est pas prévu pour le 447 ULSCDI.

II.7.3.Réducteur type "E" :

Similaire au type C avec en plus un démarreur électrique intégré, Parfait pour les grandes hélices, dont le à un moment d'inertie peut attendre de 6000Kg/m².

L'absorption de la vibration torsion est réalisée par volant d'inertie et amortisseur en caoutchouc.il est Disponible de réduction2.62:1,3.00:1,3.47:1 et 4.00:1(arbre d'hélice).

NOTE : Ce réducteur n'est pas prévu pour le 447 ULSCDI.

II.8. Paramètres de fonctionnement :

II.8.1. Régime :

Régime au décollage 6800 tr/min. 5 mn. Max

Régime de croisière 6500 tr/min.

Régime au ralenti 2000 tr/min. (environ)

II.8.2. Performance au décollage :

447 UL SCDI..... 29,5 kw

503 UL DCDI..... 37 kw

582 UL DCDI '99..... 48 kw

II.8.3. Température de la culasse (lecture au siège de bougie) :

	447 UL SCDI		503 UL DCDI		582 UL DCDI/mod. 99	
Dimension	°C	°F	°C	°F	°C	°F
Maximum	260	500	250	480	150	300
Normal	190-230	374-446	180-220	350-430	110-130	230-270
Différence Entre cyl. 1 & 2.	max. 20	36	max. 20	34	max. 10	16

II.8.4. Température d'échappement :

	447 UL SCDI		503 UL DCDI		582 UL DCDI /mod. 99	
Dimension	°C	°F	°C	°F	°C	°F
Maximum			650	1200	650	1200
Normal			460-580	860-1000	500-620	930-1150
Différence Entre Les cyl. 1 & 2.			Max. 25	43	max. 25	43

II.8.5. Démarrage moteur, (température de fonctionnement):

Maximum: 50°C

Minimum: -25°C

II.8.6. Température de refroidissement du ROTAX 582 UL DCDI / mod. 99 :

Maximum: 80°C

Minimum: 65°C

II.8.7. Pression de carburant :

Maximum: 0, 4 bars

Minimum: 0, 2 bars

II.9. Moteurs à quatre temps :

On rencontre deux types:

✚ ROTAX914

✚ ROTAX912

II.9.1. Moteur ROTAX914 :

C'est un moteur à quatre cylindres opposés et refroidis par liquide/air et équipé d'un chargeur de turbo, avec la commande de rebut automatique de porte, carter de vidange sec lubrification obligatoire avec le réservoir d'huile séparé, ajustement automatique par la tringleriez hydraulique de valve, deux carburateurs, allumage électronique duel, démarreur électrique, unité de réduction de vitesse de propulseur, bâti moteur, système d'entrée d'air, système échappement.



Figure(II.7) Moteur ROTAX914

II.9.1.1. Données techniques de moteur ROTAX914 :

version	exécution			alesage			max tr/mn
	kw	hp	1/min	nm	.ib	1-min	1/min
914	84.5	115	5800	144	106	4900	5800

Couple		Course		Déplacement	
79.5mm	3.13in	61mm	2.4in	1211.2cm ³	73.91 in

Poids	kg	ib
Moteur avec l'unité i=2.43 De réduction de vitesse de propulseur	64.0	140.8
Dispositif d'échappement	4.0	8.8
Bâti du moteur	2.0	3.7
Pompe à vide	0.8	1.8
Gouverneur hydraulique du propulseur	2.7	5.9
Alternateur externe	3.0	6.6

Exécution de générateur	N	Tension
250W DC	5500 t/mm	13.5 V

II.10.Moteur ROTAX 912:

Ce moteur sera étudié dans le prochain chapitre.

CHAPITRE III
ETUDE
TECHNOLOGIQUE
ET
FONCTIONNELLE

III. ETUDE GENERALE du MOTEUR ROTAX912 :**III.1. Historique sur les moteurs ROTAX :**

Le groupe Rotax est un constructeur de moteur autrichien, compagnie créée en 1920 à Dresde, en Allemagne. Il est maintenant une filiale du groupe BPR (Bombardier Produits récréatifs).

- 1962, Début de production des moteurs de Rotax pour Snow mobiles.
- 1970, Le bombardier succède Rotax, Production 1971 du millionième moteur de Rotax.
- 1973, deux moteurs 642 de Rotax 2-temps utilisés dans le planeur de moteur (Bougies d'allumage jumelles) Certification selon PCS annuels de la FIOLE 22 - de la livraison 10 -20.
- 1975, Certification du premier moteur d'avion de Rotax.
- 1977, ordres supérieurs des moteurs disponibles Snow mobile Rotax 185,248, 284, 294 - utilisés dans des avions de microlite.
- 1978, moteurs ultra légers 501 et 505 développés (Basé sur moteur Snow mobile 503).
- 1983, les commandes par courroie ont été remplacées par la boîte de vitesse conçue spéciale, La livraison de 10.000 moteurs deux temps annuellement pour l'UL (Type de Rotax 377, 503, 532).
- 1984, Début du développement de Rotax 912. 1988 Début de production des moteurs de Rotax pour Water rafts.
- 1989, certificat type pour Rotax 912A. 1993 Début de production des moteurs de Rotax pour Cycles des moteurs BMW2.
- 1994, certificat type pour Rotax 912F. 1996 certificat types pour Rotax 914F.
- 1998, certificat type pour Rotax 912S, Début 1998 de production des moteurs de Rotax pour (Bombardier1) ATV.
- 2001, premiers moteurs de Rotax 4-temps de la plateforme 4-tec Pour La Mer-Doo. Production 2001 du 5-millionième moteur de Rotax.
- 2002, premiers moteurs de Rotax 2-temps avec l'injection électronique Sous la marque 2-tec pour le Ski-Doo.
- 2003, Vente du groupe de produits récréationnel près Bombardier Inc. formation de la nouvelle compagnie Bombardier Récréation Product Inc. (BRP).
- 2005 ,912/914 série conforme à Norme Légère ASTM D'Avion De Sport.
- 2006, Moteur 582 conforme pour allumer l'avion de sport Norme ASTM.

III.2. Introduction :

Le ROTAX912 est un moteur de type motopropulseur, à quatre temps avec quatre cylindres horizontalement opposés, moteur d'allumage d'étincelle, un central et arbre à cames, tiges pousseur - OHV.

Les culasses sont refroidies par liquide et les cylindres refroidis par air dynamique. Lubrification obligatoire du carter de vidange sec, double allumage, deux carburateurs constants de dépression et Pompe d'essence mécanique, la commande par l'intermédiaire de la vitesse de réduction avec l'amortisseur et l'embrayage intégrés de surcharge.

NOTE : L'embrayage de surcharge est installé sur tout production avion moteurs qui est certifiés et sur les moteurs d'avion non-certifiés De la configuration trois.

Il y a deux types des moteurs ROTAX912 :

✚ Moteur ROTAX912UL

✚ Moteur ROTAX912ULS

III.3.Moteur ROTAX912ULDCDI 81CV :

C'est un moteur à quatre temps développé exclusivement pour les aéronefs récréatifs.il existe aussi en versions certifiées: Rotax 912 A, Rotax 912 F.

Quatre cylindres opposés horizontalement, configuration «boxer», cylindres refroidis à l'air libre, culasses refroidies au liquide avec pompe et vase d'expansion intégrés. Circuit de lubrification à carter sec à recirculation, pompe intégrée et réservoir à huile séparé.

8soupapes, ajustement automatique par poussoir de soupape hydraulique et double Allumage par décharge de condensateur (DCDI) avec annulation des interférences radio, deux carburateurs bing à dépression constante (CD), pompe à diaphragme entraînée mécaniquement.

Démarrateur électrique intégré. Réducteur intégré, rapport 2.27:1 ou 2.43:1 avec limiteur de couple en option, Plusieurs radiateurs à liquide et à huile disponibles. Plusieurs options disponibles dont: pompe à vide, alternateur externe, régulateur d'hélice hydraulique, fonctionne sur essence automobile d'un taux d'octane minimal de 87 (normes canadiennes), période de révision (TBO): 1500 heures.



Figure(III.1) Moteur ROTAX912UL

III.3.1. Données techniques :

III.3.1.1. Performances :

Puissance maximale (5 minutes)	59.6KW à 5800 tr/mn
Puissance maximale (soutenue)	58.9KW à 5500 tr/mn
Couple maximal	103NM à 4800 tr/mn

III.3.1.2. Chambre de combustion :

<i>Alésage</i>	<i>79.5mm</i>	<i>A</i>
<i>Course</i>	<i>61.0mm</i>	<i>Cours</i>
<i>Volume</i>	<i>1211.2cm³</i>	<i>Cylindrée</i>
<i>Compression</i>	<i>9.0:1</i>	<i>Rapport de com,</i>

III.3.1.3. Poids :

<i>Moteur avec carburateurs</i>	<i>55.0Kg</i>	<i>M</i>
<i>Système d'échappement</i>	<i>4.0Kg</i>	<i>Systèm</i>
<i>Filter</i>	<i>0.3Kg</i>	<i>Filter à air</i>
<i>Radiateur</i>	<i>1.0Kg</i>	<i>Radiateur à liqu</i>
<i>Radiateur</i>	<i>0.5Kg</i>	<i>Radiateur à huile</i>
<i>Régulateur-rectifieur</i>	<i>0.1Kg</i>	<i>Régulateur-rectifieur</i>
<i>Poids installé</i>	<i>60.9Kg</i>	<i>Poids installé</i>
<i>Rapport poids puissance</i>	<i>1.0Kg/KW</i>	<i>Rapport poids puissance</i>

III.4. MOTEUR ROTAX912 ULS DCDI 100CV :

C'est un moteur à quatre temps développé exclusivement pour les aéronefs récréatifs. Il existe aussi en version certifiée: Rotax 912 S.

Il comprend quatre cylindres opposés horizontalement, configuration «boxer». Les cylindres sont refroidis à l'air libre, et les culasses refroidies au liquide avec pompe et vase d'expansion intégrés.

Circuit de lubrification à carter sec à recirculation, pompe intégrée et réservoir à huile séparé. 8 soupapes à ajustement automatique par poussoir de soupape hydraulique, double allumage par décharge de condensateur (DCDI) avec annulation des interférences radio.

Et deux carburateurs bing à dépression constante (CD), pompe à diaphragme entraînée mécaniquement, démarreur électrique à usage intensif intégré. Réducteur intégré, rapport 2.43:1 avec limiteur de couple intégré, plusieurs radiateurs à liquide et à huile disponibles.

Plusieurs options disponibles dont: pompe à vide, alternateur externe, régulateur d'hélice hydraulique, fonctionne sur essence automobile d'un taux d'octane minimal de 91 (normes canadiennes) période de révision : 1500 heure.



Figure(III.2) moteur ROTAX912ULS

III.4.1.Données techniques :

III.4.1.1.Performances :

Puissance maximale* (5 minutes)	73.5KW à 5800 tr/mn
Puissance maximale (soutenue)	69.0KW à 5500 tr/mn
Couple maximal	128NM à 5100 tr/mn

Note : La puissance maximale de 100CV n'est atteinte que lorsque la boîte à air et l'échappement calibré Rotax sont utilisés.

III.4.1.2. Chambres de combustion :

Alésage	84mm
Course	61.0mm
Cylindrée	1352cm³
Rapport de compression	10.5:1

III.4.1.3. Poids :

<i>Moteur avec carburateurs</i>	<i>56.6Kg</i>	
<i>Manivelle d'échappement</i>	<i>4.0Kg</i>	<i>Système</i>
<i>Boîte à air</i>	<i>1.3Kg</i>	<i>Boîte à air</i>
<i>Filtre à air</i>	<i>0.3Kg</i>	<i>Filtre à air</i>
<i>Radiateur à liquide</i>	<i>1.0Kg</i>	<i>Radiateur à liquide</i>
<i>Radiateur à huile</i>	<i>0.5Kg</i>	<i>Radiateur à huile</i>
<i>Régulateur-rectifieur</i>	<i>0.1Kg</i>	<i>Régulateur-rectifieur</i>
<i>Poids installé</i>	<i>63.8Kg</i>	
<i>Rapport poids/puissance</i>	<i>0.87Kg/KW</i>	

III.5.Éléments du moteur, vues du moteur, numérotage des cylindres, définition des principales :

MS : Côté du magnéto.

A : Des points d'attache pour le transport de moteur

Centre de la gravité.

P : Point de référence nul de P pour toutes les dimensions.

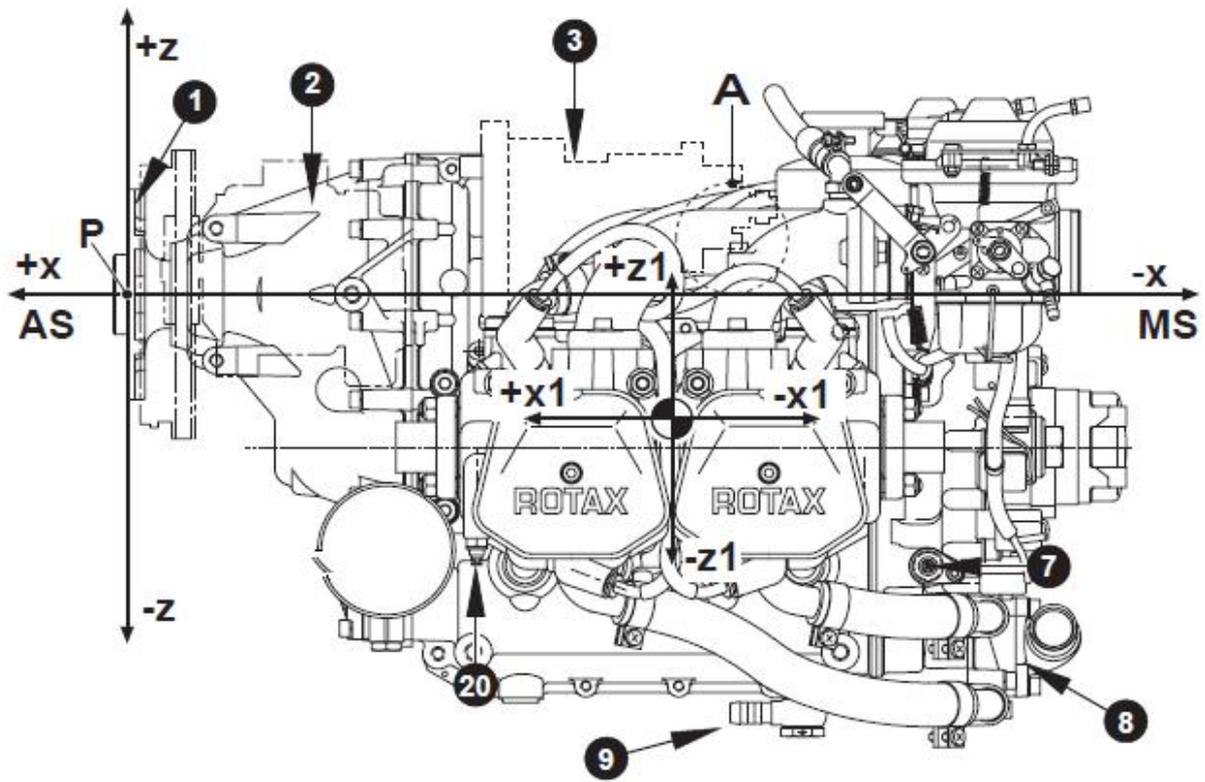
x,y,z : système des coordonnées.

Cyl. 1.....cylindre 1

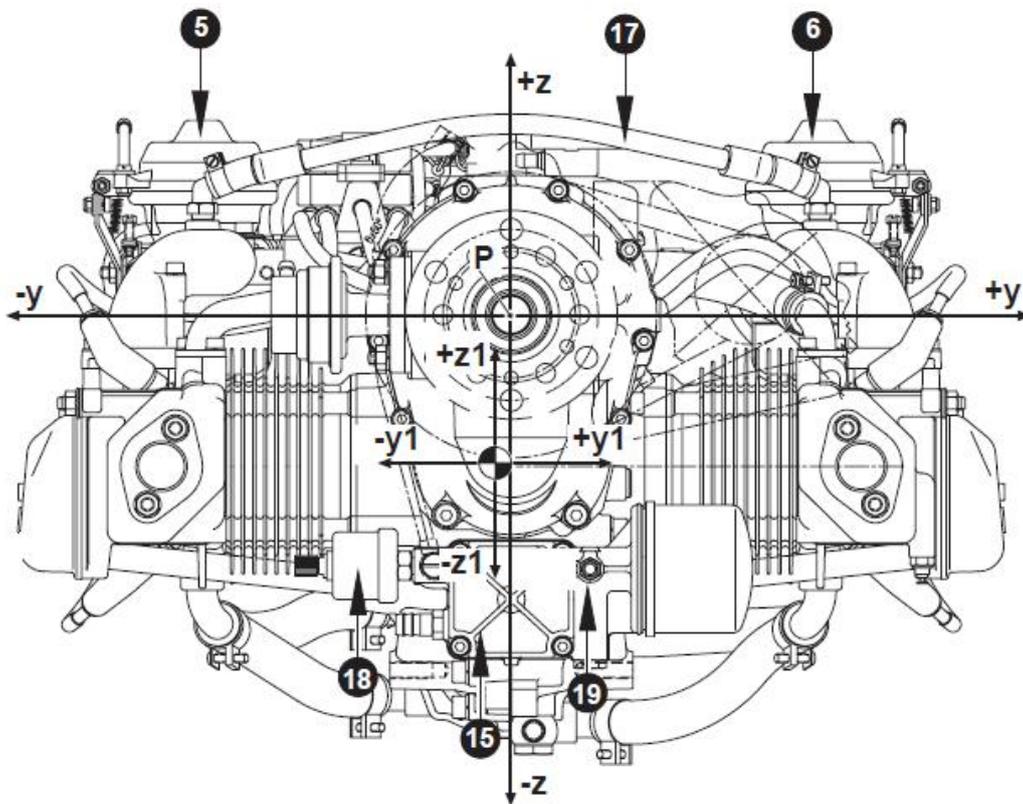
Cyl. 3..... cylindre 3

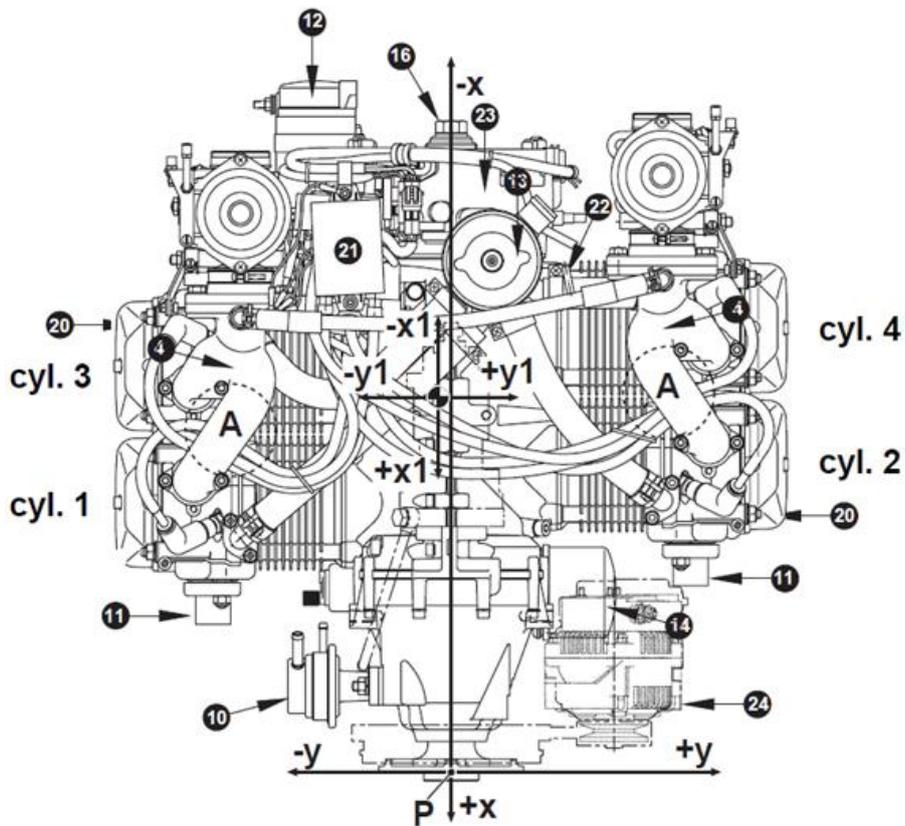
Cyl. 2.....cylindre 2

Cyl. 4.....cylindre 4



Figure(III.3.A)





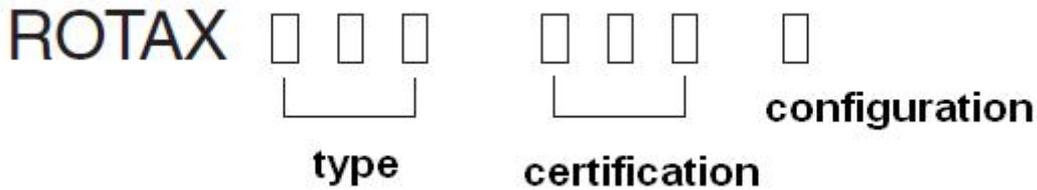
Figure(III.3.B)

- 1-Bride de propulseur.
- 2-Vitesse.
- 3-Pompe à vide ou gouverneur hydraulique pour le propulseur de vitesse constant
- 4-Tubulure de prise.
- 5-CYL de carburateur 1/3
- 6-CYL de carburateur 2/4
- 7-Raccordement pour la mécanique.
- 8-Pompe de liquide réfrigérant.
- 9-Raccordement pour la canalisation de retour d'huile.
- 10-Pompe à essence mécanique.
- 11-Douille d'échappement.
- 12-Démarrateur électrique.
- 13-Réservoir d'expansion.
- 14-Filtre à huile.
- 15-Pompe à huile.
- 16-Vis de fixation du volant.
- 17-Tube compensateur de pression.
- 18-Sonde pour la pression d'huile.

- 19-Sonde pour la température d'huile.
- 20-Sonde pour la température de la culasse.
- 21-Modules électroniques d'unité d'allumage.
- 22-Raccordement pour la pression de tubulure de prise.
- 23-Logement d'allumage.
- 24-Alternateur externe.

III.6. description Type :

NOTE : La désignation type est de composition suivante :



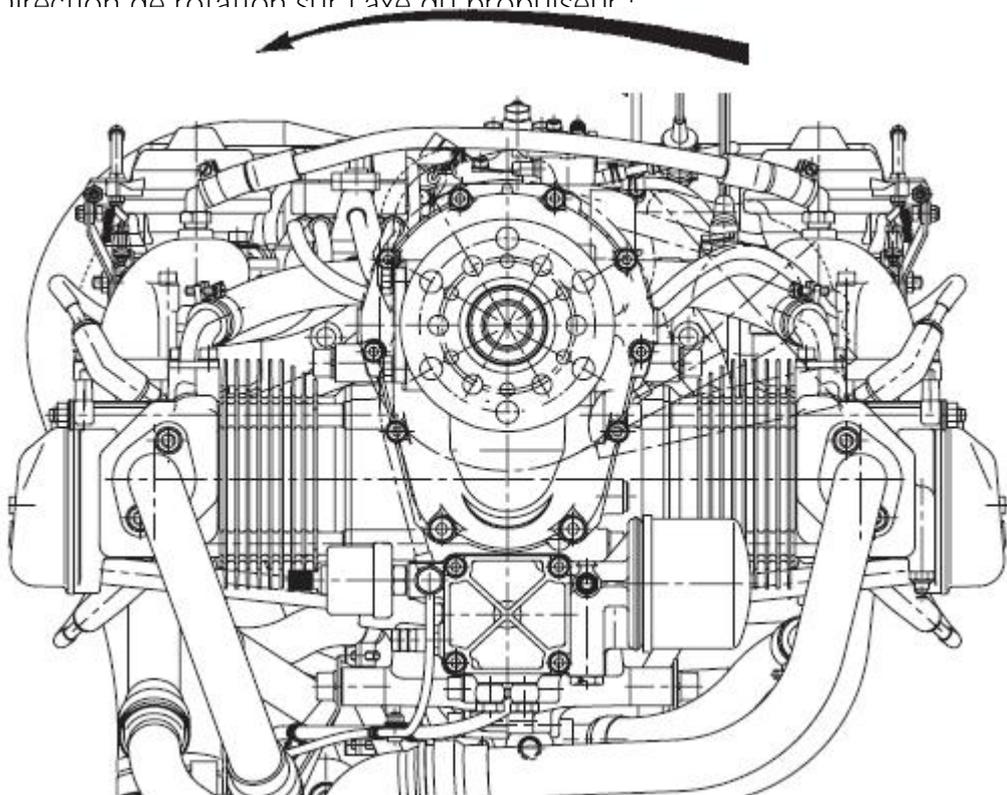
Type : 912..... 4-cyl, horizontalement opposés, normale aspirée moteur.
 Certification: A certifié dans la FIOLE 22 (TW 8/89).
 F, S Certifié à 33 LOINTAINS (TW9 - ACG).
 UL, ULS.....Moteurs d'avion non-certifiés.

III.7.Direction de rotation :

Direction de rotation sur l'axe du propulseur :

Note :
 Rotatic

iale de



Figure(III.4) moteur ROTAX 912

III.8. Description des systèmes :**III.8.1.** système de refroidissement pour le moteur Rotax 912 :

Le Rotax 912, comme tout moteur à explosion produit beaucoup de chaleur, due essentiellement aux explosions et aux frottements mécaniques internes.

Pour qu'un moteur à explosion fonctionne de façon optimale, sa température doit monter très rapidement, un moteur trop froid s'use et ne donne pas son plein rendement, il consomme et il pollue.

Les parois des cylindres sont parcourues par des micro-rainures hélicoïdales. à chaque cycle de combustion, depuis la remontée du piston jusqu'au point mort haut, de l'huile est projetée par l'embellage sur les parois des cylindres. Quand le piston redescend, le segment racleur ramène le Sur Plus d'huile vers le bas moteur à l'exception de celle contenue dans les micro-rainures qui lubrifie les segments.

Lors de l'explosion, si le moteur est à la température de fonctionnement optimale, l'huile résiduelle est brûlée dans sa totalité. Si la température du moteur est insuffisante l'huile ne brûlera pas bien, et il va se former un dépôt d'imbrûlés qui va colmater les micro-rainures, empêchant l'huile nouvelle d'y prendre place et compromettant progressivement la qualité de la lubrification.

Ce phénomène est connu sous le nom de « glaçage des cylindres », il se produit lorsque le moteur fonctionne à trop basse température, il peut conduire au serrage du moteur par manque de lubrification.

Note : La température de fonctionnement optimale d'un moteur se situe aux alentours de 90°C.

Cette température doit rester stable et homogène quels que soient les efforts demandés au moteur. Pour cela, on utilise un système de refroidissement en circuit fermé qui doit être sous pression. En effet, le Liquide de refroidissement, entre en ébullition à 100/110°C à la pression atmosphérique. En fonctionnement, certaines parties du moteur dites "chaudes" sont à plus de 150° (culasses, hauts de cylindres). Pour éviter que le Liquide de refroidissement ne rentre en ébullition dans ces parties chaudes, il faut maintenir le Liquide de refroidissement à une pression d'environ 1 bar.

III.8.1.1. composition du système de refroidissement :

- Liquide de refroidissement : à base d'eau et de Glycol (50 / 50) nomme tout simplement Glycol.
- Canalisations dans les culasses : pour la circulation du Glycol.
- Pompe à eau : pour la mise en mouvement du Glycol dans le circuit.
- Radiateur : pour évacuer vers l'extérieur les calories portées par le Glycol.
- Durites en caoutchouc : pour distribuer le Glycol aux différents éléments du circuit.

- Araignée d'eau et bouchon taré : pour le remplissage du Glycol et la sécurité de la pression.

Remarque : ROTAX a diffusé une note de service pour le tarage du bouchon de remplissage :

a) Bouchon taré à 0,9 bars ... 115°C Max sur la tête de cylindre.

b) Bouchon taré à 1,2 bars ... 120°C Max sur la tête de cylindre.

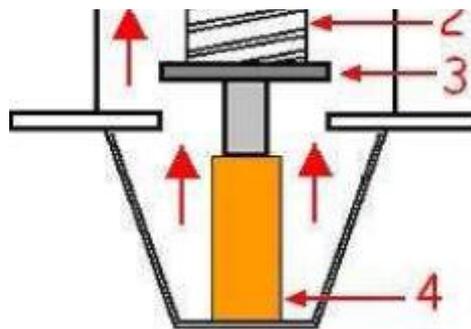
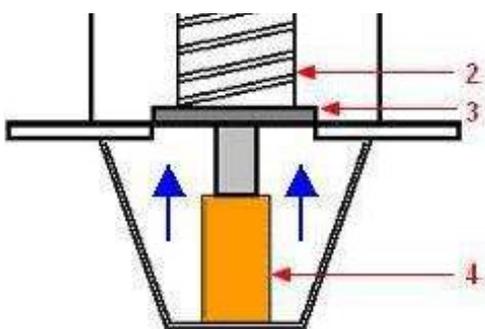
Sur le 912, Rotax n'a pas prévu de système de régulation de température. Pour pallier à cet inconvénient, deux dispositifs sont utilisables pour contrôler la température du circuit de refroidissement.

III.8.1.2. Vanne à 2 voies (calorstat) :

Le calorstat est une vanne automatique qui s'ouvre et se ferme en fonction de la température d'entrée. Son fonctionnement fait appel à un procédé mécanique des matériaux dit « à mémoire de forme » qui réagissent à la chaleur. Au repos, la soupape (3) est plaquée dans son siège par le ressort (2).

Tant que le moteur est froid, la soupape reste fermée.

Il n'y a aucun débit dans le circuit bien que la pompe à eau soit entraînée, celle-ci est bloquée et elle cavite. Le Glycol stagne dans les culasses et il se réchauffe.



Figure(III.5) Soupape du calorstat fermée Figure(III.6) Soupape du calorstat Ouverte

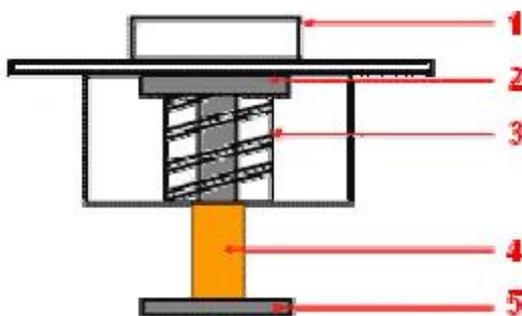
Quand la température du Glycol s'élève, la pastille (4) se dilate et pousse la soupape (3). Elle s'ouvre progressivement et laisse passer de plus en plus de Glycol au fur et à mesure que sa température augmente.

Le Glycol circule dans le radiateur, se refroidit, et retourne ainsi dans le moteur.

Quand la température du Glycol descend, la pastille reprend sa place initiale entreferme la soupape (3), aidée par le ressort (2). L'intérêt du calorstat est sa grande simplicité de mise en œuvre. Il se place dans une durite entre la pompe à eau et le radiateur. Le dispositif avec calorstat fonctionne correctement, mais atteint vite ses limites quand on évolue dans des conditions climatiques froides.

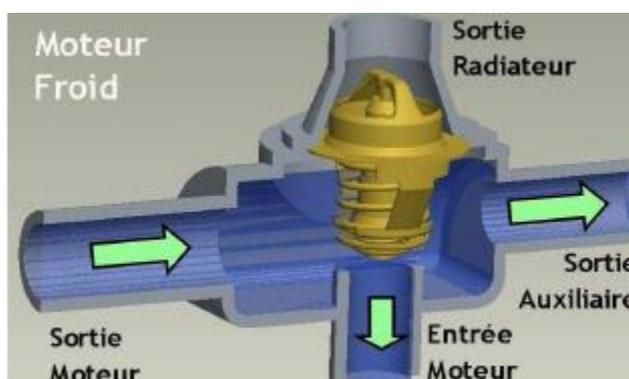
III.8.1.3. Système avec vanne à 3 voies :

Une vanne 3voies fonctionne comme un robinet mélangeur. Elle autorise le passage du Glycol vers le radiateur, et permet le retour d'une certaine partie du liquide de Refroidissement vers le moteur par l'intermédiaire d'un by-pass. Elle réalise ainsi un dosage automatique du Glycol entre le radiateur et le by-pass pour obtenir une température de retour homogène, constante, et régulée.



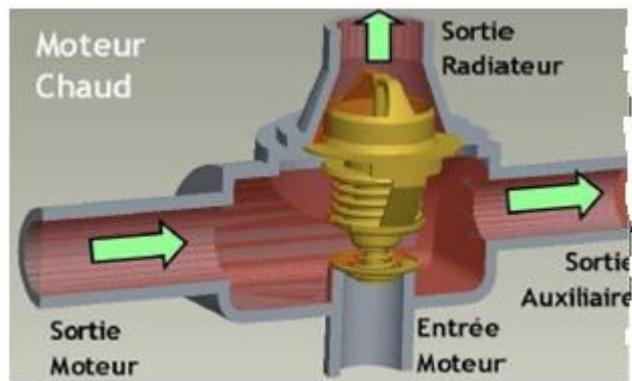
Deux soupapes sur le même axe, quand l'une est ouverte, l'autre est fermée. Au repos, la soupape (2) est fermée, et la soupape (5) est ouverte.

- 1- Corps de la vanne 3voies
- 2- Soupape d'étanchéité vers radiateur
- 3- Ressort de rappel
- 4- Pastille sensible à la chaleur
- 5- Soupape d'étanchéité vers by-pass.



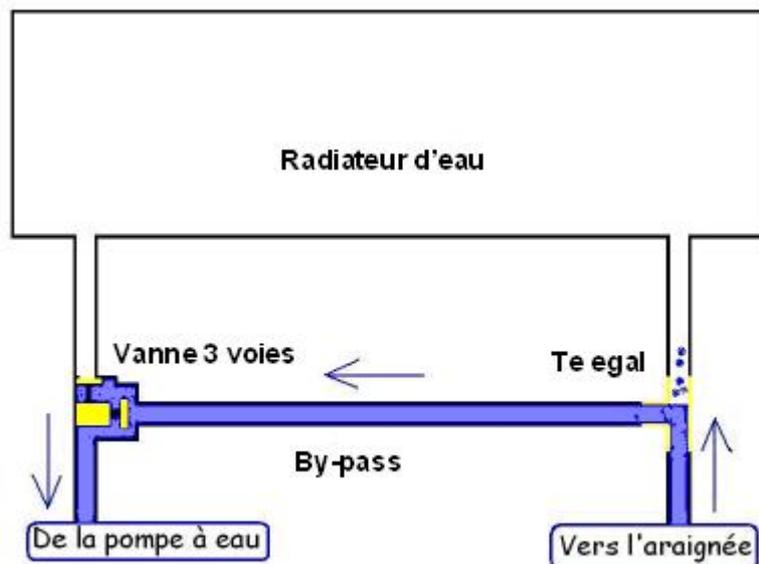
Sortie radiateur = Fermée
Entrée moteur = Ouverte vers le by-pass

Vanne 3 voie Dans sa boîte à eau La sortie auxiliaire Est utilisée pour un Chauffage cabine Éventuellement.

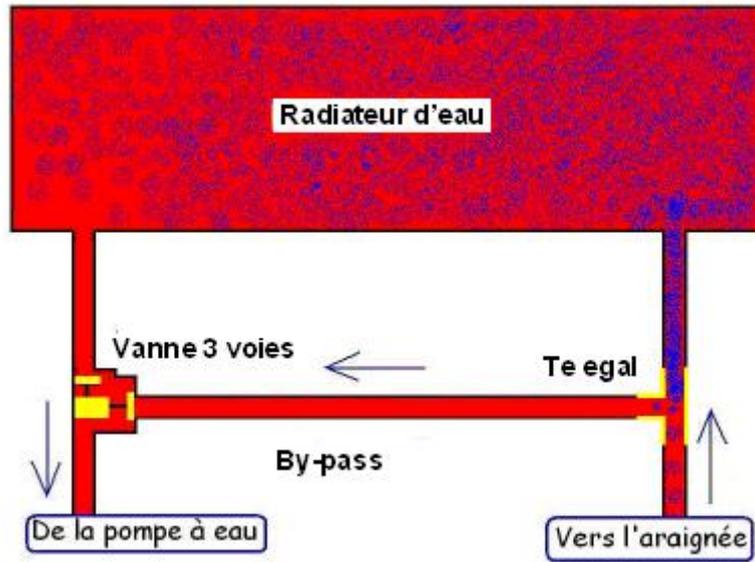


Sortie radiateur = Ouverte
 Entrée moteur = Fermée vers le by-pass

Synoptique du montage de la vanne 3 voies :

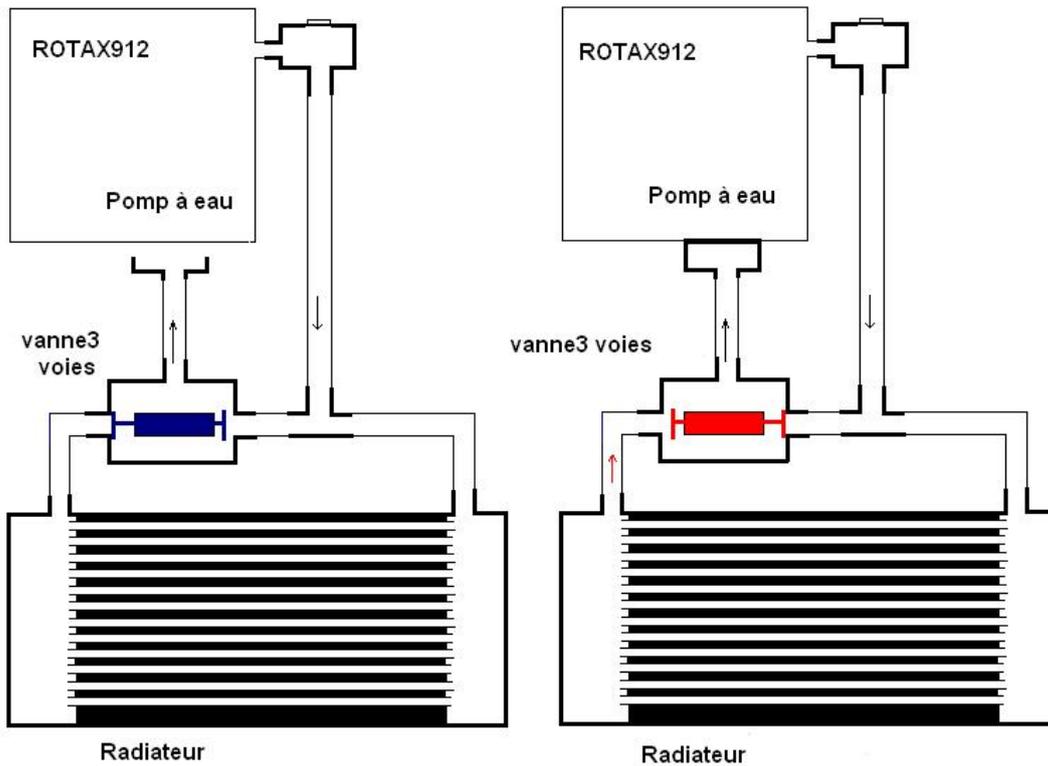


Soupapes : Radiateur = Fermée ; By-pass = Ouverte
 Le Glycol circule via le by-pass



Soupapes : Radiateur = Ouverte ; By-pass = Fermée
 Le Glycol circule via le radiateur

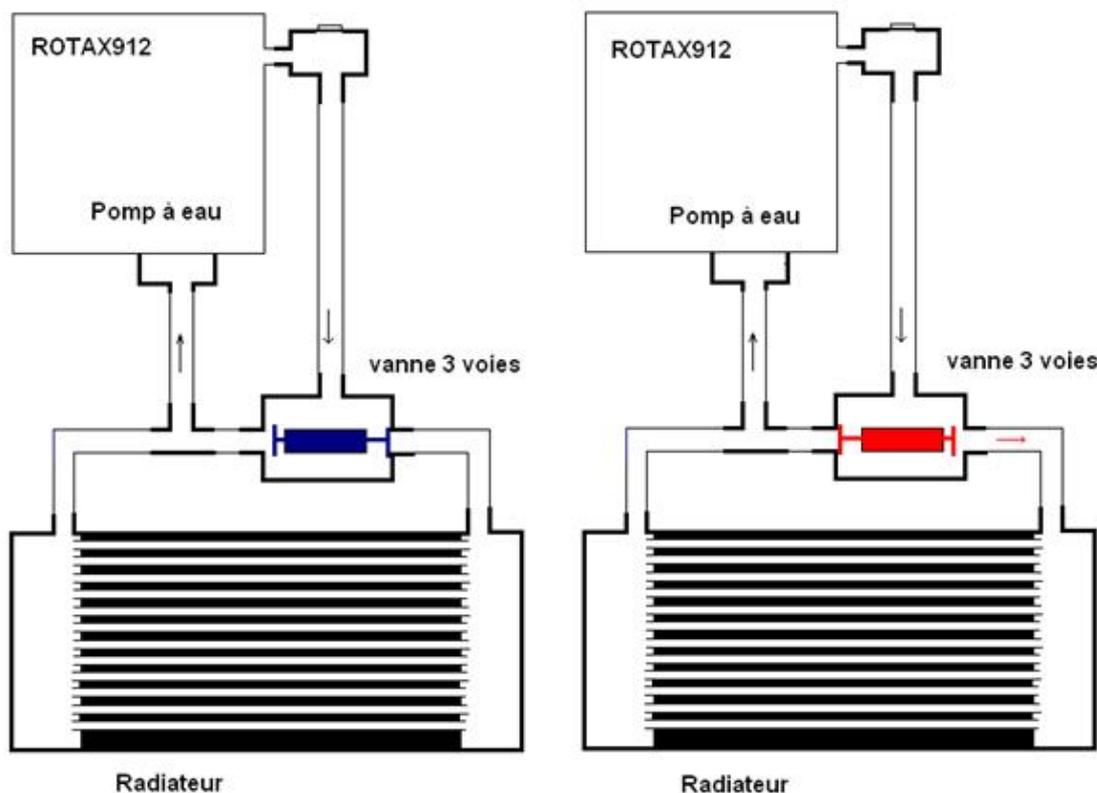
Deux montages sont possible pour utiliser la vanne 3 voies, Ci-dessous dans le mor
 choc



Montage 1

Le montage 2 est moins bon car il y a aucun contrôle de la température de l'eau qui rentre dans le moteur.

En effet, lorsque la vanne s'ouvre (dessin de droite), l'eau froide issue du radiateur entre directement dans le moteur, elle doit parcourir tout le circuit pour retrouver la pastille de la vanne, il s'en suit un choc thermique important pour le moteur.



Montage 2

III.8.2.Circuit électrique :

Les avions équipés d'un réseau de bord électrique possèdent deux sources d'énergie : la batterie et l'alternateur. Afin d'obtenir une tension constante après l'alternateur, on utilise un régulateur.

III.8.2.1. La batterie :

Sert essentiellement au démarrage du moteur. La majeure partie du temps, elle est en charge. Sa qualité première ne réside pas dans sa capacité (Ampère*heure) mais dans le courant qu'elle est capable de fournir au démarrage. Temporairement, elle peut néanmoins prendre le relais de l'alternateur lorsque ce dernier ne peut pas fournir la puissance suffisante. Ce la arrive à basse vitesse Rotation, en cas d'appel de

courant transitoire important ou bien quand l'alternateur ou son régulateur a rendu l'âme.

Dans ce cas, la durée de fonctionnement du réseau de bord dépendra à la fois de la consommation à bord et de la capacité de la batterie.

III.8.2.2.La génératrice :

Fournit toute l'énergie électrique de l'avion. Une partie de cette énergie est stockée dans la batterie (charge) tandis que la partie principale sert au réseau de bord. La génératrice doit donc être dimensionnée en fonction des besoins électriques. Lors d'une installation électrique dans un avion, la première tâche consiste donc à estimer la puissance électrique nécessaire à bord. Si la génératrice ne peut fournir la puissance nécessaire, la batterie prendra le relais... un moment. Une fois la batterie déchargée, vous ne serez plus en mesure d'assurer le fonctionnement normal de votre réseau de bord.

III.8.2.3.Le régulateur :

La génératrice tire son énergie du moteur de l'avion. Elle va donc fonctionner à des vitesses de rotation différentes et fournir une tension de sortie variable. Afin d'assurer une tension constante au réseau de bord, il est donc nécessaire de lui adjoindre un régulateur (ainsi qu'un redresseur dans la plupart des cas).

III.8.2.4.L'alternateur :

L'alternateur Energie monté sur les Rotax est un alternateur monophasé à aimants. Il faut donc à la fois redresser sa tension alternative pour la transformer en tension continue, la lisser pour obtenir une tension constante, et la réguler autour de 14 Volts.

Pour cela, avant toutes choses, il est nécessaire de connaître les caractéristiques de l'alternateur. La plupart de ces caractéristiques étant introuvables dans la documentation du constructeur, nous les avons mesurées.

III.8.2.5.Données du constructeur :

Puissance : 250W (258W/12,6V/20,5A en sortie de régulateur à 5800 tr/min).

Vitesse de rotation : 1000 à 6000 tr/min.

Poids: 2,3 kg (stator 700 g, rotor 1,6 kg).

Nombre de paires de pôles : 5

Résistance du stator : 0,12 Ohm (à 20°C)

Inductance : 750 μ H

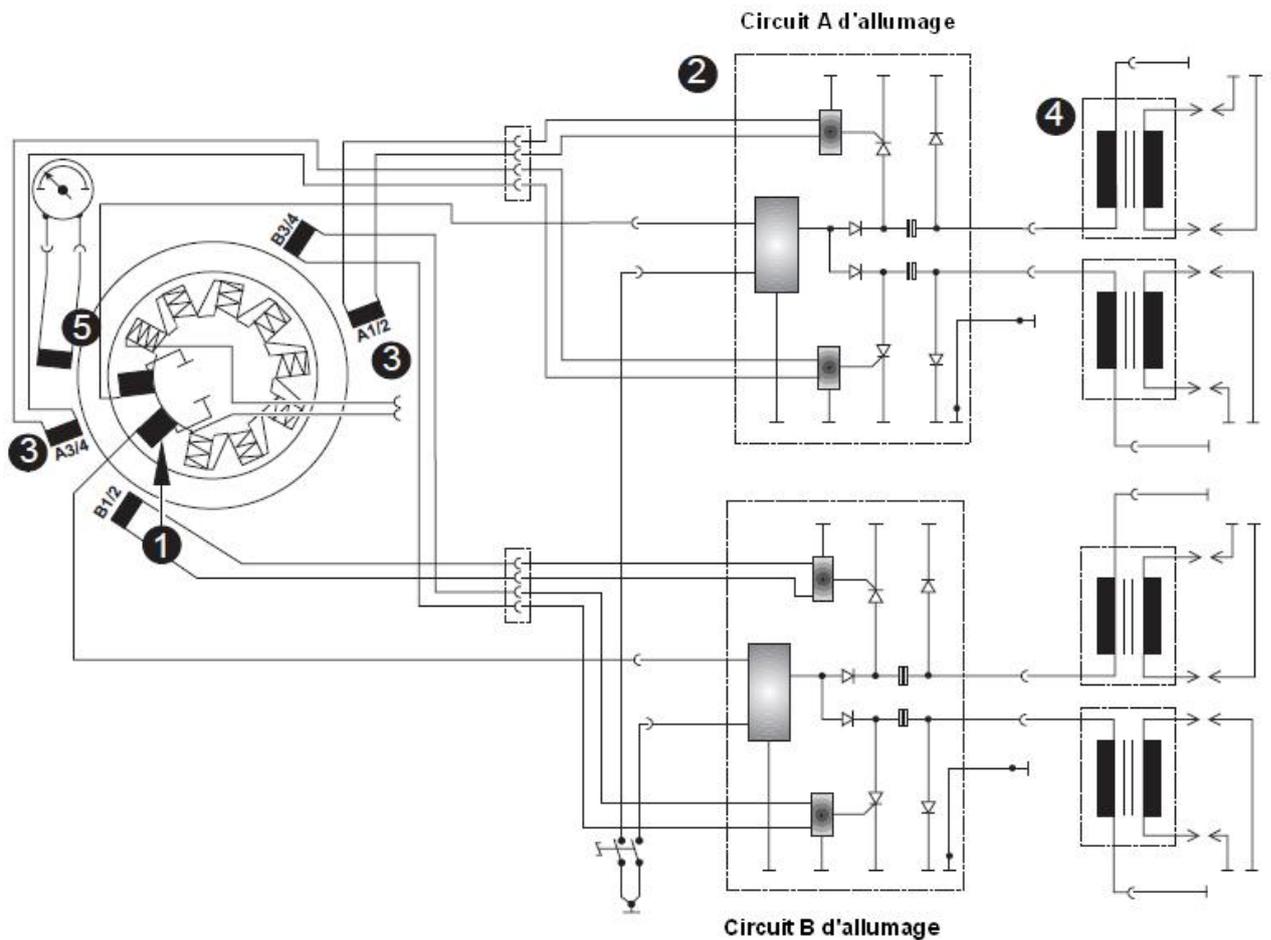
Force électromotrice : 1/60 V/ (tr/min) crête 1/120 V/(tr/min) efficace.

Courant de court circuit max : 21 A efficace à 150 Hz .

Fréquence de sortie : 83 Hz à 500 Hz

Tension de sortie : 16 V à 100 V crêtes

L'alternateur est monté sur un banc qui permet la rotation du rotor (à l'extérieur) tout en immobilisant le stator (à l'intérieur). Une protection a été montée sur le banc pour se prémunir d'une éventuelle satellisation de l'alternateur.



Figure(III.7) circuit d'allumage

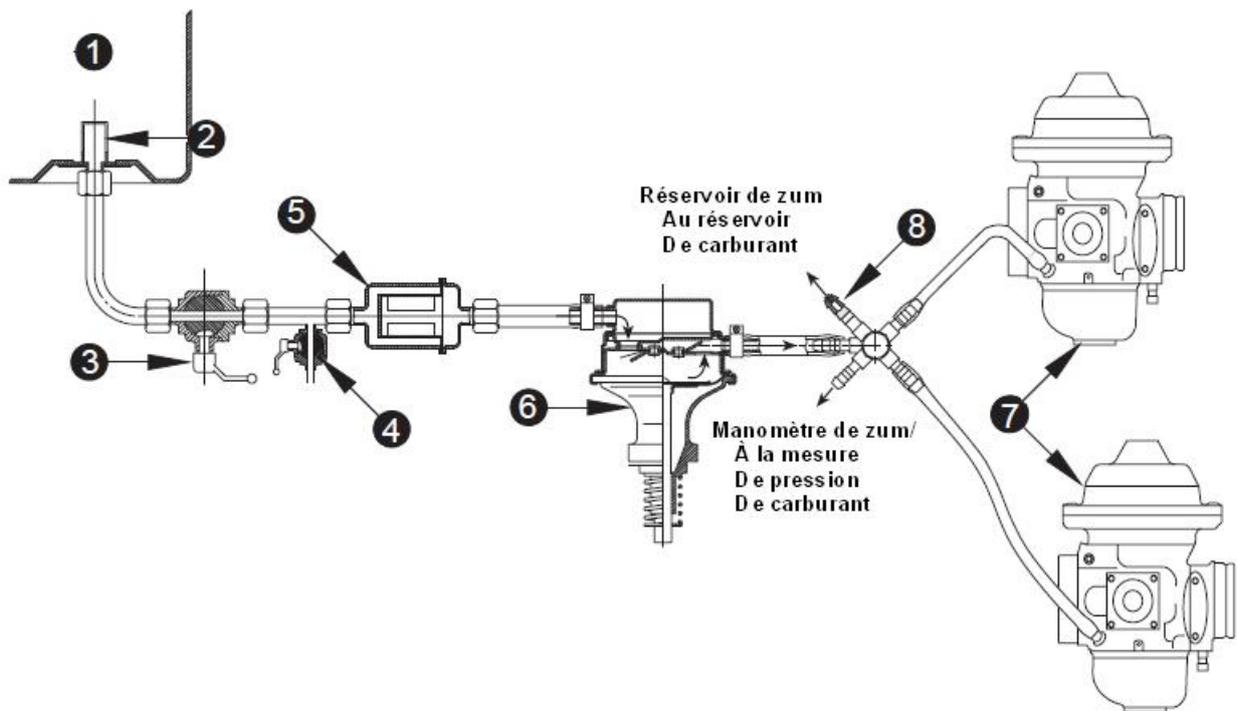
Deux enroulements de remplissage indépendants (1) situés sur le redresseur de générateur, un chacun d'allumage circuit. L'énergie est stockée dans des condensateurs.

Modules (2). À l'heure actuelle de l'allumage 2 des 4 enroulements externes de déclenchement. (3) enclenchent la décharge des condensateurs par l'intermédiaire du circuit primaire du duel, enroulements d'allumage (4). Ordre de mise à feu : 1-4-2-3.

NOTE : Le 5ème enroulement de déclenchement (5) est projeté pour le contre- signal d'inverseur.

III.8.3.Circuit carburant :

Le carburant découle du réservoir (1) par l'intermédiaire d'un filtre brut (2) le robinet de sûreté (3), et passe par le robinet de purge (4) par arrive au le filtre fin (5) et enfin à la pompe d'essence mécanique (6). Le carburant de pompe passe en suit aux deux carburateurs (7) et par l'intermédiaire de la canalisation de retour carburant



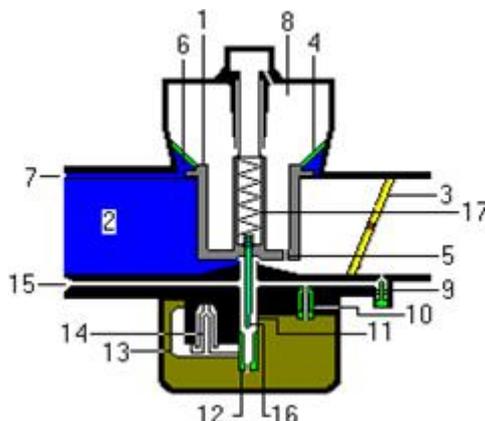
Figure(III.8) circuit carburant

III.8.3.1.Principe et fonctionnement du carburateur :

Le boisseau (1) coulisse dans un logement et permet d'obstruer plus ou moins le passage des gaz (2). Le papillon des gaz (3) permet de régler l'ouverture du boisseau (1), grâce à la plus ou moins grande dépression du moteur. Une faible ouverture du papillon, limite la dépression du moteur, et le boisseau reste exposition basse. A pleine ouverture du papillon.

La dépression du moteur se communique au boisseau, qui se soulève pour alimenter le cylindre. Le boisseau, maintenu en position basse par son propre poids

possède une membrane (4) qui forme une séparation étanche dans la cloche à dépression (chambre supérieure et inférieure), sans entraver son coulissement vertical.

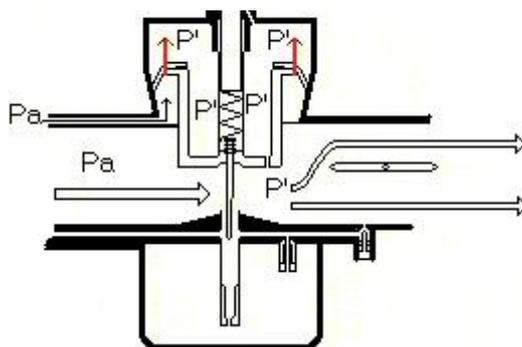


La dépression d'admission se communique à la cloche par un perçage (5) au fond du boisseau. La chambre inférieure (6) de la membrane est mise à la pression atmosphérique par un perçage (7) côté entrée du carburateur. La plus ou moins grande dépression, réglée par la position du papillon, se communique dans la cloche soulevant ainsi le boisseau. 8: Chambre supérieure ; 9: Vis de richesse ; 10: gicleur de ralenti ; 11: Gicleur d'aiguille ; 12: Gicleur principal ; 13: Flotteur ; 14: Poinçon ; 15: Canal d'air du gicleur principal ; 16: Aiguille ; 17: Ressort de rappel.

III.8.3.2. Pressions dans le carburateur lors de l'accélération :

P_a = Pression atmosphérique ; P' = pression du moteur - $P_a < 0 \Rightarrow$ Force résultante de la différence de pression.

Le volume et la pression de la chambre supérieure sont variables. Le volume de la chambre inférieure est variable, sa pression est constante.



III.8.3.3. Avantages du carburateur à dépression :

L'alimentation est plus progressive et tient compte du temps de réponse du moteur, si la manette des gaz est manœuvrée brusquement à fond, le boisseau ne se

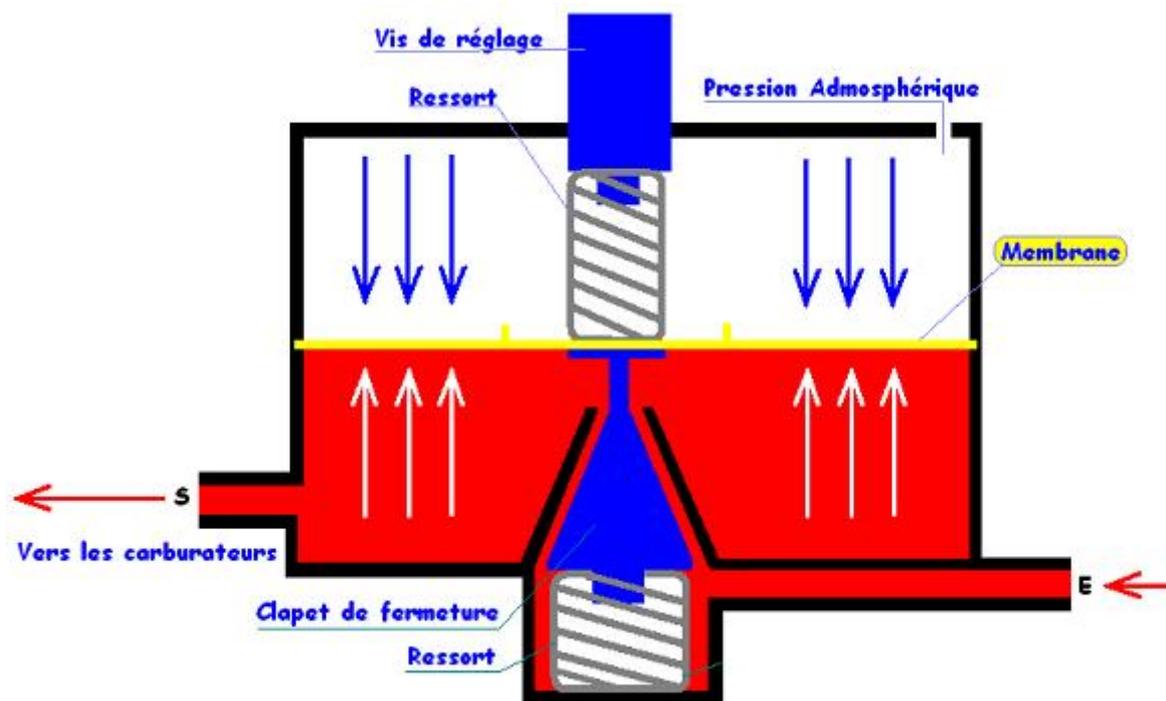
soulevera que de la valeur déterminée par la dépression, il n'aura donc pas d'engorgement du moteur. La dépression s'établissant en premier sous le boisseau, l'essence arrive dans le venturi. Le temps que le boisseau se soulève pour laisser passer l'air, le rapport du mélange est plus riche en essence. Ceci équivaut à une pompe de reprise. L'intérêt de ce type de carburateur est de permettre des reprises d'accélération très franches et des descentes moteur plein réduit sans avoir la crainte de la ré accélération douteuse. Il a peu d'effet de correction altimétrique.

III.8.3.4. Régulateur de pression d'essence :

La pompe à essence mécanique du 912 délivre un débit qui est fonction de la vitesse de Rotation du moteur.

N'étant pas régulée, la pression d'essence en sortie de pompe est fluctuant et peut être dans certains cas trop importante pour le bon fonctionnement des carburateurs. Cette pression s'exerce principalement sur la tête des pointeaux, ce qui a pour effet d'user prématurément les palettes en laiton qui permettent le réglage du niveau des cuves. Dans certains cas, les flotteurs n'ont pas assez de puissance pour maintenir fermé les pointeaux, et de l'essence peut s'écouler par les tuyaux de mise à l'air libre des cuves décarburateurs. Cette essence coule sur l'échappement et peut prendre feu.

Pour éviter ces inconvénients et pour garantir un bon fonctionnement des carburateurs, il est indispensable de monter un régulateur de pression d'essence. Ce régulateur se monte entre la pompe mécanique et les carburateurs, sa pression est réglable pour permettre un fonctionnement optimum des carburateurs. Le fonctionnement du moteur sera plus doux, aura moins de vibrations, et il consommera moins de carburant. En compétition, le gain est de plus d'un litre d'essence à l'heure.



Les embouts seront montés avec de la pâte à joint Tubé tanche Loctite 577 Ou trouver ce régulateur.

Le régulateur est constitué de deux demi-coquilles séparées par une membrane en caoutchouc.

La demi-coquille du haut est à l'air libre par l'intermédiaire d'un petit trou situé sur le dessus.

La demi-coquille du bas reçoit l'essence issue de la pompe en fonction du clapet de fermeture. L'entrée E reçoit le tuyau de la pompe à essence.

La sortie S est connectée sur le tuyau alimentant les carburateurs, Mais, dans un premier temps, on intercalera entre la sortie S et le tuyau alimentant les carburateurs un manomètre pour mesurer la pression de l'essence.

La vis qui permet de régler la pression, comprime le ressort sur le dessus de la membrane pour lui donner une certaine force. Dans notre cas, cette force correspond à une pression de 200 grammes lue sur le manomètre.

Une fois la pression réglée, on enlève le manomètre, et on connecte directement la sortie S au tuyau alimentant les carburateurs.

III.8.4.Circuit d'huile :

Le moteur de ROTAX 912 A est équipé de lubrification forcée par carter de vidange sec système avec une pompe principale d'huile avec le régulateur de pression intégré (1) et l'huile sonde de pression (2).

NOTE : La pompe d'huile est conduite par l'arbre à cames.

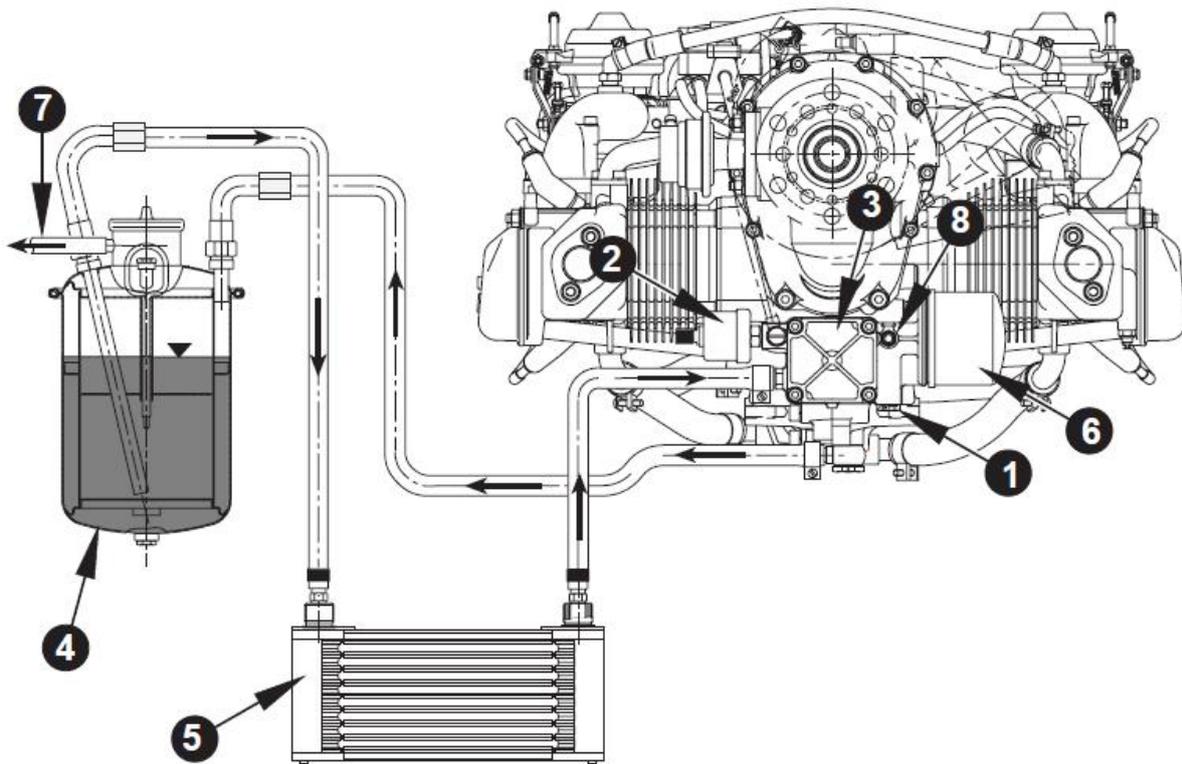
La pompe d'huile (3) suce l'huile de moteur du réservoir d'huile (4) par l'intermédiaire du radiateur d'huile (5) et forces il par le filtre d'huile (6) aux points de lubrification dans le moteur.

L'huile en surplus émergeant des points de lubrification s'accumule sur Le fond du carter de vilebrequin et est obligatoirement de nouveau au réservoir d'huile par les gaz d'imbrûlés.

NOTE : Le circuit d'huile est exhalé par l'intermédiaire de l'alésage (7) sur le réservoir d'huile.

NOTE : La sonde de température d'huile (8) pour la lecture de l'admission d'huile.

La température est située sur le logement de pompe d'huile. Les lubrifiants, voient le chapitre 10.2.3).



Figure(III.9) circuit de lubrification

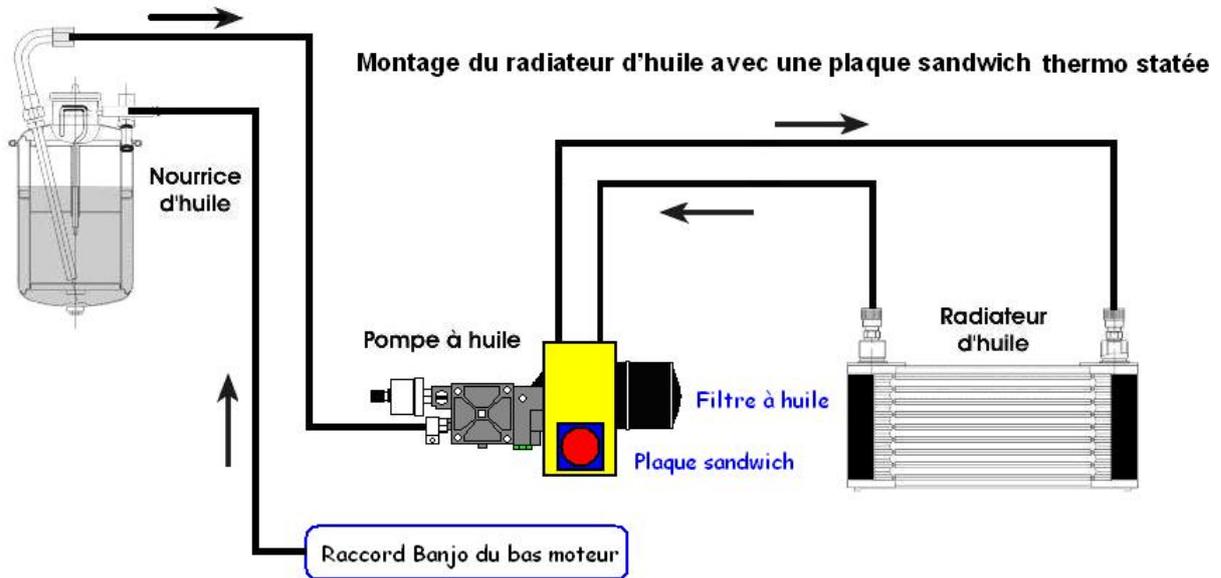
III.8.4.1. Thermostat d'huile pour moteur :

Sur ses moteurs 4 à temps, Rotax fait monter le radiateur d'huile dans le circuit d'aspiration de la pompe. Ce montage n'est pas très bon car il produit des pertes en charges dans l'aspiration, cela fait forcer la pompe huile ; le radiateur a un mauvais rendement car la surface mouillée de celui-ci n'est pas homogène.

L'Installation d'une plaque thermostatique dite : "Plaque Sandwich" va modifier tous le circuit d'huile du 912. La pompe aspire l'huile directement dans la nourrice, le radiateur est monté après la pompe à huile donc en pression ce qui lui

donne une excellente surface mouillée pour le refroidissement. Cela n'est d'aucun danger pour le radiateur d'huile car il peut supporter une pression de 10 bars.

(Radiateur marque Mocal), Cette plaque s'insère entre la pompe et le filtre à huile, d'où son nom de "sandwich".



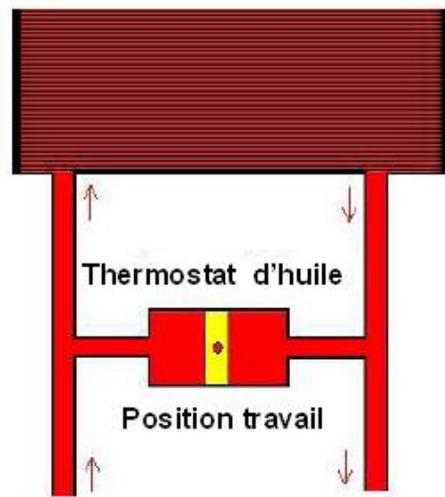
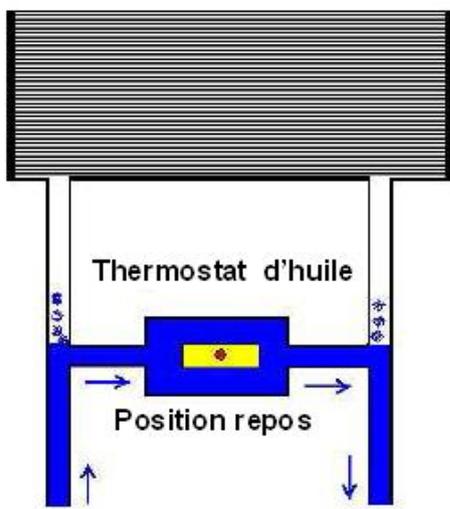
Figure(III.10) Synoptique du montage de la plaque sandwich

III.8.4.2.Principe de fonctionnement du thermostat d'huile :

Important : ce thermostat quand le présente la particularité de ne pas isoler le circuit d'huile du radiateur, moteur et froid, le radiateur oppose à la circulation d'huile une résistance importante due à ses nombreuses tubulures de petit diamètre. Comme tout fluide, l'huile va choisir le chemin qui présente la plus petite résistance, et le plus court chemin pour circuler dans le moteur.

Le dessin de gauche : nous montre le cheminement de l'huile pendant la chauffe du moteur, le thermostat est ouvert laissant passer l'huile directement sans passer par le radiateur.

Le dessin de droite : nous montre la position du thermostat quand l'huile a atteint la température de consigne du thermostat, à savoir 90°C dans notre cas. Bien sur, en fonction de la température, le thermostat fermera plus ou moins le circuit ce qui aura pour effet de réguler la température d'huile aux environ de 85°C.



III.8.5. Boîte de vitesse du propulseur (gearbox):

Pour le type 912 de moteurs deux rapports de réduction sont disponibles.

Rapport de réduction	912 UL / A / F	912 ULS / S
vilebrequin : axe de propulseur	2,27 : 1	2,43 : 1
	2,43 : 1 Facultatif	

Selon le type, la certification et la configuration de moteur le propulseur de la boîte de vitesse est fournie avec ou sans embrayage de surcharge.

NOTE : L'embrayage de surcharge est installé sur la production périodique sur tous moteurs d'avion certifiés et sur l'avion non-certifié moteur de la configuration 3.

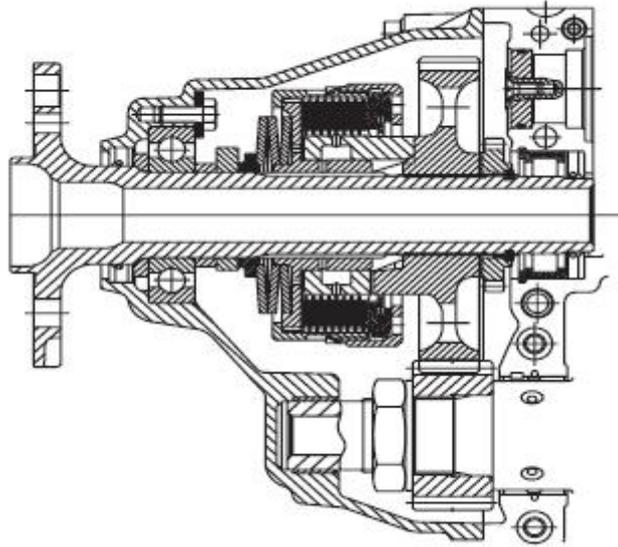
NOTE : (Figure.10) expositions une boîte de vitesse de propulseur de la configuration 2 avec l'embrayage intégré de surcharge.

La conception incorpore un amortisseur de torsion, l'absorption de choc est basé sur amortisseur de torsion progressif dû à l'action axiale de charge de ressort sur un moyeu de chien. Sur la version de boîte de vitesse avec l'embrayage de surcharge la conception incorpore a le frottement a atténué le jeu libre aux chiens pour justifier le moteur approprié tournant au ralenti.

En raison de ce jeu de denture aux chiens un impact de torsion distinct surgit au début, arrêté et aux changements soudains de charge, mais en raison de l'embrayage intégré de surcharge il restera inoffensif.

NOTE : Cet embrayage de surcharge empêchera également n'importe quelle charge anormale au vilebrequin en cas de contact au sol du propulseur.

Alternativement une pompe à vide ou un gouverneur hydraulique pour la constante le propulseur de vitesse peut être utilisé. La commande est dans chaque cas par l'intermédiaire de la propulseur vitesse de réduction.



Figure(III.11) gearbox

III.9. Les données :

III.9.1. Vitesses de fonctionnement et limites (912) :

1/Vitesse :

- Vitesse de décollage..... 5800 t/min
- Maximum. Vitesse continue..... 5500 t/min
- Vitesse à vide..... ca.1400 t/min

2/ Accélération :

Limite d'opération de moteur à la pesanteur nulle et dans "g " négatif conditionne.

Le maximum. 5 secondes au maximum. -0.5 g

3/ Pression d'huile :

Maximum. De..... 7 bar

Remarque : Pendant une période courte admissible au démarrage à froid.

Minimum..... 0.8 bar

Normale.....2.0 bar ÷ 5.0

4/ La température d'huile :

Maximum..... 140°C

Minimum..... 50°C

Température de fonctionnement normale....90 ÷ 110 C

5/ La température de culasse :

Maximum..... 150°C

Lecture au point d'observation de la culasse plus chaude, l'une ou l'autre non.2 ou no.3.

6/Début de moteur, température de fonctionnement :

Maximum..... 50°C

Minimum..... - 25 °C

7/Pression de carburant :

Maximum.....0.4 bar

Minimum..... 0.15 bar

NOTE : Excéder la pression de carburant admissible maximale dépassé la valve de flotteur du carburateur.

La pression de la livraison d'un support additionnel la pompe (par exemple pompe de secours électrique) ne doit pas excéder la barre 0.3 (4.4 livres par pouce carré) pour ne pas dépasser la valve de flotteur.

8/Puissance d'énergie du gouverneur hydraulique de propulseur :

Maximum..... 600 W

9/Puissance d'énergie de la pompe de vide :

Maximum..... 300 W

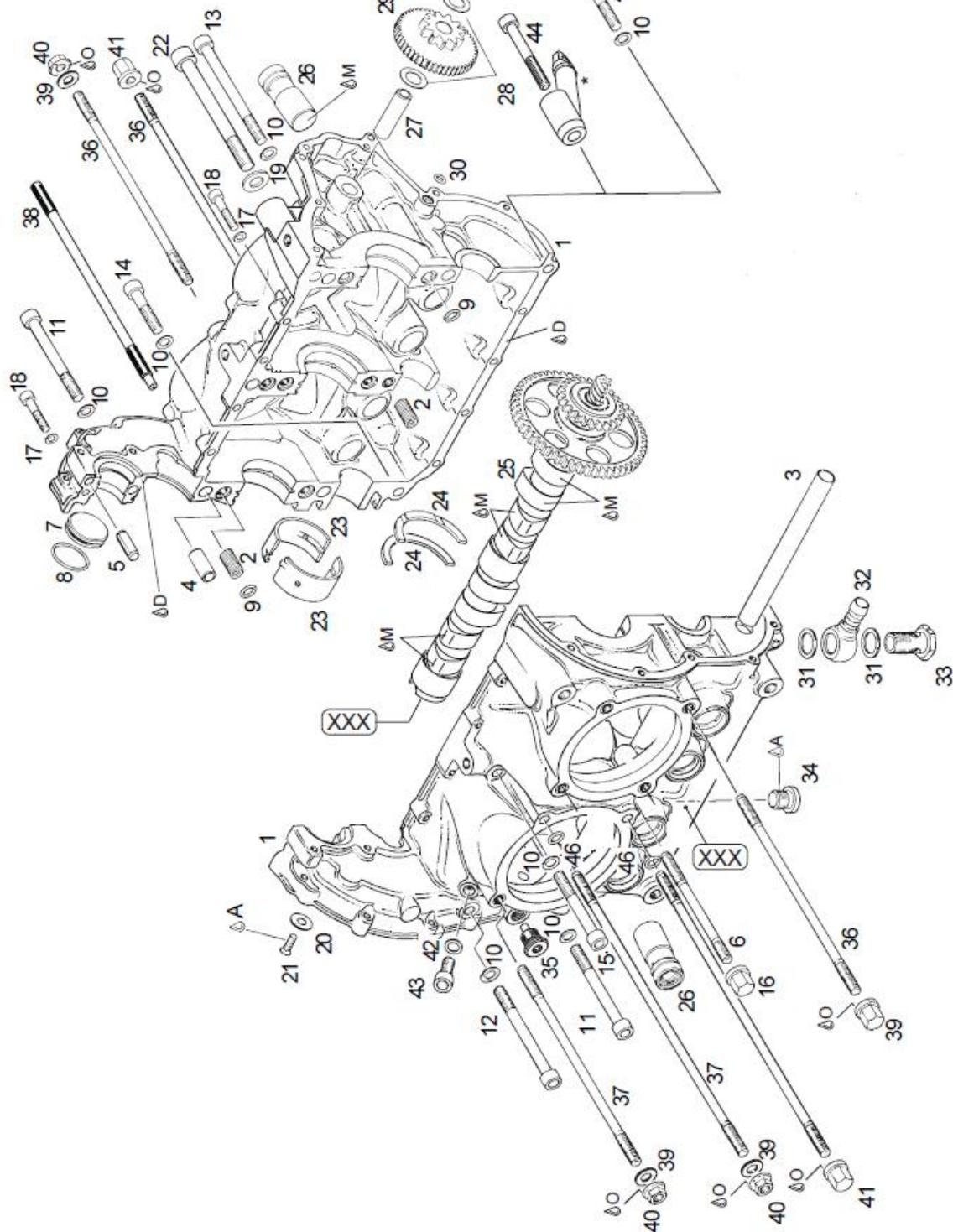
10/Puissance d'énergie de l'alternateur externe :

Maximum..... 1200 W

11/Déviaton d'angle de banque :

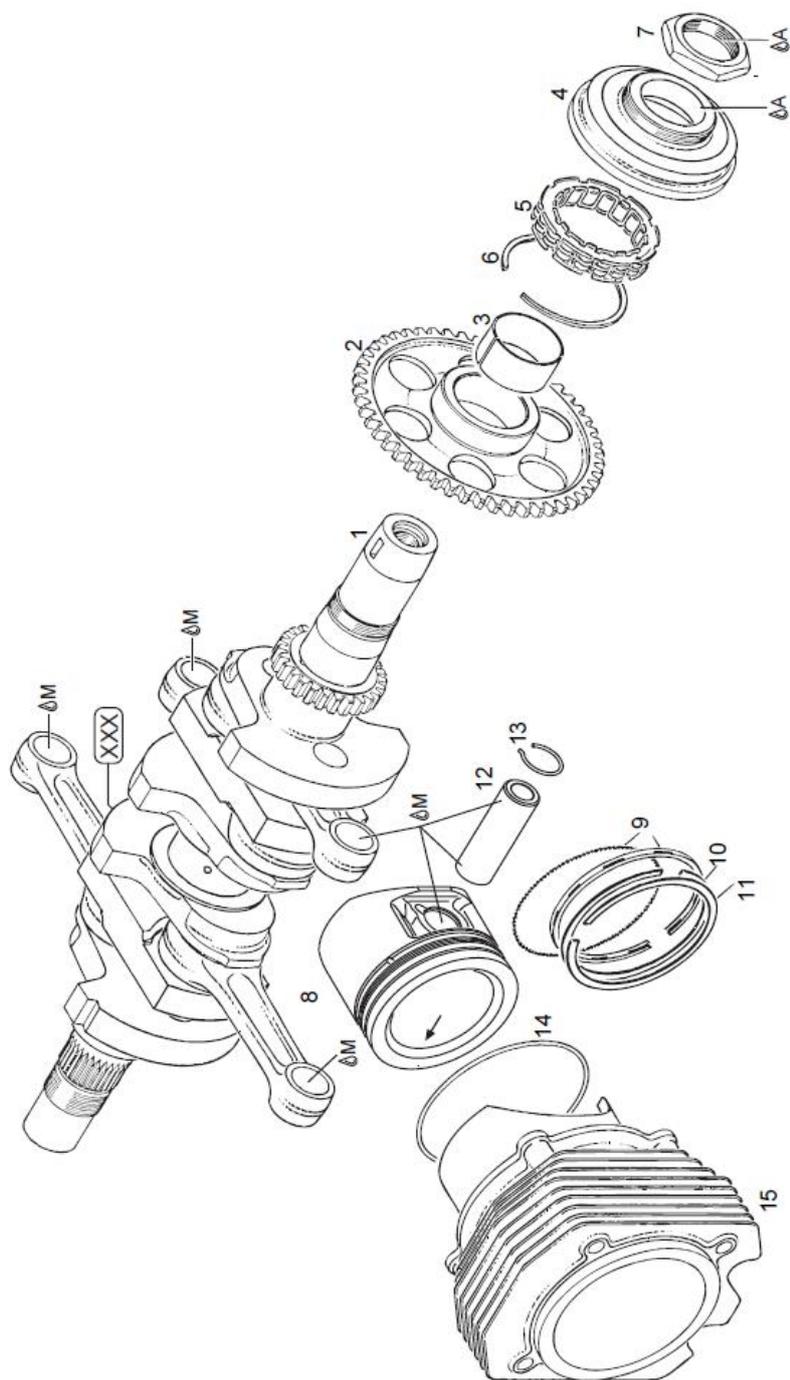
Maximum..... 40 °

NOTE : Jusqu'à cette valeur le système de lubrification sec de carter de vidange justifie la lubrification dans chaque situation de vol.



- 1-21.Carter
- 2-Insertion m8x20
- 3-Tube d'huile
- 4-Doigt 10,8x25
- 5-Goupille d8x20
- 6-Goujon m8x105
- 7-Cale d'aveuglement
- 8-Bague 26,7x1, 8
- 9-Bague
- 10-Rondelle de freinage a8

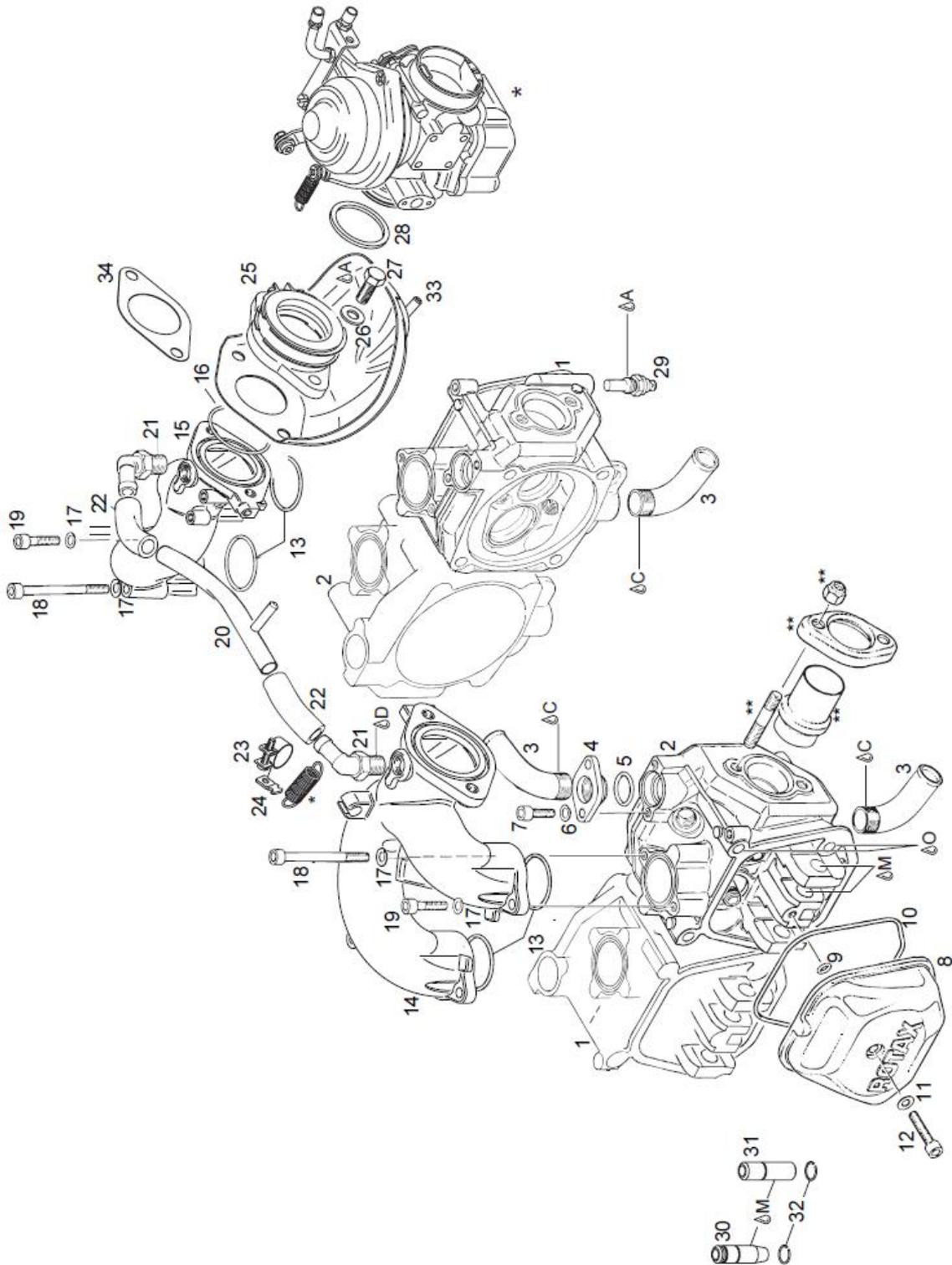
- 11-Boulon à tête creuse m8x80
- 12-Boulon à tête creuse m8x90
- 13-Boulon à tête creuse m8x100
- 14-Boulon à tête creuse m8x45
- 15-Boulon à tête creuse m8x65
- 16-Ecrou borgne de collier m8
- 17-Rondelle de freinage a6
- 18-Boulon à tête creuse m6x30
- 19-Rondelle 10.5
- 20-Rondelle de poussée
- 21- Vis fraisée m5 x 12
- 22-Boulon à tête creuse m10x110
- 22-Boulon à tête creuse m10x150
- 23- Coussinet "D"
- 23- Coussinet "C"
- 24- Demi anneau
- 25-Arbre a cames
- 26- Tringlerie hydraulique de valve
- 27- Axe de vitesse à vide
- 28-Rondelle de poussée
- 29- Roue
- 30-Bague 5x2
- 31-Anneau a 16x22
- 32- Mamelon de tuyau 10
- 33-Boulon m16x15
- 34-Vis bouchon m16x15
- 35-Bouchon de vidange magnétique m12x1,5
- 36-Goujon m8x201
- 37-Goujon m8x291
- 38-Goujon m8x210
- 39-Rondelle
- 40-Ecrou m8
- 41-Ecrou borgne
- 42-Anneau a 8x13 de garniture
- 43-Boulon à tête creuse m8x20
- 44-Boulon à tête creuse m8x50
- 45-Boulon à tête creuse m8x45
- 46-Bague 7x2



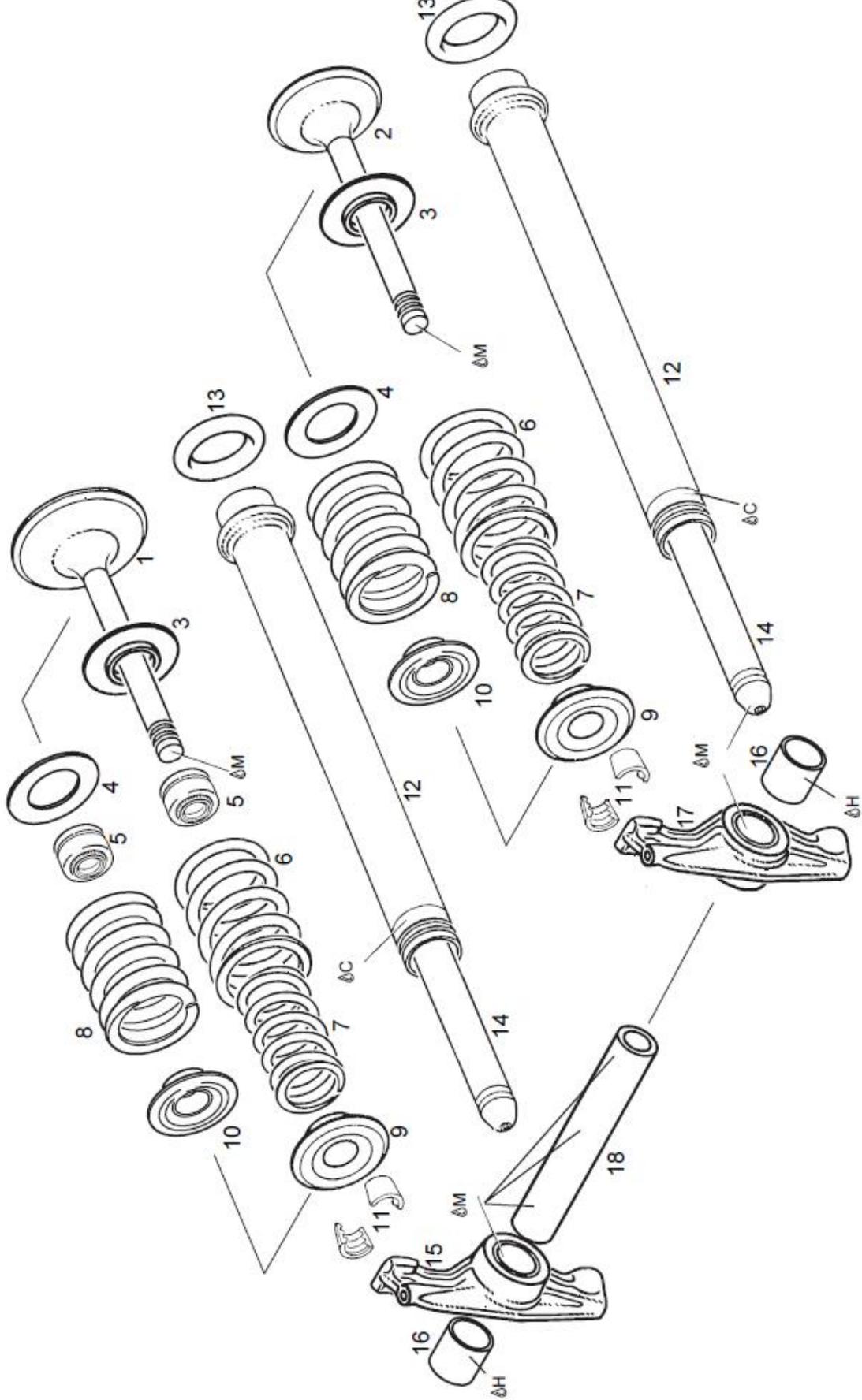
- 01- vilebrequin
- 02- Roue dentine libre
- 03-Douille de roulement
- 04-Logement d'embrayage de cale
- 05- cale de Embrayage 51,710x68,377x13
- 06- ci clip
- 07-Main gauche de l'écrou m34x1,5
- 08-Piston 79.50/79.51 millimètre
- 09-Anneau de racleur d'huile
- 10-Anneau conique de compression
- 11-Anneau rectangulaire 84/77x1,5
- 12-Goupille de piston

- 13-Ci clip
- 14-Bague 87x2
- 15-Cylindre

III.10.3 : Système échappement et admission :

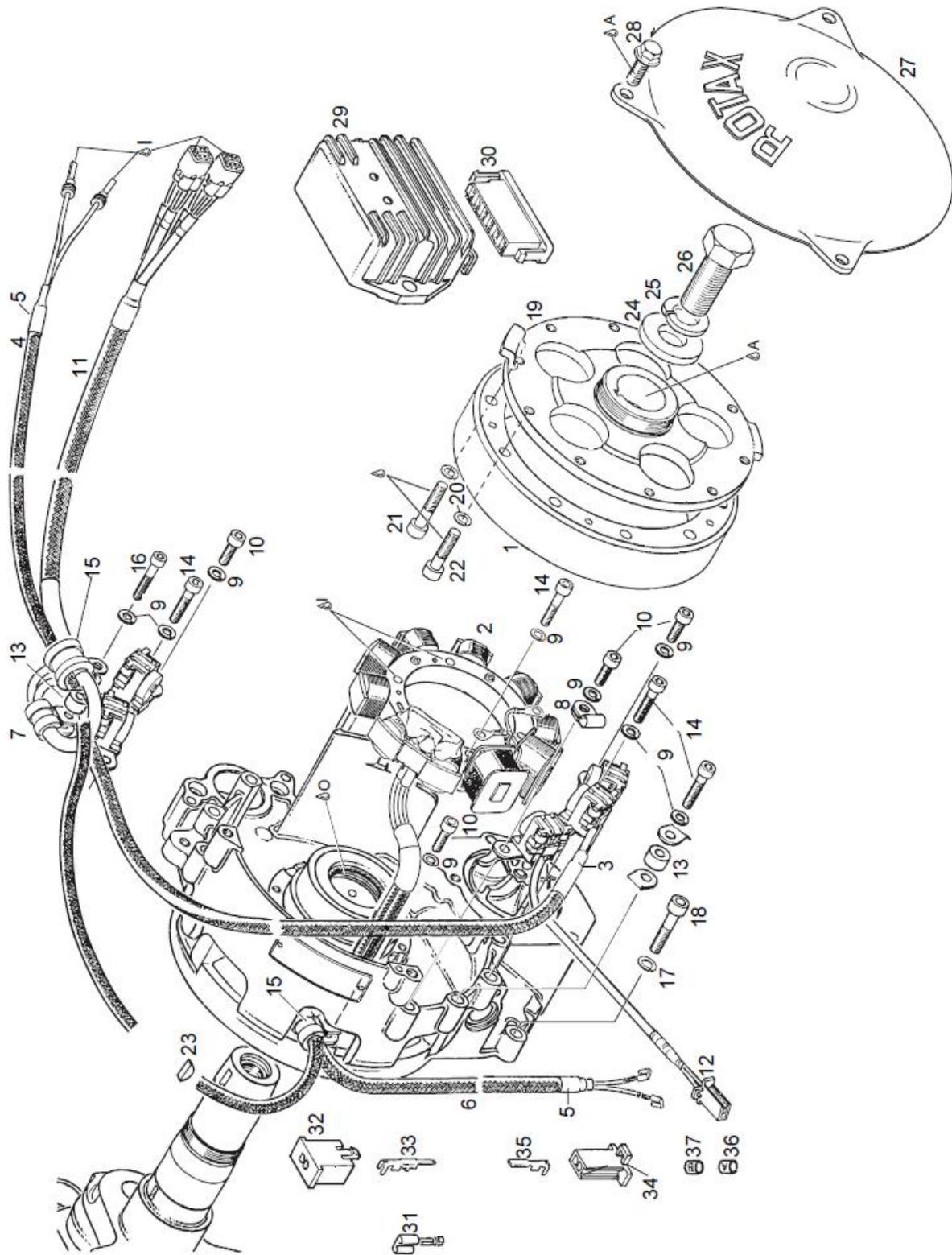


- 1-Culasse 2/3,
- 2-Culasse 1/4,
- 3-Douille coudée 80
- 4-Bride
- 5-Bague 19-2
- 6-Rondelle de freinage
- 7-Boulon à tête creuse m6x20
- 8-Couverture de valve
- 9-Bague 6, 4x1,8
- 10-Bague 105x2,5
- 11-Rondelle
- 12-Boulon à tête creuse m6x30
- 13-Bague 34x2
- 14-Tubulure de prise
- 15-Tubulure de prise
- 16-Bague 47-2
- 17-Rondelle de freinage a6
- 18-Boulon à tête creuse m6x75
- 19-Boulon à tête creuse m6x25
- 20-Compensateur de tube,
- 21-Tube angulaire
- 22-Tube 66 mm
- 23-Bride 15/9
- 24-Paranthèse
- 25-Bride en caoutchouc
- 27-Vis m8x25
- 26-Rondelle
- 28-Anneau d'entretoise 36/43/2.5
- 29-Sonde de température
- 30-Guide de soupape d'admission
- 31-Guide de soupape d'échappement
- 32-Ci clips
- 34-Garniture
- 33-Plateau d'égouttement



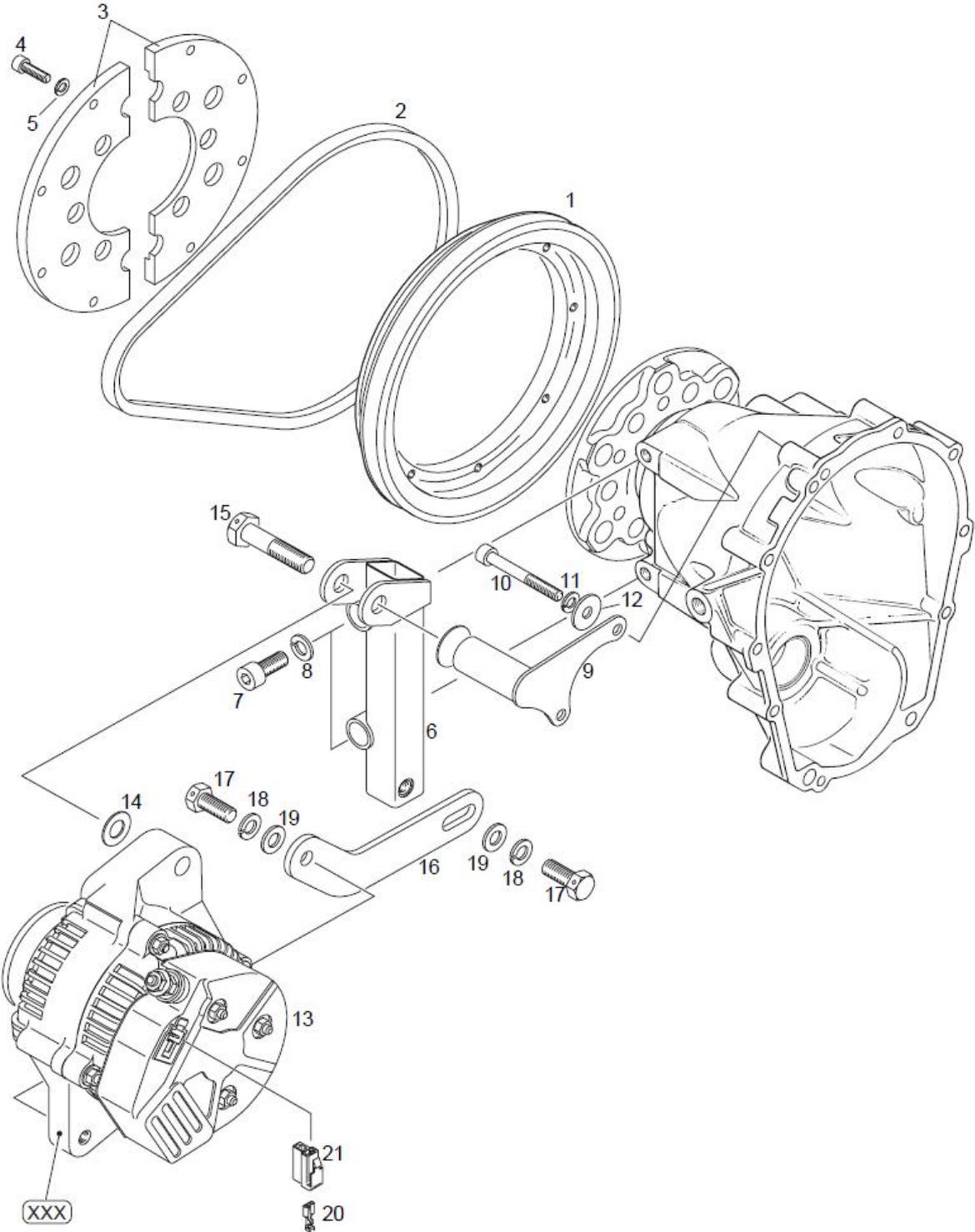
- 1-Soupape 38mm
- 2-Soupape d'échappement 32mm
- 3-Appui de ressort de valve
- 4-Cale 16/27.4/
- 5-Joint de tige de soupape
- 6-Ressort de soupape 37 millimètres
- 7-Ressort de soupape 35 millimètres
- 8-Ressort de soupape
- 9-Arrêteur de ressort de soupape
- 10-Arrêteur de ressort de soupape
- 11-Clavette de soupape
- 12-Tube de retour d'huile
- 13-Bague 16x5
- 14-Tige poussai de soupape
- 15-Bras de culbuteur
- 16-Douille
- 17-Bras de culbuteur
- 18-Axe de bras de culbuteur

III.10.5.générateur:



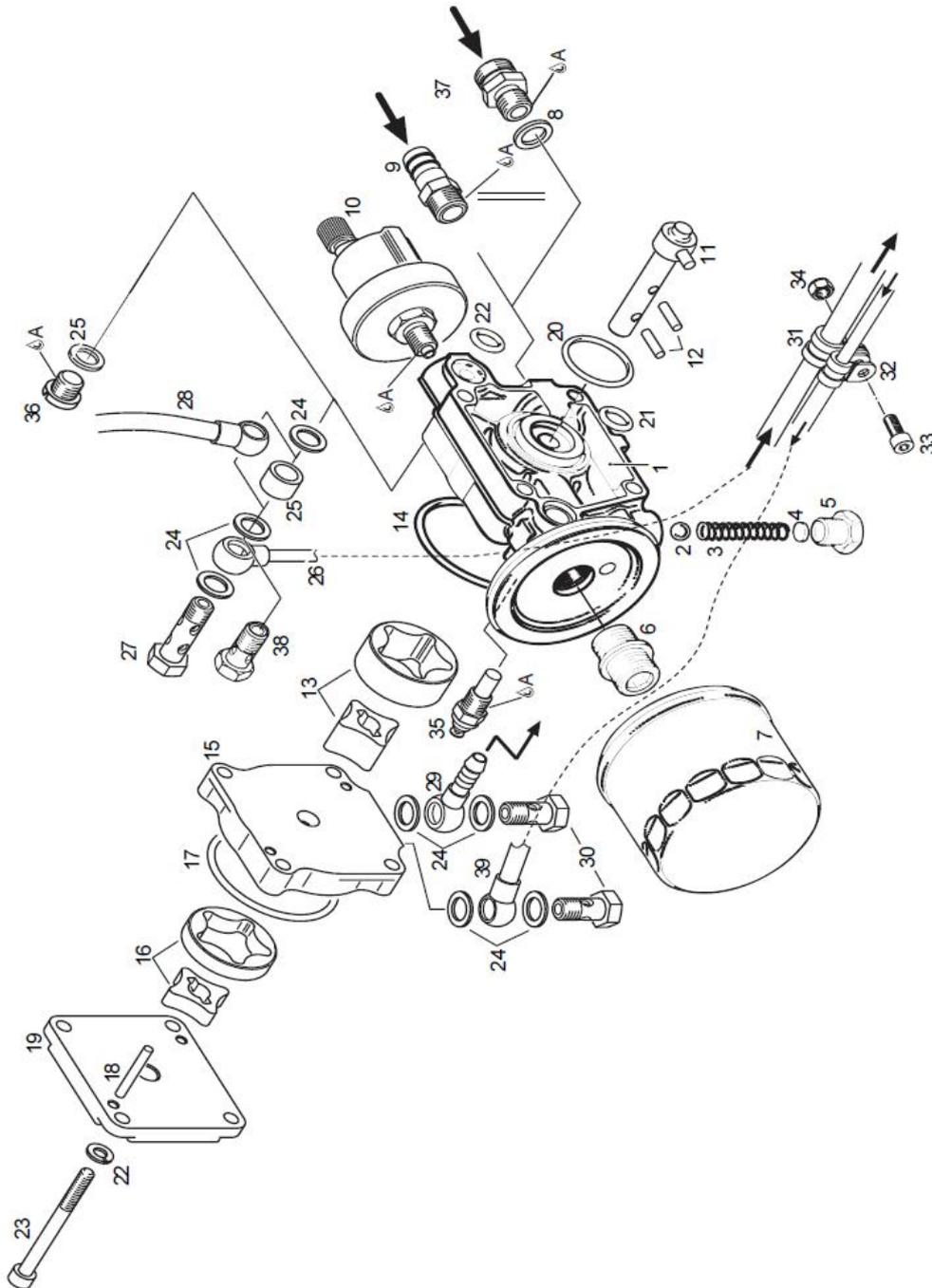
- 1-Anneau de magnéto
- 2-Redresseur.
- 3-Tuyau de rétrécissement 25 mm
- 4-Tresse En Métal De Criblage 460 mm
- 5-Tube de rétrécissement 40 mm
- 6-Tresse en métal de criblage 640 mm
- 7-Collier 8/m5
- 8-Collier 7/M5
- 9-Rondelle de freinage A5
- 10-Boulon à tête creuse m5x16
- 11-Kit d'enroulement de déclenchement
- 12-Roulement de déclenchement,
- 13-Entretoise 5.2/12/7.4
- 14-Boulon à tête creuse m5x25
- 15-Collier 15/M5
- 16-Boulon à tête creuse M5X30
- 17-Rondelle de freinage A6
- 18-Boulon à tête creuse M6X30
- 19-Moyeu de volant
- 20-Rondelle de freinage A6
- 21-Boulon à tête creuse M6X30
- 22-Boulon à tête creuse M6X25
- 23-Clavette disque
- 24-Rondelle 17/36/5
- 25-Rondelle de freinage
- 26-16Vis M16X1, 5X40
- 27-Couverture d'allumage
- 28 Vis hexagonal M6X16
- 29-Régulateur de redresseur
- 30-Logement de connecteur
- 31-Connecteur 6,3X0,8 de faston
- 32-Logement de connecteur, Deux-poteau
- 33-Connecteur de faston
- 34-Logement de connecteur, Deux-poteau
- 35-Connecteur de faston
- 36-Tuyau rétrécissable imprimé
- 37-Tuyau rétrécissable imprimé

III.10.6 : Réducteur et alternateur :



- 1-Poulie de ceinture - V
- 2-ceinture -V 9,5X675
- 3-Paire de porteurs de poulie
- 4-Boulon à tête creuse M5X16
- 5-Rondelle de freinage A5
- 6-D'alternateur
- 7-Boulon à tête creuse M8X20
- 8-Rondelle de freinage
- 9-Soutien d'alternateur
- 10-Boulon à tête creuse M6X50
- 11-Rondelle de freinage
- 12-Rondelle
- 13-Alternateur
- 14-Rondelle de poussée
- 15-VIS M10x45
- 16-Barre
- 17-Vis de tension M8x20
- 18-Rondelle de freinage
- 19-Rondelle
- 20-Connecteur 6,3X0, 8 de faston
- 21-Logement 2-pole de connecteur

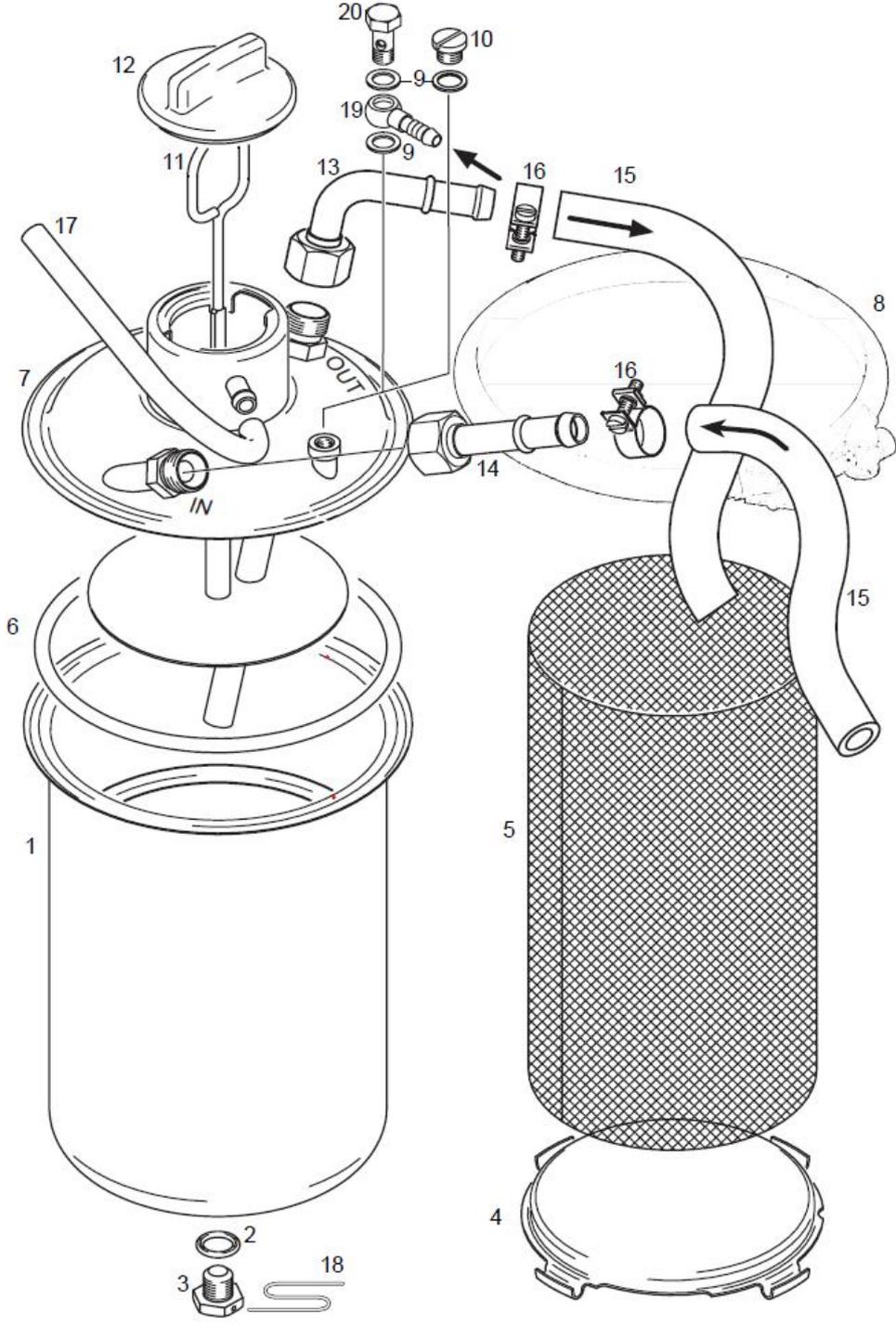
III.10.7: pompe d'huile :



- 1-Logement de pompe d'huile
- 2-Boule 8.5 mm
- 3-Ressort de compression l39, 5
- 4-Cale 8,2x1, 5
- 5-Vis bouchon m12x1
- 6-Mamelon de filtre d'huile

- 7-Filtre d'huile
- 8-Anneau a 14x18 de garniture
- 9-Mamelon 13,2/9,5-m14x1, 5
- 10-Sonde de pression
- 11-Axe de pompe d'huile
- 12-Goupille 4x15, 8 g3 d'aiguille
- 13-Rotor intérieur et externe d'aspiration
- 14-Bague 57-3
- 15-Logement de pompe d'huile
- 16-Rotor intérieur et externe de pression
- 17-Bague 46x3
- 18-Goupille b 4x29, 8 g5 d'aiguille
- 19-Couverture de pompe d'huile
- 20-Bague 30x2, 5
- 21-Bague 11-2.7
- 22-Rondelle de freinage a6
- 23-Boulon à tête creuse m6x50
- 24-Bague ou rondelle
- 25-Entretoise 10.5/15/10
- 26-Ligne d'huile de pression de turbo
- 27-Boulon m10x1x30 de banjo
- 28-Canalisation d'aspiration d'huile de turbo
- 29-Mamelon 4/6 de tuyau
- 30-Boulon m10x1x19 de banjo
- 31-Collier 8/m5
- 32-Collier 5/m5
- 33-Boulon à tête creuse m5x12
- 34-Contre-écrou m5
- 35-Sonde de température
- 36-Vis principale encochée m10x1x8
- 37-Adapter m18x1
- 38-Boulon m10x1x19 de banjo
- 39-Canalisation d'aspiration d'huile de turbo

III.10.8. Réservoir d'huile avec l'insertion de cloison:



positions 13 - 18 sont les pièces non certifiées

- 1-Réservoir d'huile Assy
- 2-L'anneau c 12x18
- 3-Vis de garniture m12x12
- 4-Cloison 2
- 5-Insertion de cloison
- 6-Bague 6 x 145
- 7-Couverture de réservoir d'huile
- 8-Bride 163 de profil
- 9-Anneau 10x14 de garniture
- 10-Vis principale encochée m10x8
- 11-Jaugeur d'huile
- 12-Couverture de réservoir d'huile
- 13-Coudé de douille
- 14-Mamelon de tuyau avec l'écrou de raccord
- 15-Tube d'huile 1500 mm
- 16-Ps 17/9 de bride
- 17-Tube de mise à l'air libre
- 18-fil 0.8 de sûreté
- 19-Mamelon 4/6 de tuyau
- 20-Boulon m10x1x19 de banjo

CHAPITRE IV

MAINTENANCE

IV. Entretien:

Avant de mener à bien les travaux d'entretien sur le moteur, il faut lire soigneusement le manuel d'entretien car il fournit les informations de base sur l'exploitation sûre du moteur.

IV.1. Système carburant :

IV.1.1. Déplacement des carburateurs et de la bride du carburateur :

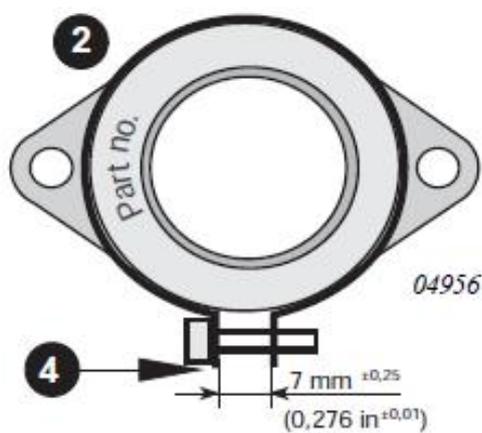
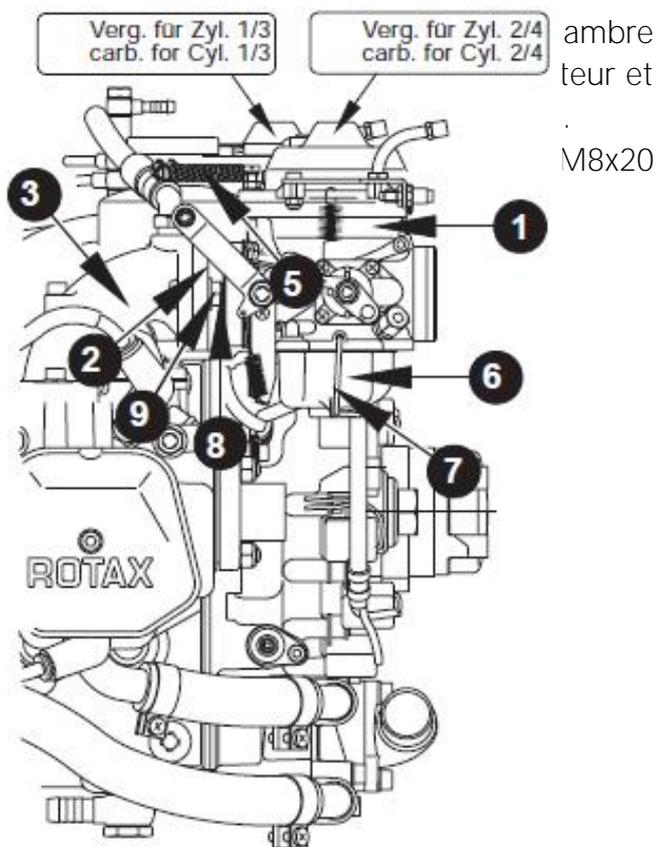
Identifier les deux carburateurs aux cylindres respectifs, par exemple carburateur pour la CYL.1/ 3 et CYL. 2/4.

NOTE : L'attachement standard des carburateurs(1), est assure par les brides flexibles (2) sur la tubulure de prise (3) Vérifier le positionnement de la vis de bride(4) avec la position en bas comme livrée et 7 mm. Espace entre les crochets de bride, Enlever le ressort de tension (5) de l'appui de carburent avec un outil approprié.

Dégager la vis de bride (4) et enlever le carburateur (1) par la légère rotation et action de pivot.

Remarque : Si la chambre de flotteur (6) si a été vidangé encore, opérer comme suit :

Ouvrir le clip à ressort d'oscillation tout en tenant les deux flotteurs e la fixer avec le clip à ressort, Assure Les brides de carburateur (2) peut des rondelles hexagonal (9).



Figure(IV.1) Le bride de carburateur

Figure(IV.2) Eléments de carburant

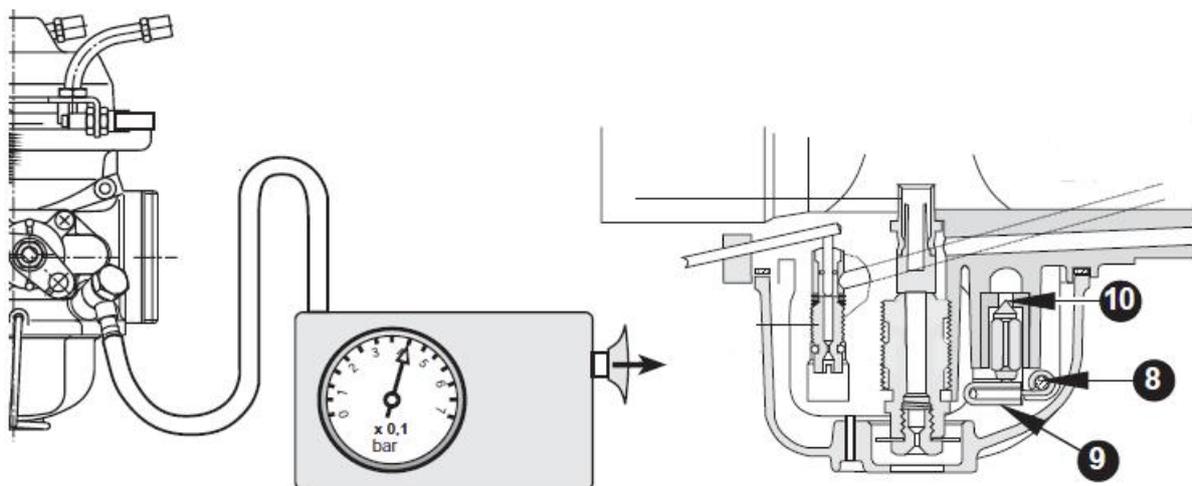
IV.1.2. Entretien du carburateur à dépression constante (contrôle et maintenance) :

En principe aucune modification ne doit être faite sur le calibrage du carburateur. La détermination du gicleur principal est effectuée sur (1) à 300 m au-dessus de niveau de la mer moyen. On permet à la modification d'être effectuée selon nos caractéristiques seulement par le personnel aéronautique ou le personnel autorisé d'essai.

Avant le déplacement des carburateurs pour une inspection précise, fermer le robinet de carburant et enlever les lignes d'alimentation de carburant. Rassembler le carburant probablement et assurer la disposition appropriée.

Pour éviter la contamination dans l'installation carburant procéder avec un grand soin et propreté. Mettre le carburateur et les pièces enlevées sur une surface propre. Enlever à bride du carburateur, après les desserrages du tube en suite les déposer sur une surface propre.

IV.1.2.1. Essai d'étanchéité de la soupape à pointe de flotteur :



Figure(IV.3) Pointeau du flotteur

Décrocher le ressort (1), du levier de la bobine (2), et dessus de la chambre (3). Relier la pompe à vide(4) à la canalisation d'alimentation du carburant (5) et produire une dépression d'environ 0,4 bar qui ne doit pas changer en dedans pendant 5 secondes. Pousser le clip à ressort d'inclinaison (6) vers l'arrière puis enlever la chambre du flotteur (7) et la goupille (8) avec un poinçon et enlever la bras du flotteur (9). Vérifier l'aiguille du flotteur (10) et son siège pour l'usage et voir si l'admission est souillée.

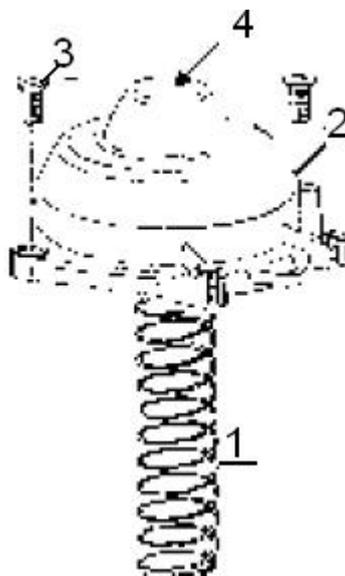
Avec ce contrôle, le siège d'aiguille du flotteur est examiné pour assurer l'étanchéité. Si la dépression n'est pas maintenue, prêter une attention particulière pendant le démontage à l'aiguille de flotteur avec Viton incliné et le logement du carburateur.

IV.1.2.2.Diaphragme :

Le diaphragme est lié au plongeur (piston du carburateur). Selon la pression qui règne des plongeur est abaissé vers le haut ou. Pour vérifier, enlever les 2 vis fraisées (3) M5x12, le dessus de chambre (2) et le ressort (1) vérifier l'ajustement serré de la couverture (4), sur la chambre. Laver le dessus de la chambre avec le produit d'épuration et souffler intérieur de mise à l'air libre avec de l'air comprimé.

Enlever le plongeur du logement de carburateur et enlever 4 vis CHC M4x12, Le diaphragme (6) est fixé par le ci clip (7) au piston de carburateur (8). La position du piston du carburateur est commandée par l'intermédiaire du diaphragme, Sur le diaphragme (6) il y a 2 nez de positionnement, Le nez (9) permet l'ajustement exacte dans la cavité dans le plongeur, le nez (10) doit s'engager dans la cavité dans le logement de carburateur.

Le diaphragme est un placé après un contrôle en cas de besoin des fissures de fragilité.



Figure(IV.4) Diaphragme

IV.1.2.3.Aiguille du gicleur :

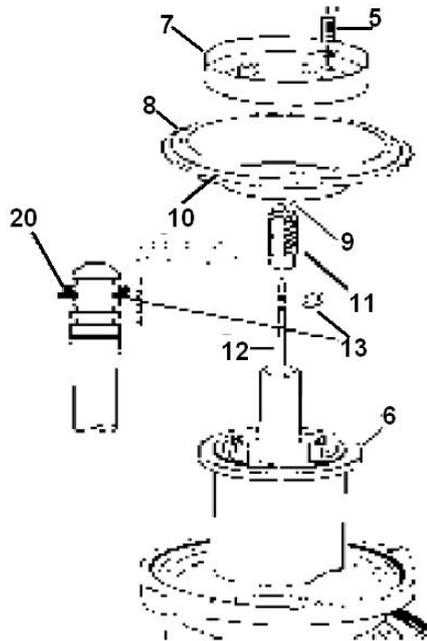
L'aiguille du gicleur commande la consommation du carburant à la charge de partie, Elle peut être réglée en choisissant la position de l'aiguille de gicleur entre (1) et (4). La norme l'aiguille est fixée pour placer (2). On permet des modifications seulement après la consultation avec le fabricant du moteur. Enlever la vis de fixation(11) et l'aiguille du gicleur de contrôle(12) avec le circlips (13) et bague (20) pour l'usage.

NOTE : la Bague (20) est seulement employé dans le moteur 912 ULS/S.

Porter une attention particulière aux cannelures et au cône de l'aiguille. A l'usage évident l'aiguille du gicleur doit être échangée et remontée en même position.

NOTE : L'aiguille du gicleur adaptée doit bouger librement.

Examiner en dehors du plongeur (8), et les deux alésages intérieurs de compensation.



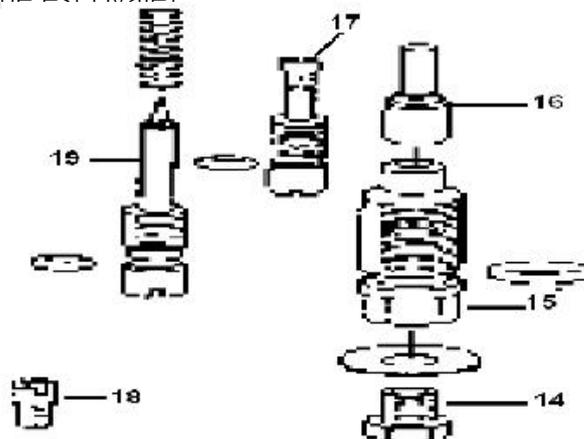
Figure(IV.5) Eléments des Aiguille du gicleur

IV.1.2.4.Gicleurs :

Enlever la chambre du flotteur. Le Enlever le gicleur principal(14), puis le tube de mélange(15), puis du gicleur (16), puis gicleur à vide(17), puis le gicleur de marche(18), et enfin la vis de mélange(19).

Nettoyer le carburateur et les gicleurs avec du carburant. Souffler soigneusement tous les gicleurs et tous les alésages existant dans le logement du carburateur avec de l'air comprimé et vérifier le passage libre, vérifier la circularité du diamètre intérieur du gicleur d'aiguille, et le remplacer en cas de besoin. (Vérifier la taille, voir l'IPC).

Remarque : tous les travaux sur le carburateur nécessitent une propreté optimale (se sa forme est ovale)



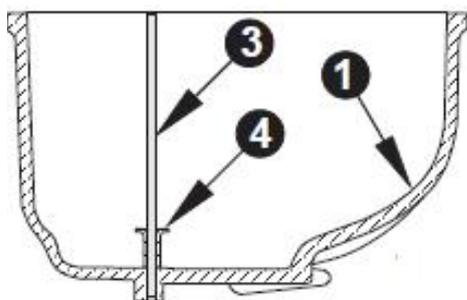
Figure(IV.6) Ensembles des Gicleurs

IV.1.2.5.Chambre du flotteur :

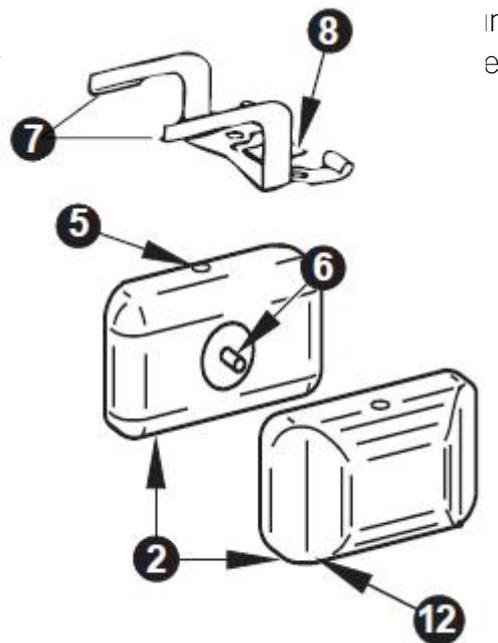
Enlever et nettoyer la chambre du flotteur (1).Vérifier les deux flotteurs(2)pour la libre circulation sur la goupille du guide (3). Quand le flotteur est à sa position minimale il doit encore avoir le dégagement et ne doit pas coller sur le mur de la chambre de flotteur. Vérifier si les flotteurs sont à leur position par rapport a la pièce (4).

Remarque : la pièce (4) est utilisée pour éviter le coincement du flotteur.

Un flotteur coincé du carburateur à même l'inondation. Vérifier l'usage des guides des douilles (5) insérés dans le flo l'appui de flotteur (7) pour l'usage dû à la vibr remplace les flotteurs et au besoin aussi la s



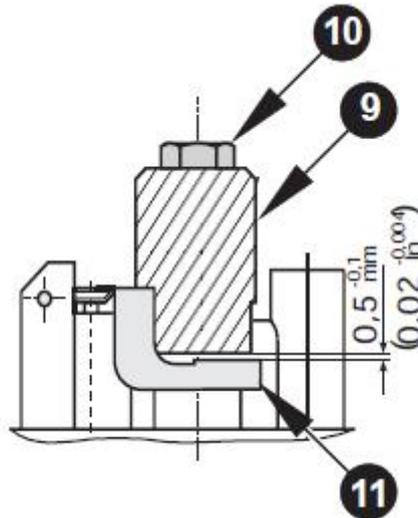
Figure(IV.7) Chambre du flotteur



Figure(IV.8) Eléments des Chambre du flotteur

IV.1.2.6.Suspension du flotteur :

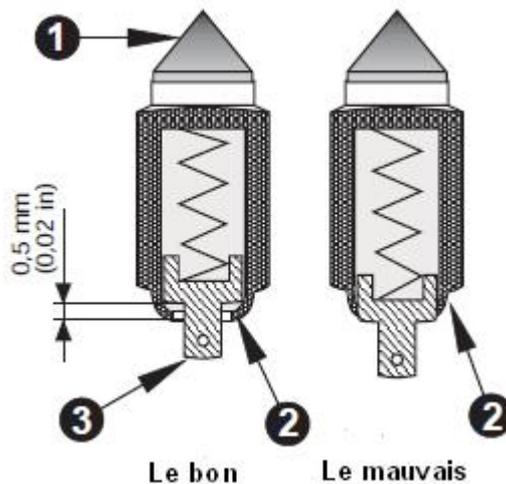
Vérifier si les bras de suspension du flotteur sont parallèles. Pour faire ainsi, enlever le gicleur principal et d'attache la mesure (9), eu dévissent avec une vis hexagonal (10) du tube de mélange. Quand la soupape à pointeau est fermée, les deux bras du (11) du flotteur la suspension doit être de distance égale du 0.4 ÷ 0.5 mm. À apparent l'imperfection la suspension de flotteur peut être pliée pour la correction ou être remplacé. Après contrôle remonter le gicleur principal. Si les deux bras de suspension ne sont pas parallèle on peut remédier a sa par Pleyel ou les remplacer des le cas contraire



Figure(IV.9) Suspension du flotteur

IV.1.2.7. Contrôle de la soupape à pointe au du flotteur :

Enlever la chambre du flotteur. Enlever la goupille qui retient le ressort du flotteur la suspension et le flotteur vexent. Examiner l’approvisionnement en carburant pour assurer l’écoulement libre. Inspecter le bout de Viton (1) À l’usage évident du talon (2) à la goupille jaillie (3) la valve doit être remplacée. Si la distance devient moins de 0.5 mm, le niveau de flotteur sera affecté, conduisant même à l’interruption de l’écoulement de carburant. Engager flotter l’agrafe d’aiguille dans le bras de flotteur, la placer en position et fixer le flotteur bras avec la goupille. La chambre convenable de flotteur et la fixent avec le clip à ressort.

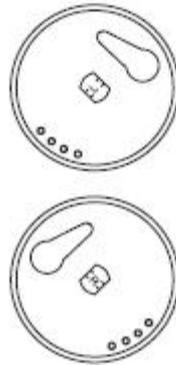


Figure(IV.10) Soupape à pointe au du flotteur

IV.1.2.8. Corps du carburateur:

Enlever les 4 vis à têtes fraisées M4x14 et enlever complètement le couvercle du corps du carburateur. Nettoyer toutes les pièces et vérifier.

NOTE : L'axe du couvercle du carburateur est identifié par le L et ou R. identifié par le L est assigné pour le carburateur des cylindres 2/4 et celui identifié par R marqué est pour le carburateur des cylindres 1/3. La figure montre les positions des marques sur l'axe du corps.

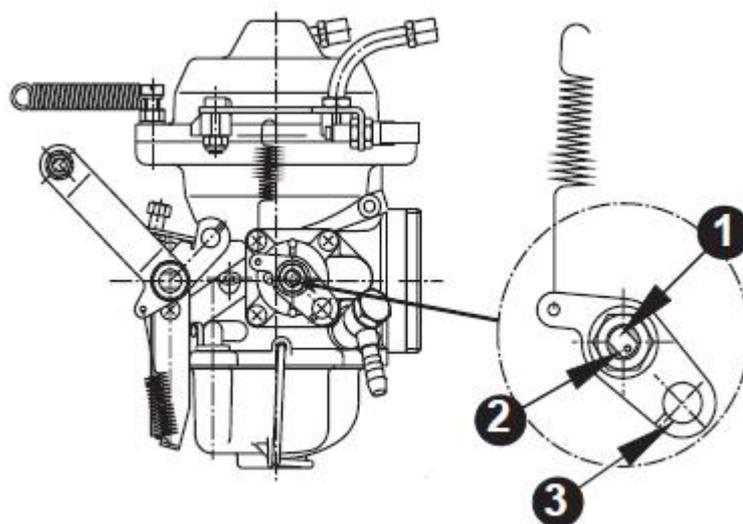


Enlever l'écrou hexagonal en suite valve du corps du carburateur Nettoyer toutes les pièces et vérifier.

NOTE : L'axe du corps (1) est de tri d'une marque (2) Cette marque doit se diriger vers l'enclenchement du câble (3) ou vers l'alésage de pénétration.

Nettoyer toutes les pièces et souffler tous les alésages et le conduits avec de l'air comprimé. Remplacer les mauvaises pièces.

Remonter du carburateur en utilisant de nouvelles bagues et des garnitures de dans ordre renversé, Appliquer les 4 vis fraisées M4x14 . En plaçant les 4 vis .a la fin, on procède au remontage du carburateur et en utilisant marche bagues et des garnitures par l'étanchéité.



Figure(IV.11) Corps du carburateur

IV.1.3. Contrôle de l'installation du carburant :

La raison la plus commune de l'échec du moteur est une imperfection dans l'installation de carburant. Beaucoup de problèmes peuvent être empêchés par les contrôles réguliers. La condensation de l'eau la contamination peuvent mener au mauvais fonctionnement du moteur ou aux ratés.

- Vérifier la chambre du flotteur si elle contient de la saleté ou de l'eau. Si on a contamination ou formation de l'eau, vidanger le réservoir, les conduites du carburant et le filtre. Rincer et bien nettoyer.

IV.1.3.1. Notes générales sur les carburants :

Employer le carburant propre d'une marque enregistrée seulement. Ne pas stocker le carburant pour de longues périodes. Pour le stockage, non-translucide, seulement des propres récipients approuvés de carburant utilise. Si possible éviter l'utilisation des récipients en plastique. En réapprovisionnant en récipients les combustible, utiliser un écran à maille fine.

AVERTISSEMENT : la manipulation du carburant se pratique seulement dans des endroits bien aérés (Jamais dans des chambres fermées). L'essence est fortement inflammable et sous certaines conditions il explose. Ne pas fumer, et éviter les flammes ou les étincelles. Ne pas remplir un réservoir débordant (tenir compte de l'expansion du carburant.). Ne jamais réapprovisionner en combustible tandis que le moteur tourne.

IV.1.3.2. Pression de carburant :

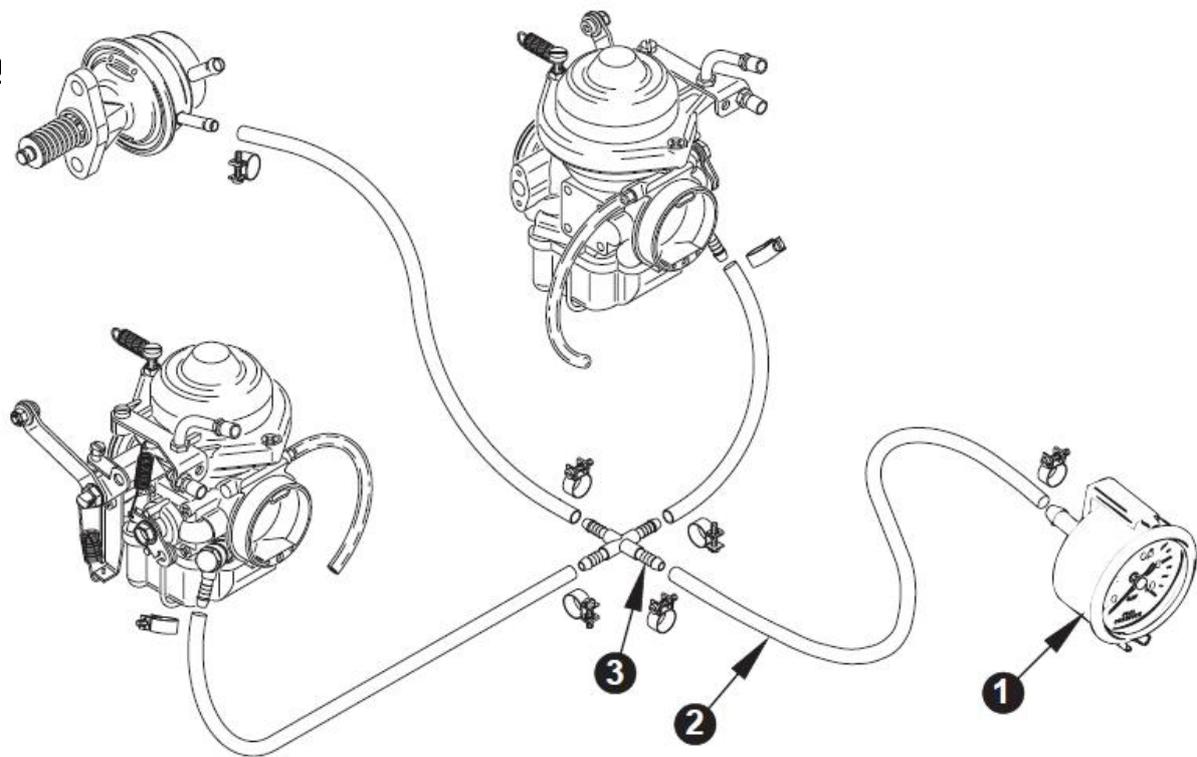
La pression de carburant à la pompe d'essence est limitée a un maximum de 0.4 bar, normalement entre 0.15 et se situe 0.3bar .L'utilisation de l'appareil de contrôle de pression du carburant, l'installation carburant peut être vérifié. Permet de enfin la bonne circulation du carburent.

IV.1.3.3. Installation du kit d'essai de pression de carburant :

Relier l'indicateur de pression (1) avec le tuyau (2) au croisillon (3) de la canalisation de retour de carburant. Attache de pression qu'il peut être facilement observé par l'opérateur de la course d'essai au sol.

Remarque : S'assurer que les tuyaux ne soit et pas tirés pas le jet d'air du propulseur. Au besoin, fixer avec des serres-câble. Si pendant l'essai les valeurs nominales de la pression du carburant ne sont a atteintes arrêter le moteur et passer au procédé de dépannage.

AVERTISSEMENT : Ne pas mettre en l'avion marche avant l'élimination un défaut rencontre.

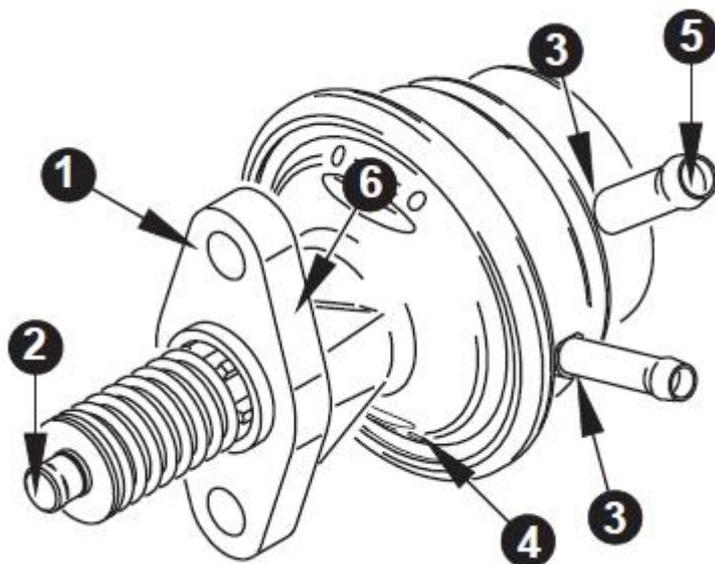


Figure(IV.12) Installation du kit

IV.1.4.Pompe à essence :

Vérifier si la bride de pompe (1) est parfaitement plate. Si le plongeur de la pompe (2) présente des marques, remplacer la pompe et vérifier l'excentricité sur la boîte de vitesse du propulseur. Vérifier les raccordements des lignes du carburant (3). Remplacer la pompe s'il y a des baisses d'exécution dues des valves disjointes ou à un diaphragme disjoint. Un diaphragme disjoint peut être détecté si le carburant sort aux trous de mise à l'air libre (4).

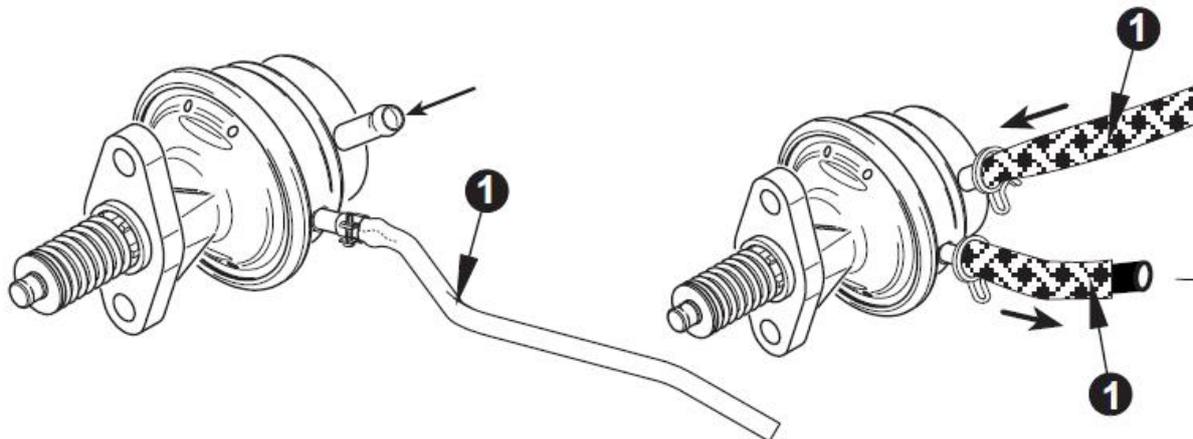
L'aspiration du carburant est filtré par un écran maille de 0.17 mm La pompe à essence de la ne peut pas être démantelée. Le contrôle pour la contamination est seulement possible par l'endoscope du côté d'aspiration (5). À la révision la pompe d'essence doit être remplacée.



Figure(IV.13) Pompe à essence

IV.1.4.1. Tubes de carburant :

Vérifier si il y a des fuites les tubes de carburant entre qui assurent la liaison pompe à essence, le collecteur d'essence et carburateur Remplacer les tubes carburant de endommagés.

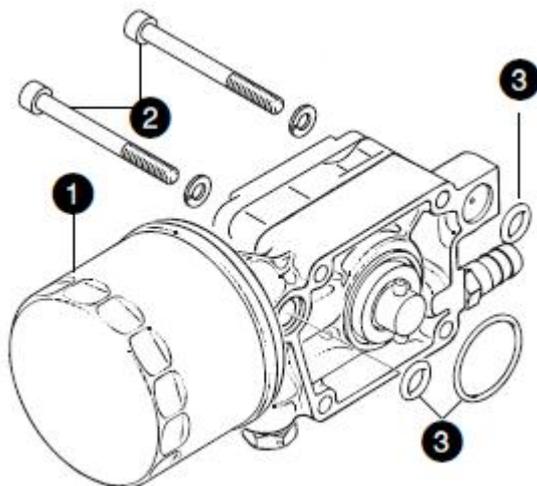


Figure(IV.14) Tubes de carburant

IV.2. Lubrification du système :

IV.2.1. Déplacement de la pompe à huile :

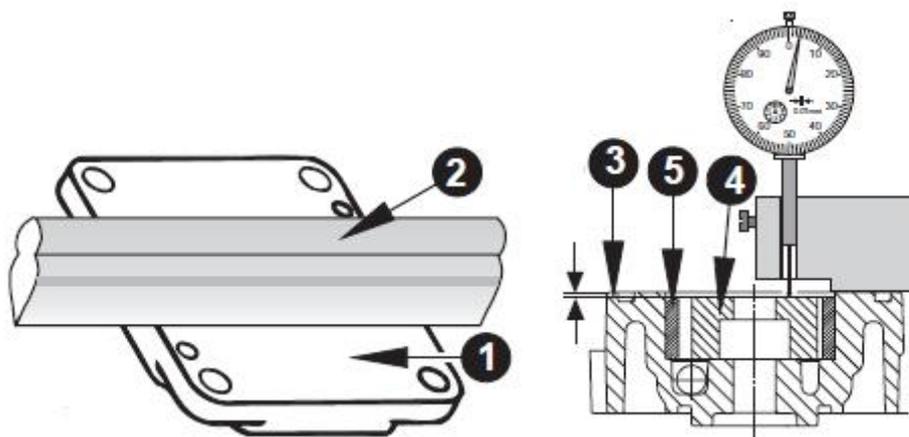
Enlever le filtre à huile (1) avec une clé à courroie, Enlever le 4 boulons à tête creuse M6x50 (2) avec leurs rondelles de freinage et avec les trois joints toriques(3) et enfin la pompe à l'huile.



Figure(IV.15) Pompe à huile

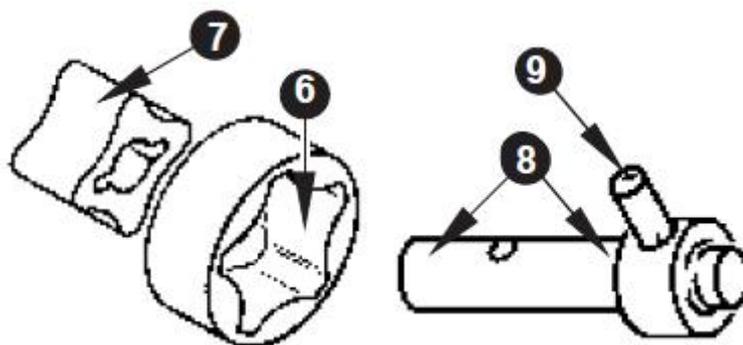
IV.2.2. Vérification de la pompe à huile :

Enlever la couverture de la pompe à huile et vérifier la planéité de l'intérieur (1) avec une règle (2) .vérifie l'espace entre la couverture de pompe (3), piston de rotation (4) et le rotor (5).



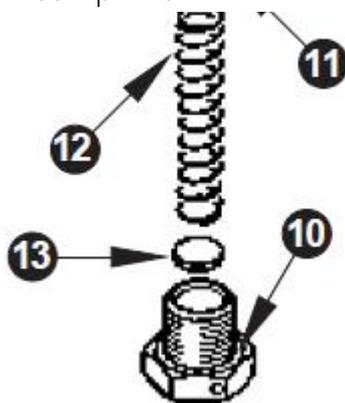
Figure(IV.16) Contrôle de couverture de la pompe à huile

Retirer le piston et le rotor de rotation, la clavette et l'axe de pompe. S'il y a des sillons apparents à l'intérieur du rotor (6) ou en dehors du piston de rotation (7), remplacer les deux composants. Un plus grand espace réduit considérablement la capacité de la pompe. Vérifier la planéité de la couverture du logement de la pompe à huile. Vérifier les sièges de roulement (8) sur l'axe de la pompe à huile. Comme pièce de rechange, l'axe de pompe (9) est fourni avec la clavette enfoncée dedans.



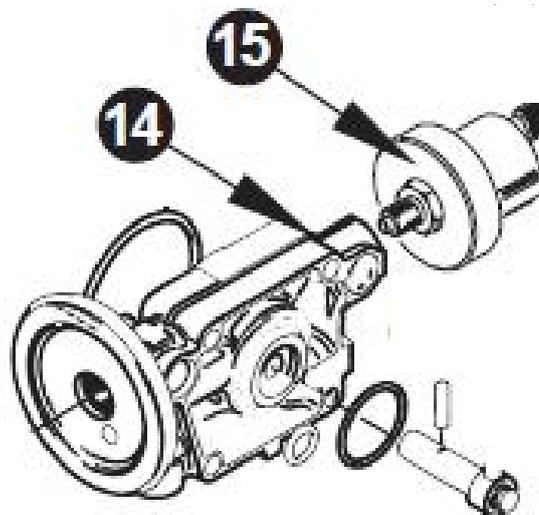
Figure(IV.17) Eléments de la pompe à huile

Enlever la vis bouchon (10) de la valve de dégagement de pression (11) avec le ressort de pression (12). Nettoyer et vérifier le siège de la boule dans le logement de pompe. La cale (13) adaptée est seulement avec un jet on vis à atteindre une pression d'huile indiquée. Nettoyer tout les pièces d'air comprimé.



Figure(IV.18) Eléments de la pompe à huile

Sur le type 912 (configure 3) le logement est usiné pour un raccordement additionnel (14) pour la ligne d'huile de pression pour le gouverneur du propulseur. Sur la (configuration 2) et de la version 912 ces pas (configuration 4) ce raccordement e (sonde de pression d'huile)).



Figure(IV.19) Eléments de la pompe à huile

IV.2.3.Remontage la de pompe à huile :

Lubrifier le roulement de l'axe de pompe dans le logement de pompe d'huile avec de l'huile de moteur (voir le manuel de l'opérateur approprié) et installer l'axe de pompe (1), Insérer la goupille (2) 4x15,8 dans l'axe de pompe (1), installer le montage de piston rotatoire (3) et axe de pompe de tour et vérifier la facilité du mouvement. Adapter les 2 bagues externes (4) 11-2.7 et une bagues (5) 30-2.5 dans le logement de pompe d'huile et l'adapter dans le carter de vilebrequin.

NOTE : Tourner l'axe de pompe d'huile jusqu'à ce que la clavette (6) s'engage dans l'arbre à cames (écrou).

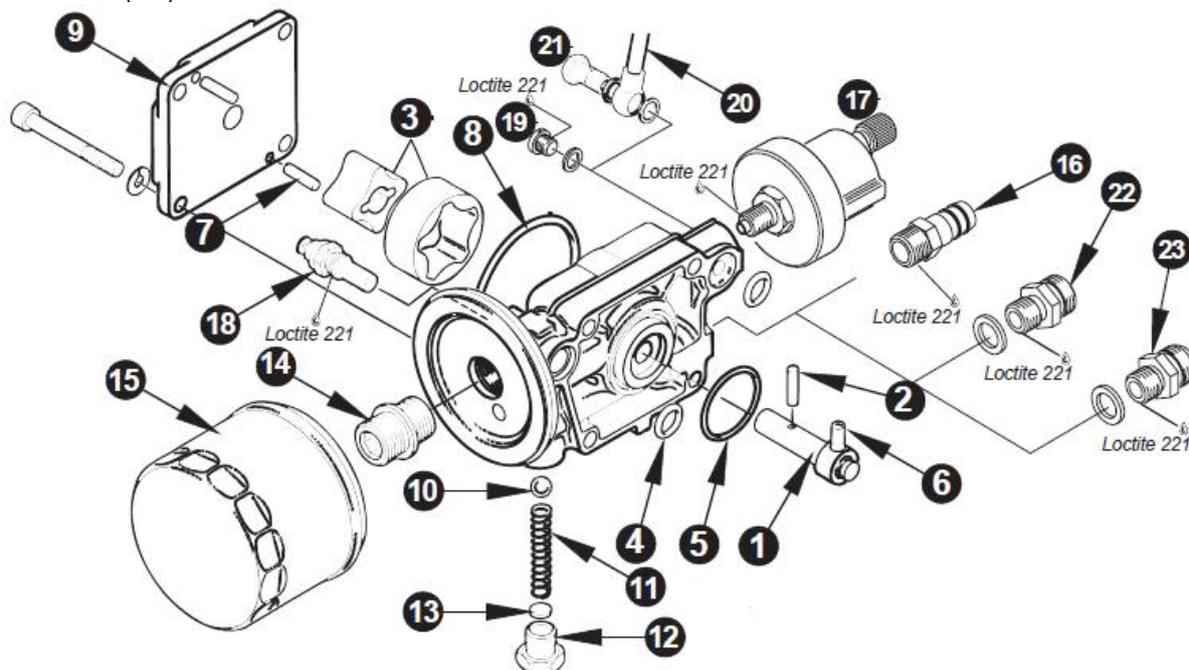
Pousser les deux goujons de positionnement (7) 4x15,8 dans le logement de pompe, bague convenable (8) 57-3 et couverture de pompe d'huile (9) avec les boulons à tête creuse M6x50 et les rondelles de freinage, serrer également à 10 Nm.

Mette la boule (10) 8.5mm, puis le ressort (11) 39.5 mm la vis bouchon (12) M12x1.Couple à 25 Nm.

Remarque: La cale d'ajustement puis (13) n'est pas employée pour serer jusqu' un de l'instant et est seulement adapté si pendant l'essai la pression d'huile indiquée n'est pas atteinte. Ressort (11) 39.5mm Désirer ardemment, remplacer à l'usage.

Si le mamelon du filtre d'huile (14) a été enlevé, le resserrer à 60 Nm. Légèrement lubrifié le joint en caoutchouc pour le filtre d'huile (15). Visser le filtre d'huile dessus à la main jusqu'à ce qu'il s'arrête au boîtier de crépine d'huile. Le Serrer il tout par un 3/4 m(270)⁰. Mette eu place avec le mamelon de

pièces (16) 14x1, 5 (douille métrique (22) ou douille d'UNF (23)), par la sonde de pression d'huile (17) et ensuite sonde de température d'huile (18) et en fin la vis bouchon(19).

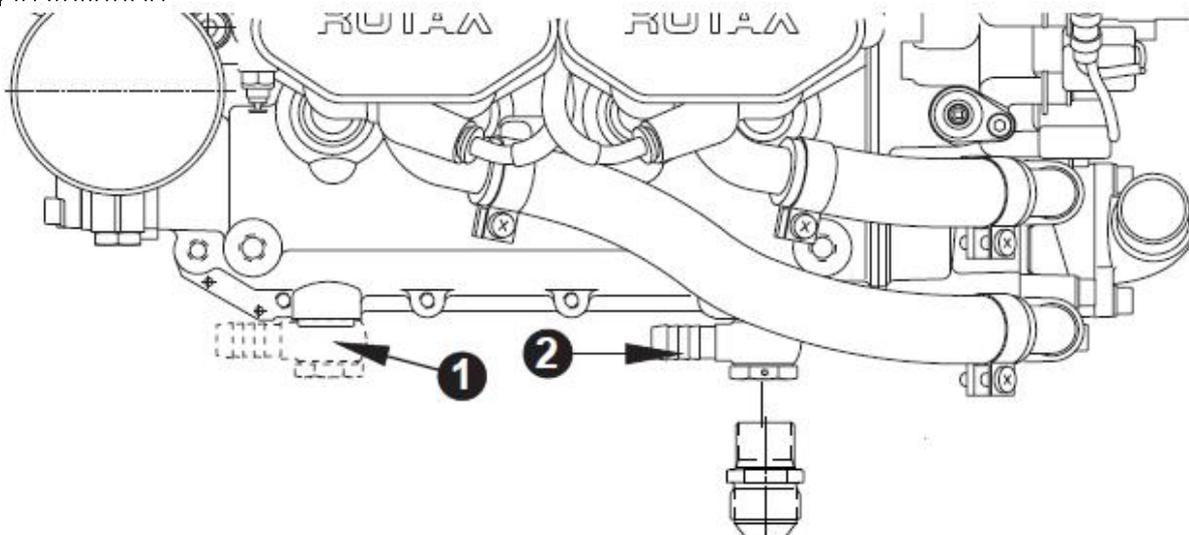


Figure(IV.20) Pompe à huile

IV.2.4.Vis de drainage:

De côté du fond de carter de vilebrequin il y a une vis bouchon (1) et une vis de banjo (2) pour la canalisation de retour d'huile. Enlever les deux vis, vidanger l'huile restante et vérifier. Remonter les vis nettoyées, et les serrer à 35 Nm.

NOTE : Endroit de la vis (1) et boulon de banjo (2) pourrait être échangé selon l'installation

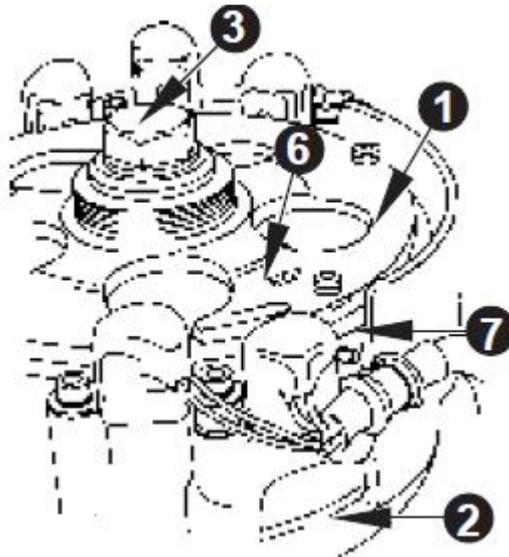


Figure(IV.21) Vis de drainage

IV.3.Système de refroidissement :

IV.3.1.Déplacement de la pompe à eau :

La pompe à eau est intégrée dans le logement d'allumage. Pour des travaux de maintenances le moyeu de magnéto (1) et le logement de magnéto (2) doivent être enlevés en dévissant la vis hexagonale (3) Sur quelques installations de moteur ceci exige le déplacement ou le levage partiel du moteur.

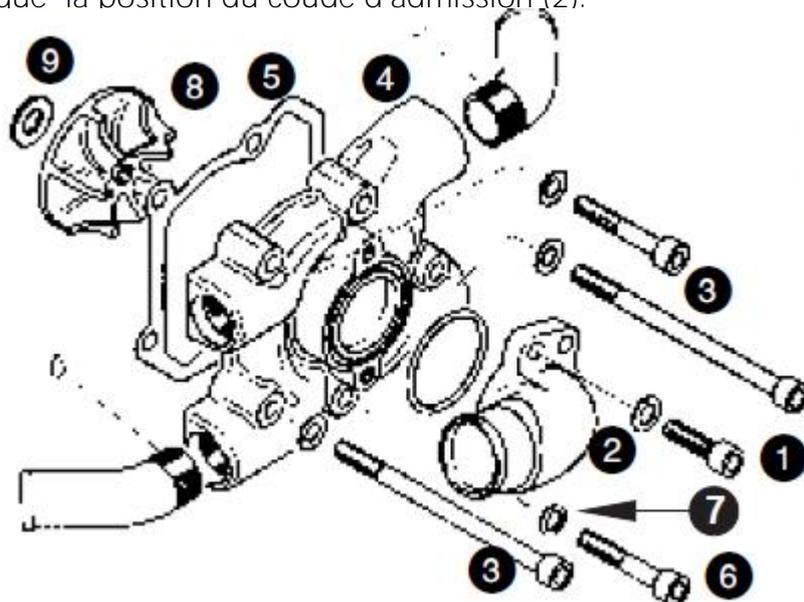


Figure(IV.22) Pompe à eau

IV.3.2.Démontage et inspection du logement de la pompe à eau :

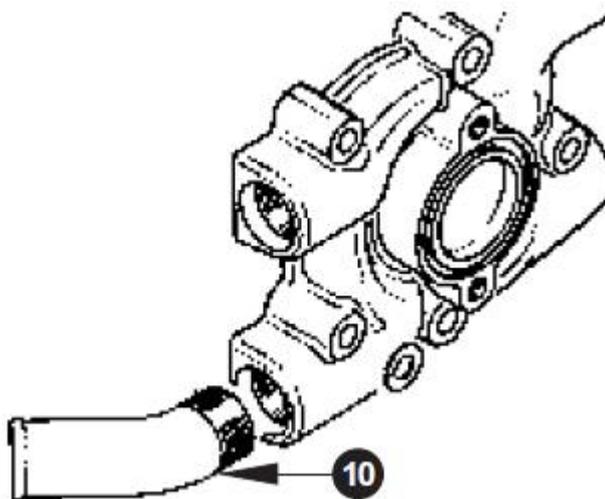
Enlever les 2 boulons (1) à tête creuse M6x20 puis enlever le coude d'admission de l'eau (2) avec sur joint torique.

NOTE : marque la position du coude d'admission (2).



Figure(IV.23) Eléments inspection du logement de la pompe à eau

Vérifier à l'intérieur les traces de contact possible avec la roue à aubes (8), un grand jeu n'est pas admis dans les recommandations des fabricants. La cale (9) est adaptée derrière la roue à aubes d'acier inoxydable. Enlever la roue à aubes (8) avec l'outil spécial, avec le vilebrequin fermé à clef, tournant (dans le sens contraire des aiguilles d'une montre). Vérifier si l ya fuite ou fissure dans les coude de liquide réfrigérant (10) inséré dans le logement de pompe d'eau réchauffe l'eau à l'intérieure de la pompe à eau à 80° et vérifier s'il ya fuite dans les coudes. Remplacer en cas de besoins. Marquer la position des coudes de liquide réfrigérant. Réchauffer la pompe d'eau logeant à approximativement.



Figure(IV.24) Coude de liquide réfrigérant

IV.4.Circuit d'allumage :

L'unité d'allumage de DCDI se compose de 2 groupes de composants :

- l'ensemble électrique d'allumage externe qui se compose de : 2 modules électroniques, 4 enroulements de double allumage avec des câbles d'allumage, 8 connecteurs de bougie d'allumage de résistance et bougies d'allumage de résistance).
- les composants intégrés dans le logement d'allumage qui se compose de : redresseur, anneau de magnéto, moyeu de magnéto et déclenchement réglés).

En principe l'unité d'allumage n'exige aucun entretien. Cependant, Avant de démonter l'unité d'allumage, il est utile de déterminer les défauts par la méthode d'épreuve et d'erreur.

IV.4.1.Vérification de l'unité d'allumage (dépannage) :

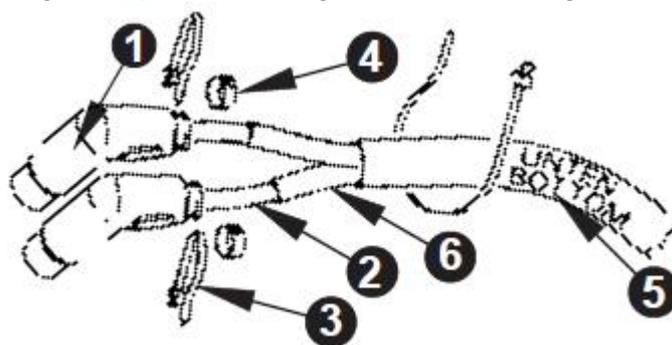
Les composants peuvent seulement être échangés mais non réparés. S'il n'y a aucune étincelle, chercher systématiquement la cause possible.

NOTE : Dans l'intérêt de sûreté, mettre le commutateur l'allumage sur OFF et si possible, retirer la clef d'allumage.

IV.4.2.Bougies d'allumage, câbles d'allumage, connecteurs de bougie d'allumage, câbles :

NOTE : Le moteur est sensible à un espace trop grand d'électrode. En particulier au démarrage à froid, les problèmes vérifient l'espace et placent au minimum ou remplacent la bougie d'allumage.

- Examiner le connecteur de bougie d'allumage de résistance (1), Assurer la sécurité du connecteur de bougie d'allumage. La force minimale de retrait est de 30 N Le connecteur de bougie d'allumage est attaché au câble d'allumage (2) et fixé avec un collier (3). À l'usage évident, le connecteur de bougie d'allumage est remplacé. Il a une valeur de résistance de 5 k . Vérifier le raccordement correct des câbles d'allumage (2) selon le diagramme de câblage. Les extrémités de câble sont fournies avec des douilles de codage (4). Les câbles d'allumage pour les bougies d'allumage inférieures sont protégés par le tuyau de protection de fibre en verre /silicone (5). Tous les câbles d'allumage sont couverts par un tuyau de protection (6) (qui sont renouvelés à l'usage évident).
- Examiner tous les câbles et leurs raccordements de prise pour déceler les dommages et le raccordement correct selon le diagramme de câblage.
- Examiner tous les connections raccordées ou vissées de l'oxydation et ajuster les étanches
- Vérifier les câbles de court-circuit et le commutateur d'allumage. Si un commutateur d'allumage est mis à l'échec, le câble de court-circuit peut être retiré du commutateur d'allumage.
- Assurer suffisamment la liaison de la prise de terre au sol entre le moteur, la batterie et le fuselage. Respecter le diagramme de câblage de l'avionneur.



Figure(IV.25) Câbles d'allumage

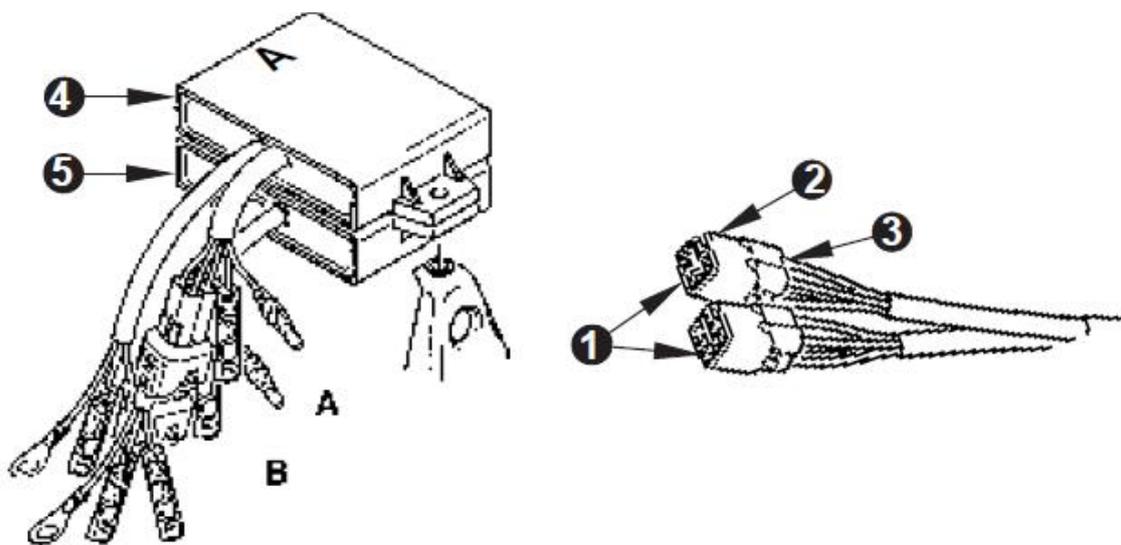
IV.4.3. Module électronique, ensemble de déclenchement :

Si un circuit d'allumage échouait, les deux connecteurs de la prise 4 pôles (1) du déclenchement des câbles peuvent être échangés. Pour ceci, relier la prise (2) aux détentes A 1/2 et A 3/4 (codés avec la marque rouge et bleue sur les fins de câble) au module électronique 5 du circuit "B" d'allumage (module inférieur) (4) = module électronique "A" (module supérieur).

Si l'échec demeure avec le circuit d'allumage, soit le module électronique ou l'enroulement de remplissage sur le redresseur est la cause. Si le renouvellement du module électronique respectif n'apporte pas de solution, l'enroulement de remplissage est défectueux. Enlever et remplacer le redresseur.

Si l'échec passe dessus avec le circuit d'allumage, les déclenchements sont la cause. Dans les deux cas, le travail de démontage décrit ci-dessous est nécessaire.

NOTE : Les modules électroniques portent intérieurement le numéro de la pièce et le numéro de série.

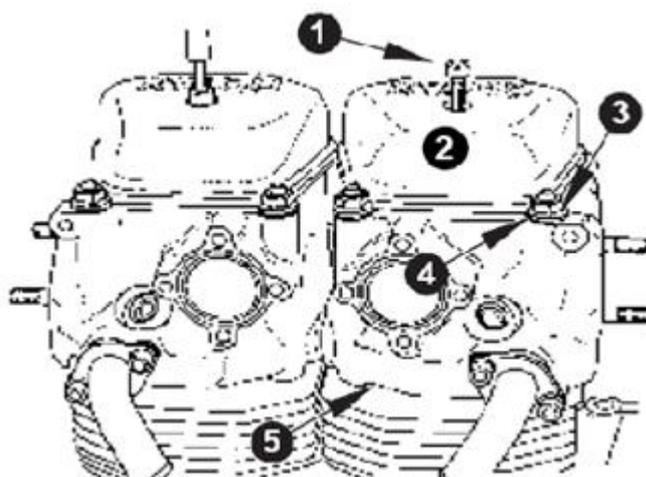


Figure(IV.26) Ensemble de déclenchement

IV.5. Déplacement de la culasse :

Si des composants de plusieurs cylindres sont démontés, ils doivent être marqués pour s'assurer de la coordination correcte lorsqu'on remonte.

Enlever le boulon à tête creuse M6x25 (1) avec la cale de la valve couverte 2 et enlever la couverture de valve avec ses joints toriques. Enlever en travers 2 écrous de collier (3) avec des rondelles (4) et 2 écrous borgnes de collier M8. L'écrou borgne de collier est à l'intérieur de la couverture de valve et a un bord de cachetage.

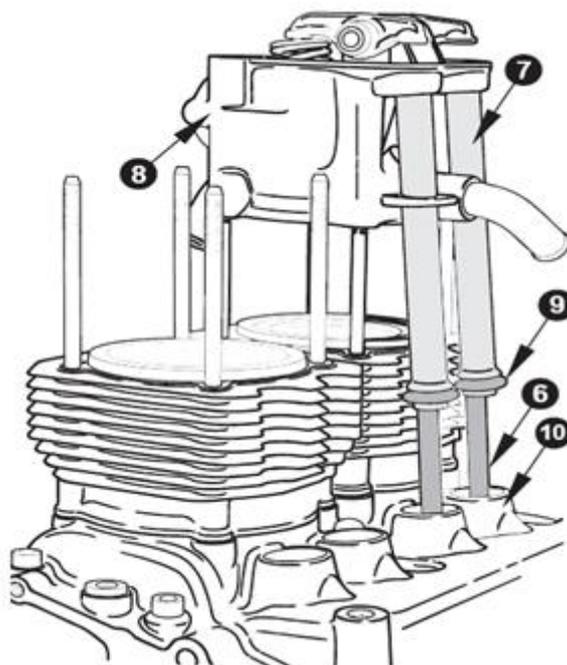


Figure(IV.27) La culasse

NOTE : aucune rondelle n'est exigée sous l'écrou borgne du collier.

La culasse complète se démonte avec un levier et un tournevis entre le cylindre (5) et la culasse. Ne pas endommager la surface d'étanchéité. Maintenir les deux tiges poussoir (6) dans les tubes de retour d'huile (7) en position et enlever la culasse (8). Les tubes de retour d'huile restent avec la culasse. Enlever les bagues (9) 16x5 du carter de vilebrequin (10).

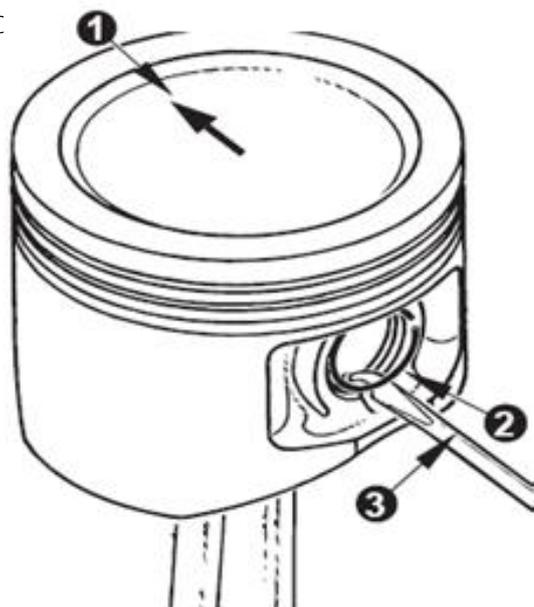
Étendre de côté la culasse pour ne pas endommager la surface d'étanchéité et le tubes de retour d'huile. Enlever les tiges poussoir remplies d'huile et arrêter l'égoutture de l'huile par le scellage avec le doigt. Mettre les tiges poussoir de côté qui sont coordonnées aux culasses par des nombres pour éviter tout mélange lors du remontage.



Figure(IV.28) Eléments de La culasse

IV.6. Démontage du cylindre et du piston :

NOTE : Avant le déplacement, marquer les cylindres et les pistons pour s'assurer que le remontage sera correct. Les cylindres sont identiques, les pistons sont excentrés avec des gc

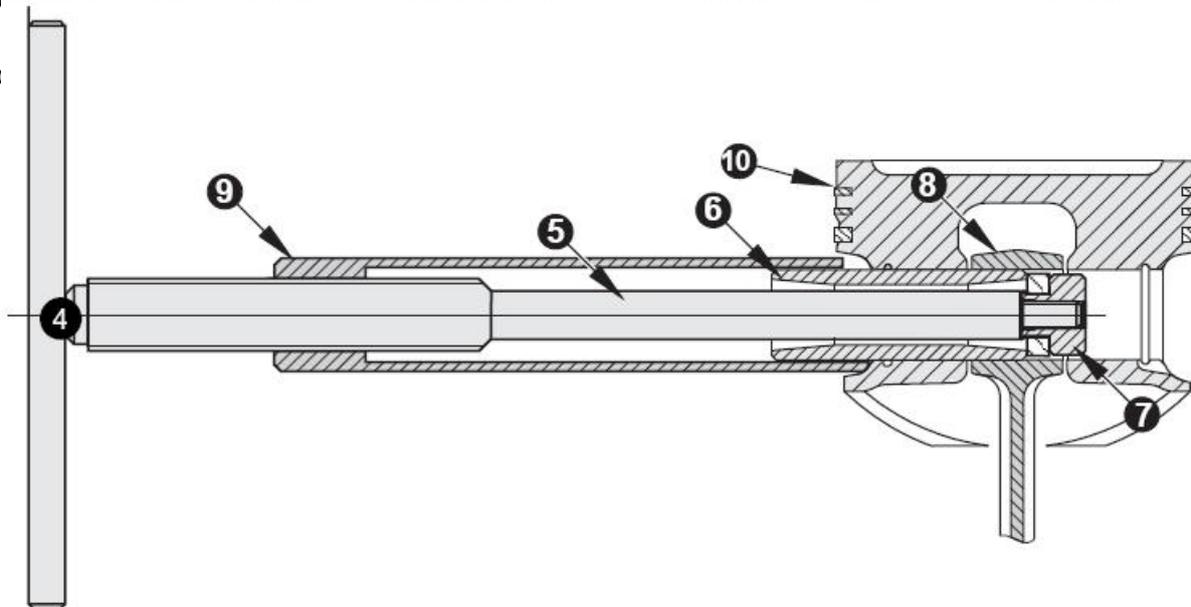


Figure(IV.29) Cylindre et piston

Placer le piston dans la position de point mort haut et avec la boîte de vitesse de revêtements dans le sens de la flèche. Cette flèche (1) doit faire face à la boîte de vitesse sur chacun des 4 cylindres et servir 'aide pour l'emplacement des pistons après avoir excentré les centres.

Retirer le cylindre soigneusement. Soutenir le piston à la main pour éviter d'endommager le piston et ses anneaux. Après avoir déplacé les circlips (2), on l'enlève de la goupille du piston en utilisant un tournevis particulier (3).

On fait sortir la goupille du piston en utilisant le poinçon de guide avec l'extracteur (4). Insérer l'axe d'extracteur (5) dans la goupille du piston (6) et l'écrou de vis (7). Tournant l'axe dans le sens des aiguilles d'une montre, la goupille du piston est retirée de la bielle (8) dans le coussinet de l'extracteur (9) jusqu'à ce que le piston (10) puisse être enlevé. Enlever l'écrou (7) et l'extracteur.



Figure(IV.30) Piston

CONCLUSION

- Au terme de cette étude théorique sur le moteur ROTAX 912 nous avons appris beaucoup de choses concernent la propulsion des avions légers et la maintenance des moteurs à piston à quatre temps.
- Le moteur ROTAX (Allemand) est utilisé en Automobile (BMW) et en Aéronautique léger (ULM).c'est dans cette dernière spécialement que l'on trouve l'utilisation du moteur ROTAX 912 .celui ce est un moteurs à quatre temps appartenant à la famille des moteurs à piston ROTAX deux temps et quatre temps (914, 503, 447,582.etc.).parmi les avantages de ce genre de moteurs on peut citer sa faible consommation de carburant, la facilité de maintenance de ses composants, de ses systèmes etc....., le fonctionnement de ce genre de moteur est développé par rapport aux autres moteurs à piston.
- Vu que notre étude est la première au département, nous avons trouvé plusieurs difficultés surtout au niveau des documents et d'orientation.
- Finalement, cette étude est une porte ouverte aux autres études (technologique, descriptive, maintenance, etc.) pour les étudiants qui veulent développer leurs connaissances dans le domaine du moteur à quatre temps en générale et moteurs ROTAX en particulière.

BIBLIOGRAPHIE

Ø Site d'internet:

ü Www.rotaxaircraftengine.com

ü Www.Bombardier-ROTAX.com

ü Www.ROTAXservice.com

ü Www.aeros.com

ü Www.antares.com

ü Www.asa2fly.com

ü Www.rotaxflyingclub.com

ü Www.dac-ranger.nl

ü Www.lockwood-aviation.com