



FCIL Préparation Moteurs
Lycée Marcel-Callo, Redon

Compte-rendu d'activités
de septembre à novembre 2013



FCIL Préparation
Moteurs 

Antoine REBIC

FCIL MCPM 2012-2013

SOMMAIRE

I/ Présentation de l'entreprise

a- Présentation générale.....	Page 2
b- Organigramme.....	Page 3
c- Activités principales.....	Page 4

II/ Activités exercées en milieu professionnel

a- Soudure.....	Page 4
b- Usinage.....	Page 7
c- Préparation moteur.....	Page 13
d- Électricité et faisceau.....	Page 15

III/ Étude de cas

Moteur ROTAX.....	Page 16
-------------------	---------

IV/ Conclusion

Remerciements.....	Page 25
--------------------	---------

I/ PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

a- Présentation générale

Le lycée Marcel-Callo a ouvert ses portes en 1964. Il est situé dans l'ouest de la France, à Redon, face au centre hospitalier. Ce Lycée en relation directe avec les entreprises propose un avenir sûr et une insertion dans la vie professionnelle plus aisée pour ses élèves.



Ce Lycée propose trois types d'enseignements :

-Général et technologique (Seconde générale et technologique, BAC STI 2D Energies Environnement, BAC STI 2D Systèmes d'Informations et Numérique, BAC STI 2D Innovation technologiques et Eco-Conception, BAC S Sciences de l'Ingénieur)

-Professionnel (CAP Mécanicien Cellules d'Aéronefs, BAC PRO Technicien Aérostructure, CAP Maintenance des Véhicules Automobiles, BAC PRO Technicien d'Usinage, BAC PRO Maintenance des Equipements Industriels, BAC PRO Electrotechnique Energies Equipements Communicant, **Formation complémentaire Mécanique de Compétition-Préparateur Moteurs**)

-Supérieur (BTS Maintenance Industrielle, BTS Electrotechnique, Classe Préparatoire aux Grandes Ecoles Adaptées aux Techniciens Supérieurs)

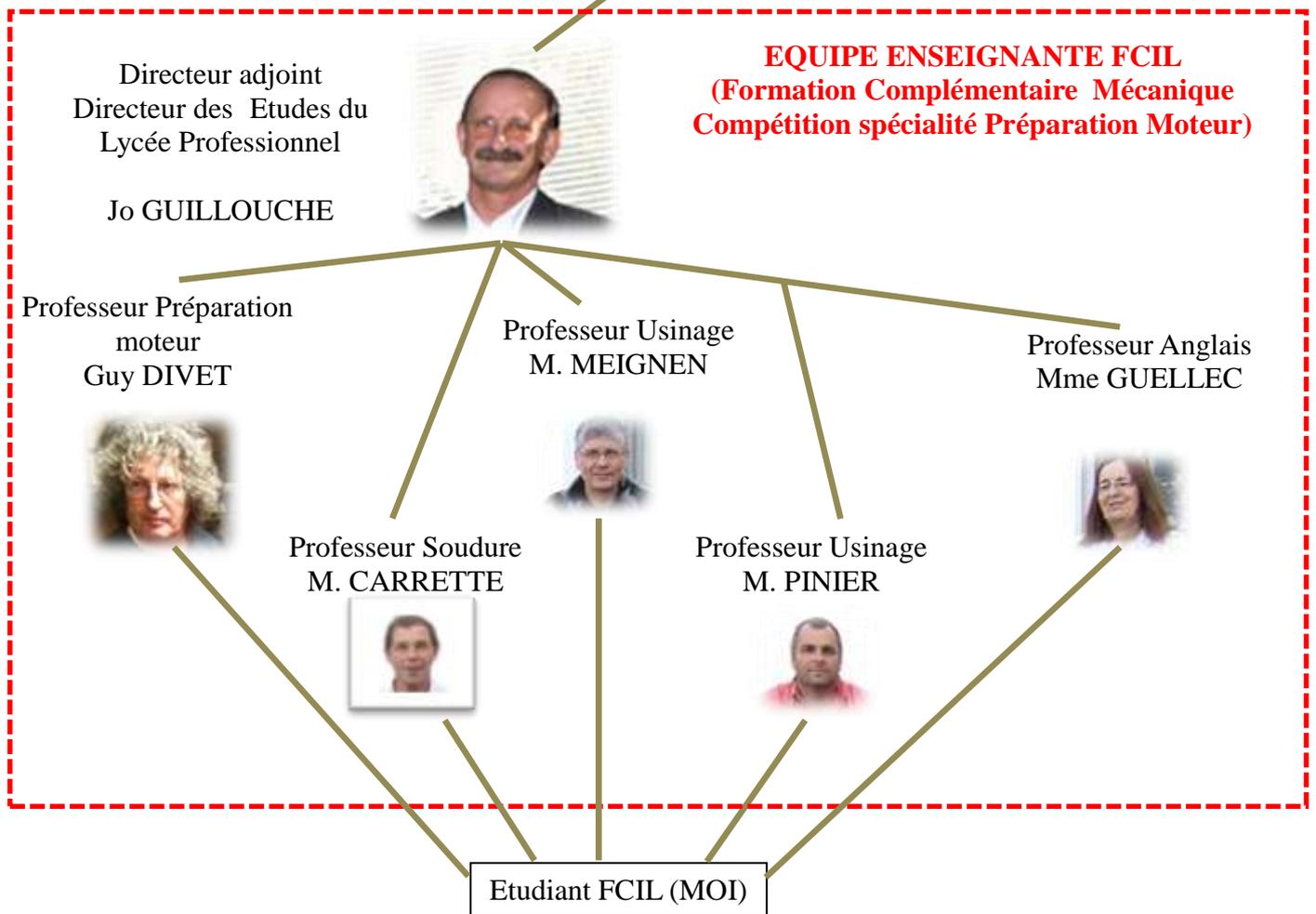
La formation au sein de laquelle j'évolue en tant qu'étudiant est la Formation complémentaire Mécanique de Compétition-Préparateur Moteurs. Cette formation a vu le jour en 2006, avec l'installation de deux bungalows spécialement réservés à la préparation des moteurs, mais aussi avec une réfection complète des bancs d'essais.

b- Organigramme

Directeur
Vincent MAISONNEUVE



Chef des Travaux
Thierry OGER



c- Activités Principales

Parmi les trois types d'enseignements du Lycée, il existe plusieurs domaines d'activités.

Pour la partie enseignement général :

- Eco-conception
- Innovation technologique
- Numérique

Pour la partie enseignement professionnelle :

- Usinage
- Electrotechnique
- Automobile
- Aéronautique
- Les Energies

Pour la partie enseignement supérieur :

- Electrotechnique
- Maintenance

A côté de cela le Marcel-Callo propose des activités extra scolaires pour les élèves. Comme des balades en VTT, participer au projet HELIOS, faire de la mécanique sur la formule campus, etc...

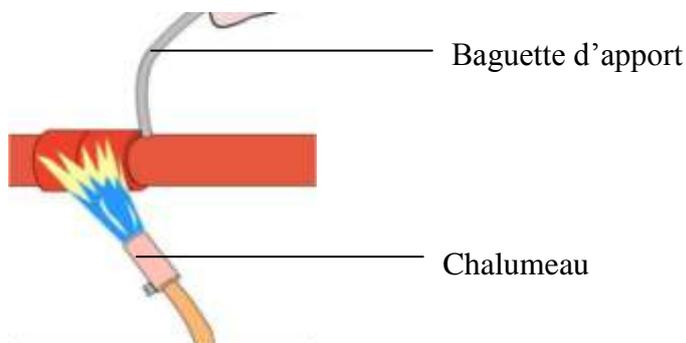
II/ ACTIVITES EXERCEES EN MILIEU PROFESSIONNEL (FCIL MCPM)

a- Soudure

Les cours de soudure ont lieu le mardi après-midi à l'atelier soudure.

Quatre techniques de soudures :

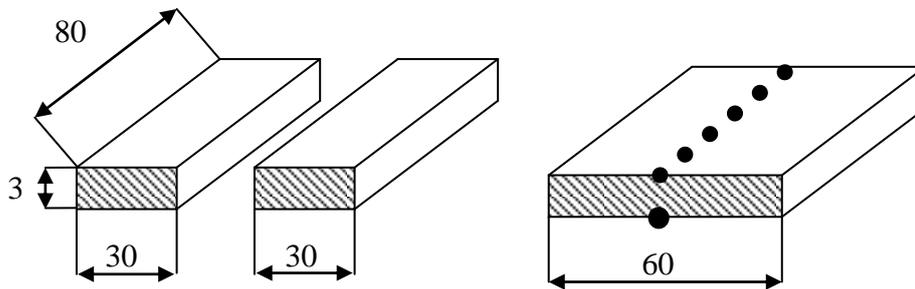
-Brasage (*Le brasage des métaux est un procédé d'assemblage permanent qui établit une continuité métallique entre pièces réunies. Contrairement au soudage, il n'y a pas fusion des bords assemblés. Selon les cas il peut y avoir ou non utilisation d'un métal d'apport.*)



La flamme doit être oxydante (apport important d'oxygène)

Réglage du chalumeau : Oxygène 1bar / Acétylène 0.5bar / Buse 70l/h par mm d'épaisseur de tôle

Nous devons réaliser une pièce « TEST » afin de juger la qualité de soudure de chacun.



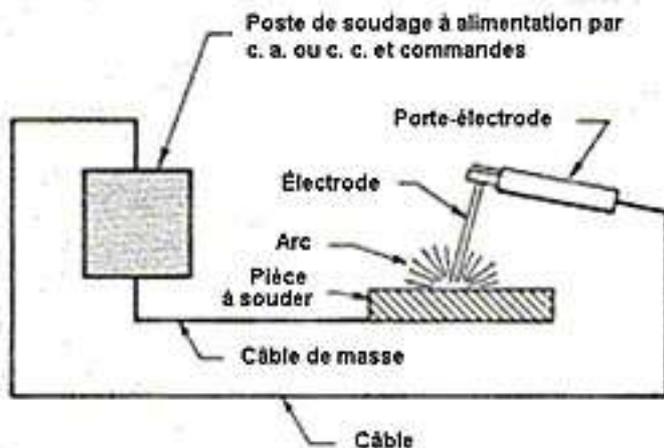
Pièces avant soudage

Pièces après soudage

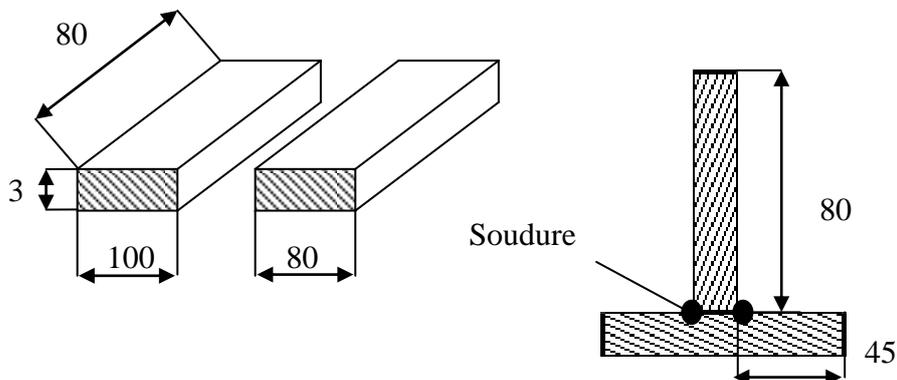
Toute la difficulté étant d'obtenir une côte de 60 sans défaut de planéité.

-ARC (Lorsque l'on approche l'électrode enrobée des pièces à assembler, il se crée un arc électrique qui dégage un fort pouvoir calorifique qui provoque la fusion de l'électrode.)

Lors du déplacement de la baguette il faut réaliser un léger va-et-vient. Une fois la soudure réalisée, il faut décoller le laitier (enrobage de la baguette qui s'est déposé pendant la soudure pour éviter l'oxydation) à l'aide d'un marteau de soudeur.

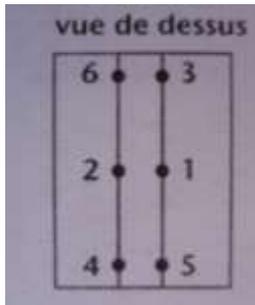


Pour la soudure à l'arc il y a une pièce « TEST » à réaliser.

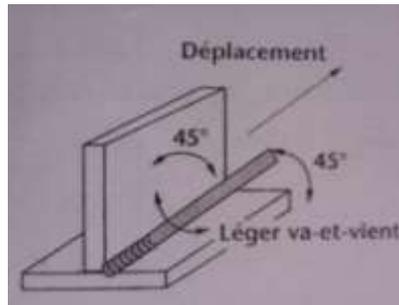


Méthodologie pour souder à l'ARC :

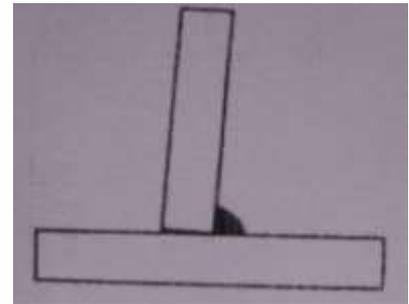
Pointage*



Soudage



Soudure sans pointage

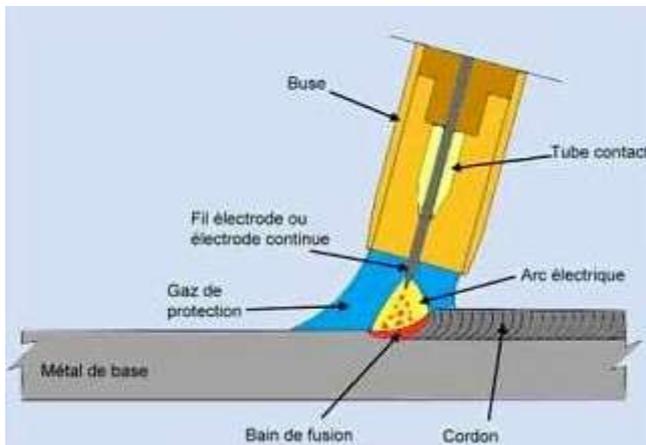


**Le pointage est l'opération où l'on réalise des points de soudure pour éviter que la pièce ne se déforme après les soudures finales.*

-MIG

Le soudage de deux pièces métalliques au MIG (Métal Inert Gas) est presque similaire à la soudure à l'arc. La fusion des métaux est obtenue par l'énergie calorifique dégagée par un arc électrique qui éclate dans une atmosphère de protection entre un fil électrode fusible et les pièces à assembler. Le gaz (argon pour le MIG) est injecté en continu sur l'arc afin d'isoler complètement le métal en fusion de l'air ambiant.

Matériel :



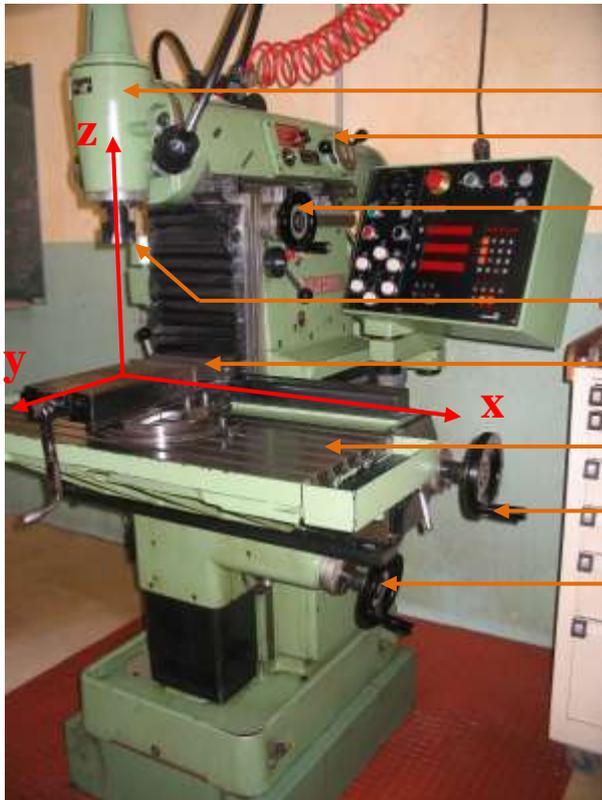
Il y a encore une autre méthode de soudage, le TIG. Nous n'avons pas encore exploité le sujet.

b- Usinage

L'usinage, qui a lieu le lundi toute la journée, se déroule en deux temps. La première partie de la journée en fraissage et la deuxième en tournage.

Le fraissage :

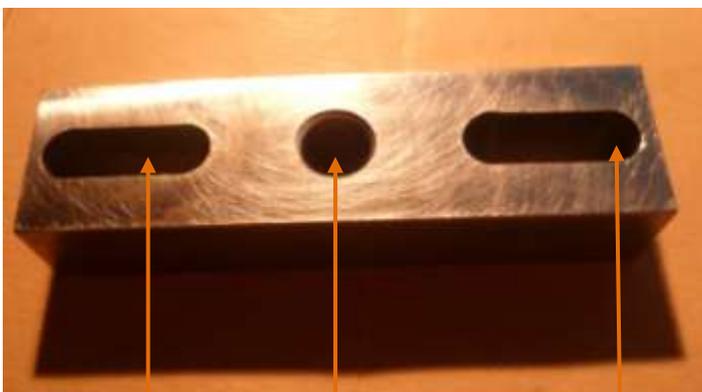
On réalise une pièce sur une *fraiseuse* :



- ← Tête de la fraiseuse
- ← Mannette variation vitesse de rotation et avances
- ← Déplacement de la tête suivant y
- ← Fraise
- ← Etau
- ← Table de la fraiseuse
- ← Déplacement de la table suivant x
- ← Déplacement de la table suivant z

Les formes pouvant être réalisées sur ce type de machines sont des formes rectilignes uniquement. On réalise des pièces prismatiques.

Exemple de pièce réalisée :



Trou oblong Perçage et taraudage Surfaçage



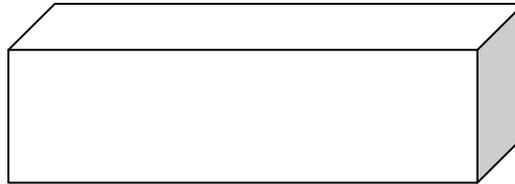
Surfaçage et équerrage de toutes les faces

Des outils sont à notre disposition à monter dans la fraiseuse pour réaliser cette pièce :

Fraise à surfacier :

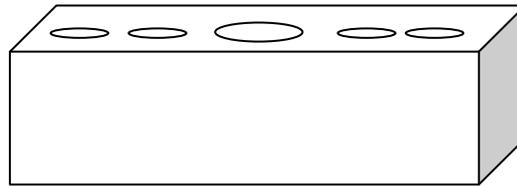
(Sert à réaliser des surfaces planes)

(Sert à réaliser les bouts du prisme)



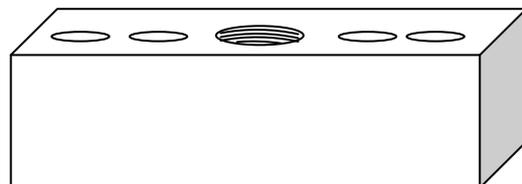
Forets et foret à centrer :

(Préparation des deux trous oblongs et du trou taraudé)



Tarauds :

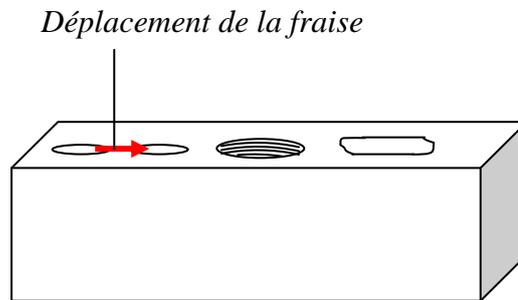
(Réalisation des filets dans le trou central)



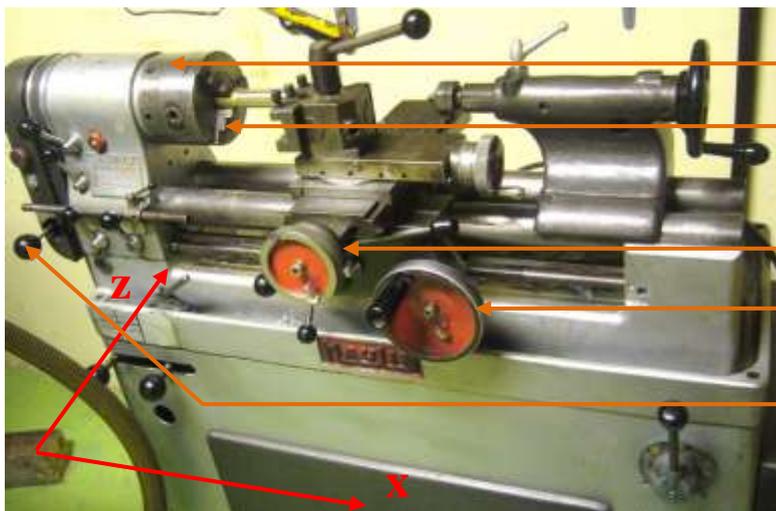
Réalisation des deux trous oblongs :



(Réalisation des deux trous oblongs)



Le tournage :



Mandrin

Mors

Déplacement de l'outil suivant z

Déplacement de l'outil suivant x

Variation de la vitesse de rotation du mandrin

Les formes pouvant être réalisées sur ce type de machines sont des formes circulaires. On réalise des pièces circulaires.

Exemple de pièce réalisée :



On vient réaliser un chanfrein au bout de la pièce (avec un outil à 45°)* sur la tige filetée.

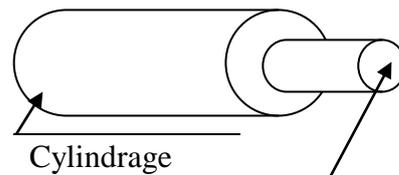
On vient ensuite visser un écrou de l'autre côté, on le soude ensuite et on dresse la face de l'écrou soudé sur le tour pour obtenir un résultat propre.



*Outils de tournage à 45°



Autre pièce à réaliser :

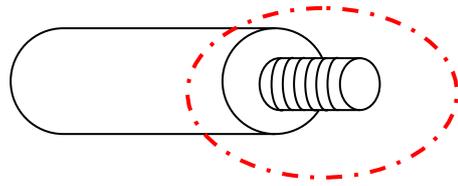


Outils de tournage servant à cylindrer et dresser une face



Dressage de face

Réalisation du filetage avec une filière :



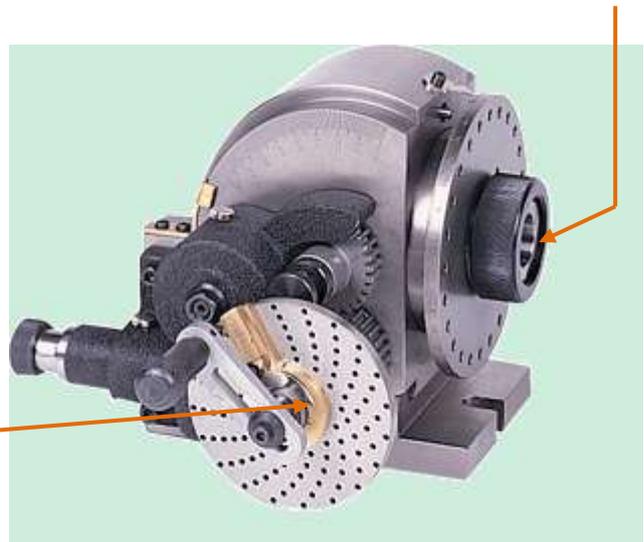
Les autres opérations ci-dessous sont réalisées en fraisage à l'aide d'un plateau diviseur



Mandrin tournant et mors pour serrer la pièce

Plateau diviseur.
La pièce est fixée dans le mandrin et on vient ensuite choisir l'angle avec lequel on usine la pièce

Plateau de sélection de l'angle (fait tourner le mandrin)



Une fois toutes les opérations réalisées en tournage et en fraisage on obtient l'assemblage suivant :

Un extracteur de poulies :



La rectification de culasse :

On rectifie et modifie les hauteurs de culasses à l'aide d'une rectifieuse :

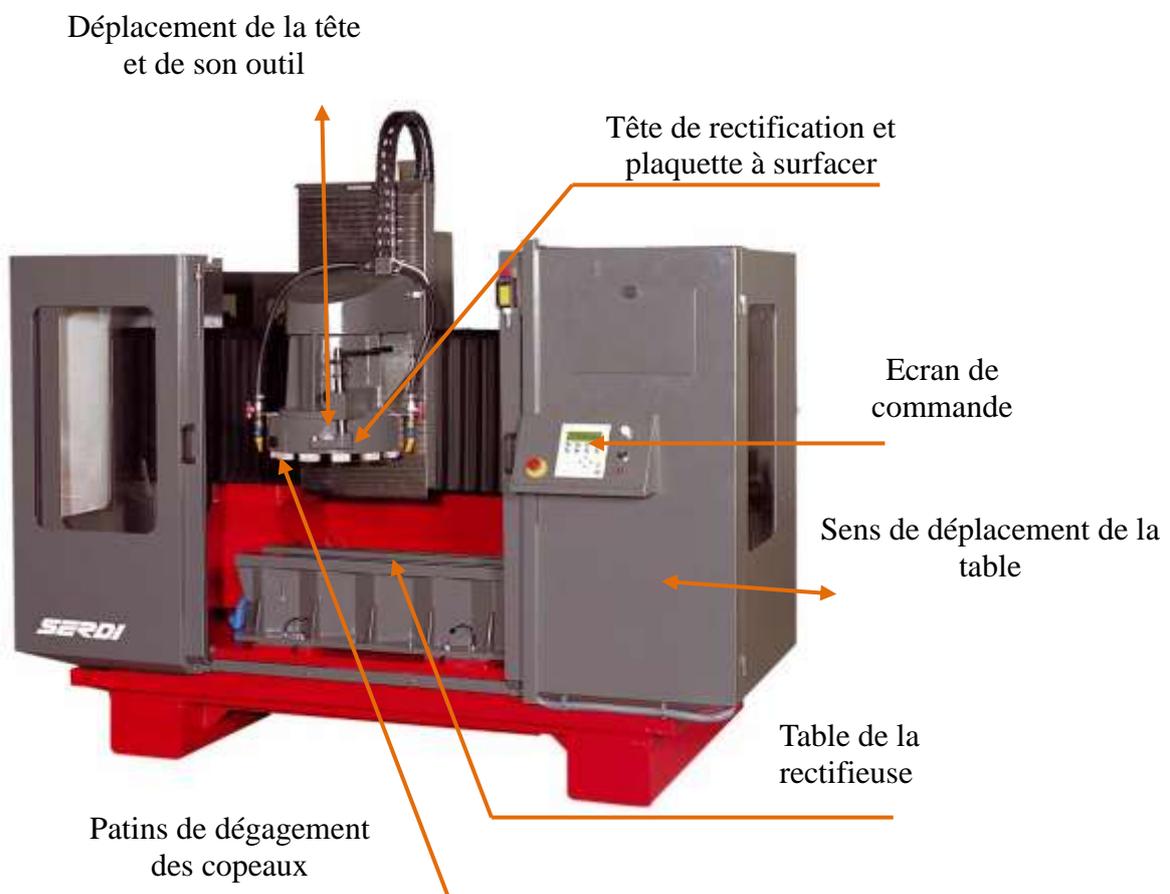
Cette opération fait partie de la rénovation des moteurs, mais aussi de la modification des volumes mort (et donc de du rapport volumétrique). Point essentiel de la préparation du moteur.

En effet en diminuant le volume mort de la culasse on augmente le rapport volumétrique :

D'après la formule :
$$\rho = \frac{V_u + V_m}{V_m}$$

Si V_m diminue, avec V_u constant, ρ augmente. Le rapport volumétrique augmente.

Rectifieuse surfaceuse :



c- Préparation moteur

La préparation c'est quoi ?

Il faut partir d'un moteur de série, et faire le maximum de modifications pour augmenter son régime ou son couple.

En effet $P = C * \omega$

P : Puissance

C : Couple

Ω : Vitesse du moteur

Si le couple ou le régime augmentent la puissance augmente. Voici l'objectif de la préparation.

Ensuite, c'est avec M. Divet, professeur de préparation que nous voyons par où commencer.

La préparation commence déjà par une métrologie du moteur :

Mesure de la gorge
du segment



Mesure de
l'épaisseur du
segment



Mesure de :

- L'alésage
- Diamètre de piston
- Volume de chambre
- Course
- Perte par frottements
- Couple résistants
- Etc....

Toutes ces mesures étant nécessaires pour bien connaître l'état du moteur et les points où l'on peut commencer à travailler.

La préparation du moteur se fait donc en plusieurs étapes :

- 1- Démontage complet du moteur
- 2- Métrologie de l'ensemble des pièces
- 3- Mesure des débits et vitesses des conduits d'admission et d'échappement
- 4- Polissage des conduits
- 5- Mesure des volumes de chambre de combustion
- 6- Mise au volume calculé des chambres de combustion
- 7- Reprise des sièges et des soupapes
- 8- Montage des soupapes
- 9- Réglages jeux aux poussoirs
- 10- Fabrication outillage spécifique au moteur
- 11- Pesage bielle piston vilebrequin volant moteur
- 12- Allègement bielle piston vilebrequin volant moteur et mise à hauteur du bloc
- 13- Assemblage bas moteur
- 14- Montage culasse et accessoires
- 15- Mesure pression compression et huile
- 16- Mesure couple résistant du moteur
- 17- Montage du moteur sur le banc

Toutes ces étapes demandant l'utilisation d'outillage spécifique :

- 1- Outillage standard et spécialisé du mécanicien auto
- 2- Comparateur, alésomètre, micromètre, cales étalon, tridimensionnelle
- 3- Soufflerie culasse et compresseur
- 4- Flexible Movility
- 5- Eprouvette graduée
- 6- Rectifieuse du bloc moteur et de culasse
- 7- Rectifieuse sièges de soupapes, tour, lime électrique, fraiseuse
- 8- Lève soupape, détecteur de fuite soupapes
- 9- Tour, fraiseuse, rectifieuse plane
- 10- Tour, fraiseuse,, rectifieuse plane, perceuse, poste à souder l'aluminium l'acier et l'inox
- 11- Balance électronique 30Kg
- 12- Tour, fraiseuse, rectifieuse plane, perceuse, meuleuse, lime électrique
- 13- Outillage standard et spécialisé du mécanicien auto, pince et collier à segment, clé dynamométrique
- 14- Outillage standard et spécialisé du mécanicien auto, clé dynamométrique, clé serrage angulaire et tensiomètre de courroie
- 15- Compressiomètre et contrôleur pression d'huile et détecteur de fuite segment
- 16- Jauge de contrainte rotative
- 17- Matériel de manutention

L'objectif de notre préparation est d'obtenir 100ch/l de cylindrée. Par exemple, pour un moteur de 1L, il faudrait le pousser à 100 ch., 180ch pour un 1.8L.

d- Electricité et faisceau

La préparation du moteur et aussi en partie électrique.

En effet une reprogrammation du calculateur (qui gère tous les paramètres du moteur) est nécessaire. On modifie la richesse, l'avance, etc... pour essayer de gagner toujours plus en puissance.

C'est avec le logiciel Sodemo que nous apprenons pas à pas à réaliser une cartographie d'injection.



Calculateur de compétition
SODEMO

Calculateur de compétition
E-race



De plus, l'entreprise LE NY COMPETITION a fait don de 12 faisceau pour chaque élève de la formation, afin de se familiariser avec le branchement des capteurs, le sertissage des cosses, et la réalisation complète de ce faisceau.

Lorsque ceux-ci seront achevés, ils seront remis à leur propriétaire et partiront sur des voitures de course (rallye-cross, course de côte).

Faisceau compétition :

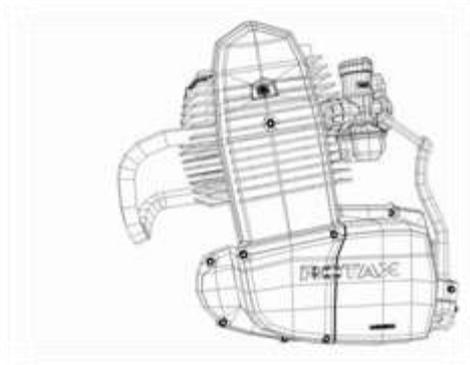
Le faisceau compétition est beaucoup plus simple que le faisceau d'un constructeur automobile. En effet, une voiture de compétition ne possède pas de climatisation et autres accessoires de confort.

Il est simplement composé du nécessaire pour faire fonctionner le moteur. Le grand mot de la compétition d'aujourd'hui étant de gagner un maximum de poids sur les voitures.



III/ ETUDE DE CAS

Métrie Moteur ROTAX



Moteur : ROTAX moteur de karting

Caractéristiques :

- 28ch à 22000 tr/min
- Pression moyenne : 7 bars

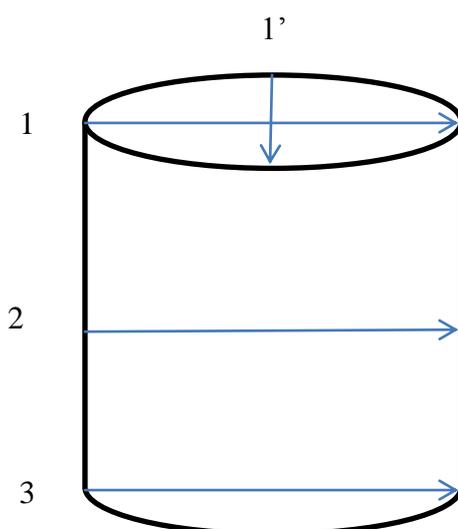
Etalonnage calibre à coulisse :

Valeur cale	Valeur obtenue
1.04	1.03
1.4	1.4
2	2.01
10	9.98
30	29.98
80	79.98

Etalonnage du



Mesure diamètre du piston :



	Micromètre	Pied à coulisse
1	49.335 mm	49.34 mm
1'	49.32 mm	49.35 mm
2	49.45 mm	49.41 mm
3	49.46 mm	49.43 mm



Hauteur gorge piston :



Hauteur gorge piston : 1.05 mm

Mesure réalisée à l'aide d'un jeu de cales

Epaisseur du segment :

Micromètre	Pied à coulisse
1.985 mm	1.98 mm



Diamètre de l'axe du piston :

Micromètre	Pied à coulisse
13.99 mm	13.98 mm



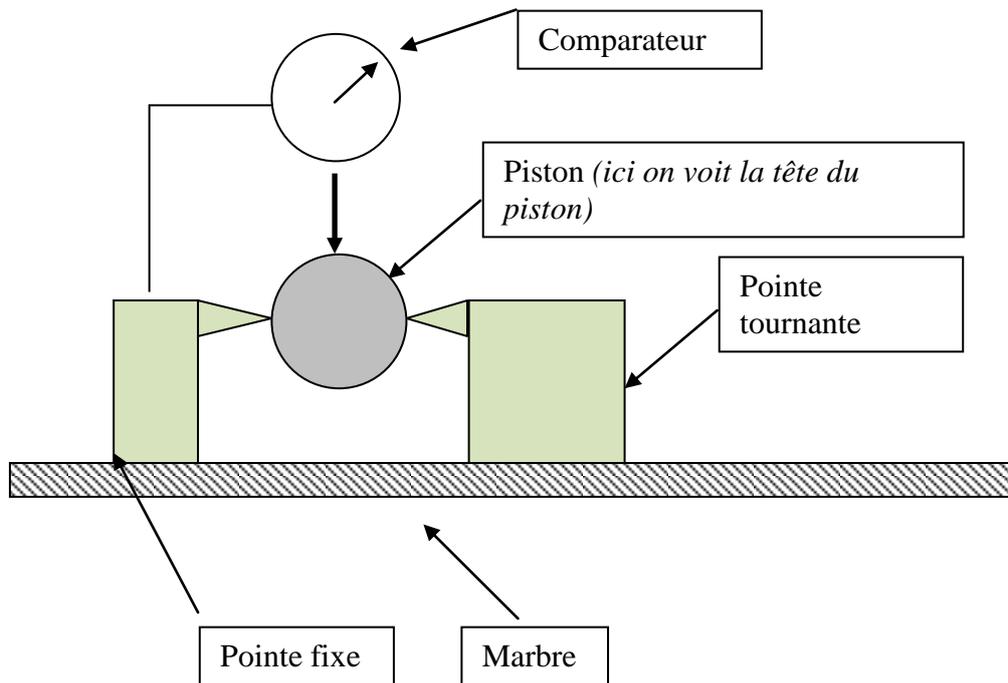
Alésage axe du piston :

Micromètre	Pied à coulisse
n.m	13.99 mm



Déport de l'axe du piston :

Méthodologie :

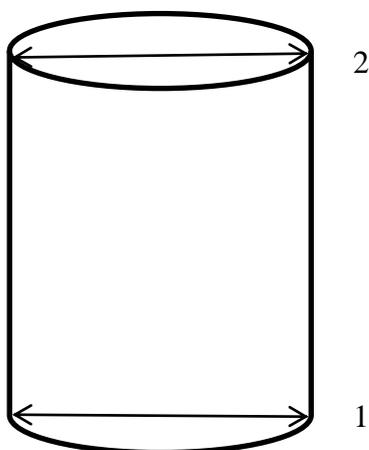


On vient palper avec le comparateur et le mettre à « 0 ». Ensuite on fait tourner la pointe pour mettre le piston dans l'autre sens et on remarque une différence.

Valeur relevée de déport : 0.12 mm

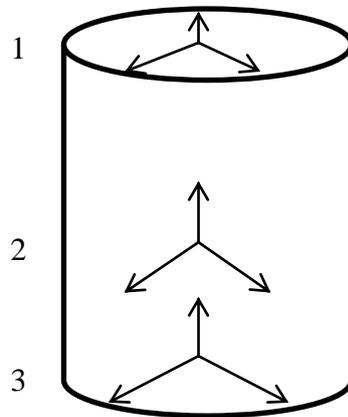
Mesure alésage avec alésomètre :

Mettre à « 0 » l'alésomètre placé en position 1 sur le cylindre ci-dessous.
Mesurer à la position « 2 » et vérifier l'écart. (écart de 0.16 mm entre 1 et 2)



Mesure du cylindre avec un alésomètre trois points :

	Valeur mesurée	Valeur réel
1	49.54mm	49.64mm
2	49.65mm	49.65mm
3	49.55mm	49.65mm



Mesure cale volume mort (placer entre le haut du cylindre et la culasse) : 0.05mm

Jeu piston/cylindre :

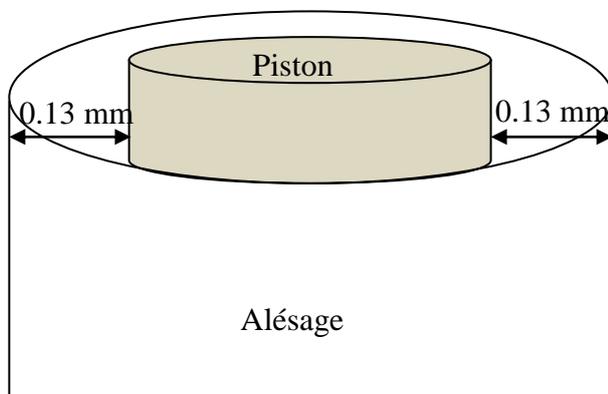
$$Jeu = \frac{diam\ alésage - diam\ piston}{2}$$

On prend la moyenne des mesures pour le piston et pour l'alésage.

Diam piston = 49.39 mm

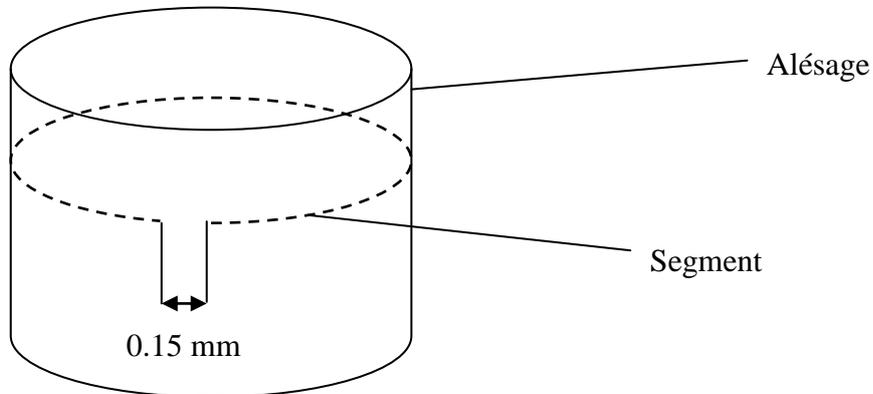
Diam alésage = 49.65 mm

$$Jeu = \frac{49.65 - 49.39}{2} = 0.13\ mm$$



Jeu à la coupe :

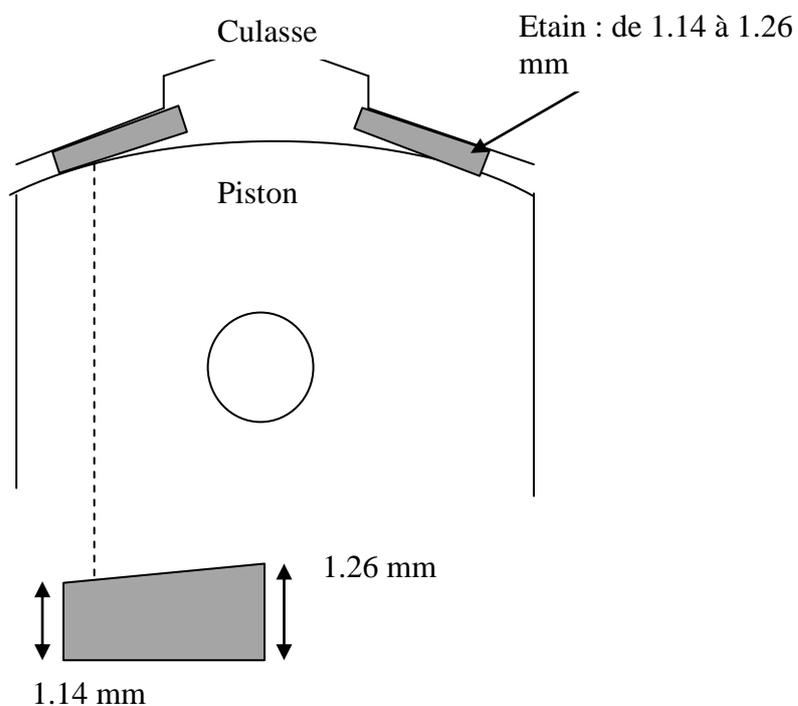
Méthode : On met le segment dans le cylindre, on vient le pousser avec le piston pour qu'il soit dans la même position que lorsqu'il est monté avec le piston dans la chemise, puis on détermine le jeu à l'aide d'un jeu de cales.



Mesure du « Squich » :

Squich : Distance entre le piston au PMH et la culasse.

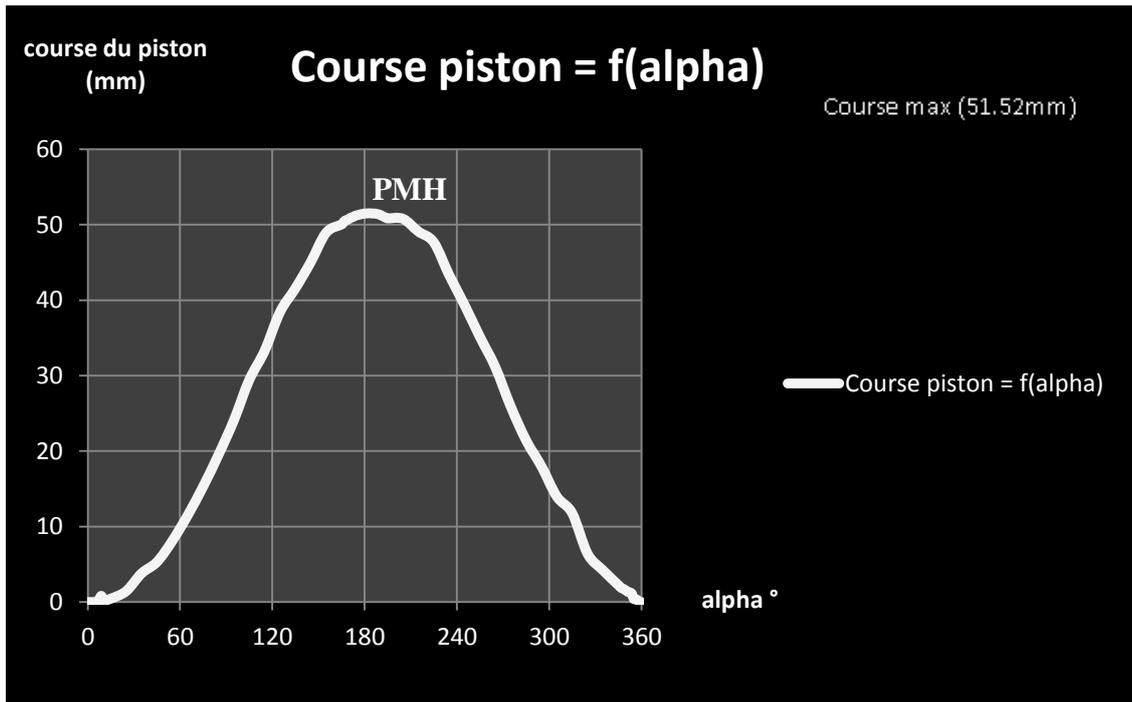
Méthode : On met un morceau d'étain sur le piston et on le fait monter au PMH. Le piston va l'écraser sur la culasse, on retire l'étain et on mesure la valeur du squich.



Course et déplacement de piston :

Mesure de la course : Prendre un comparateur et le visser à la place de la bougie. Monter le piston et aller jusqu'à ce que l'aiguille du comparateur rebrousse chemin. Vous avez le PMH. Faire de même pour le PMB. Faire la différence entre les deux et vous avez la course.

Positionnement du PMH précis. Mettre un disque gradué sur la sortie vilebrequin. Amener le piston en compression et le monter à une valeur voulue qu'il faut noter. Passer la compression et aller en détente pour prendre la valeur en inverse. Prendre la médiane des deux angles notés sur le disque et vous avez l'angle du PMH.



Cylindrée :

$$Vu = \frac{\pi * A^2}{4} * C$$

Course = 51.52 mm
Alésage = 49.65 mm

$$Vu = 99.75 \text{ cm}^3$$

Mesure du volume mort :

Méthode : Mettre le piston au PMH. (Auparavant mettre de la graisse au niveau de la coupe du segment pour faire l'étanchéité). A l'aide d'une pipette mettre du liquide dans le cylindre jusqu'au puits de la bougie. Pour considérer le volume de la bougie on se réfère à un livre sur les bougies.

Volume bougie : 1.19 cm³

Volume mort = 8.65 - 1.19

$$V_m = 7.46 \text{ cm}^3$$

Mesure du rapport volumétrique :

$$\rho = \frac{V_u + V_m}{V_m}$$

$$\rho = \frac{99.75 + 7.46}{7.46}$$

$$\rho = 14.37$$

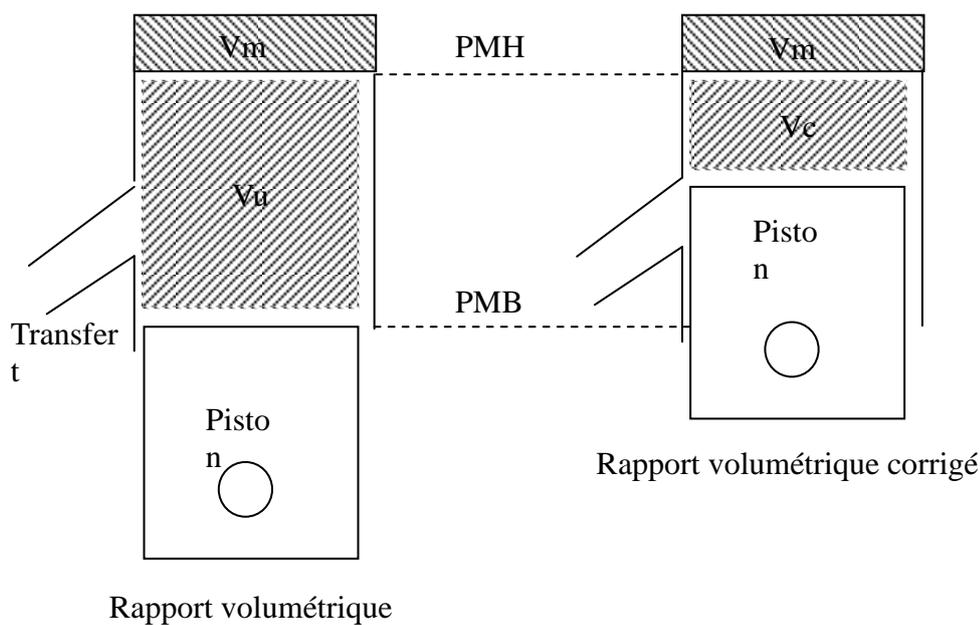
(Sans cale)

V_{cale} = 0.0968 cm³

$$\rho = \frac{99.75 + (7.46 + 0.0968)}{(7.46 + 0.0968)}$$

$$\rho = 14.2$$

Mesure du rapport volumétrique corrigé :



Méthode :

Pour savoir quand le piston se trouve en haut du transfert et que le cylindre est « étanche » on utilise un appareil faisant le vide. On le branche sur le puits de bougie du moteur. On tourne le vilebrequin jusqu'à ce que l'appareil commence à signaler une dépression (image d'un cylindre devenu étanche). Il faut ensuite noter l'angle auquel on s'est arrêté. Ensuite avec un comparateur on vient mesurer la course qu'il reste à faire au piston pour monter jusqu'au PMH.

$$\rho' = \frac{Vc + Vm}{Vm}$$

$$\text{Course} = 28.59 \text{ mm donc } Vc = \frac{\pi \cdot A^2}{4} * C = \frac{(\pi \cdot 49.65^2)}{4} * 28.59 = 55.35 \text{ cm}^3$$

Donc

$$\rho' = \frac{55.35 + 7.46}{7.46} = 8.32$$

Mesure de la fuite du moteur :

Méthode : Mettre le piston en compression, à l'aide de l'appareil ci-dessous branché sur la culasse on vient mesurer le taux de fuite du moteur.



Pour notre moteur le taux de fuite est de 12%.

Autre méthode :

Mettre le piston en compression et brancher sur la culasse une bouteille équipée d'un manomètre de pression à 7bars. Ouvrir le circuit et prendre le temps que met la bouteille à se vider.



IV/ CONCLUSION

Jusqu'ici, en ce qui me concerne, j'ai appris énormément de choses et j'en apprendrais toujours. La préparation des moteurs est un domaine spécifique. Bien plus qu'une passion, c'est avec détermination que je cherche à travailler avec le plus de rigueur et de méthodologie.

Le but étant pour moi, de me perfectionner dans chaque matière.

Le départ pour les stages est proche. Je vais pouvoir mettre en pratique toutes les connaissances et les savoirs techniques que j'ai acquis depuis mon entrée en formation complémentaire préparation des moteurs.

Remerciements :

Je remercie l'équipe enseignante pour sa qualité de travail basée sur la pédagogie et la confiance envers l'élève, qui nous permet d'évoluer rapidement tout en gardant une certaine liberté.

Antoine REBIC, le 11 novembre 2012