



ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

MODULE N

**REPARATION DES MOTEURS
THERMIQUES**

SECTEUR :

REPARATION DES ENGINS A MOTEUR

SPECIALITE :

REPARATEUR DD VEHICULES AUTOMOBILES

NIVEAU :

QUALIFICATION

Document élaboré par :

Nom et prénom
MICU Constantin

EFP
ISTA KHOURIBGA

DR
CT

SOMMAIRE

	Page
Présentation du module	6
Résumé de théorie	8
I. Expertise du bloc-cylindres	9
I.1. Bloc-cylindres	9
I.2. Cylindres	10
I.3. Défectuosités du bloc-cylindres	12
II. Expertise de l'embellage.	13
II.1. Piston	13
II.2. Segments	14
II.3. Axe de piston	15
II.4. Bielle	
II.5. Vilebrequin	
II.6. Défectuosités de l'embellage	
III. Expertise de la culasse	
III.1. Culasse	21
III.2. Soupapes	
III.3. Défectuosités de la culasse	
IV. Expertise des organes de la distribution.	
IV.1. Culbuteur	
IV.2. Tige de culbuteur	
IV.3. Pousoir	
IV.4. Arbre a cames	
IV.5. Défectuosités des organes de la distribution	
Guide de travaux pratique	
I TP.1. Expertise du bloc-cylindres et des cylindres	
I.1. Objectifs visés.	
I.2. Durée du TP	
I.3. Matériel par équipe	
I.4. Description du TP.	
I.5. Déroulement du TP	
II TP.2. Expertise de l'embellage	
II.1. Objectifs vissés	
II.2. Durée du TP	
II.3. Matériel par équipe	
II.4. Description du TP	
II.5. Déroulement du TP	
III TP.3. Montage de l'embellage	
III.1. Objectifs vissés	

- III.2. Durée du TP
- III.3. Matériel par équipe
- III.4. Description du TP
- III.5. Déroulement du TP
- IV TP.4. Expertise et assemblage de la culasse
 - IV.1. Objectifs vissés
 - IV.2. Durée du TP
 - IV.3. Matériel par équipe
 - IV.4. Description du TP
 - IV.5. Déroulement du TP
- V TP.5. Expertise et montage des organes de la distribution
 - V.1. Objectifs vissés
 - V.2. Durée du TP
 - V.3. Matériel par équipe
 - V.4. Description du TP
 - V.5. Déroulement du TP
- VI TP 6. Réglage de jeux des soupapes
 - VI.1. Objectifs vissés
 - VI.2. Durée du TP
 - VI.3. Matériel par équipe
 - VI.4. Description du TP
 - VI.5. Déroulement du TP

Evaluation de fin de module

Liste bibliographique

Annexes

PRESENTATION DU MODULE

Le module «**Réparation des moteurs thermiques** » permet d'acquérir les savoirs, savoirs-faire et savoir-être nécessaires à la maîtrise de la compétence particulière : « **réparer des moteurs thermiques** ».

Le concept d'apprentissage repose sur une pédagogie de réussite qui favorise la motivation du stagiaire, il s'agit donc de progresser à petits pas et de faire valider son travail.

Ce résumé de théorie et recueil de travaux pratiques est composé des éléments suivants :

Le projet synthèse faisant état de ce que le stagiaire devra **savoir-faire** à la fin de l'apprentissage réalisé dans ce module, est présenté en début du document afin de bien se situer. La compréhension univoque du projet synthèse est essentielle à l'orientation des apprentissages.

Les objectifs de premier niveau (les précisions sur le comportement attendu) sont marqués d'un préfixe alphabétique alors les objectifs de second niveau (les préalables) sont identifiés par un préfixe numérique.

Viennent ensuite, le résumé de théorie et le guide de travaux pratiques à réaliser pour chacun des objectifs du module suivis de l'évaluation de fin de module.

MODULE : 11

REPARATION DES MOTEURS THERMIQUES

Durée : 90 H

30 % : théorique

70 % : pratique

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPORTEMENT ATTENDU

*Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit **réparer des moteurs thermiques**, selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent :*

CONDITIONS D'EVALUATION

- Travail individuel
- A partir de :
 - Consignes, directives et instructions
 - Schémas et dessins à compléter
 - Questions et problèmes
 - Contrôle sur les différents organes moteurs
 - Cas réels ou simulés ou véhicules représentatifs
- A l'aide de :
 - D'une bibliographie technique de référence : documentation technique et les manuels de réparation
 - Des outils d'atelier
 - Des équipements
 - De la matière d'œuvre

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Préparation du poste de travail ;
- Contrôle et exécution correcte des opérations ;
- Respect des règles de sécurité et d'hygiène ;
- Respect des normes de tolérances ;
- Choix et utilisation adéquats de l'outillage et d'appareils de contrôle.

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT (suite)

**PRECISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITERES PARTICULIERS DE
PERFORMANCE**

A. *Faire l'expertise du bloc cylindre.*

- Diagnostic adéquat du bloc-cylindres ;
- Vérification adéquate des plans de joints du bloc-cylindres ;
- Démontage et remontage corrects des chemises ;
- Contrôle correct de l'ovalisation et de la conicité d'un cylindre à l'aide d'un comparateur d'alésage ;

B. *Faire l'expertise de l'embellage.*

- Démontage, contrôle et remontage correct de l'embellage ;
- Contrôle adéquat du diamètre du piston ;
- Contrôle efficace des manetons et tourillons d'un vilebrequin ;
- Contrôle correct de la torsion et de la flexion d'un vilebrequin ;

C. *Faire l'expertise de la culasse.*

- Démontage, contrôle et remontage correct d'une culasse ;
- Vérification adéquate de la planéité des plans ;
- Contrôle correct du volume de la chambre d'explosion ;

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAITRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR-PERCEVOIR OU SAVOIR-ETRE JUGES PREALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à faire l'expertise du bloc-cylindres (A) :

1. Définir un bloc-cylindres, ses fonctions, sa constitution et ses différentes formes.
2. Différencier entre chemise sèche et chemise humide.

Avant d'apprendre à faire l'expertise de l'embellage (B) :

3. Définir un piston, son rôle, sa constitution et ses différentes formes ;.
4. Définir une bielle, ses fonctions, sa forme et sa matière constituante ;
5. Définir un vilebrequin, sa constitution, ses fonctions et ses différents types ;

Avant d'apprendre à faire l'expertise de la culasse (C) :

6. Connaître le rôle, la conception et la matière constituante d'une culasse

Avant d'apprendre à faire l'expertise des organes de la distribution (D) :

7. Définir la distribution et ses éléments ;
8. Connaître les différents types de distribution ;

Module : 9.
REPARATION DES MOTEURS
THERMIQUES
RESUME THEORIQUE

Chapitre I

EXPERTISE DU BLOC-CYLINDRES

1.1. BLOC-CYLINDRES

Fonctions. Le bloc-cylindres est l'organe fixe du mécanisme moteur qui établit l'espace nécessaire à l'évolution du cycle à 4 temps. Il reçoit l'embiellage ou les organes mobiles.

Le bloc-cylindres est aussi le support de la culasse, qui ferme la partie haute du moteur, et du carter inférieur, qui obture le bas du moteur. Il est soumis à toutes les forces engendrées durant le fonctionnement du moteur : couples, vibrations, etc.

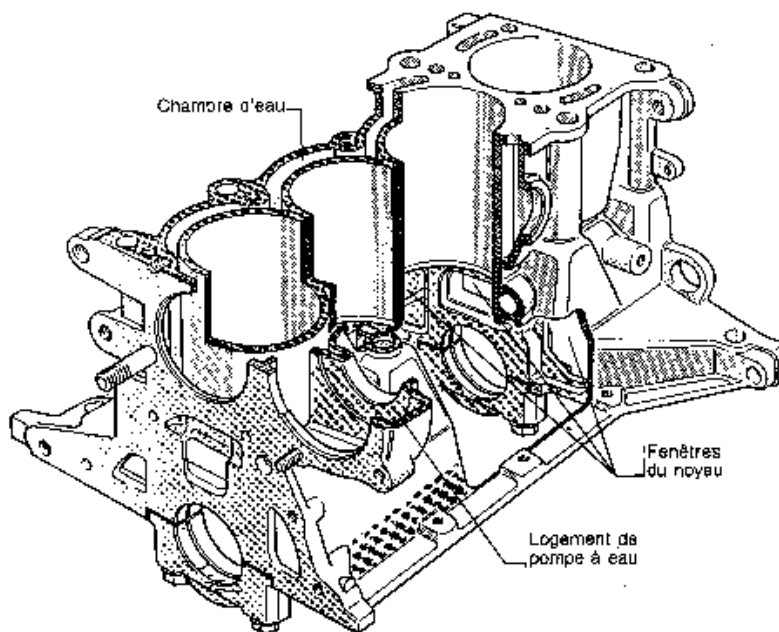


Fig. 1 Bloc-cylindres en fonte non chemisé

Structure. La partie supérieure du bloc-cylindres est usinée pour former les cylindres (bloc-cylindres non chemisé) ou les logements de chemises (bloc-cylindres à cylindres rapportés). Le liquide de refroidissement circule librement à l'intérieur de cette partie.

Le plan supérieur est dressé pour former plan de joint, la culasse vient y s'appuyer pour couvrir les cylindres. Des bossages avec des trous filetés assurent la fixation de la culasse.

La partie inférieure du bloc-cylindres comporte les demi-paliers de la « ligne d'arbre », munis des coussinets, destinés à supporter le vilebrequin. Les chapeaux des paliers sont fixés par le bas, au moyen de vis, pour faciliter la dépose du vilebrequin.

Le bloc-cylindres possède à l'intérieur des alésages destinés à recevoir l'arbre à cames et la commande des soupapes, la commande et la fixation de la pompe à huile et des canalisations du système de graissage.

L'intérieur du bloc-cylindres est relié au collecteur d'admission ou au filtre à air par un reniflard pour la récupération des gaz ou des vapeurs d'huile.

Le bloc-cylindres possède à l'extérieur les fixations élastiques du moteur au châssis et les organes et accessoires extérieurs : pignons de distribution, pompe à combustible, allumeur, etc.

Fig. 2 Différents types de bloc-cylindres	Selon la disposition des cylindres (Fig.2) , le bloc-cylindres peut être : - « en ligne », si les axes des cylindres sont verticaux et situés dans le même plan. - « en ligne et incliné », si les axes des cylindres sont inclinés par rapport à la verticale (40°). - « en V », les cylindres sont repartis en 2 séries et dans chacune d'elles les axes sont parallèles et situés dans un même plan. - « à plat », si les cylindres sont placés horizontalement et opposés 2 à 2 (en V dont l'angle vaut 180°).
--	--

Matériau. Le bloc-cylindres est en fonte grise ou en alliage d'aluminium. Les blocs en alliage léger ont un poids réduit et une bonne conductibilité thermique. Ils sont généralement chemisés.

	1.2. CYLINDRES Fonction. Les cylindres sont des fûts, usinés dans le bloc-cylindres ou amovibles, qui servent de guide aux pistons. Leur paroi intérieure a un degré de finition supérieur et présente des stries fines pour retenir l'huile de graissage. Structure. Trois montages de cylindres sont réalisés dans le bloc-cylindres. A. CYLINDRES USINÉS DANS LE BLOC Les cylindres sont alésés directement dans le bloc-cylindres conservant une rigidité parfaite de l'ensemble. Les chambres d'eau les enveloppent afin d'assurer leur refroidissement. Il n'y a pas de problèmes d'étanchéité. B. CYLINDRES RAPPORTÉS (CHEMISES) SECHES Les cylindres rapportés sont des tubes
--	--

Fig. 3 Chemise sèche

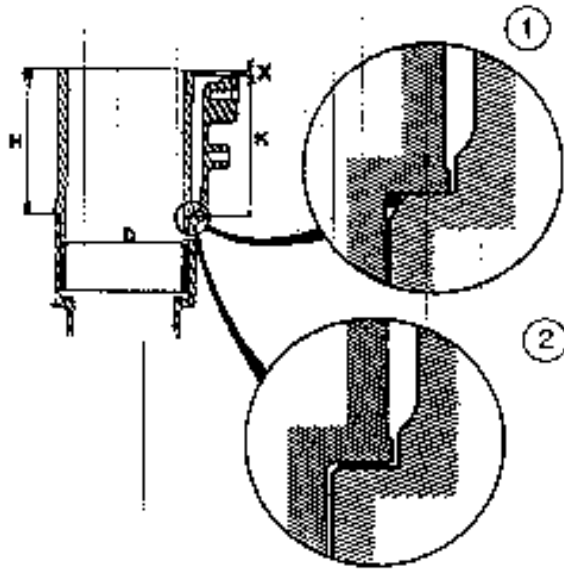


Fig. 4 Chemise humide a appui inférieur

d'épaisseur assez faible qui viennent s'emboîter à force dans le bloc-cylindres, lequel a été prévu avec fûts alésés directement dans la matière le constituant. Le chemisage permet d'obtenir une surface résistante à l'usure (très dure) et présentant un faible coefficient de frottement.

On les appelle «chemises sèches» (Fig.3) car la partie extérieure n'est en contact qu'avec le bloc-cylindres et non pas avec le liquide de refroidissement.

L'emmanchement se fait, soit à la presse, soit par contraction de la chemise trempée dans l'azote liquide (-195°C).

Matériau. Les chemises sèches sont en acier.

C. CYLINDRES RAPPORTES (CHEMISES) HUMIDES

Les chemises humides ont un excellent refroidissement car elles sont extérieurement en contact avec le liquide de refroidissement. Ces chemises sont épaisses, elles forment fûts amovibles et le bloc-cylindres ne comporte que des surfaces de centrage et d'appui.

Le montage des chemises humides est de type comprimé avec un joint servant uniquement à l'étanchéité.

La chemise humide à appui inférieur (Fig.4) est centrée dans un logement prévu à cet effet à la partie inférieure du bloc-cylindres. L'étanchéité est assurée par un joint plat d'embase, placé à l'épaule de la partie inférieure de la chemise. Le dépassement du haut de la chemise assure, après serrage de la culasse, l'étanchéité parfaite au joint de culasse. Au moment du serrage, le joint plat d'embase est comprimé suffisamment pour assurer l'étanchéité du bas.

La chemise humide à appui supérieur (Fig.5) est en appui vers le haut par sa collerette. L'étanchéité du bas est assurée par des joints toriques en caoutchouc qui sont suffisamment comprimés au moment du serrage de la culasse.

Matériau. Les chemises humides sont en fonte de haute qualité et à grain fin.

Fig. 5 Chemise humide a appui supérieur

1.3. DEFECTUOSITES DU BLOC-CYLINDRES

Défectuosité	Causes	Méthode de réparation
1. Fissures des chambres d'eau. 2. Déformation du plan de joint de la culasse 3. Usure (ovalisation) de l'alésage des paliers du vilebrequin. 4. Usure de l'alésage des portées de centrage des cylindres. 5. Usure de l'alésage des paliers de l'arbre a cames. 6. Obturation des canalisations d'huile. 7. Trous filetés a filetage détérioré.	Dilatation irrégulière due au refroidissement irrégulier. Température élevée ou serrage irrégulier. Température élevée ou serrage irrégulier. Changement incorrect des cylindres. Frottement des paliers de l'arbre a cames. Dépôt des impuretés véhiculées par l'huile Boulons ou goujons en mauvais état ou cassés	Soudure / Remplacement du bloc-cylindres Rectification plane sans dépasser la hauteur minimale. Alésage en ligne Remplacement du bloc-cylindres Changement des bagues en bronze Nettoyage Refaire le filetage
8. Usure (conicité et ovalisation) de l'alésage des cylindres.	Frottement des segments et, dans une moindre mesure, du piston. Lavage du film d'huile par l'essence durant le démarrage a froid. L'abrasion provoquée par les poussières et les impuretés. L'application du piston contre la paroi lors de la détente. La corrosion par les produits de la combustion.	Alésage de précision des cylindres usinés a la cote de réparation. Remplacement des cylindres sèches et alésage a la cote nominale. Remplacement des cylindres humides

Exercice :

1. Quels sont les types de bloc-cylindres selon la disposition des cylindres ?
2. Quel avantage concernant la réparation le bloc-cylindres chemisé a-t-il par rapport au bloc cylindres non chemisés ?
3. Quelle différence y a-t-il entre les chemises sèches et les chemises humides ?
4. Quelles sont les avantages et les inconvénients des chemises sèches et des chemises humides ?
5. Quelles sont les causes de l'usure des cylindres ?

Chapitre 2.

EXPERTISE DE L'EMBIELLAGE

L'embellage est l'ensemble des organes mobiles du mécanisme moteur qui transforme le mouvement rectiligne alternatif du piston en mouvement de rotation du vilebrequin.

L'embellage se compose de : piston, segments, axe de piston, bielle et vilebrequin.

2.1. PISTON

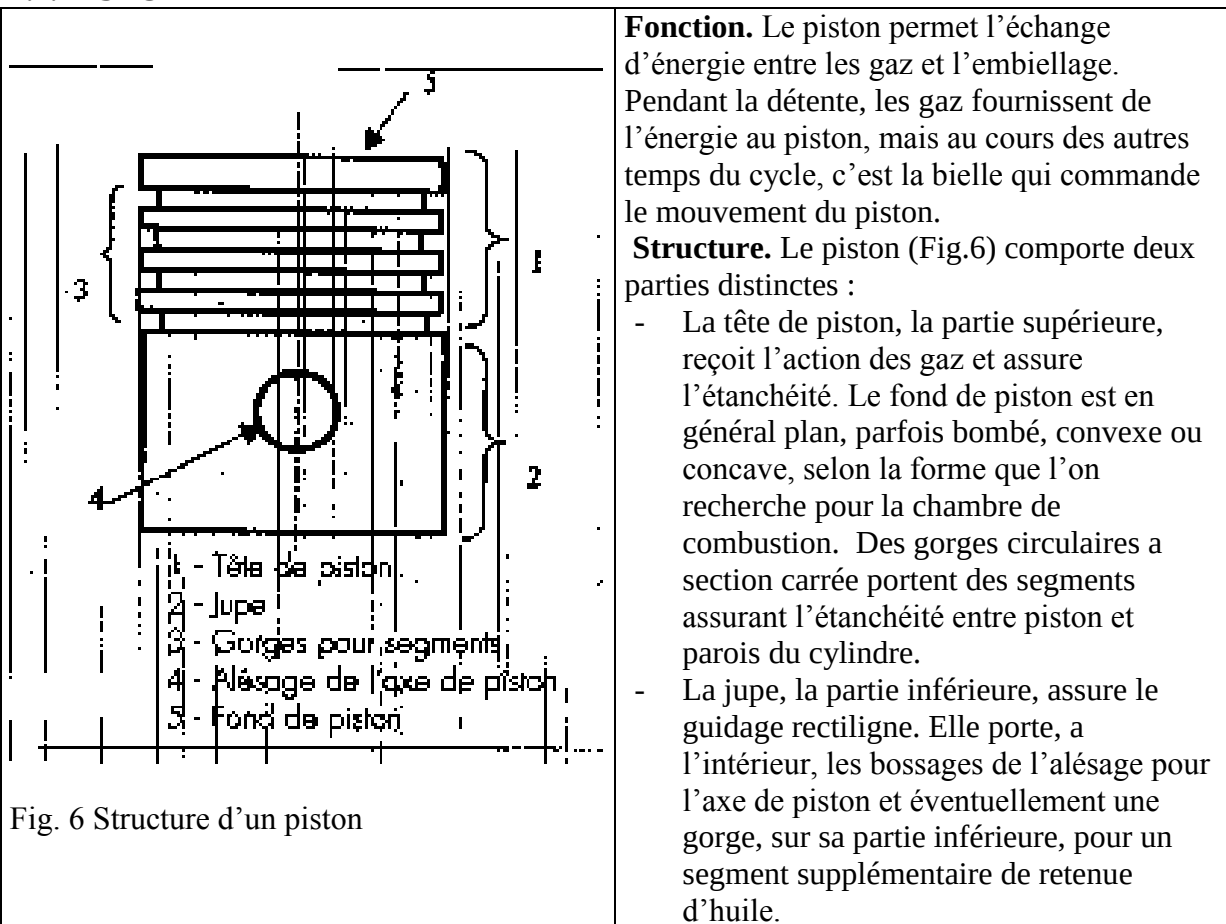


Fig. 6 Structure d'un piston

Afin de mieux contrôler la dilatation on utilise différents types de piston.

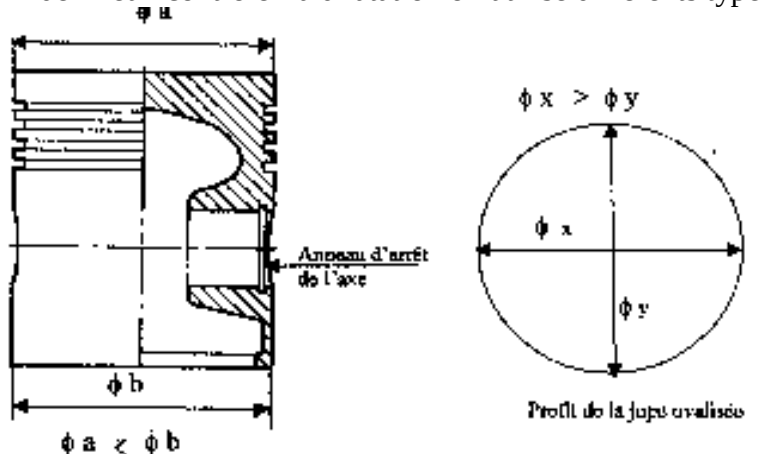


Fig. 7 Piston à jupe intégrale

Piston a jupe intégrale (Fig.7). Il se caractérise par la liaison continue entre la tête et la jupe, associée a un profil intérieur progressif. Le diamètre de la tête du piston est plus petit que celui de la jupe afin de mieux réagir aux dilatations importantes localisées a ce niveau par le contact direct de la combustion des gaz. La jupe a une forme ovale dont le plus petit diamètre est au niveau des bossages de l'alésage pour l'axe de piston. Lorsque le piston est chaud, cette partie ovale s'arrondit.

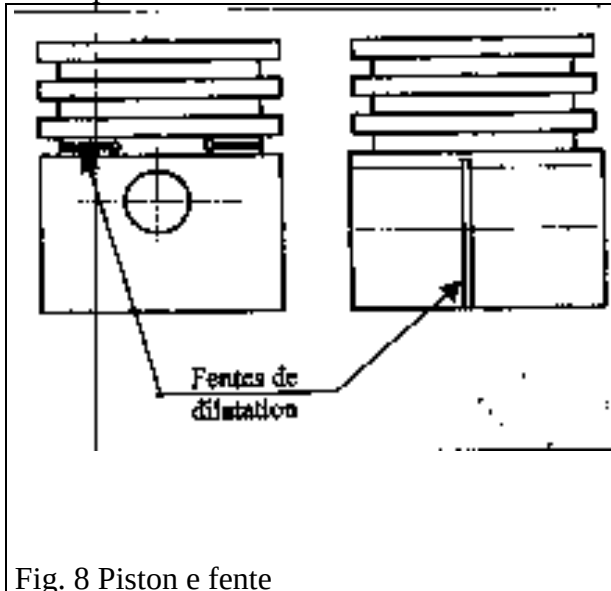


Fig. 8 Piston e fente

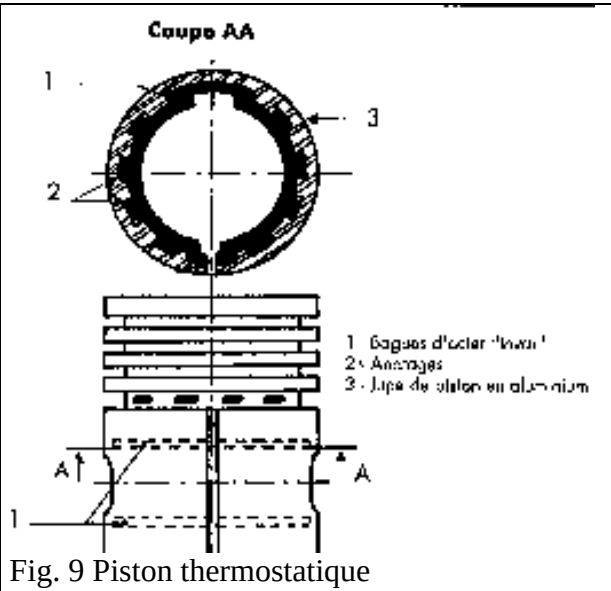


Fig. 9 Piston thermostatique

Piston a fente (Fig.8). Pour éviter un jeu excessif a froid, ce qui rend le moteur bruyant, ce piston comporte une fente horizontale, située sous le dernier segment. La fente, située aussi verticalement, serve de compensation aux dilatations thermiques.

Piston «thermostatique » (Fig.9). Il est muni d'inserts en acier spécial « Invar » positionnés en haut de la jupe. L'«Invar » est un acier ayant un très faible coefficient de dilatation.

Matériau. Les alliages a base d'aluminium ou de magnésium constituent les matériaux préférés, pour un piston qui doit être bon conducteur de chaleur et léger. Une couche de protection (étain, plomb, graphite, etc.) assure une lubrification de secours en cas de défaillance momentanée du graissage.

2.2. SEGMENTS

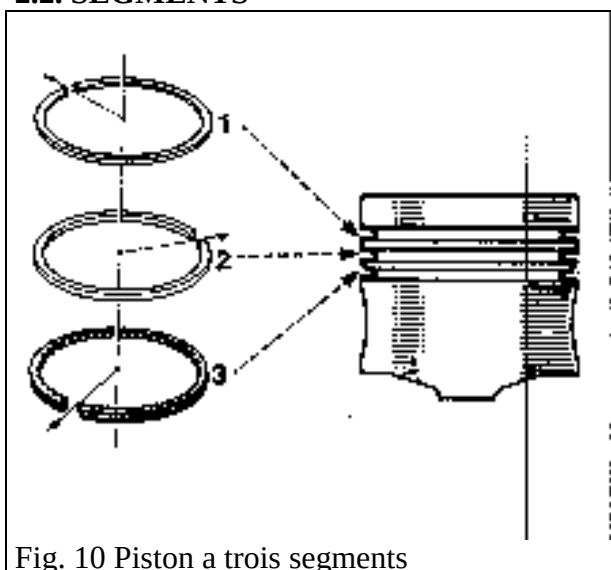


Fig. 10 Piston a trois segments

Fonction. Les segments (Fig.10) sont des anneaux circulaires ouverts et souples montés dans les gorges du piston en vue de :

- Assurer l'étanchéité entre le piston et le cylindre afin que les gaz de combustion ne passent pas de la chambre de combustion dans le carter en phase de compression et que l'huile ne remonte pas du carter dans la chambre de combustion en phase d'aspiration.
- Assurer le refroidissement du piston par le transfert de la chaleur du piston au cylindre.

Structure. Les segments sont fendus pour permettre leur montage et leur donner une certaine élasticité. La forme de la coupe (Fig.11) est généralement droite. Les fuites qui pourraient se produire en cet endroit sont réduites en répartissant les coupes (tierçage de segments) sur toute la périphérie du piston. Par suite au fait que les segments assurent l'uniformité des pressions radiales sur les parois du cylindre, leur coupe ne doit pas être modifiée.

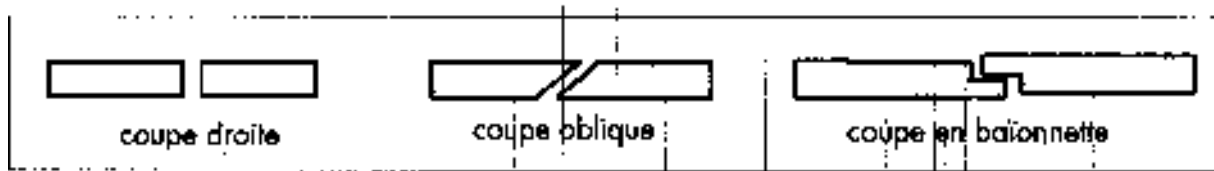


Fig. 11 Différentes coupes de segments

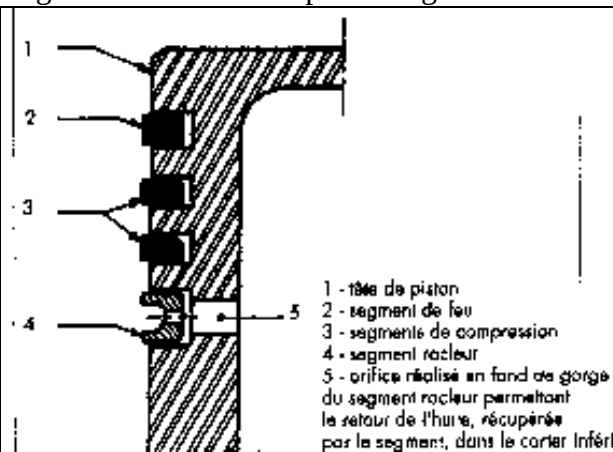


Fig. 12 Types de segments

Il existe deux types des segments (Fig12) d'après leur fonction principale.

Segments de compression. De forme rectangulaire, trapézoïdale ou conique, ils sont placés dans les gorges supérieures du piston. Travaillant en extension permanente contre les parois du cylindre ils garantissent une étanchéité aussi parfaite que possible. Le premier segment de compression à partir de la partie supérieure du piston, le segment de feu, est chromé parce qu'il est soumis aux hautes températures de l'explosion.

Segment racleur. Placé dans la gorge inférieure du piston, il arrête l'huile. Derrière lui, la gorge est percée pour permettre le retour de l'huile dans le carter inférieur.

Matériau. Les segments sont en acier au chrome ou en fonte perlitique à graphite sphéroïdal. Un traitement thermique permet d'améliorer leurs caractéristiques mécaniques. Un traitement de surface, le chromage dur, augmente leur résistance à l'usure.

2.3.AXE DE PISTON

Fonction. L'axe de piston assure la liaison articulée entre le piston et la bielle. Il transmet à la bielle la force que reçoit le piston tout en permettant le mouvement oscillatoire bielle/piston.

Structure. L'axe de piston (Fig.13) est de forme cylindrique creux afin de diminuer au maximum sa masse tout en maintenant sa rigidité. L'axe de piston peut être décentré (déport) par rapport à l'axe géométrique du cylindre afin de réduire l'usure du cylindre.

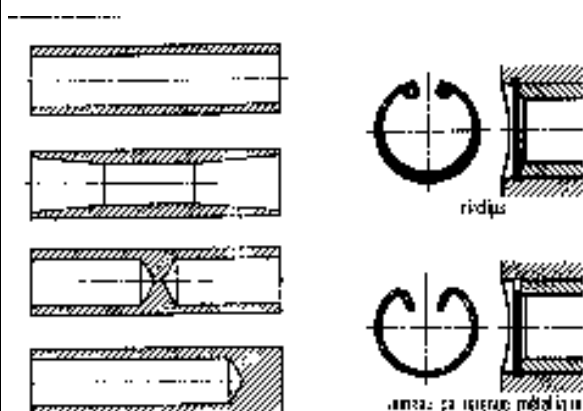


Fig. 13 Types d'axes de piston et leurs arrêts

On utilise trois types de montage de l'axe de piston avec la bielle (Fig.14).

Axe de piston libre dans les bossages du piston et dans le pied de bielle (B, flottant). L'axe est retenu de se déplacer latéralement et de frotter sur les parois du cylindre par des arrêts élastiques en acier : circlips ou joncs. Le pied de bielle comporte une bague en bronze.

Axe de piston libre dans les bossages du piston et serré dans le pied de bielle (C). Le montage de l'axe s'effectue après une chauffe de la bielle.

Axe de piston serré dans les bossages du piston et libre dans le pied de bielle (A). Le montage de l'axe s'effectue après une chauffe du piston.

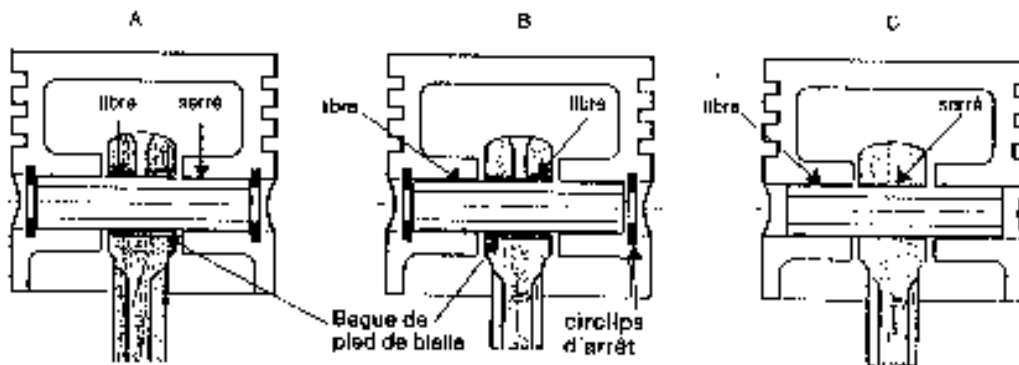


Fig. 14 Différents types de montage de l'axe de piston

Matériau. L'axe de piston est en acier ayant une couche superficielle dure : cémentée, nitrurée, etc.

2.4. BIELLE

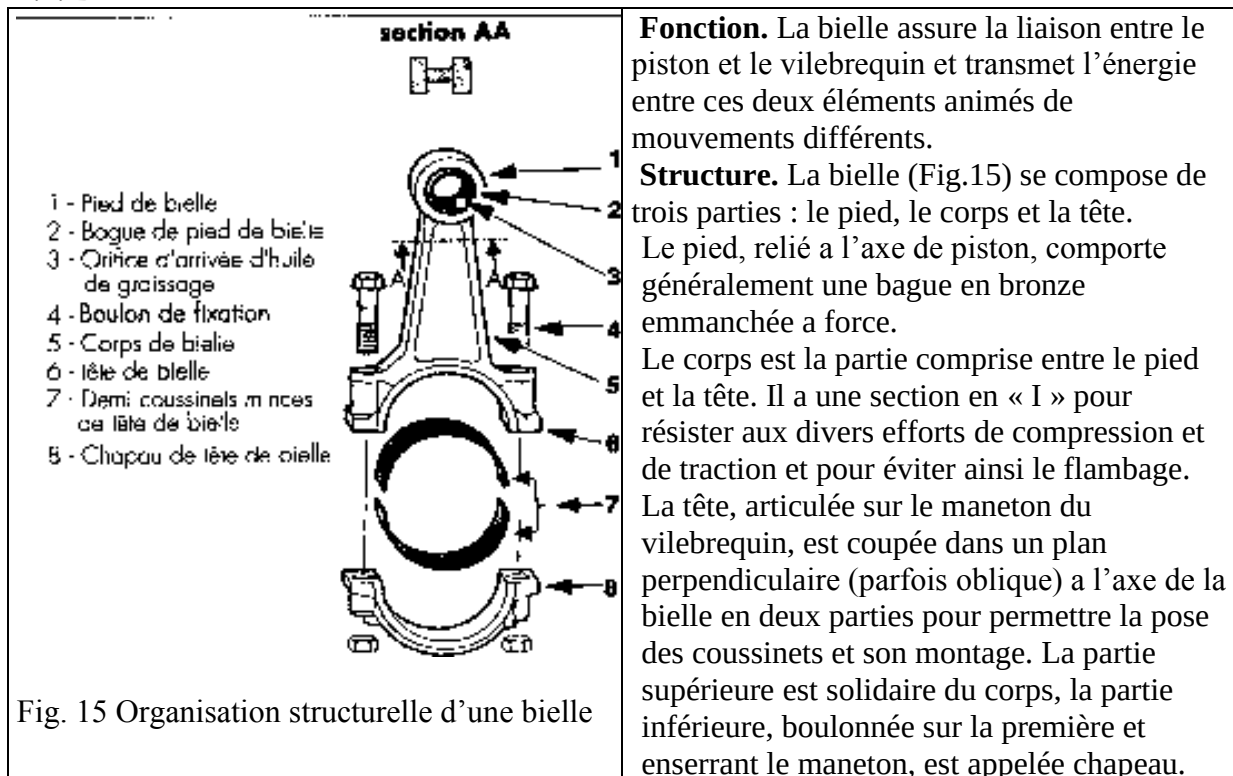


Fig. 15 Organisation structurelle d'une bielle

Matériau. La bielle est en acier très résistant au nickel-chrome, parfois en acier mi-dur au carbone.

2.5. VILEBREQUIN

Fonction. Le vilebrequin transforme, par l'intermédiaire de la bielle, la force du piston en mouvement circulaire et de créer ainsi un couple de rotation. L'énergie recueillie sur cet arbre assure le mouvement des organes de transmission pour le déplacement du véhicule mais aussi l'entraînement de la distribution, de la pompe à huile, de la pompe à eau, des dispositifs d'alimentation en carburant et d'allumage, ainsi que de l'alternateur.

Structure. Le vilebrequin (Fig.16) se compose de tourillons, qui se trouvent dans l'axe et qui permettent à l'arbre de reposer sur les paliers du bloc-cylindres, et des manetons sur lesquelles viennent s'articuler les bielles.

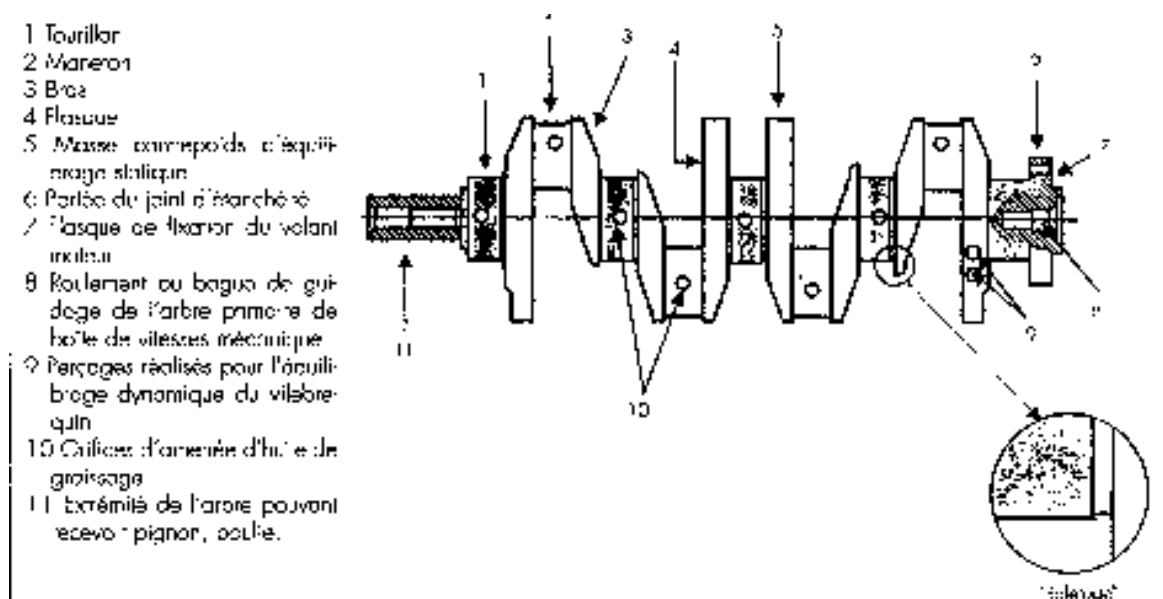


Fig. 16.Organisation structurelle d'un vilebrequin

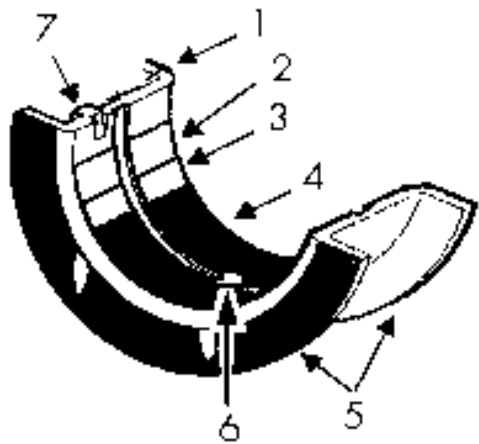
Les tourillons et les manetons sont reliés les uns aux autres par des bras et des flasques. Les flasques peuvent recevoir des masses d'équilibrage, statique et dynamique, jouant le rôle de contrepoids ajusté par meulage ou perçage. Des canalisations de graissage sont perforées à travers les bras, des tourillons aux manetons. Du côté sortie du vilebrequin, se trouvent la portée du joint d'étanchéité et la flasque de fixation du volant moteur. Sur le côté opposé, se trouvent la portée du joint d'étanchéité, le pignon d'entraînement de l'arbre à cames, la poulie et, selon le cas, l'amortisseur de vibrations.

La disposition des éléments constitutifs est conditionnée par le nombre des cylindres du moteur et par l'obligation de répartir régulièrement les impulsions des pistons sur deux tours de rotation, tout en assurant le meilleur équilibrage possible.

Matériau. Le vilebrequin est en acier mi-dur au nickel-chrome, en acier allié au manganèse et silicium ou en fonte au graphite sphéroïdal. La couche superficielle de ses portées est trempée ou durcie (nitruration, cémentation, induction) et rectifiée.

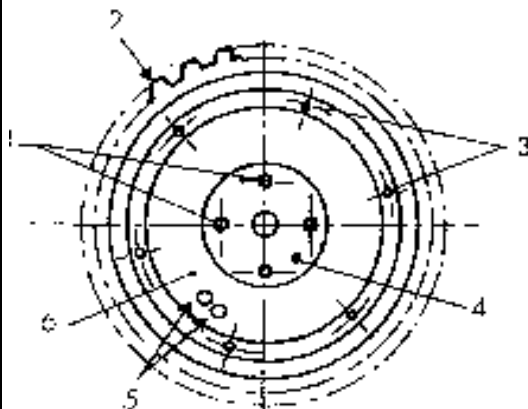
Le vilebrequin doit occuper une position bien déterminée par rapport au bloc-cylindres. Des cales peuvent régler le jeu axial du vilebrequin par leur épaisseur (cales de jeu latéral).

Le vilebrequin sort de moteur à ses deux extrémités, des joints d'étanchéité mobile y empêchent les fuites d'huile : joint à lèvres en caoutchouc synthétique, tresse constituée par l'amiante tissée autour de caoutchouc, etc.



- 1 Coquille d'acier
- 2 Couche portante de cuivre-plomb-étain (épaisseur de 0,3 à 1,5 mm)
- 3 Nickel (de 0,001 à 0,0015 mm)
- 4 Couche ternaire* de roulement (de 0,02 à 0,025 mm)
- 5 Collet latéral sur coussinet de pont central
- 6 Rainure de graissage avec orifice d'arrivée d'huile
- 7 Ergot de positionnement

Fig. 17 Demi coussinet multicouches



- 1 Vis de fixation du volant moteur
- 2 Couronne de l'arbre à cames
- 3 Fixation du mécanisme d'embrayage
- 4 Pin de positionnement du volant
- 5 Perçage d'équilibrage dynamique
- 6 Surface d'appui du disque

Fig. 18 Organisation structurelle du volant

Pour assurer une bonne rotation entre vilebrequin et paliers du bloc-cylindres et entre vilebrequin et têtes de bielle on utilise des coussinets minces. Les coussinets protègent les portées rectifiées du vilebrequin et peuvent être changés sans usinage a posteriori. Ceux-ci (Fig.17) sont des pièces d'usure qui se présentent sous forme d'une coquille en acier sur laquelle est plaquée une mince couche portante de métal antifriction. Comme métal antifriction on utilise les alliages à base d'aluminium, les alliages plomb-étain (métal blanc), plomb-étain-cuivre-antimoine (régule) et aluminium-cuivre-zinc (métal rose). La couche antifriction a la capacité d'absorption des éléments enlevés par friction. Parfois une couche ternaire de plomb-étain-cuivre est ajoutée pour éviter les grippages.

Le volant moteur (Fig.18) est fixé sur la flasque du vilebrequin par des boulons dont le couple de serrage doit être respecté. Cette pièce, en acier ou en fonte, est une masse d'inertie qui régularise le couple moteur.

D'autres fonctions peuvent également être assurées par le volant moteur tel que :

- Recevoir la couronne de démarrage sur laquelle s'engrène le pignon du démarreur.
- Supporter le mécanisme d'embrayage et servir de face de friction au disque d'embrayage.
- Comporter des encoches servant de repères de position des organes mobiles du moteur (PMH), de déclenchement de l'allumage et d'injection.

2.6. DEFECTUOSITES DE L'EMBIELLAGE

Défectuosités	Causes	Méthode de réparation
PISTON 1. Usure du diamètre de la jupe. 2. Usure de la largeur des gorges. 3. Usure de l'alésage de l'axe. SEGMENTS 4. Usure du diamètre extérieur (jeu à la coupe, fente). 5. Usure de l'épaisseur. AXE DE PISTON 6. Usure du diamètre extérieur. BIELLE 7. Usure de l'alésage de la tête de bielle (logement de coussinet) 8. Usure de l'alésage du pied de bielle (logement de bague) 9. Usure de l'alésage de la bague en bronze 10. Flexion ou torsion du corps. VILEBREQUIN 11. Usure (ovalisation et conicité) des portées des tourillons et des manetons. 12. Alignement des tourillons (flèche) 13. Torsion des manetons 14. Perpendicularité (voile) du plan d'appui du volant	Frottement au cylindre. Frottement aux segments. Frottement à l'axe de piston. Frottement au cylindre. Frottement à la gorge. Frottement au piston. Efforts d'extension et de compression Efforts d'extension et de compression Frottement à l'axe de piston Efforts d'extension, de compression et de flexion Frottement aux coussinets en cas de mauvais graissage Efforts de flexion créés par la poussée des gaz Efforts de torsion créés par l'opposition des couples Efforts de flexion et de torsion	Changement du piston Changement du piston Changement du piston Changement des segments Changement des segments Changement de l'axe de piston. Changement de la bielle Changement de la bielle/ Réalésage Changement de la bague en bronze Dégauchissage Rectification à la cote suivante de réparation Redressement / Changement du vilebrequin Changement du vilebrequin Changement du vilebrequin

Exercice :

1. Expliquer la forme du piston a jupe intégrale.
2. Quels sont les fonctions des segments ?
3. Quel est la raison du déport de l'axe de piston ?
4. Quelles conséquences pour le fonctionnement du moteur a-t-elle la flexion de la bielle ?
5. Quel est le critère qui conditionne la disposition des éléments constituant du vilebrequin ?

Exercice d'évaluation

Durée : 1 heure 30 minutes

Questions :	Barème / 20
1. Quelles sont les conséquences d'un échauffement élevé du bloc-cylindres ?	/ 02
2. Quelle différence y a-t-il entre une chemise humide a appui supérieur et une chemise humide a appui inférieur ?	/ 03
3. Quels sont les contrôles a effectuer sur un cylindre ?	/ 02
4. Quels sont les contrôles a effectuer sur un piston ?	/ 03
5. Expliquer la raison du tierçage de segments ?	/ 02
6. Quels sont les types de montage de l'axe de piston ?	/ 03
7. Quels sont les contrôles a effectuer sur un tourillon ou un maneton du vilebrequin ?	/ 02
8. Quelle est la structure d'un coussinet multicouches ?	/ 03

Chapitre III

EXPERTISE DE LA CULASSE

3.1. CULASSE

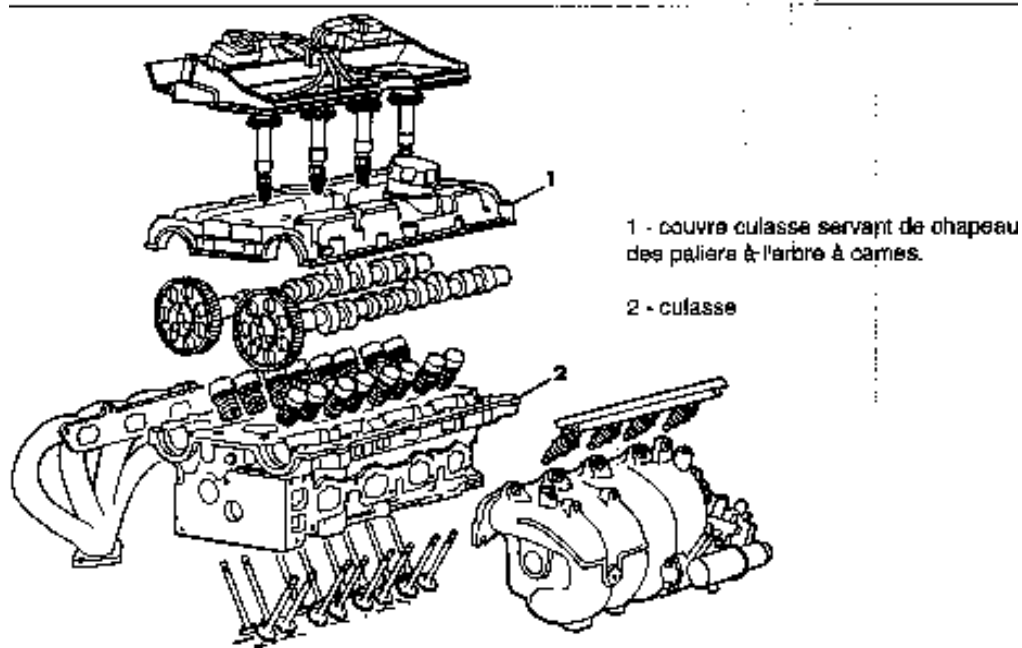


Fig. 19 Organisation structurelle d'une culasse

chambre de compression en cylindrique à soupapes latérales	Fonction. La culasse ferme le haut des cylindres tout en formant une partie de la chambre de combustion. Structure. La culasse (Fig.19) comprend des conduits d'admission et d'échappement des gaz. Elle porte les trous filetés pour recevoir les bougies d'allumage et, éventuellement, des injecteurs d'essence.
chambre de compression en forme de toit	La culasse est fortement sollicitée de point de vue températures et pressions de combustion. Une double paroi permet la circulation du liquide de refroidissement autour des bougies et des chambres de combustion.
chambre de compression en forme de toit à soupapes latérales	La culasse est fortement sollicitée de point de vue températures et pressions de combustion. Une double paroi permet la circulation du liquide de refroidissement autour des bougies et des chambres de combustion.
chambre de compression en forme de toit à soupapes latérales et injection	Le dessus de la culasse constitue le carter qui contient la commande des soupapes. Les chambres de combustion sont en creux au dessous de la culasse. La forme et le volume de la chambre de combustion influencent grandement le rendement et le fonctionnement du moteur. La forme de la chambre (Fig. 20) présente

Fig. 20 Différentes formes de la chambre de combustion

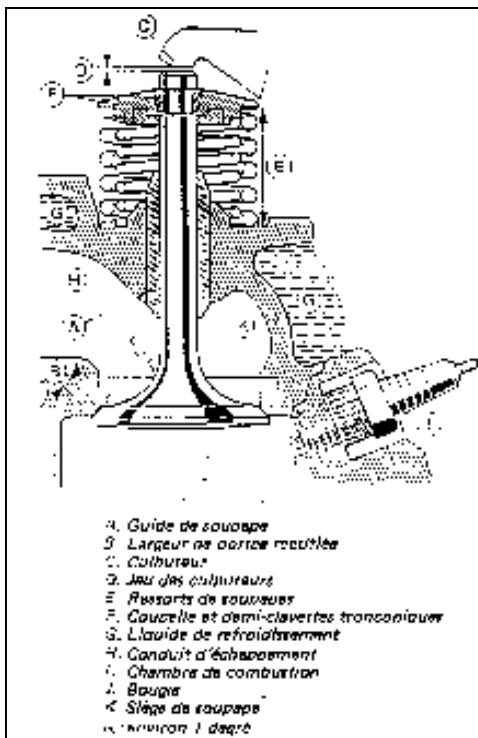


Fig. 21 Siège et guide de soupape

une importance primordiale, car elle exerce une influence sur la turbulence du mélange. Par conséquent le mélange est plus homogène et la combustion plus rapide.

Le volume de la chambre conditionne le taux de compression dont dépend le rendement de la combustion.

Au fond de la chambre de combustion on trouve les sièges de soupapes (Fig. 21). Les sièges constituent les surfaces coniques d'appui de têtes des soupapes : l'angle du cône (30° ou 45°) doit être presque le même pour la soupape et le siège, afin que l'étanchéité soit assurée. Les sièges sont usinés dans la masse de la culasse, ou bien formés par des bagues en acier emmanchées à la presse. Ils sont chanfreinés afin de réaliser la largeur de la surface conique.

Dans l'axe du chaque siège, introduit à la presse, il y a le guide de soupape qui assure le coulisement de la soupape.

Matériau. La culasse est en fonte grise aciérée ou en alliages à base d'aluminium, de cuivre de nickel et de silicium.

Joint de culasse. Le joint de culasse assure l'étanchéité de la chambre de combustion, il empêche les fuites d'eau et d'huile entre culasse et bloc-cylindres.

Le joint de culasse est en tissu métallique avec matériaux synthétique ou alliages à base de caoutchouc. Les bords des chambres de combustion sont pourvus d'un collet en acier plaqué d'aluminium.

3.2. SOUPAPES

Fonction. Les soupapes permettent le passage des gaz dans un temps très court tout en assurant, sur leur siège, une étanchéité parfaite du cylindre dans différentes phases du cycle.

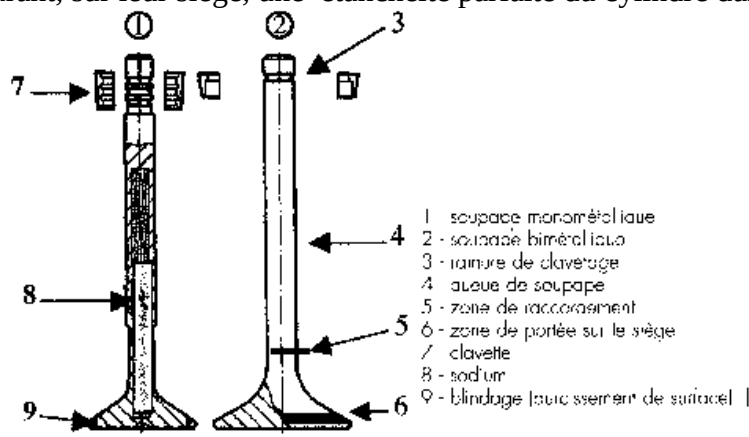


Fig. 22 Organisation structurale de la soupape

Structure. La soupape (Fig.22) se compose d'une tête, d'une portée conique et d'une queue. La tête de soupape peut être convexe, concave ou bien plate. Le diamètre de la soupape d'admission est plus grand que le diamètre de la soupape d'échappement, afin de faciliter le remplissage du cylindre en gaz frais dont la vitesse est plus lente que ceux d'échappement.

La portée conique est la partie circonférentielle de la tête, rectifiée avec une grande précision, qui assure l'étanchéité par le contact avec la partie interne du siège. La soupape d'admission est mince avec une portée étroite qui donne une meilleure étanchéité. La soupape d'échappement est plus épaisse avec une portée plus large qui refroidit mieux. L'angle au sommet peut être de 90° ou 120° .

La tige ou queue de soupape, qui coulisse dans le guide, se raccorde à la tête par un congé de grand rayon en forme de tulipe de manière à faciliter l'écoulement de la chaleur. Dans l'extrémité de la tige se trouvent une ou plusieurs rainures destinées à loger les clavettes ou les demi-lune. La cuvette du ressort de soupape pousse les clavettes dans leur logement.

Matériau. Les soupapes de grande série sont monométalliques en acier au nickel-chrome, la tige et la portée étant traitées afin de réduire l'usure. Eventuellement, on rapporte un cordon de stellite (alliage à base de cobalt et de chrome) sur la portée pour augmenter la dureté.

On réalise des soupapes d'échappement bimétalliques, inoxydables et indéformables, la tête et la tige, en matières différentes, étant soudées par rapprochement.

On réalise aussi des soupapes d'échappement à tige creuse et partiellement (60 %) remplie de sodium qui se liquéfie à 97°C et présente une bonne conductibilité de la chaleur.

Jeux aux soupapes Pour que les soupapes puissent se fermer correctement dans toutes les conditions de fonctionnement, on prévoit à froid un jeu entre les soupapes et leurs organes de commande. (Fig. 21) Ce jeu doit compenser les dilatations lorsque la température de régime est atteinte.

La valeur du jeu est très importante :

- Si le jeu est trop faible, la soupape s'ouvre plus vite et se ferme plus tard. Il y a perte de compression due au manque d'étanchéité, les soupapes restant ouvertes, et passage des gaz brûlés dans la tubulure d'admission.
- Si le jeu est trop grand, la soupape s'ouvre trop tard et se ferme trop vite. Il y a manque de puissance due au mauvais remplissage.

Ressort de soupape. Un ressort de rappel hélicoïdal est couramment utilisé pour que la soupape suive le déplacement déterminé par le profil de la came (Fig. 21). Afin d'éviter le phénomène d'entrée en résonance on utilise des ressorts à pas variable dont la distance entre deux spires est plus faible à une extrémité qu'à l'autre. Pour la même raison, on utilise un montage de deux ressorts antagonistes composé de deux ressorts concentriques à enroulements de sens hélicoïdal opposé.

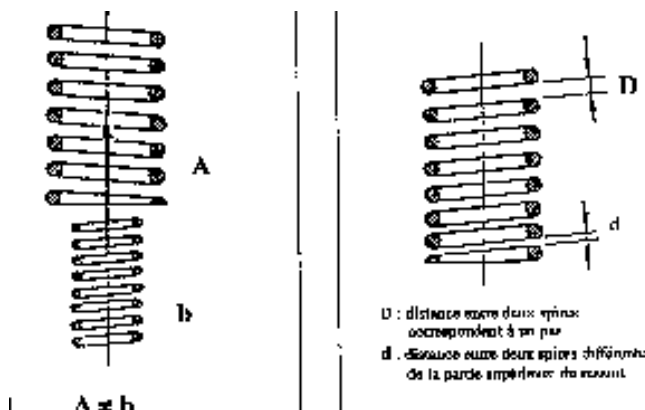


Fig. 23 Ressorts antagonistes et ressort à pas variable

3.3. DEFECTUOSITES DE LA CULASSE

Défectuosités	Causes	Méthode de réparation
CULASSE 1. Fissures des chambres d'eau 2. Déformation du plan de joint 3. Volume de la chambre de combustion 4. Usure de l'alésage du guide de soupape 5. Usure de la portée du siège de soupape 6. Usure des alésages de l'arbre à cames 7. Usure du filetage des trous filetés	Dilatation irrégulière due au refroidissement irrégulier. Température élevée ou serrage irrégulier. Rectification plane de la culasse Frottement à la tige de la soupape Frottement à la portée conique de la soupape Frottement aux portées de l'arbre à cames Boulons ou goujons en mauvais état ou cassés	Changement de la culasse Rectification plane Changement de la culasse Changement du guide de la soupape Fraisage et meulage / Changement du siège de la soupape Changement des bagues en bronze / Réalésage / Changement de la culasse Réfection de filetage
SOUPAPE 8. Usure de la portée conique de la tête 9. Usure du diamètre de la tige 10. Usure de la surface en contact au culbuteur	Frottement à la portée conique du siège Frottement au guide de soupape Frottement au culbuteur	Rectification de la portée conique / Changement de la soupape Changement de la soupape Changement de la soupape
RESSORT DE SOUPAPE 11. Perte d'élasticité	Vieillessement	Changement du ressort

Exercice :

1. Quelle est l'importance de la forme et du volume de la chambre de combustion d'une culasse ?
2. Quelle est la fonction du joint de culasse ?
3. Pour quelle raison la soupape d'admission a-t-elle un diamètre plus grand que celui de la soupape d'échappement ?
4. Quels sont les matériaux des soupapes ?

Chapitre 4

EXPERTISE DES ORGANES DE LA DISTRIBUTION

4.1. CULBUTEUR

Fonction. Le culbuteur est un levier basculant qui modifie le sens et l'amplitude du mouvement rectiligne commandé par la came. Il reçoit par un bras la poussée de la came, soit directement soit par l'intermédiaire d'une tige, et par un autre bras pousse la soupape en ouverture. Le rapport de ses bras est tel que la levée de soupape est plus grande que la hauteur de levée de came.

Structure. La forme du culbuteur dépend de la position de l'arbre à cames.

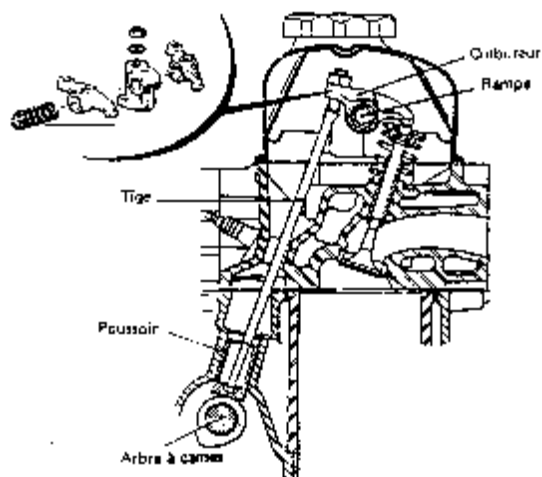


Fig. 24 Culbuteur : les bras forment 180°

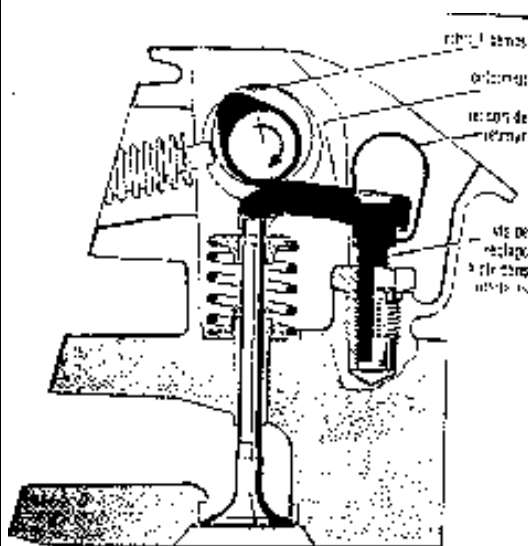


Fig. 26 Doigt- culbuteur ou linguet

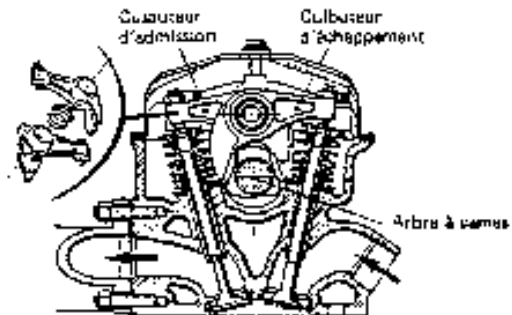


Fig. 25 Culbuteur a bras dont l'angle est différent de 180°

Si l'arbre à cames est latéral, le culbuteur a la forme classique (Fig.24) dont les bras forment 180°. La partie centrale est alésée pour permettre le montage sur un axe fixe de pivotement. Le bras, qui reçoit la poussée de la tige, porte la vis et l'écrou de réglage du jeu de soupape. L'autre bras, de pression, se termine par un patin de frottement qui pousse la queue de soupape.

Si l'arbre à cames est en tête, on utilise un culbuteur (Fig. 25) dont les bras forment un angle qui dépend de la position relative des pièces.

Si l'arbre à cames est en tête, on utilise aussi un culbuteur articulé à une extrémité appelé doigt-culbuteur ou linguet (Fig. 26). Il est poussé par la came en un point intermédiaire et agit sur la soupape par l'autre extrémité. Un ressort de retenue évite le flottement du linguet quand la came n'agit pas.

L'ensemble culbuteurs, axe creux parallèle à l'arbre à cames, supports de l'axe boulonnés sur la culasse, ressorts hélicoïdaux qui positionnent les culbuteurs, est appelé rampe des culbuteurs (qui se pose et se dépose d'un bloc.).

Matériau. Le culbuteur est en fonte, en acier traité ou en tôle emboutie

4.2. TIGE DE CULBUTEUR

Fonction. La tige de culbuteur transmet le mouvement rectiligne du poussoir au culbuteur.

Structure. La tige de culbuteur comporte une extrémité, de forme sphérique, qui appuie au fond du poussoir et l'autre extrémité, en forme de cuvette, dans laquelle s'articule la vis de réglage portée par le culbuteur (Fig. 24).

4.3. POUSSOIR

Fonction. Le poussoir, actionné par la came de l'arbre à cames, transmet le mouvement de levée directement à la soupape, ou parfois, par l'intermédiaire de la tige de culbuteur.

Le poussoir est en fonte dure.

Structure. La forme du poussoir dépend du type de la distribution. Le poussoir à plateau présente une grande surface de contact et un bon guidage.

Le poussoir cylindrique creusé (Fig.24), associé à une tige de culbuteur et à l'arbre à cames latéral, est usiné de façon que la portée de la tige se fasse sur une portion de sphère à grand rayon. Pour le même type de commande de soupapes on utilise parfois le poussoir à fond plat. L'axe du poussoir est souvent décentré par rapport à l'axe de la came, de sorte que le poussoir tourne à chaque levée, ce qui diminue l'usure des parties en contact. Pour la même raison, la face du poussoir en contact avec la came est très faiblement conique.

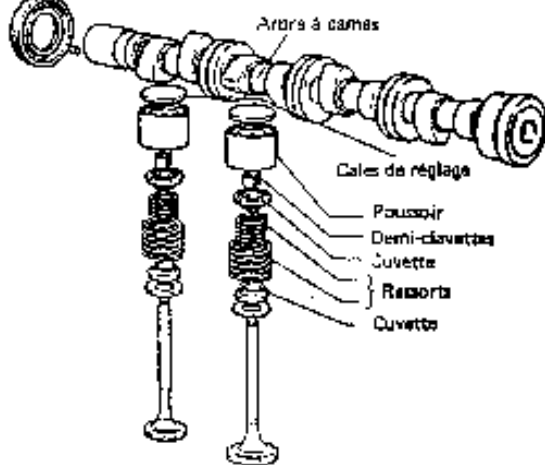


Fig. 27 Poussoir cylindrique à cale de réglage

Le poussoir cylindrique (Fig.27) qui transmet le mouvement directement à la soupape est creusé, renversé sur le ressort de la soupape et guidé dans la culasse. Sa face de contact est constituée d'une cale (pastille) amovible d'épaisseur variée servant à régler le jeu des soupapes.

Matériau. Le poussoir est généralement en fonte dure.

Le poussoir hydraulique permet la suppression du réglage du jeu de fonctionnement et la diminution du bruit. Le rattrapage de jeu est automatique, commandé par la pression d'huile du circuit de graissage du moteur (fig. 28)

Lorsque le dos de came est en appui sur le poussoir, aucun jeu ne subsiste entre le poussoir (1) et la soupape (7).

Ces pièces sont maintenues en contact par l'intermédiaire du clapet (2), du ressort (4) et du piston (5). L'huile sous pression du circuit de graissage parvient dans la chambre (b) au travers du canal (a).

Lorsque la came attaque le poussoir (1), celui-ci et le clapet (2) se déplacent faisant augmenter la pression dans la chambre (c). Sous cette pression, la bille (3) vient en appui sur

son siège. La chambre (c) se trouve fermée et agit en tant qu'élément rigide (incompressibilité d'un liquide). Le mouvement de la came est intégralement transmis à la soupape.

Lorsque la partie active de la came quitte le poussoir, la pression dans la chambre (c) chute instantanément et permet ainsi aux chambres (b) et (c) de recommuniquer entre elles.

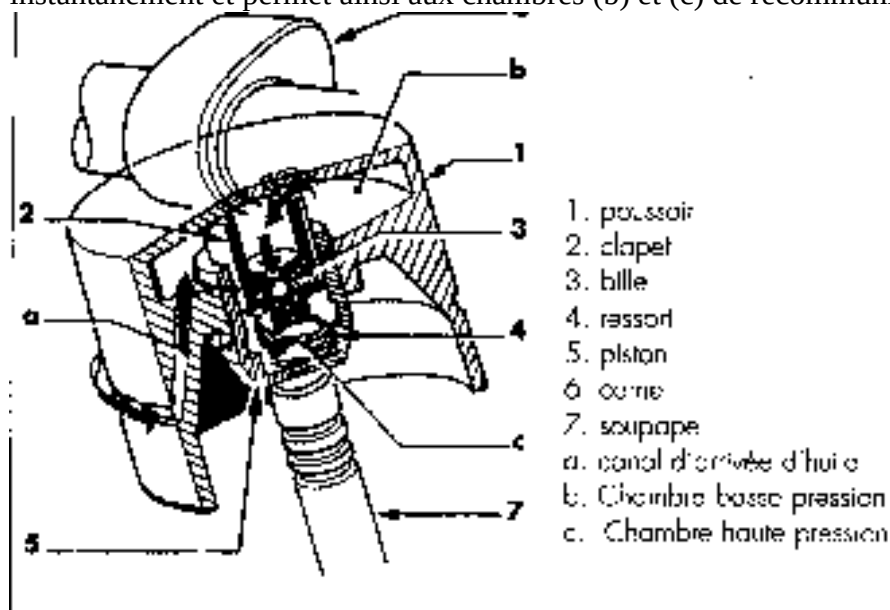


Fig. 28 Poussoir hydraulique

4.4. ARBRE A CAMES

Fonction. L'arbre à cames commande de façon très précise la levée des soupapes et assure cette levée pendant une durée bien déterminée, correspondant au diagramme de distribution du moteur.

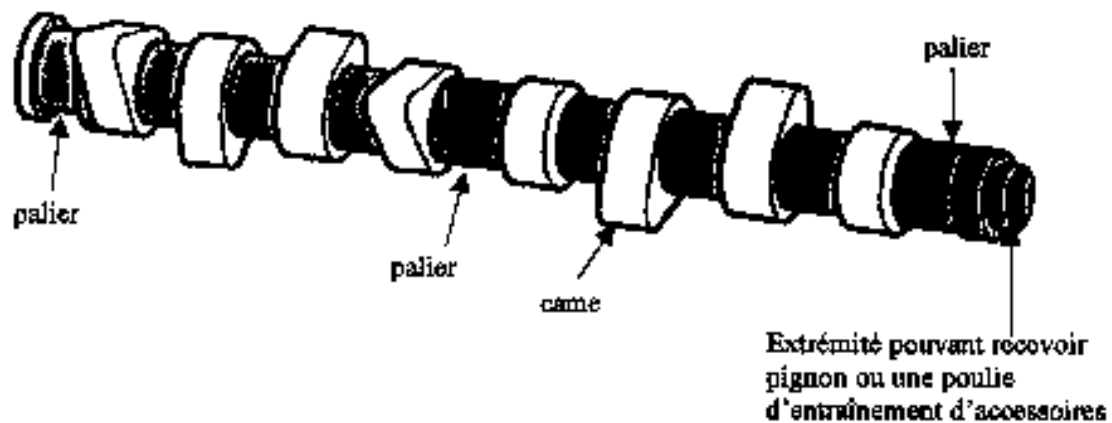


Fig. 29 Organisation structurelle d'un arbre à cames

Structure. L'arbre à cames (Fig.29), positionné en latéral ou en tête, comporte :

- Les portées de palier, sur lesquelles tourne l'arbre.
- Les cames en nombre correspondant à celui des soupapes à commander. Leur position relative dépend de l'ordre d'allumage.
- Le clavetage prévu pour fixer le pignon hélicoïdal, le pignon de la chaîne ou la poulie de la courroie crantée. Pour faciliter la distribution, l'usinage des cames est exécuté en positionnant la pièce à partir de ce clavetage.

L'arbre à cames, positionné en latéral, comporte aussi :

- La came supplémentaire en forme d'excentrique pour actionner la pompe à combustible si elle est de type à membrane.
- Le pignon taillé en hélices et formant renvoi d'angle pour entraîner l'arbre de l'allumeur et parfois, la pompe à huile.

Matériau. L'arbre à cames est en fonte coulée en coquille, en fonte nodulaire ou en fonte malléable à cœur noir. Après usinage, sur les cames on réalise une couche superficielle trempée destinée à augmenter la résistance à l'usure.

Cames. La durée de l'ouverture, la levée de la soupape et la vitesse de déplacement de celle-ci dépendent de la forme des cames.

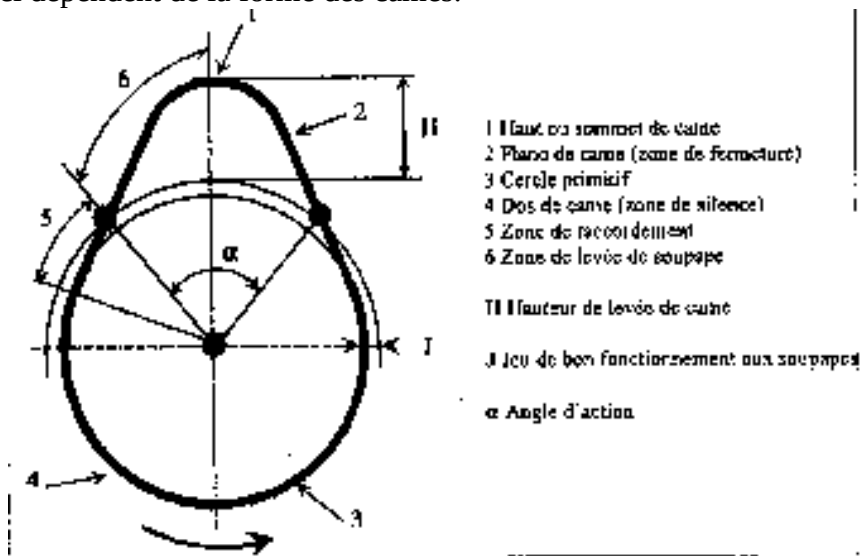


Fig. 30 Structure d'une came

Le cercle primitif détermine le diamètre de la came, il sera égal à 3 ou 4 fois la levée de la came.

Le cercle de rattrapage de jeu détermine le point précis à partir duquel la came, ayant rattrapé le jeu de fonctionnement, viendra en contact avec le culbuteur ou le poussoir.

La hauteur de levée ou de sommet de came détermine la course utile théorique de levée de soupape.

L'angle d'action α détermine l'angle total d'ouverture de la came et correspond à la valeur angulaire située entre les points précis à partir desquels se situent les mouvements de la soupape.

4.5. DEFECTUOSITES DES ORGANES DE LA DISTRIBUTION

Défectuosités	Causes	Méthode de réparation
CULBUTEUR 1. Usure de la surface en contact à la soupape 2. Usure de la surface en contact à la tige / à la came 3. Usure de l'alésage de la rampe de culbuteurs	Frottement à la soupape Frottement à la tige / à la came Frottement à l'axe de la rampe de culbuteurs	Rectification Changement de la vis de réglage Changement de la bague en bronze

TIGE DE CULBUTEUR		
4. Usure des surfaces en contact au poussoir et a la vis de réglage	Frottement au poussoir et a la vis de réglage	Changement de la tige
5. Flèche	Efforts de flexion	Redressement
POUSSOIR		
6. Usure du diamètre extérieur	Frottement a l'alésage de guidage	Changement du poussoir
7. Usure de la surface en contact a la came	Frottement a la came	Changement du poussoir ou de la cale de réglage
ARBRE A CAMES		
8. Usure du diamètre des portées de palier	Frottement aux paliers	Changement de l'arbre a cames
9. Flèche des portées	Efforts de flexion	Redressement
10. Usure de la hauteur des cames	Frottement aux cames	Changement de l'arbre a cames
PIGNON HELICOIDAL ou PIGNON A CHAÎNE		
11. Usure de la denture	Frottement	Changement du pignon
CHAÎNE		
12. Usure (allongement)	Frottement	Changement de la chaîne
COURROIE CRANTEE		
13. Usure des dents	Frottement	Changement périodique de la courroie crantée

Exercice :

1. Quelle est la fonction d'un culbuteur ?
2. Quel est le fonctionnement d'un poussoir hydraulique ?
3. Quelle est la fonction de l'arbre a cames ?
4. Quelle est l'importance de la forme des cames d'un arbre a cames ?

Exercice d'évaluation

Durée : 1 heure 30 minutes

Questions :	Barème / 20
1. Expliquer quatre défauts spécifiques de la culasse ?	/ 04
2. Quelles sont les défauts des soupapes ?	/ 02
3. Quelle est l'importance de la valeur des jeux des soupapes ?	/ 04
4. Quelles solutions techniques sont-elles utilisées afin d'éviter le phénomène d'entrée en résonance du ressort de soupape ?	/ 02
5. Quelles sont les formes constructives du culbuteur ?	/ 02
6. Quelles sont les formes constructives du poussoir ?	/ 02
7. Quelles sont les caractéristiques d'une came de l'arbre a cames ?	/ 04

Module : 9.
REPARATION DES MOTEURS
THERMIQUES
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES

I. TP. 1 : EXPERTISE DU BLOC-CYLINDRES ET DES CYLINDRES

I.1. Objectifs visés :

- Détecter les défauts du bloc-cylindres.
- Détecter les défauts des cylindres
- Monter les chemises sèches et humides.

I.2. Durée du TP: 10 heures

I.3. Matériel par équipe :

a) Equipement :

- Bloc-cylindres a cylindres usinés
- Bloc-cylindres a cylindres rapportés sèches.
- Bloc-cylindres a cylindres rapportés humides.
- Matière d'œuvre : Chiffons.

I.4. Description du TP :

Dans une première étape, les stagiaires doivent contrôler les défauts des blocs-cylindres.

Dans une seconde étape, les stagiaires doivent contrôler les défauts des cylindres.

Dans une troisième étape, les stagiaires doivent monter correctement les chemises sèches et humides.

I.5. Déroulement du TP :

I.5.1. Contrôle des défauts des blocs-cylindres.

Contrôle	Moyen de contrôle	Conditions techniques
BLOC-CYLINDRES	Essai sous pression	Utiliser de l'eau chaude a 90° C P=2 a 3 bars, t= 5 mn
1. Fissures des chambres d'eau.	Règle métallique	Mesurer en 6 positions.
2. Planéité du plan de joint de la culasse.	Jeu de cales d'épaisseur	0,05 mm pour 200 mm de longueur
3. Alésage des paliers du vilebrequin.(logement de coussinet)	Clé dynamométrique Micromètre Vérificateur d'intérieur	Le chapeau palier n'est pas interchangeable. Serrer au couple prescrit. Mesurer en 3 positions L'alésage doit s'encadrer dans la tolérance admise.
4. Alésage des portées de centrage des cylindres.	Micromètre Vérificateur d'intérieur	L'alésage doit s'encadrer dans la tolérance admise.
5. Alésage des paliers de l'arbre a cames.	Micromètre Vérificateur d'intérieur	L'alésage doit s'encadrer dans la tolérance admise.
6. Propreté des canalisations d'huile.	Visuellement	Nettoyer a l'aide de tiges de fer et de l'air comprimé.
7. Trous filetés	Boulons différents	Continuité du filetage
CYLINDRES	Micromètre	Mesurer les cylindres en 3 points et en 2 plans perpendiculaires a 10 mm de haut et de bas ainsi qu'au milieu.
8. Alésage des cylindres	Vérificateur d'intérieur	Ovalisation max. 0,03 mm Conicité max. 0,03 mm

5.1.1. Vérification de l'étanchéité des chambres d'eau.

Remplir les chambres d'eau, afin de les nettoyer, d'une solution acide (2/3 d'eau et 1/3 d'acide chlorhydrique). Après 5 mn, rincer à l'eau et souffler à l'air comprimé.

Faire l'essai sous pression du bloc-cylindres :

- Remettre en place les chemises humides avec leurs joints d'étanchéité.
- Boucher l'entrée d'eau dans le bloc-cylindres à l'aide d'un couvercle approprié muni d'un flexible de raccordement.
- Placer le bloc-cylindres sur le joint en caoutchouc obturant le plan de joint et contre la butée. Fixer le bloc-cylindres à l'aide des brides.
- Raccorder le flexible à l'arrivée de l'eau chaude sous pression.
- Ouvrir le robinet de l'arrivée de l'eau chaude sous pression et remplir les chambres d'eau du bloc-cylindres.
- Maintenir les chambres d'eau sous une pression de 3 bar pendant 5 mn.
- Détecter s'il y a des fuites d'eau à travers les éventuelles fissures.

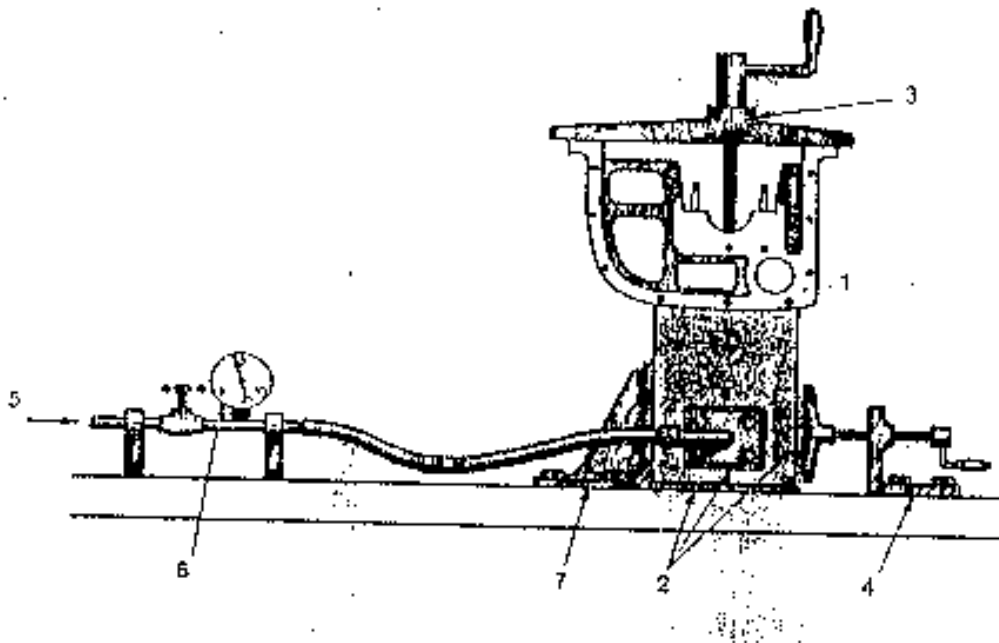


Fig. 31 Essai d'un bloc-cylindres sous pression.

1. Bloc-cylindres à essayer – 2. Joints en caoutchouc – 3 et 4. Brides – 5. Arrivée de l'eau chaude sous pression – 6. Robinet d'arrivée d'eau – 7. Butée.

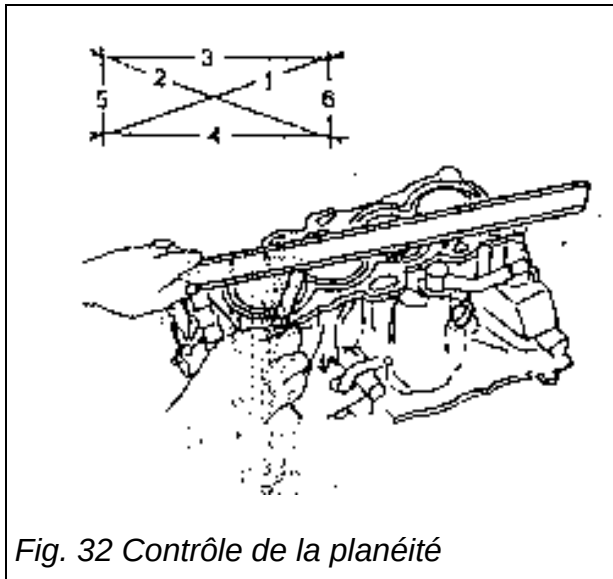


Fig. 32 Contrôle de la planéité

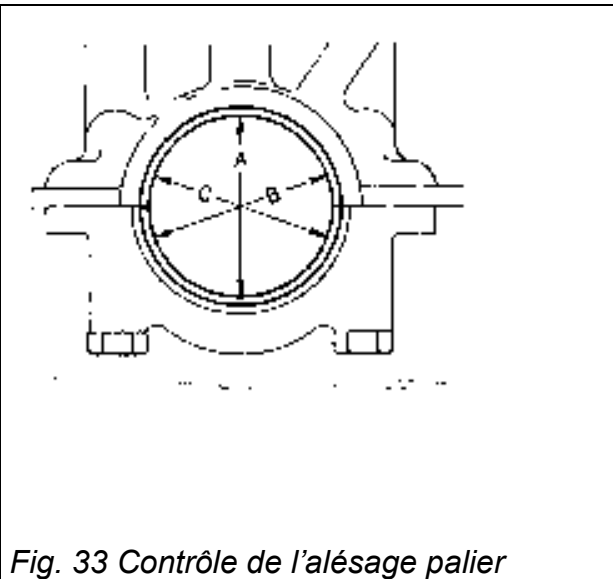


Fig. 33 Contrôle de l'alésage palier

5.1.2. Vérification de la planéité du plan de joint de la culasse. (Fig.32)

Contrôler la déformation du plan supérieur du bloc-cylindres en 6 positions.

5.1.3. Vérification de l'alésage des paliers du vilebrequin. (Fig.33)

Serrer les chapeaux des paliers au couple prescrit.

Contrôler les alésages en 3 positions, (A) et (B), (C) afin de trouver une éventuelle ovalisation.

5.1.4. Vérification de l'alésage des portées de centrage des chemises humides ou des fûts des chemises sèches.

Contrôler les alésages en 2 positions perpendiculaires.

5.1.5. Vérification des alésages des paliers de l'arbre à cames.

Contrôler les alésages en 2 positions perpendiculaires.

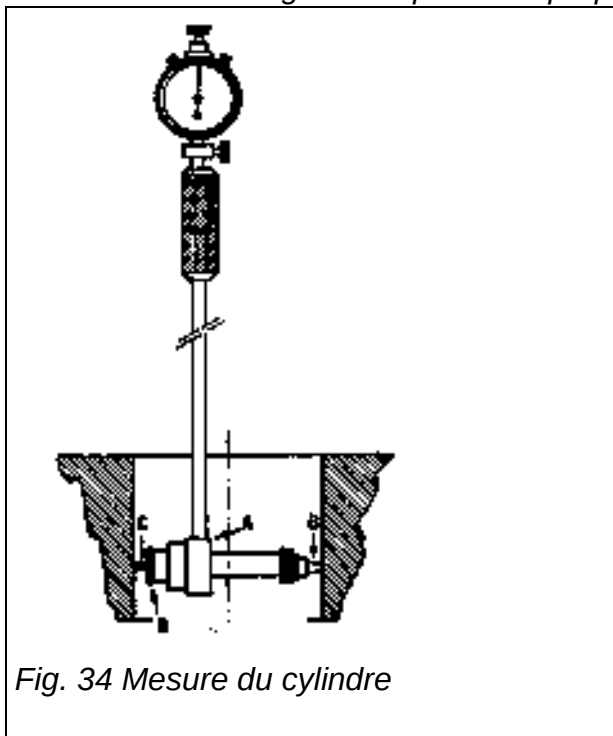


Fig. 34 Mesure du cylindre

5.1.6. Vérification des canalisations d'huile.

Démonter les bouchons qui obturent les extrémités de la rampe principale d'huile. Nettoyer à l'aide d'une tige de fer et souffler à air comprimé toutes les canalisations d'huile qui débouchent à la rampe principale.

Monter les bouchons de la rampe principale

5.1.7. Vérification des trous filetés.

Vérifier à l'aide des boulons différents la continuité du filetage de tous les trous filetés.

5.2. Contrôle des cylindres (Fig.34)

Mesurer individuellement chaque cylindre à trois hauteurs différentes (A, B, C) et sur deux plans orthogonaux (a, b) : un dans le sens longitudinal, l'autre dans le

sens transversal du moteur. Inscrire les valeurs de ces mesures sur le tableau ci-dessous (Fig.35) et calculer la conicité et l'ovalisation.

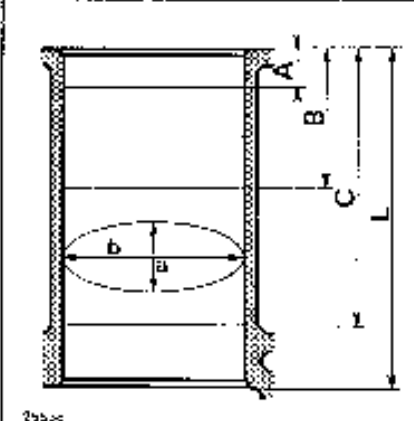
		1	2	3	4	5	6
	$A = \frac{1}{10} L$	a					
	b						
$B = \frac{4}{10} L$	a						
	b						
$C = \frac{8}{10} L$	a						
	b						

Fig. 35 Tableau pour la transcription des données relatives aux cylindres

5.3. Montage des cylindres rapportés.

5.3.1. Montage des cylindres rapportés sèches.

Monter les cylindres rapportés sèches a la presse après les avoirs enduits d'un produit approprié pour qu'ils glissent bien.

5.3.2. Montage des cylindres rapportés humides.

Nettoyer soigneusement les surfaces de centrage et d'appui des chemises.

Placer dans le bloc-cylindres les 4 chemises sans joints plats d'embase.

Mesurer le dépassement de chaque chemise par rapport au bloc-cylindres (Fig.36) a l'aide d'un comparateur monté sur un support approprié.

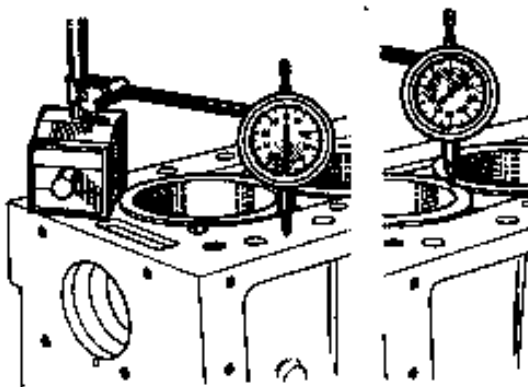


Fig. 36 Mesure du dépassement de la chemise

Choisir les joints plats d'embase dont l'épaisseur assure la valeur du dépassement prescrit par le constructeur (0,03 a 0,10 mm) :

- un dépassement trop important déformerait la culasse.
- Un dépassement trop faible n'assurerait pas l'étanchéité.

Bloquer les cylindres a l'aide d'un dispositif approprié.

II TP 2. EXPERTISE DE L'EMBIELLAGE

II.1. Objectifs visés :

- Détecter les défauts des pistons, des segments et des axes de piston.
- Détecter les défauts des bielles.
- Détecter les défauts des vilebrequins

II.2. Durée du TP :

12 heures

II.3. Matériel par équipe :

a) Equipement :

- Moteurs différents.

b) Matière d'œuvre :

- Chiffons

II.4. Description du TP :

Dans une première étape, les stagiaires doivent contrôler les défauts des pistons, des segments et des axes de piston.

Dans une seconde étape, les stagiaires doivent contrôler les défauts des bielles.

Dans une troisième étape, les stagiaires doivent contrôler les défauts des vilebrequins.

II.5. Déroulement du TP :

Contrôle	Moyen de contrôle	Conditions techniques
PISTON 1. Diamètre de la jupe (Fig. 37)	Micromètre	La jupe ne doit pas présenter des rayures profondes. Mesurer à environ 10 mm. de son arête inférieure, perpendiculairement à l'axe de piston. Le diamètre doit s'encadrer dans la tolérance admise de la classe et permettre le jeu piston / cylindre prescrit.
2. Largeur des gorges (Fig. 38) 3. Alésage de l'axe	Segments neufs Jauges d'épaisseur. Micromètre. Vérificateur d'intérieur	Le jeu axial doit s'encadrer dans la tolérance admise. L'alésage de l'axe doit s'encadrer dans la tolérance admise.
SEGMENTS 4. Jeu à la coupe (Fig. 39)	Jauges d'épaisseur.	Vérifier le segment placé horizontalement à l'intérieur de son cylindre. La fente doit s'encadrer dans la tolérance admise.
5. Epaisseur (Fig. 40)	Micromètre.	L'épaisseur doit s'encadrer dans la

AXE DE PISTON 6. Diamètre (Fig. 41)	Micromètre.	tolérances admise. Mesurer a chaque extrémité. Le diamètre doit s'encadrer dans la tolérance admise.
BIELLE 7. Alésage de la tête (logement de coussinet)	Clé dynamométrique Micromètre Vérificateur d'intérieur	Le chapeau de bielle n'est pas interchangeable. Serrer au couple prescrit. Mesurer en 3 positions. L'alésage doit s'encadrer dans la tolérance admise.
8. Alésage du pied (logement de bague)	Micromètre Vérificateur d'intérieur	L'alésage doit s'encadrer dans la tolérance admise.
9. Alésage de la bague en bronze	Micromètre Vérificateur d'intérieur	L'alésage doit s'encadrer dans la tolérance admise. Vérifier l'entraxe si l'on change la bague.
10. Flexion ou torsion du corps (Fig. 42)	Barres rectifiées. Vès. Compareurs.	Tolérance admise 0,07 mm. pour 100 mm. de longueur. Dégauchissez a l'aide de presses et de clés a griffe.
VILEBREQUIN 11. Diamètre des tourillons et des manetons (Fig. 43)	Micromètre	Mesurer en 2 points situes auprès des flasques et en 2 plans perpendiculaires. Ovalisation max. 0,01 mm Conicité max. 0,01 mm Rectifier a la cote suivante de réparation en respectant : l'alignement des manetons par rapport aux tourillons (+/- 0,25 mm) le rayon des congés Tolérance max. 0,03 mm
12. Alignement des tourillons (Fig. 45)	Compareur Marbre et 2 vès	Tolérance max. 0,03 mm
13. Torsion des manetons (Fig. 46)	2 compareurs Marbre et 2 vès	Tolérance max. 0,03 mm
14. Perpendicularité du plan d'appui du volant (Fig. 44)	Compareur Marbre et 2 vès	Tolérance max. 0,02 mm

5.1. Contrôle des pistons, des segments et des axes de pistons.

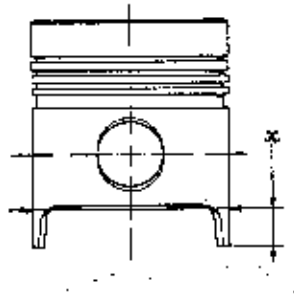
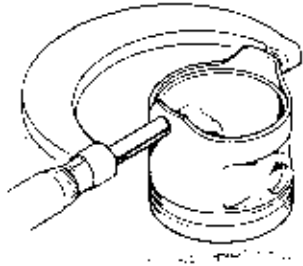


Fig. 37 Prise d'une cote sur la jupe du piston

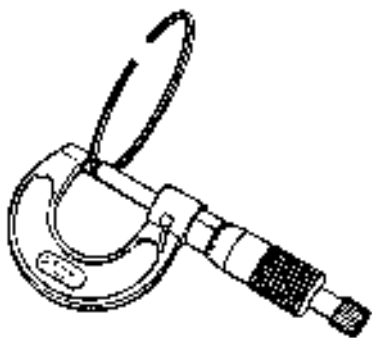


Fig. 38 Prise d'une cote sur le segment

Fig. 39 Mesure du jeu a la coupe d'un segment

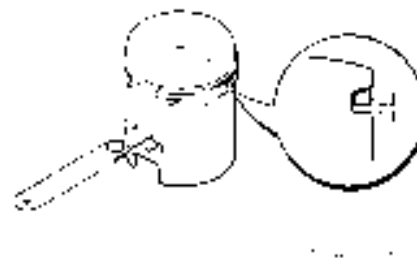
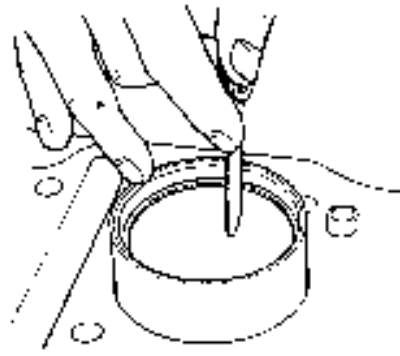


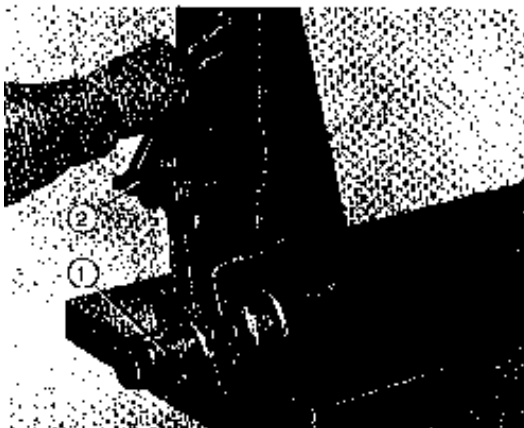
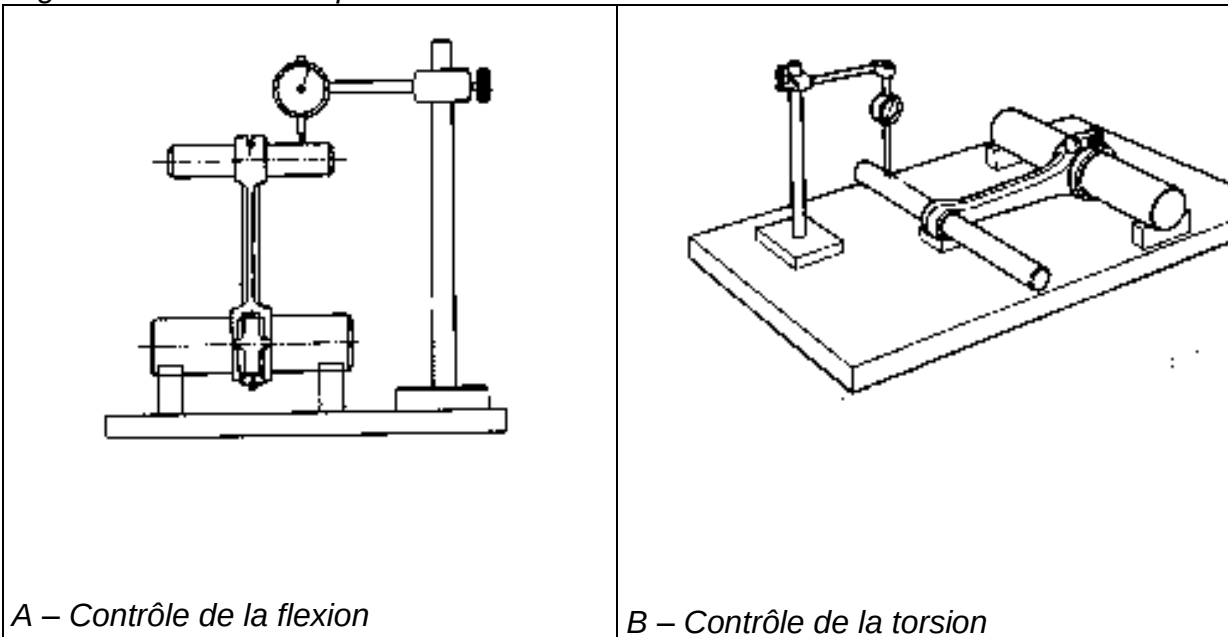
Fig. 40 Mesure de la largeur d'une gorge de piston



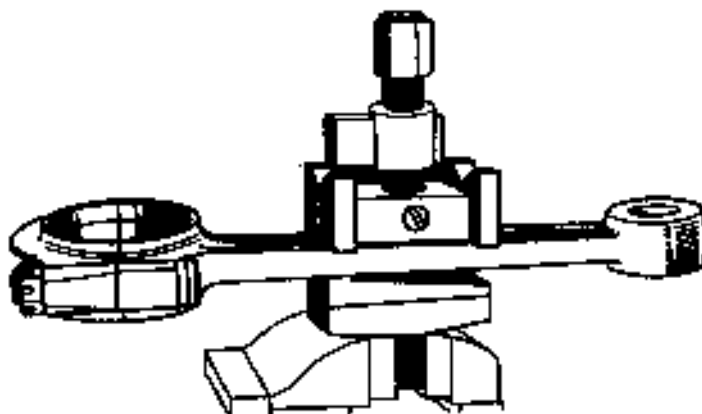
Fig. 41 Prise d'une cote sur un axe de piston

5.2. Contrôle des bielles.

Fig. 42 Contrôle du corps de la bielle



C – Contrôle de l'équerrage



D – Dégauchissage a la presse

5.3. Contrôle du vilebrequin.

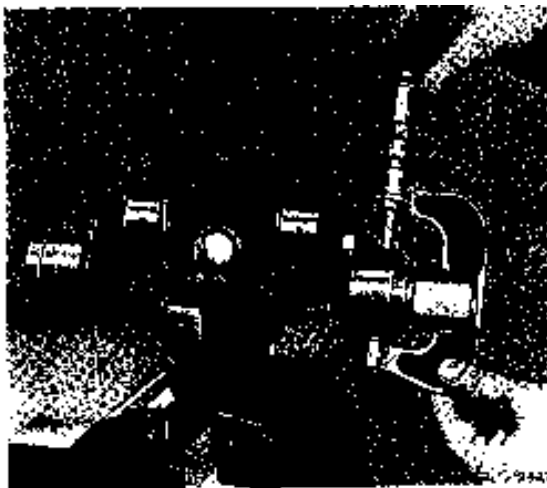


Fig. 43 Prise des cotes sur les portées des tourillons et manetons

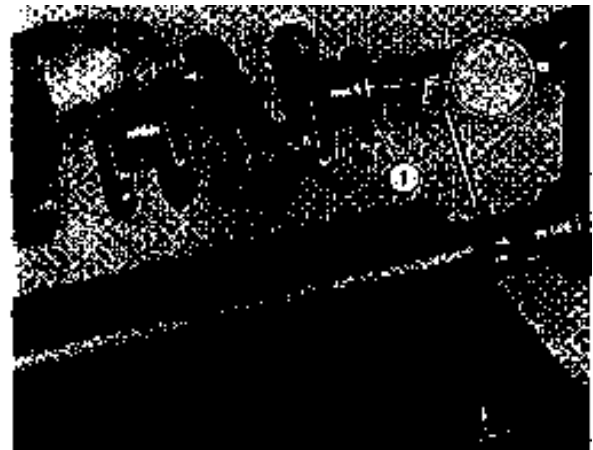


Fig. 44 Contrôle de la perpendicularité du plan d'appui du volant

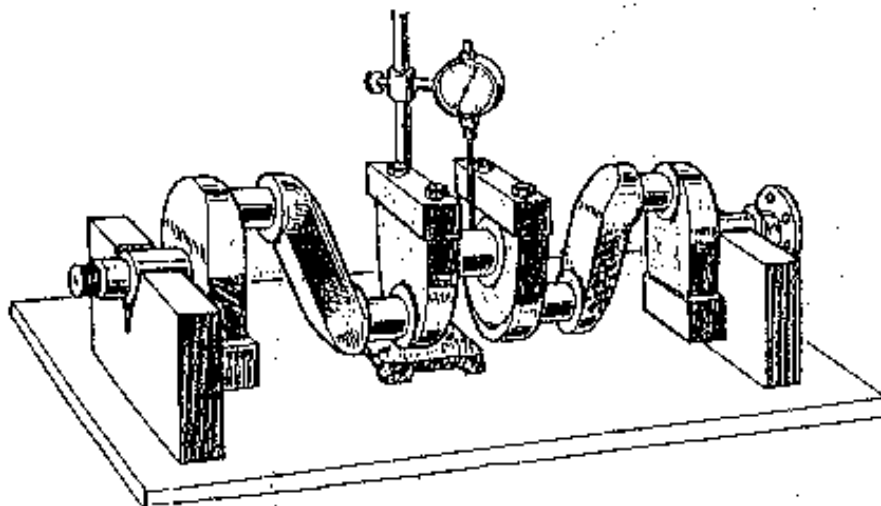


Fig. 45 Contrôle de l'alignement des tourillons

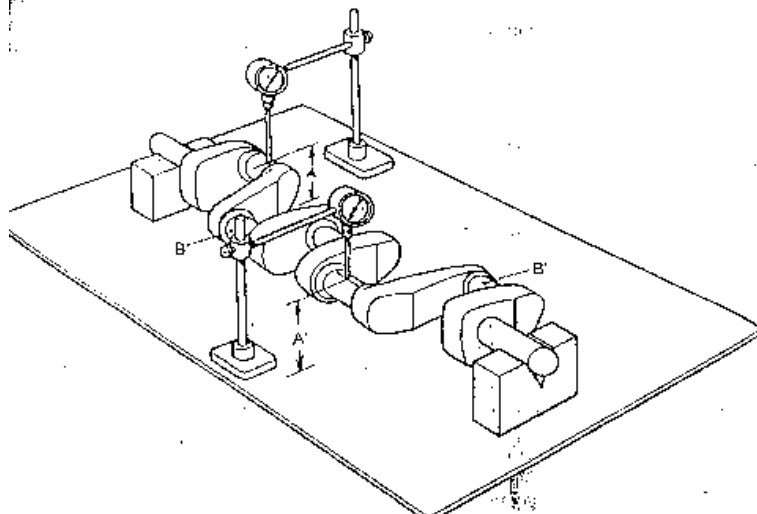


Fig. 46 Contrôle de la torsion des manetons

III TP.3. **MONTAGE DE L'EMBIELLAGE**

III.1. Objectifs visés :

- Maîtriser le montage de l'embiellage.

III.2. Durée du TP :

12 heures

III.3. Matériel par équipe :

a) Equipement :

- Moteurs différents.

b) Matière d'œuvre :

- Huile moteur
- Chiffons

III.4. Description du TP :

Dans une première étape, les stagiaires doivent monter les ensembles piston-bielle.

Dans une seconde étape, les stagiaires doivent monter le vilebrequin.

Dans une troisième étape, les stagiaires doivent monter les ensembles piston-bielle dans les cylindres.

III.5. Déroulement du TP :

5.1. Montage de l'ensemble piston-bielle

Vérifier (Fig.47) que les pistons ont le même poids (différence max. de poids entre les pistons +/- 2,5 à 3 gr)

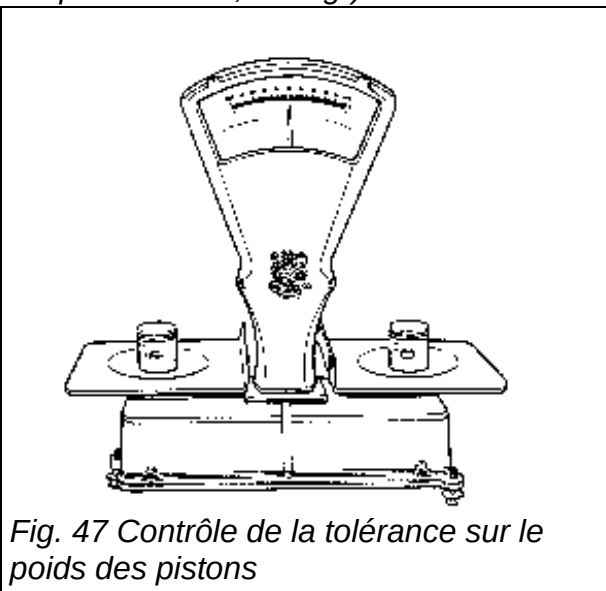


Fig. 47 Contrôle de la tolérance sur le poids des pistons

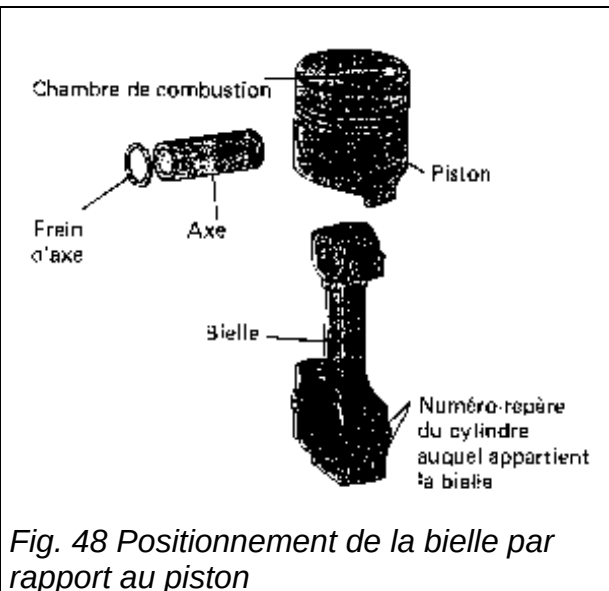


Fig. 48 Positionnement de la bielle par rapport au piston

Vérifier que les bielles ont le même poids.

Vérifier le jeu de montage piston / cylindre.

Positionner la bielle par rapport au piston (Fig.48), ex : numéro frappe sur la tête de bielle dirigé d'un certain côté du piston.

a) Monter l'axe de piston de type « libre dans le piston et libre dans la bielle ».

Huiler l'axe de piston. Introduire l'axe de piston, par une simple pression, dans les bossages du piston et dans le pied de la bielle. Monter les freins d'axe (Fig. 48).

b) Monter l'axe de piston de type «libre dans le piston et serrée dans la bielle ».

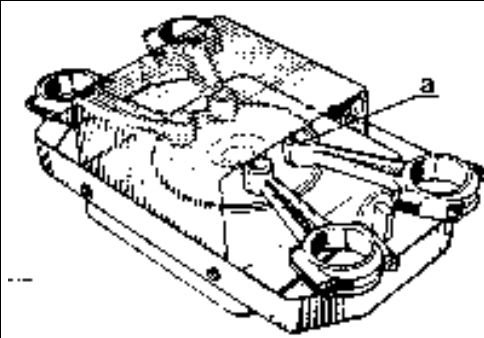


Fig. 49 Mise en place des bielles sur la plaque chauffante

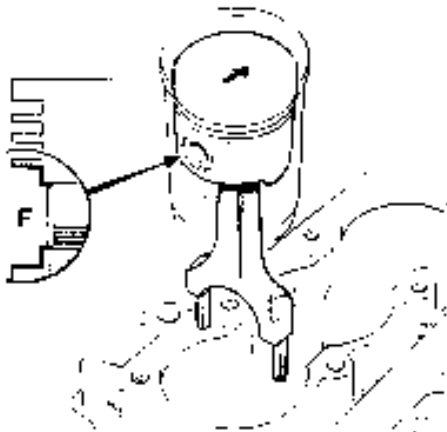


Fig. 51 Vérification de la position de l'axe de piston

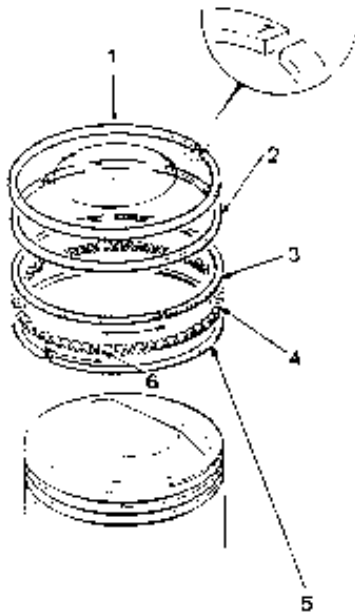


Fig. 52 Tierçage à 120° des coupes des segments

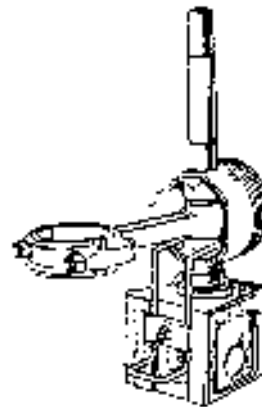


Fig. 50 Mise en place d'un axe de piston

Chauffer (Fig.49)le pied de bielle sur une plaque chauffante (250°C).

Introduire l'axe de piston (Fig.50) dans les bossages du piston et dans le pied de la bielle de manière qu'il soit également repartis de chaque côté de la bielle.

Contrôler le dépassement (Fig.51) de l'axe de piston de chaque cotée du piston.

c) Monter l'axe de piston de type «serré dans le piston et libre dans la bielle ».

Chauffer le piston sur une plaque chauffante ou dans un bain d'huile (80°C).

Introduire l'axe de piston dans les bossages du piston et dans le pied de la bielle de manière qu'il soit également reparti de chaque cote de la bielle.

Contrôler le dépassement de l'axe de piston de chaque coté du piston.

Monter a main le segment racleur :

Mettre l'expandeur de telle façon que sa coupe soit dans l'axe de piston.

Mettre l'anneau du segment racleur en 2 pièces, de telle façon que sa coupe soit à 180° par rapport a la coupe de l'expandeur.

/Mettre les 2 anneaux du segment racleur en 3 pièces, de 90° de chaque cotée de la coupe de l'expandeur.

Monter le segment d'étanchéité (repère TOP vers le haut) à l'aide d'une pince a segments.

Monter le segment «coup de feu » (repère TOP vers le haut) a l'aide d'une pince a segments.

Tiercer a 120° (Fig.52) les coupes segments d'étanchéité par rapport a celle du racleur.

5.2. Montage du vilebrequin

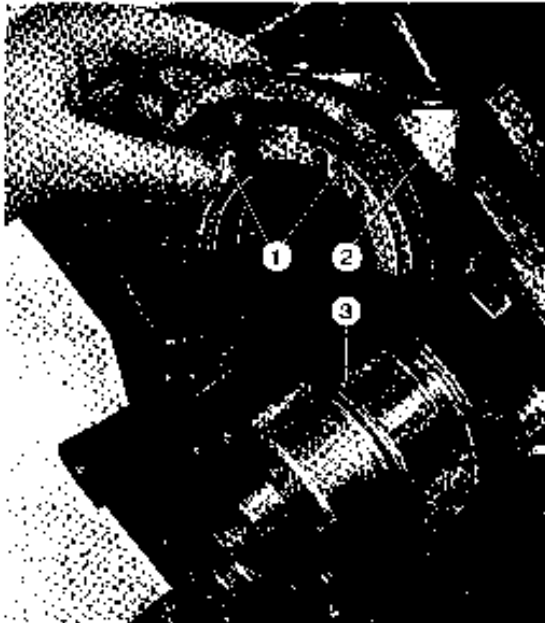


Fig. 53 Positionnement exact des demi-cales de jeu latéral

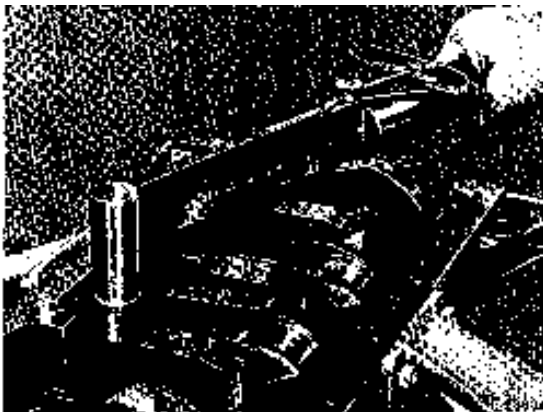


Fig. 54 Serrage des chapeaux paliers a l'aide d'une clé dynamométrique

Placer des coussinets neufs, rainurés coté bloc-cylindres et lisses cote chapeaux paliers.

Monter les chapeaux paliers en respectant leur repérage.

Serrer les chapeaux paliers au couple prescrit.

Vérifier le jeu de montage des tourillons du vilebrequin.

Démonter les chapeaux paliers.

Huiler les coussinets.

Placer les demi-cales de jeu axial du palier central / arrière, coté antifricition vers le vilebrequin.(Fig.53)

Placer le vilebrequin.

Serrer (Fig.54) les chapeaux paliers au couple prescrit en suivant le schéma de l'ordre de serrage (Fig.55).

Tourner le vilebrequin, après serrage de chaque palier, pour vérifier s'il existe d'accrochage.

Contrôler le jeu axial du vilebrequin (Fig.56).

Remplacer si nécessaire (Fig.57) les cales de jeu axial par d'autres d'épaisseur donnant le jeu prescrit.

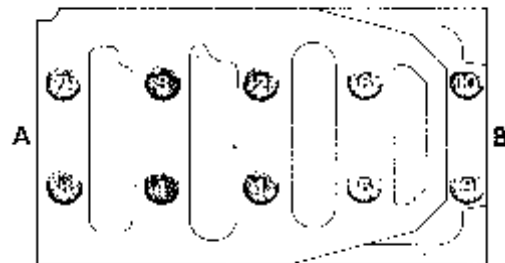


Fig. 55 Schéma de l'ordre de serrage des vis des chapeaux paliers

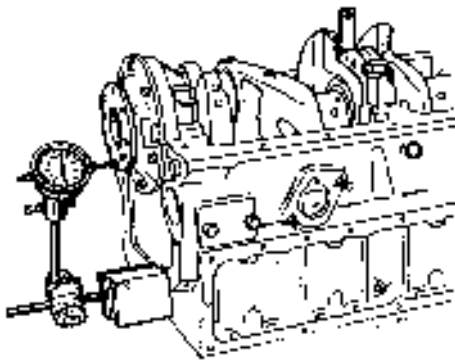


Fig. 56 Contrôle du jeu latéral du vilebrequin

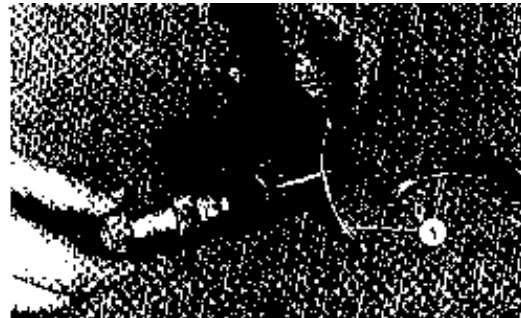


Fig. 57 Mesure de l'épaisseur des demi-cales de jeu latéral

5.3. Montage de l'ensemble piston-bielle dans le cylindre

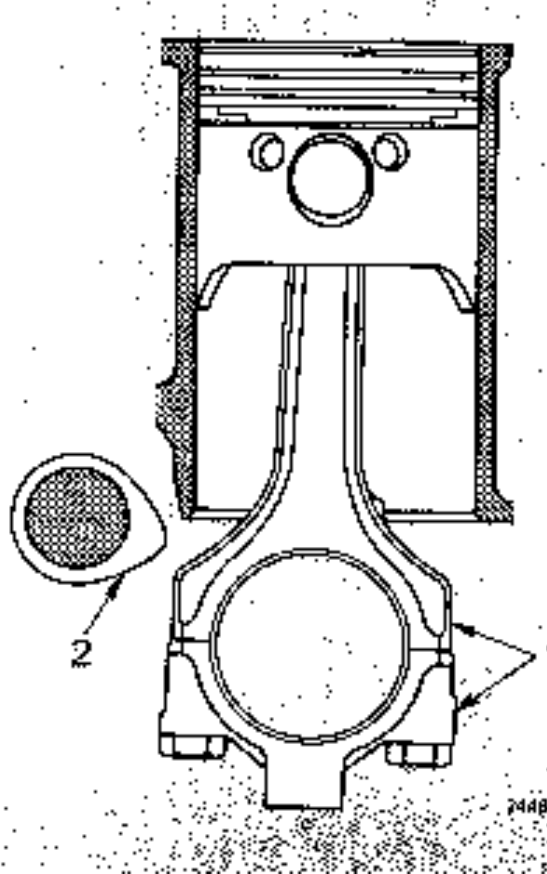


Fig. 58 Positionnement de l'ensemble piston-bielle par rapport au bloc cylindre

Placer les coussinets de bielle neufs.
 Monter les chapeaux de bielle en respectant leur repérage.
 Serrer les chapeaux de bielle au couple prescrit.
 Vérifier le jeu de montage des manetons du vilebrequin.
 Démontez les chapeaux de bielle.
 Huiler les coussinets.
 Vérifier les tierçages des segments.
 Serrer les segments de l'ensemble piston-bielle numéro 1 à l'aide d'un collier universel.
 Tourner le vilebrequin pour avoir deux manetons, 1 et 4 au PMH.
 Huiler les cylindres correspondants.
 Vérifier le positionnement des ensembles piston-bielle par rapport au bloc-cylindres (Fig.58): marquage du numéro d'appariement piston-bielle de côté opposé (ou de même côté) de l'arbre à cames.
 Introduire l'ensemble piston-bielle numéro 1 dans son cylindre (Fig.59).
 Procéder de la même manière pour l'ensemble piston-bielle numéro 4.
 Tourner le vilebrequin pour avoir les manetons 1 et 4 en PMB et pousser les pistons de manière à suivre le mouvement du vilebrequin.
 Monter les chapeaux de bielle 1 et 4 conformément au repérage.
 Serrer les chapeaux de bielle au couple

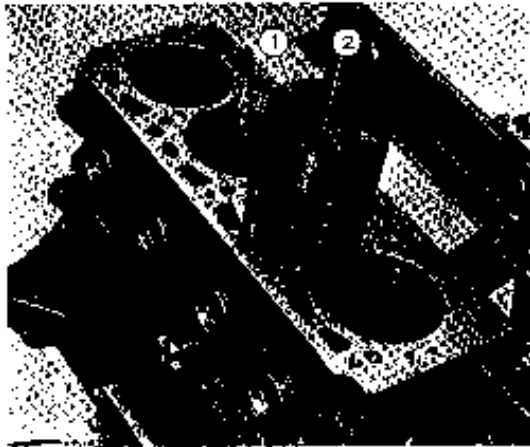


Fig. 59 Montage des pistons dans les cylindres à l'aide d'un collier universel

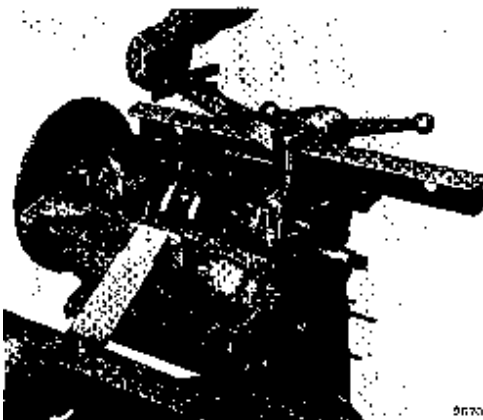


Fig. 60 Serrage des chapeaux de bielle au couple prescrit

prescrit (Fig.60).

Contrôler la libre rotation de l'équipage mobile.

Procéder de la même manière pour les ensembles piston-bielle numéros 2 et 3.

Monter les dispositifs d'étanchéité avant et arrière.

Monter le volant moteur en tenant compte de son repérage. Serrer les boulons au couple prescrit.

Déterminer le PMH du piston de référence numéro 1 à l'aide d'un comparateur (Fig.61).

Vérifier le positionnement face à face des repères extérieurs du moteur

Relever le dépassement des pistons par rapport au bloc-cylindres, pour le moteur diesel, afin de choisir l'épaisseur du joint de culasse.



Fig. 61 Contrôle du positionnement au PMH du piston de référence

IV TP.4. **EXPERTISE ET ASSEMBLAGE DE LA CULASSE**

IV.1. Objectifs visés :

- Faire correctement l'expertise de la culasse.
- Maîtriser l'assemblage et le montage de la culasse.

IV.2. Durée du TP :

10 heures

IV.3. Matériel par équipe :

a) Equipement :

- Moteurs différents.

b) Matière d'œuvre :

- Huile
- Chiffons.

IV.4. Description du TP :

Dans une première étape, les stagiaires doivent contrôler différents types de culasse.

Dans une seconde étape, les stagiaires doivent assembler différents types de culasse.

Dans une troisième étape, les stagiaires doivent monter différents types de culasse.

IV.5. Déroulement du TP.

5.1. Expertise de la culasse

Contrôle	Moyen de mesure	Conditions techniques
CULASSE		
1. Fissures des chambre a eau	Epreuve hydraulique	Utiliser de l'eau chaude. P = 4 bars, t = 2 mn
2. Planéité de la surface de joint (Fig. 62)	Règle métallique Jauges d'épaisseur	0,05 mm. pour 200 mm. de longueur. Rectifier plane sans dépasser la hauteur minimale (0,25 mm)
3. Volume de la chambre de combustion (Fig. 63)	Eprouvette graduée Huile ou pétrole	Le volume ne doit varier de plus de 1 cm afin d'assurer un bon équilibre du moteur
4. Alésage du guide de soupape (Fig. 64)	Jauge spéciale Micromètre Vérificateur d'intérieur	Vérifier le jeu de montage de la soupape. Chauffer la culasse a 120°C et changer le guide a la presse. Respecter le dépassement du guide par rapport à la culasse.
5. Portée du siège de soupape (Fig. 65, fig. 66, fig. 67)	Comparateur Soupape neuve Pied a coulisse	Vérifier le retrait de la soupape. Vérifier l'état de la portée et sa largeur. Refaire l'angle et la largeur de la

6. Alésages de l'arbre a cames 7. Filetage des trous filetés SOUPAPES 8. Portée conique de la tête (Fig. 68, fig. 69) 9. Diamètre de la tige 10. Surface en contact au culbuteur RESSORT DE SOUPAPE 11. Elasticité (Fig. 70, fig. 71)	Clé dynamométrique Micromètre Vérificateur d'intérieur Boulons différents Pied a coulisse Micromètre Micromètre Appareil a tarer	portée l'aide d'un jeu de fraises a tige de guidage. Rectifier la portée a l'aide d'une meule a tige de guidage. Roder la portée avec sa soupape. La surface de la portée doit avoir une teinte mate uniforme Les alésages doivent s'encadrer dans la tolérance admise. Vérifier la continuité du filetage. La surface doit être en bon état sans rayures et brûlures. L'épaisseur de la tête doit s'encadrer dans la tolérance admise. Rectifier, si le constructeur en permet. Roder la soupape rectifiée sur son siège. Le retrait de la soupape rectifiée doit s'encadrer dans la tolérance admise. Le diamètre ou le jeu de montage doit s'encadrer dans la tolérance admise. La longueur doit s'encadrer dans la tolérance admise. Le ressort ne doit pas présenter d'oxydation ni de criques. La longueur libre, la longueur sous charge partielle et la longueur sous charge totale doivent s'encadrer dans les tolérances admises
--	---	--

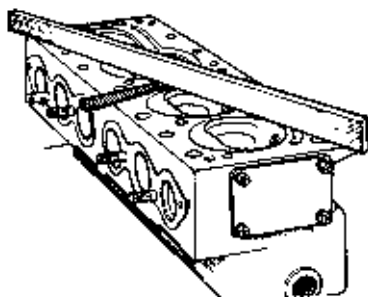


Fig. 62 Contrôle de la planéité de la

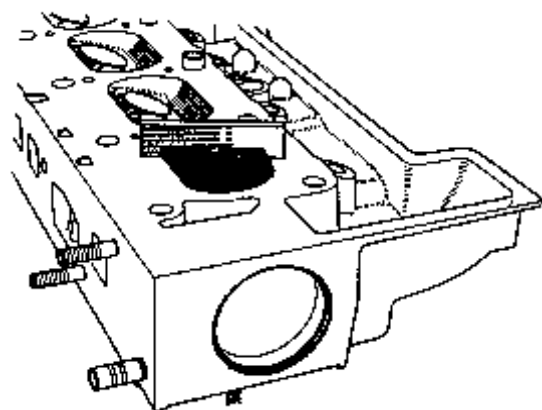


Fig. 63 Contrôle du volume de la

culasse

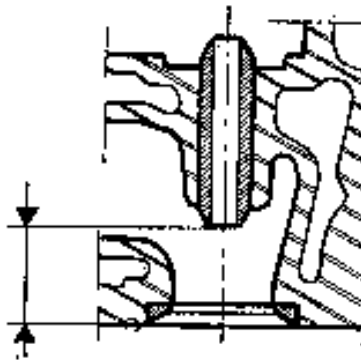


Fig. 64 Cote a respecter a la mise en place d'un guide de soupape

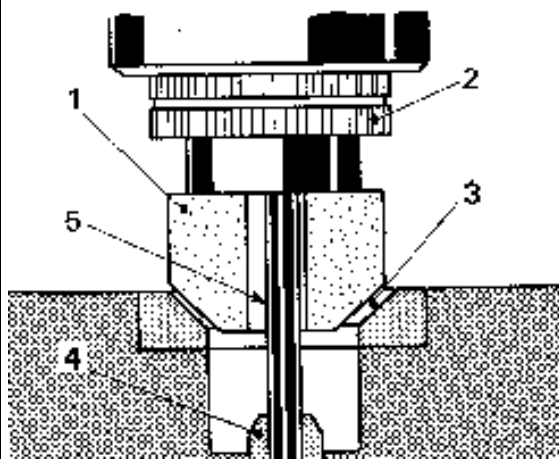


Fig. 66 Réalisation du siège de soupape par rectification

1. Meule a 45°
2. Rectifieuse
3. Siège de soupape a 45°
4. Guide de soupape
5. Tige de guidage

Fig. 67 Réalisation du dégagement supérieur

1. Meule
2. Dégagement supérieur
3. Siège de soupape a 45°

Fig. 68 Réalisation du dégagement inférieur

1. Meule
2. Siège de soupape a 45°
3. Dégagement inférieur

chambre de combustion

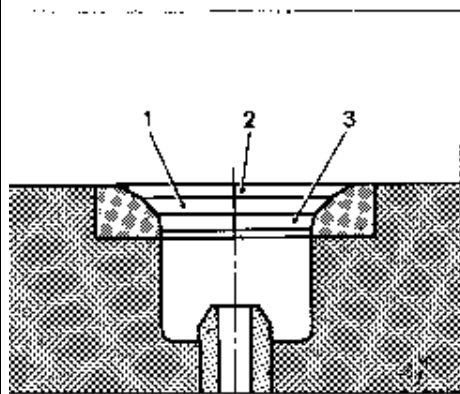
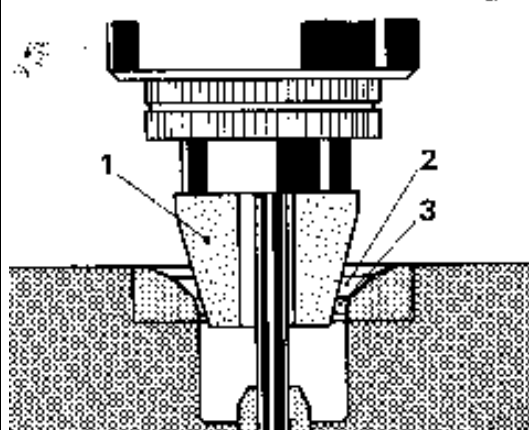
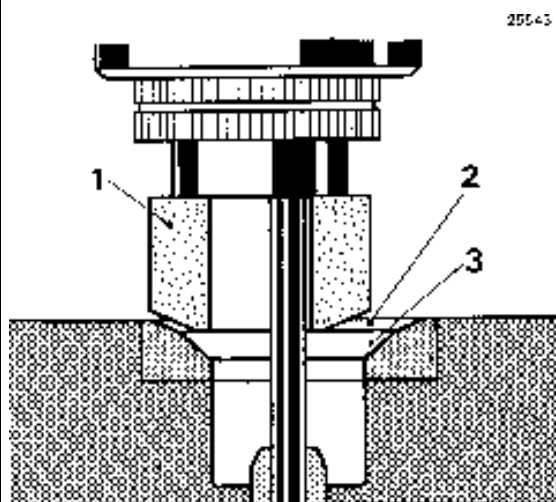


Fig. 65 Siège de soupape

1. Largeur du siège
2. Dégagement supérieur
3. Dégagement inférieur



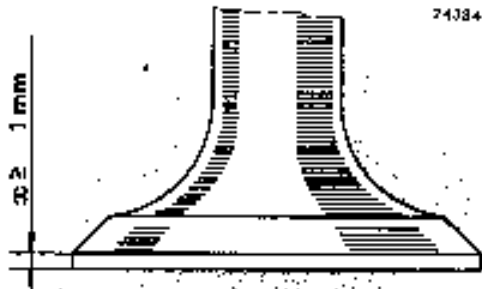


Fig. 69 Cote à vérifier après la rectification de la soupape

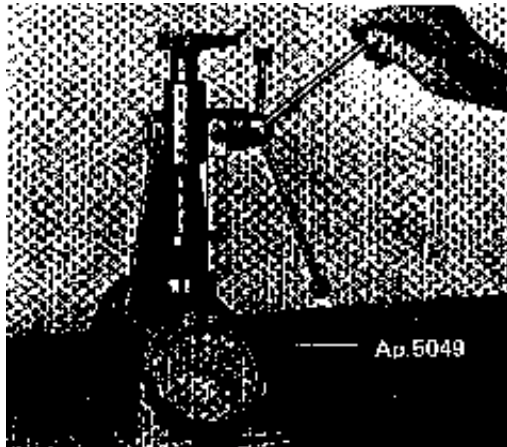


Fig. 71 Contrôle des ressorts des soupapes

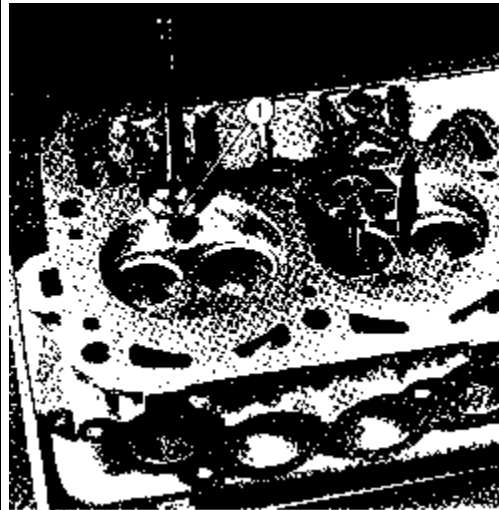


Fig. 70 Rodage des soupapes sur leur sièges : 1- Ligne de portée.

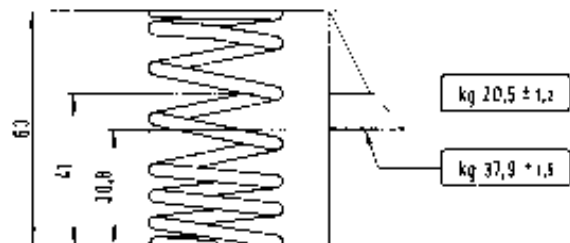


Fig. 72 Données principales de contrôle des ressorts

5.2. ASSEMBLAGE DE LA CULASSE

Huiler les tiges de soupapes.

Monter les soupapes sur leurs sièges respectifs.

Monter les joints d'étanchéité des soupapes.

Monter les coupelles inférieures.

Monter les ressorts en tenant compte qu'ils doivent avoir la même longueur et qu'ils doivent être placés avec les spires plus serrées cote culasse.

Monter les coupelles supérieures.

Comprimer les ressorts à l'aide d'un compresseur et monter les clavettes.

Vérifier le retrait des soupapes par rapport à la culasse (Fig. 73)

Vérifier l'étanchéité des soupapes (Fig. 74).

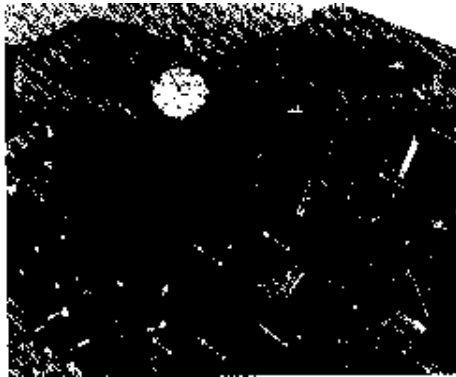


Fig. 73 Contrôle du retrait de la soupape

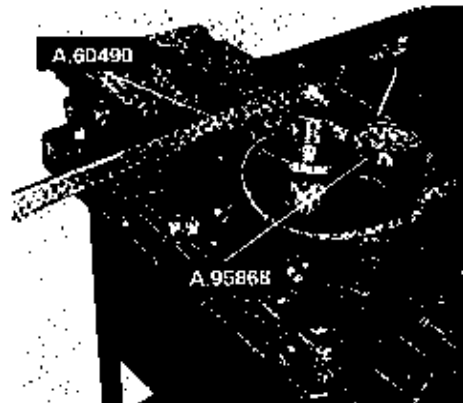


Fig. 74 Essai d'étanchéité des soupapes

5.3. MONTAGE DE LA CULASSE ASSEMBLEE

Enlever à l'aide d'une seringue le liquide (huile, eau, gasoil) pouvant se trouver dans les trous filetés de fixation de la culasse (bloc-cylindres).

Nettoyer les plans de joints du bloc-cylindres et de la culasse.

Placer le joint de culasse, marques et inscriptions dirigées vers le haut.

Placer la culasse complète en la centrant par rapport au joint et aux trous de fixation

Huiler sur filetage les boulons de fixation de la culasse et les placer dans les trous filetés

Effectuer le serrage de la culasse (Fig. 75) en respectant l'ordre et la méthode de serrage préconisés par le constructeur.

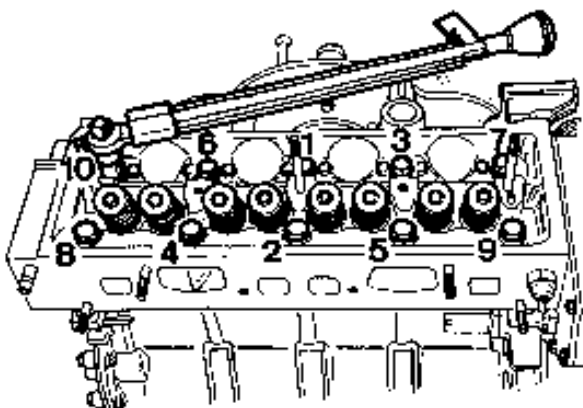


Fig. 75 Schéma de l'ordre de serrage d'une culasse

Fig. 76 Différentes méthodes de serrage

VOITURE	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6
RENAULT 12	55	-90°	55	CH	60	
RENAULT 19	30	70	-90°	20	+120°	
PEUGEOT 305.	50	75	+45°	CH	+40°	
CITROEN C 25	40	+100°	+100°	CH	R	+45°
FIAT 131-2000	20	40	+90°	+90°		
ALFA SUD	40	80	90			
AUDI METRO	40	75	CH	-90°	R	75
OPEL ASCONA	25	+60°	+60°	+60°	CH	+40°
BMW 735	40	65	+30°	+30°	+30°	
MERCEDES 300	70	+90°	+90°			
VW PASSAT	40	60	+180°	CH	+90°	
VOLVO 240	20	60	+90°			
TOYOTA CAMRY	55	+90°				
NISSAN 1800	75	85	CH	85		
MITSUBISHI PAJERO	100	CH	105			

55 = serrer le tout a 55 Nm (5,5 daNm)

-90° = desserrer le tout de 90°

+120° = resserrer le tout de 120°

CH = faire chauffer le moteur

R = laisser refroidir le moteur

V TP.5. EXPERTISE ET MONTAGE DES ORGANES DE LA DISTRIBUTION

V.1. Objectifs visés :

- Expertiser correctement les organes de la distribution.
- Maîtriser le montage des organes de la distribution.
- Faire correctement le calage de différents types de distribution

V.2. Durée du TP :

10 heures

V.3. Matériel par équipe :

a) Equipement :

- Moteur a commande de l'arbre a cames par pignons et a arbre a cames en latéral et soupapes en tête.
- Moteur a commande de l'arbre a cames par chaîne et a arbre a cames en tête et soupapes en tête.
- Moteur a commande de l'arbre a cames par courroie crantée et a arbre a cames en tête et soupapes en tête.

b) Matière d'œuvre :

- Huile
- Chiffons

V.4. Description du TP :

Dans une première étape, les stagiaires doivent contrôler les soupapes, les culbuteurs, les tiges de culbuteur les poussoirs et les arbres a cames.

Dans une seconde étape, les stagiaires doivent monter les différents types d'organes de distribution.

Dans une troisième étape, les stagiaires doivent faire le calage des différents types des distributions.

V.5. Déroulement du TP

5.1. Expertise des organes de la distribution.

Contrôle	Moyen de contrôle	Conditions techniques
CULBUTEUR 1. Surface en contact a la tige de soupape 2. Surface en contact a la tige de culbuteur / a la came 3. Alésage de la rampe de culbuteurs TIGE DE CULBUTEUR 4. Surfaces en contact au poussoir et a la vis de réglage 5. Flèche POUSOIR 6. Diamètre	Pied a coulisse Visuellement Micromètre Vérificateur d'intérieur	L'épaisseur du bras de pression doit s'encadrer dans la tolérance admise La surface de la vis de réglage doit être en bon état. L'alésage doit s'encadrer dans la tolérance admise.
4. Surfaces en contact au poussoir et a la vis de réglage 5. Flèche	Pied a coulisse Comparateur	La longueur doit s'encadrer dans la tolérance admise. La flèche doit s'encadrer dans la tolérance admise.
6. Diamètre	Micromètre	Le diamètre extérieur doit

7. Surface de contact ARBRE A CAMES	Micromètre	s'encadrer dans la tolérance admise La hauteur doit s'encadrer dans la tolérance admise
8. Diamètre des portées de palier (Fig. 76)	Micromètre	Le diamètre doit s'encadrer dans la tolérance admise.
9. Flèche des portées	Comparateur	La flèche du palier central doit s'encadrer dans la tolérance admise.
10. Levée des cames (Fig. 77)	Comparateur	La levée des cames doit s'encadrer dans la tolérance admise



Fig. 77 Contrôle des portées de l'arbre à cames

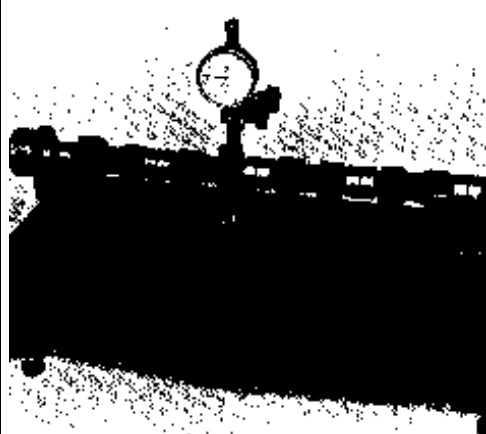


Fig. 78 Contrôle de levée de cames de l'arbre à cames

5.2. Montage des organes de la distribution

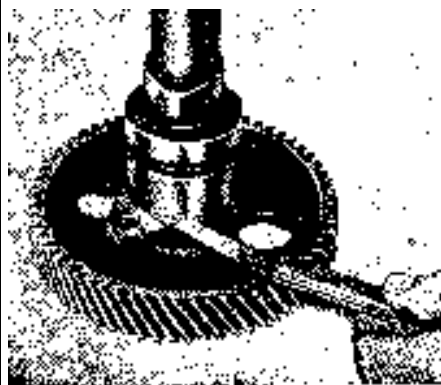


Fig. 79 Mesure du jeu axial de l'arbre à cames

A. Moteur à arbre à cames en latéral et commande de soupapes par culbuteurs. Vérifier le jeu axial entre bride et arbre à cames (Fig.79).

Placer l'arbre à cames dans le bloc-cylindres.

Serrer la bride de fixation de l'arbre à cames.

Placer les poussoirs dans le bloc-cylindres.

Placer et serrer la culasse assemblée.

Placer les tiges de culbuteurs.

Placer et serrer la rampe de culbuteurs.

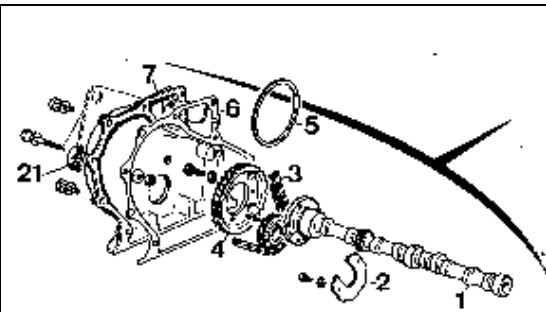


Fig. 80 Fixation de l'arbre à cames en tête : 2 – bride de fixation

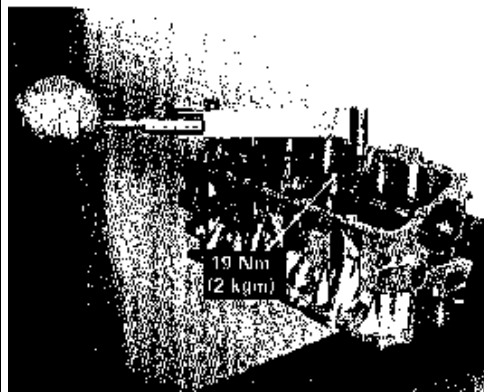


Fig. 81 Serrage au couple des paliers de l'arbre à cames

B. Moteur à arbre à cames en tête et commande de soupapes par culbuteurs. Placer l'arbre à cames dans la culasse. Placer et serrer la bride de fixation (Fig.80) de l'arbre à cames. Vérifier le jeu axial de l'arbre à cames. Placer la culasse assemblée. Serrer la culasse.

C. Moteur à arbre à cames en tête et commande de soupapes par poussoirs. Mettre en place les poussoirs avec leurs rondelles (pastilles) respectives, en respectant leur position relevée au démontage. Placer l'arbre à cames. Placer et serrer la bride de fixation de l'arbre à cames. Vérifier le jeu axial de l'arbre à cames. Placer les chapeaux paliers de l'arbre à cames en respectant leur repérage. Serrer progressivement les boulons de fixation des chapeaux paliers au couple prescrit (Fig.81). Monter la culasse assemblée.

5.3. Calage de la distribution.

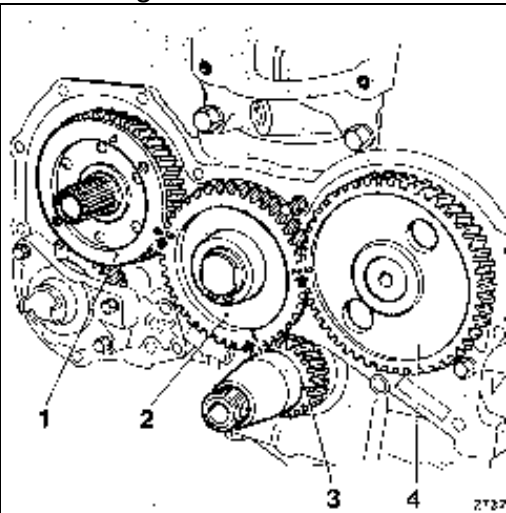


Fig. 82 Schéma de calage des pignons

A. Commande de l'arbre à cames par pignons (Fig.82).

Engager le pignon intermédiaire (2) sur son axe de manière que soit respecté :
 - le repérage pignon intermédiaire (2) / pignon du vilebrequin (3) ;
 - le repérage pignon intermédiaire (2) / pignon de l'arbre à cames (4).
 Assurer le pignon intermédiaire. Tourner le vilebrequin deux tours, dans le sens de rotation, pour amener le piston no. 1 en position PMH. Vérifier le repérage des pignons.

B. Commande de l'arbre à cames par chaîne (Fig.83).

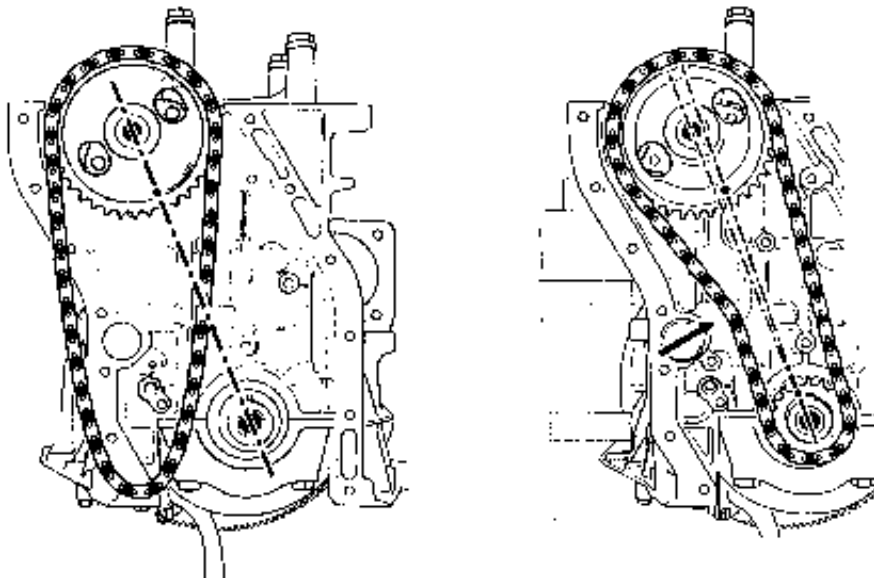


Fig. 83 Schéma de calage de la distribution par chaîne

Engager la chaîne sur le pignon de l'arbre à cames, qui n'est pas engagé complètement.

Aligner le repère du pignon de l'arbre à cames avec le centre du vilebrequin et celui de l'arbre à cames.

Tourner le vilebrequin pour amener la clavette d'entraînement de telle façon que le repère du son pignon est aussi sur la ligne qui rejoint les deux centres des pignons..

Placer le pignon de vilebrequin sur la chaîne.

Vérifier que le repère du pignon du vilebrequin est aligné avec celui du pignon de l'arbre à cames ainsi qu'avec le centre du vilebrequin et celui de l'arbre à cames.

Engager le pignon sur le vilebrequin et le pousser progressivement dans le même temps que l'arbre à cames.

Bloquer le pignon du vilebrequin au couple prescrit.

Monter le tendeur de chaîne, son patin étant bloqué.

Décaler légèrement les repères par rapport à l'axe passant par le centre de l'arbre à cames, la chaîne étant sans tension.

Débloquer le patin du tendeur jusqu'à ce qu'il appuie sur la chaîne.

Vérifier l'alignement des repères.

Tourner le vilebrequin deux tours, dans le sens de rotation, pour amener le piston no. 1 en position PMH et vérifier à nouveau l'alignement des repères.

Si la chaîne est démontable, monter le pignon du vilebrequin, aligner les repères, engager la chaîne, monter la chaîne et procéder de la même manière pour le montage du tendeur.

C. Commande de l'arbre à cames par courroie crantée (Fig.84).

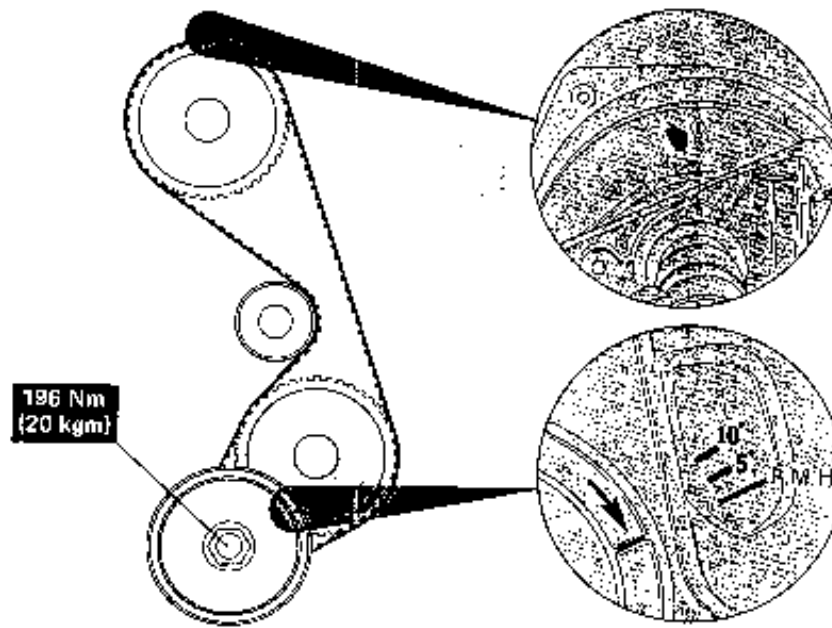


Fig. 84 Schéma de calage de la distribution par courroie crantée

Amener la roue dentée du vilebrequin en position d'alignement de son repère à l'index fixe ou en position de pigéage (orifices à mettre en concordance à l'aide d'une pige).

Amener la roue dentée de l'arbre à cames en position d'alignement de son repère avec l'index sur le carter ou en position de pigéage.

Desserrer ou désactiver (basculer) le tendeur.

Placer la courroie crantée en respectant son sens de montage et l'alignement de ses traits avec les repères sur les roues dentées.

Serrer au couple prescrit (4 daN) ou activer le tendeur.

Vérifier la tension de la courroie à l'aide d'un appareil approprié (elle peut être torsionnée jusqu'à max. 90°)

Tourner le vilebrequin 2 tours, dans le sens de rotation, pour amener le piston no. 1 en PMH.

Vérifier le repérage ou le pigéage.

VI TP.6. REGLAGE DES JEUX DES SOUPAPES

VI.1. Objectifs visés :

- Régler correctement les jeux des soupapes de différents types de moteurs.

VI.2. Durée du TP:

10 heures

VI.3. Matériel par équipe :

a) Equipement :

- Moteur a commande de soupapes par culbuteurs.
- Moteur a commande de soupapes par poussoirs.
- Moteur a commande de soupapes par linguets.

b) Matière d'œuvre :

- Chiffons.

VI.4. Description du TP :

Dans une première étape, les stagiaires doivent régler les jeux des soupapes d'un moteur a commande de soupapes par culbuteurs.

Dans une seconde étape, les stagiaires doivent régler les jeux des soupapes d'un moteur a commande de soupapes par poussoirs.

Dans une troisième étape, les stagiaires doivent régler les jeux des soupapes d'un moteur a commande de soupapes par linguets.

VI.5. Déroulement du TP

5.1. Commande des soupapes par culbuteurs

A. Première méthode

Tourner le vilebrequin dans le sens de rotation, pour amener le piston du cylindre no. 1 en position fin d'échappement / début d'admission, c'est à dire, les 2 soupapes ouvertes, en balancement ou en bascule (Fig.85).

A ce moment, dans le cylindre symétrique no. 4, la phase est fin de compression / début d'explosion. Les 2 soupapes sont fermées et il est alors possible de régler leurs jeux :

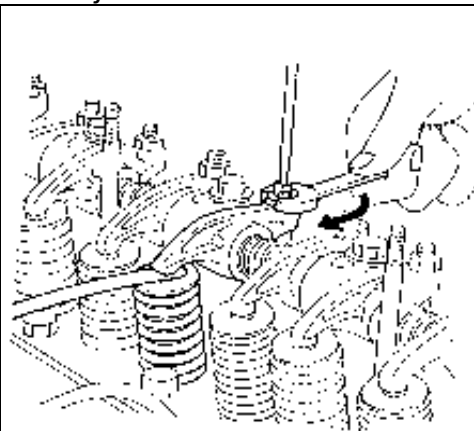


Fig. 85 Réglage de jeux de soupapes

- Desserrer le contre-écrou de la vis de réglage du culbuteur.
- Glisser la jauge d'épaisseur correspondante au jeu préconisé entre le patin de pression du culbuteur et la queue de soupape.
- Visser et dévisser la vis de réglage jusqu'à obtention d'un coulissement gras (une légère résistance est perceptible lorsqu'on tire) de la jauge.
- Bloquer le contre-écrou.

Tourner le vilebrequin d'un demi-tour (moteur a 4 cylindres) pour amener le piston du cylindre suivant en ordre d'allumage, no. 3, en position fin d'échappement / début d'admission, les 2 soupapes en balancement

Régler de la même manière les jeux des soupapes du cylindre symétrique, no. 2.

Procéder de la même manière pour les cylindres suivants.

Mettre en balancement les deux soupapes du cylindre : ordre d'allumage	Régler les jeux des soupapes du : cylindre symétrique :
Moteur a 4 cylindres : 1 3 4 2	4 2 1 3
Moteur a 6 cylindres : 1 5 3 6 2 4	6 2 4 1 5 3

B. Deuxième méthode

Tourner le vilebrequin dans le sens de marche, pour amener le piston du cylindre no. 1 en PMH en phase d'échappement, c'est à dire, la soupape d'échappement en pleine ouverture (a l'aide d'un comparateur)

A ce moment, le cylindre symétrique no. 4 est en phase de compression, donc la soupape d'échappement est fermée, et le cylindre suivant en ordre d'allumage no. 3 est en phase de détente, donc la soupape d'admission est fermée. Il est alors possible de régler les jeux de ces deux soupapes :

- Desserrer le contre-écrou de la vis de réglage.
- Glisser la jauge d'épaisseur correspondante au jeu préconisé.
- Visser et dévisser la vis de réglage jusqu'à l'obtention du coulisement gras.
- Bloquer le contre-écrou.

Tourner le vilebrequin d'un demi tour (moteur a 4 cylindres) pour amener le piston du cylindre suivant en ordre d'allumage, no. 3, en PMH, la soupape d'échappement en pleine ouverture.

Régler de la même manière le jeu de la soupape d'échappement du cylindre symétrique, no. 2, et le jeu de la soupape d'admission du cylindre suivant en ordre d'allumage, no. 4.

Procéder de la même manière pour les cylindres suivants.

Mettre en pleine ouverture la soupape d'échappement du cylindre : ordre d'allumage	Régler le jeu de la soupape d'échappement : du cylindre symétrique	Régler le jeu de la soupape d'admission du : cylindre suivant en ordre d'allumage
Moteur a 4 cylindres : 1 3 4 2	4 2 1 3	3 4 2 1
Moteur a 6 cylindres : 1 5 3 6 2 4	6 2 4 1 5 3	5 3 6 2 4 1

5.2. Commande des soupapes par poussoirs a pastille de réglage

Tourner le vilebrequin jusqu'à ce que les cames d'un même cylindre, en ordre d'allumage, ne reposent plus sur les poussoirs (balancement des soupapes du cylindre symétrique.)

Mesurer avec une jauge d'épaisseur, le jeu entre le dos de la came et la pastille de réglage :

- *Si le jeu est trop faible, il faut l'augmenter par le montage d'une pastille moins épaisse (cas A).*
- *Si le jeu est trop important, il faut le diminuer par le montage d'une pastille plus épaisse (cas B).*

	Cas A	Cas B
Jeu mesuré	0,20	0,30
Jeu prescrit	0,30	0,20
Différence	- 0,10	+ 0,10
Pastille existante (épaisseur)	3,40	2,70
Pastille à monter (épaisseur)	3,30	2,80
Jeu obtenu	0,30	0,20

Orienter les poussoirs de telle manière que leurs encoches se trouvent perpendiculairement par rapport à l'arbre a cames.

Tourner le moteur en arrière de 1/4 de tour, de manière a pouvoir enfoncer vers le bas les poussoirs.

Soulever les pastilles de réglage en utilisant une pince (Fig.86).

Choisir parmi les pastilles disponibles celles convenables pour la réalisation du jeu prescrit (Fig.87).

Monter les pastilles nécessaires.

Vérifier les jeux des soupapes.

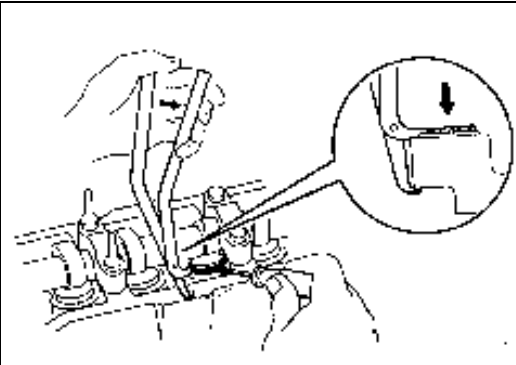


Fig. 86 Dépose d'une pastille de réglage

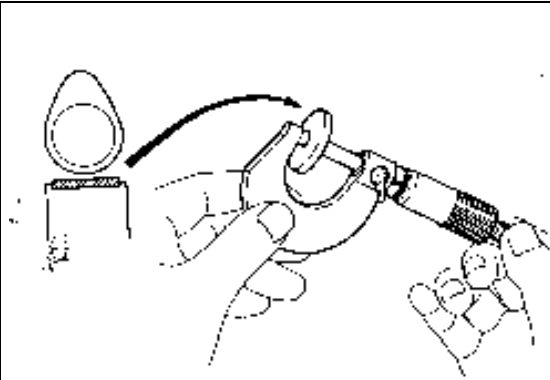


Fig. 87 Contrôle d'épaisseur d'une pastille de réglage

5.3. Commande des soupapes par linguets.

Tourner le moteur suivant la première méthode de réglage ou jusqu'à ce que les deux cames d'un même cylindre ne reposent plus sur les linguets.

Engager la jauge d'épaisseur correspondante entre le bec du linguet et le dos de la came.

Corriger, si nécessaire, le jeu.

A. Moteur OM 615 et 616, MERCEDES 200/220/240 :

- En prenant appui sur le 6 pans de la cuvette de ressort (clé de maintien) ;
- En desserrant le contre-écrou hexagonal de la queue de soupape ;
- En tournant l'écrou borgne dans un sens ou dans l'autre.

B. Moteur HK 1300, VOLKSWAGEN Golf et Jetta : en tournant la vis sphérique de réglage jusqu'à l'obtention du jeu préconisé

Vérifier le jeu de la soupape

Evaluation de fin de module

Durée : 3 heures

Observations et jugements	Barème / 40
<i>Faire l'expertise du bloc-cylindres</i>	
1. Diagnostic adéquat du bloc-cylindres.	
1.1. Définir un bloc-cylindres. Etudier le bloc-cylindres et déterminer : le type de bloc-cylindres, la course, l'alésage et la cylindrée.	/ 02
1.2. Différencier les chemises sèches et les chemises humides. Etudier les chemises du bloc-cylindres et déterminer : le type de chemise, les avantages et les inconvénients de la solution constructive.	/ 02
2. Contrôle correct de l'ovalisation et de la conicité d'un cylindre a l'aide d'un comparateur d'alésage.	
2.1. Utiliser la méthode adéquate. Précision des mesures. Qualité et méthode de mesure.	/ 04 / 02 / 02
<i>Faire l'expertise de l'embiellage</i>	
3. Démontage, contrôle et remontage corrects de l'embiellage.	
3.1. Contrôler et monter les pièces de l'embiellage Méthode de mesure du piston. Méthode de mesure de la bielle Qualité et méthode de montage.	/ 07 / 02 / 02 / 03
4. Contrôle efficace des manetons et tourillons du vilebrequin.	
4.1. Contrôler exactement un vilebrequin. Méthode de mesure des manetons et tourillons.	/ 02
<i>Faire l'expertise de la culasse.</i>	
5. Démontage, contrôle et remontage corrects d'une culasse.	
5.1. Contrôler la planéité et le volume de la chambre de compression. Méthode de contrôle de la planéité. Méthode de contrôle du volume de la chambre de compression	/ 02 / 01 / 01
5.2. Contrôler l'étanchéité des soupapes et monter la culasse. Méthode de contrôle de l'étanchéité des soupapes. Qualité et méthode de montage.	/ 03 / 01 / 02
<i>Faire l'expertise des organes de la distribution</i>	
6. Démontage, contrôle et remontage corrects des organes de la distribution. a. Utiliser les outils et les dispositifs adéquats.	/ 04

Méthode de contrôle de la soupape.	/ 01
Méthode de contrôle de l'arbre à cames.	/ 01
Qualité et méthode de montage.	/ 02
III. Calage adéquat de la distribution.	
7.1. Maîtriser la technique de calage de la distribution et de réglage de jeux de soupapes.	/ 14
Méthode de calage de la distribution à chaîne.	/ 04
Méthode de réglage de jeux de soupapes (commande par culbuteurs).	/ 04
Méthode de calage de la distribution à courroie crantée.	/ 04
Méthode de contrôle de jeux des soupapes (commande par poussoirs).	/ 02

[illegible]

OFPPT/DRIF www.info-ofppt.com les cours TREMOA & RVA