

# **Manuel d'atelier**

## **Moteurs diesel marins**

<b>A</b>
<b>2(0)</b>

**MD1B, MD2B, MD3B**



---

# **Manuel d'atelier**

## **Moteurs diesel marins**

### **MD1B, MD2B, MD3B**

#### **Table des matieres**

<b>Précautions de sécurité</b> .....	2
<b>Informations générales</b> .....	5
<b>Instructions de remise en état</b> .....	6
<b>Présentation</b> .....	8
<b>Bati de moteur</b>	
Description .....	10
Conseils pratiques de réparation .....	11
Test de compression .....	11
Culasses et système de soupapes .....	11
Blocs-cylindres et pistons .....	15
Contrôle du taux de compression .....	18
Arbre à cames .....	18
Vilebrequin .....	19
Démarrage manuel .....	22
<b>Système de graissage</b>	
Description .....	23
Conseils pratiques de réparation .....	23
Crépine d'huile .....	23
Pompe à huile .....	24
Filtre à huile .....	24
<b>Système d'alimentation</b>	
Description .....	25
Conseils pratiques de réparation .....	25
Pompe d'injection .....	25
Réglage de la course de la tige de réglage .....	26
Contrôle de l'angle d'injection .....	26
Injecteurs .....	27
Filtre à combustible .....	27
Purge du système d'alimentation .....	27
Contrôle de la pression d'alimentation .....	27
Pompe d'alimentation .....	28
Régulateur centrifuge .....	29
<b>Système de refroidissement</b>	
Description .....	30
Conseils pratiques de réparation .....	30
Pompe à eau de mer .....	30
Thermostat .....	31
<b>Système électrique</b>	
Description .....	32
Schéma de câblage électrique .....	32
<b>Outils speciaux</b> .....	36
<b>Caractéristiques techniques</b> .....	37

# Précautions de sécurité

## Introduction

Le présent Manuel d'atelier contient des caractéristiques techniques, des descriptions et instructions pour les produits ou les versions de produits Volvo Penta désignés dans la table des matières. Vérifiez que la documentation atelier appropriée est utilisée.

**Avant de commencer, lisez attentivement les informations de sécurité et les sections « Informations générales » et « Instructions de remise en état » du présent Manuel d'atelier.**

## Important

Vous trouverez les symboles d'avertissement suivants aussi bien dans le présent manuel que sur le moteur.



**AVERTISSEMENT !** Danger de dommages corporels, de dégâts matériels ou de panne mécanique grave en cas de non respect de ces instructions.



**IMPORTANT !** Servant à attirer votre attention sur quelque chose qui pourrait occasionner des dégâts ou une panne des produits ou des dégâts matériels.

**NOTE !** Servant à attirer votre attention sur des informations importantes qui permettent de faciliter votre travail ou l'opération en cours.

Vous trouverez ci-dessous un résumé des précautions que vous devez respecter lors de l'utilisation ou de la révision de votre moteur.



Immobilisez le moteur en coupant l'alimentation du moteur au niveau de l'interrupteur principal (ou des interrupteurs principaux), puis verrouillez celui-ci (ceux-ci) en position coupé (OFF) avant de procéder à l'intervention. Installez un panneau d'avertissement au point de commande du moteur ou à la barre.



En règle générale, toutes les opérations d'entretien devront s'effectuer lorsque le moteur est à l'arrêt. Cependant, pour certaines interventions (notamment lorsque vous effectuez certains réglages), le moteur doit tourner pendant leur exécution. Tenez-vous à distance d'un moteur qui tourne. Les vêtements amples ou les cheveux longs peuvent se prendre dans les pièces rotatives, provoquant ainsi de sérieux dommages corporels.

En cas de travail à proximité d'un moteur qui tourne, les gestes malheureux ou un outil lâché de manière intempestive peuvent provoquer des dommages corporels. Évitez les brûlures. Avant de commencer, prenez vos précautions pour éviter les surfaces chaudes (échappements, turbo-

compresseurs, collecteurs d'air de suralimentation, éléments de démarrage, etc.) et les liquides dans les tuyaux d'alimentation et flexibles lorsque le moteur tourne. Reposez toutes les pièces de protection déposées lors des opérations d'entretien avant de démarrer le moteur.



Assurez-vous que les autocollants d'avertissement ou d'information sur le produit soient toujours visibles. Remplacez les autocollants endommagés ou recouverts de peinture.



Moteur avec turbocompresseur : Ne démarrez jamais le moteur sans installer le filtre à air. Le compresseur rotatif installé dans le turbocompresseur peut provoquer de graves blessures corporelles. La pénétration de corps étrangers dans les conduits d'admission peut entraîner des dégâts matériels.



N'utilisez jamais de bombe de démarrage ou d'autres produits similaires pour démarrer le moteur. L'élément de démarrage pourrait provoquer une explosion dans le collecteur d'admission. Danger de dommages corporels.



Évitez d'ouvrir le bouchon de remplissage du système de refroidissement du moteur (moteurs refroidis à l'eau douce) pendant que le moteur est toujours chaud. Il peut se produire un échappement de vapeur ou de liquide de refroidissement chaud. Ouvrez soigneusement et doucement le bouchon de remplissage du liquide de refroidissement pour relâcher la pression avant de le retirer complètement. Procédez avec grande précaution s'il faut retirer d'un moteur chaud un robinet, un bouchon ou un conduit de liquide de refroidissement moteur. Il est difficile d'anticiper la direction de sortie de la vapeur ou du liquide de refroidissement chaud.



L'huile chaude peut provoquer des brûlures. Évitez tout contact de la peau avec de l'huile chaude. Assurez-vous que le système de lubrification n'est pas sous pression avant de commencer à travailler dessus. Ne démarrez ou n'utilisez jamais le moteur lorsque bouchon de remplissage d'huile est retiré, cela risquerait d'entraîner l'éjection d'huile.



Arrêtez le moteur et fermez la soupape de fond avant de pratiquer toute intervention sur le système de refroidissement du moteur.



Ne démarrez le moteur que dans un endroit bien aéré. Si vous faites fonctionner le moteur dans un lieu clôt, assurez-vous que les gaz d'échappement et les vapeurs de ventilation du carter sont évacuées hors du lieu de travail.

- 
- ⚠ Portez systématiquement des lunettes de protection lors de toute intervention comportant un risque de copeaux métalliques, d'étincelles de meulage, d'éclaboussures d'acide ou autres produits chimiques. Vos yeux sont extrêmement sensibles et, en cas de blessures, vous pouvez perdre la vue !
  - ⚠ Evitez tout contact de la peau avec l'huile. Le contact prolongé ou répété avec l'huile peut provoquer la perte des huiles naturelles de la peau. Ceci peut entraîner des problèmes d'irritation, de peau sèche, d'eczéma et autres affections dermatologiques. L'huile usagée est plus dangereuse pour la santé que l'huile neuve. Portez des gants de protection et évitez d'utiliser des vêtements et des chiffons imbibés d'huile. Lavez-vous régulièrement, notamment avant de manger. Utilisez une crème spéciale anti-dessèchement cutané qui facilitera le nettoyage de votre peau.
  - ⚠ Nombre de produits chimiques utilisés dans les produits (notamment les huiles moteur et de transmission, le glycol, l'essence et le gasoil), ou de produits chimiques utilisés dans l'atelier (notamment les dissolvants et la peinture) sont nocifs. Lisez attentivement les instructions qui figurent sur l'emballage des produits ! Observez toujours les instructions de sécurité (utilisez un masque de respiration, des lunettes et des gants de protection par exemple). Veillez à ce qu'aucune personne ne soit exposée, à son insu, à des substances nocives (notamment en respirant). Assurez-vous que la ventilation est bonne. Manipulez les produits chimiques usagés et le surplus conformément aux instructions.
  - ⚠ Un soin tout particulier est nécessaire lors de la recherche de fuites dans le système d'alimentation et lors du gicleur d'injection de carburant. Portez des lunettes de protection ! Le jet d'un gicleur d'injection de carburant est très fortement pressurisé et le carburant peut pénétrer profondément dans le tissu, provoquant des blessures graves, avec un risque d'empoisonnement du sang.
  - ⚠ Tous les carburants et beaucoup de produits chimiques sont inflammables. Assurez-vous qu'aucune flamme ou étincelle ne peut enflammer de carburant ou de produits chimiques. L'essence, certains dissolvants et l'hydrogène des batteries mélangés à l'air, dans certaines proportions, peuvent être très inflammables et explosifs. Il est interdit de fumer ! Assurez-vous que la ventilation est bonne et que les mesures de sécurité nécessaires ont été prises avant de procéder à tous travaux de soudure ou de meulage. Gardez toujours un extincteur à portée de main dans l'atelier.
  - ⚠ Stockez en toute sécurité les chiffons imbibés d'huile et de carburant, ainsi que les filtres à huile et à carburant. Dans certaines circonstances, les chiffons imbibés d'huile peuvent s'enflammer spontanément. Les carburants et les filtres à huile usagés constituent des déchets nocifs pour l'environnement et doivent être consignés sur un site de destruction agréée, de même que les huiles de lubrification usagées, les carburants contaminés, les restes de peinture, les dissolvants, les dégraissants et les déchets provenant du lavage des pièces.
  - ⚠ N'exposez jamais les batteries à des flammes vives ou à des étincelles électriques. Ne fumez jamais à proximité des batteries. Les batteries produisent de l'hydrogène qui, mélangé à l'air, peut former un gaz explosif – le gaz oxyhydrique. Ce gaz est facilement inflammable et très volatil. Le branchement incorrect de la batterie peut provoquer une étincelle, suffisante pour provoquer une explosion entraînant des dégâts importants. Ne remuez pas les branchements de la batterie lorsque vous démarrez le moteur (risque d'étincelle). Ne vous penchez jamais au dessus de batteries.
  - ⚠ Ne confondez jamais les bornes positive et négative de la batterie lors de l'installation. Une mauvaise installation peut provoquer des dommages graves au niveau des équipements électriques. Reportez-vous aux schémas de câblage.
  - ⚠ Portez toujours des lunettes de protection lors du chargement ou de la manipulation des batteries. L'électrolyte de batterie contient de l'acide sulfurique extrêmement corrosif. En cas de contact avec la peau, lavez immédiatement avec du savon et beaucoup d'eau. Si de l'acide de batterie entre en contact avec les yeux, rincez à l'eau abondamment, et consultez immédiatement votre médecin.
  - ⚠ Coupez le moteur et coupez l'alimentation à(aux) l'interrupteur(s) principal(aux) avant de commencer à travailler sur le système électrique.
  - ⚠ Les réglages de l'accouplement doivent s'effectuer lorsque le moteur coupé est à l'arrêt.

---

 Utilisez l'oeillet de levage monté sur le moteur/l'inverseur lorsque vous soulevez le dispositif de transmission. Assurez-vous systématiquement que l'appareil de levage utilisé est en bon état et que sa capacité de charge est suffisante pour soulever le moteur (poids du moteur, de l'inverseur et de tous les éventuels équipements supplémentaires installés).

Utilisez un palonnier pour soulever le moteur, afin d'assurer une manutention en toute sécurité et d'éviter toute détérioration des pièces du moteur installées sur le dessus du moteur. Les chaînes et câbles doivent être installés parallèlement les uns aux autres et, dans la mesure du possible, perpendiculaires au dessus du moteur.

Si l'équipement supplémentaire installé sur le moteur modifie son centre de gravité, il vous faudra utiliser un dispositif de levage spécial pour obtenir l'équilibre correct assurant la sécurité de manipulation.

Ne travaillez jamais sur un moteur suspendu à un treuil.

 Ne retirez jamais seul des composants lourds, même si vous utilisez des dispositifs de levage sûrs, tels que des palans bien fixés. Même avec l'emploi d'un dispositif de levage, il faut en

général deux personnes pour effectuer le travail, une pour s'occuper du dispositif de levage et l'autre pour s'assurer que les composants sont bien dégagés et qu'ils restent intacts lors du levage. Lorsque vous intervenez à bord, vérifiez que l'espace est suffisant pour retirer des composants sans risque de blessure ou de dégât.

 Les composants du système électrique, du système d'allumage (pour les moteurs à essence) et du système de carburant prévus pour les produits Volvo Penta sont conçus et fabriqués de manière à minimiser les risques d'incendie et d'explosion. Ne faites jamais tourner le moteur dans des endroits où sont stockées des matières explosives.

 Utilisez toujours des carburants recommandés par Volvo Penta. Reportez-vous au Manuel d'Instructions. L'utilisation de carburants de moindre qualité peut endommager le moteur. Dans le cas d'un moteur diesel, l'utilisation de carburant de mauvaise qualité peut provoquer le grippage de la bielle de commande et l'emballage du moteur, avec le risque supplémentaire de dommages au moteur et de dommages corporels. L'utilisation de carburant de mauvaise qualité peut également engendrer des coûts de maintenance plus élevés.

---

# **Informations générales**

## **A propos du manuel d'atelier**

Le présent manuel d'atelier contient des caractéristiques techniques, des descriptions et instructions destinées à la réparation de réparation des moteurs diesel marins MD1B, MD2B et MD3B. Le présent manuel d'atelier indique les opérations effectuées sur l'un des moteurs ci-dessus.

Le présent manuel d'atelier a été prévu principalement pour les ateliers Volvo Penta et le personnel qualifié. On suppose que les personnes qui utilisent ce manuel possèdent déjà une bonne connaissance de base des systèmes de propulsion marins et qu'ils sont à même d'effectuer les interventions mécaniques et électriques correspondantes.

Les produits Volvo Penta sont en évolution permanente. Par conséquent, nous nous réservons le droit à toute modification. Toutes les informations figurant dans ce manuel sont basées sur les caractéristiques produit disponibles au moment de l'impression. Toutes évolutions ou modifications essentielles introduites en production et toutes méthodes d'entretien remises à jour ou révisées après la date de publication seront fournies sous forme de notes de service.

## **Pièces de rechange**

Les pièces de rechange des systèmes électriques et d'alimentation sont soumises aux différents règlements de sécurité nationaux (notamment aux Etats-Unis aux Coast Guard Safety Regulations). Les pièces de rechange d'origine Volvo satisfont à ces règlements. Tout dégât causé par l'utilisation de pièces de rechange autres que Volvo Penta n'est couvert par aucune garantie de Volvo Penta.

# Instructions de remise en état

Les méthodes de travail décrites dans le manuel de service s'appliquent aux interventions effectuées en atelier. Le moteur a été démonté du bateau et se trouve dans un support de moteur. Sauf mention contraire, les travaux de remise à neuf pouvant être effectués lorsque le moteur est en place suivent la même méthode de travail.

Les symboles d'avertissement figurant dans le manuel d'atelier (pour leur signification, reportez-vous aux *informations de sécurité*)



**AVERTISSEMENT !**



**IMPORTANT !**

## NOTE !

ne sont en aucun cas exhaustifs du fait de l'impossibilité de prévoir toutes les circonstances dans lesquelles les interventions de service ou de remise en état peuvent être effectuées. Pour cette raison, nous ne pouvons souligner que les risques susceptibles de se produire en raison de l'utilisation de méthodes de travail incorrectes dans un atelier bien équipé où l'on utilise des méthodes de travail et des outils mis au point par nos soins.

Toutes les interventions prévues avec des outils spéciaux Volvo Penta dans le présent manuel d'atelier sont réalisées avec ces méthodes. Les outils spécifiques Volvo Penta ont été développés spécifiquement pour garantir des méthodes de travail sûres et rationnelles dans la mesure du possible. Toute personne utilisant des outils ou des méthodes de travail différentes de celles recommandées par Volvo Penta est responsable des éventuels blessures, dégâts ou dysfonctionnements qui pourraient intervenir.

Dans certains cas, des mesures et instructions de sécurité spécifiques peuvent être nécessaires pour utiliser des outils et produits chimiques cités dans ce manuel d'atelier. Respectez toujours ces instructions si le manuel d'atelier ne contient pas d'instructions séparées.

Certaines précautions élémentaires et un peu de bon sens peuvent éviter la plupart des accidents. Un atelier et un moteur propres réduisent la plus grande partie des risques de blessures et de dysfonctionnement.

Il est très important d'éviter la pénétration de saletés ou d'autres corps étrangers dans les systèmes d'alimentation, de lubrification, d'admission, dans le turbocompresseur, les roulements et les joints. Ils pourraient mal fonctionner ou accuser une durée de vie réduite.

## Notre responsabilité commune

Chaque moteur comporte de nombreux systèmes et composants qui fonctionnent ensemble. Si un composant dévie par rapport à ses spécifications techniques, les conséquences sur l'environnement peuvent être dramatiques, même si le moteur fonctionne correctement par ailleurs. Il est donc vital que les tolérances d'usure soient maintenues, que les systèmes réglables soient réglés correctement, et que les pièces d'origine Volvo Penta soient utilisées. Le programme de révision du moteur doit être respecté.

La maintenance et la révision de certains systèmes, tels que les composants du système de carburant, nécessitent un savoir-faire spécifique et des outils de contrôle spécifiques. Certains composants sont scellés en usine pour des raisons de protection de l'environnement. Aucune intervention ne doit être effectuée sur des composants scellés par des personnes non agréés.

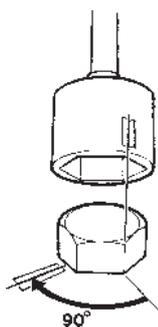
N'oubliez pas que la plupart des produits chimiques utilisés sur les bateaux nuisent à l'environnement en cas d'utilisation incorrecte. Volvo Penta préconise l'utilisation de dégraisseurs biodégradables pour le nettoyage des composants moteur, sauf mention contraire dans un manuel d'atelier. Une attention toute particulière est nécessaire lors de toute intervention à bord d'un bateau, afin d'éviter que l'huile et les déchets, destinés à un centre de traitement des déchets, ne soient expulsés dans l'environnement marin avec l'eau de fond de cale.

## Couples de serrage

Les couples de serrage des raccords critiques devant être serrés à l'aide d'une clé dynamométrique figurent le manuel d'atelier « Caractéristiques Techniques » : section « Couples de serrage », et figurent dans les descriptions des travaux du présent manuel. Tous les couples de serrage s'appliquent à des pas de vis, têtes de vis et surfaces de contact propres. Les couples concernent des pas de vis légèrement huilés ou secs. En cas de besoin de graisse ou d'agents de blocage ou d'étanchéité sur un raccord à vis, les informations associées figurent dans la description des travaux et dans la section « Couples de serrage ». Si aucun couple de serrage n'est indiqué pour un raccord, utilisez les couples généraux conformément aux tableaux ci-après. Les couples de serrage ci-après sont indiqués à titre d'information ; il n'est pas nécessaire de serrer le raccord à l'aide d'une clé dynamométrique.

Dimension	Couples de serrage	
	Nm	lbf.ft
M5	6	4,4
M6	10	7,4
M8	25	18,4
M10	50	36,9
M12	80	59,0
M14	140	103,3

## Couples de serrage – serrage d'angle



Le serrage à l'aide d'un couple de serrage et d'un angle de rapporteur nécessite d'abord l'application du couple préconisé à l'aide d'une clé dynamométrique, suivi de l'ajout de l'angle nécessaire selon l'échelle du rapporteur. Exemple : un serrage d'angle de 90° signifie que le raccord est serré d'un quart de tour supplémentaire en une opération, après l'application du couple de serrage indiqué.

## Ecrous de blocage

Ne réutilisez pas les écrous de blocage retirés lors du démontage, car leur durée de vie en est réduite – utilisez des écrous neufs lors du montage ou de la réinstallation. Dans le cas d'écrous de blocage dotés d'un insert en plastique, tels que les écrous Nylock®, le couple de serrage indiqué dans le tableau est réduit si l'écrou Nylock® possède la même hauteur de tête qu'un écrou six pans standard sans insert en plastique. Diminuez le couple de serrage de 25% dans le cas d'un écrou de 8 mm ou supérieur. Si les écrous Nylock® sont plus hauts ou de la même hauteur qu'un écrou six pans standard, les couples de serrage indiqués dans le tableau sont applicables.

## Classes de tolérance

Les vis et écrous sont divisés en différentes classes de force, la classe est indiquée par le nombre qui figure sur la tête du boulon. Un numéro élevé signifie un matériau plus fort ; par exemple, une vis portant le numéro 10-9 a une tolérance plus forte qu'une vis 8-8. Il est donc important, lors du remontage d'un raccord, de réinstaller dans sa position d'origine toute vis retirée lors du démontage d'un raccord à vis. S'il faut remplacer un boulon, consultez le catalogue des pièces de rechange pour identifier le bon boulon.

## Produits d'étanchéité

Un certain nombre de matériaux d'étanchéité et de liquides de blocage sont utilisés sur les moteurs. Ces produits ont des propriétés diverses et concernent différents types de forces de jointage, de plages de température de service, de résistance aux huiles et aux autres produits chimiques et aux différents matériaux et entrefers utilisés sur les moteurs.

Pour garantir une bonne intervention de maintenance, il est important d'utiliser le bon matériau d'étanchéité et type de liquide de blocage sur le raccord en question.

Dans le présent Manuel de service Volvo Penta, vous trouverez dans chaque section où ces matériaux sont appliqués en production le type utilisé sur le moteur.

Lors des interventions de service, utilisez le même matériau ou un produit de remplacement provenant d'un autre fabricant.

Veillez à ce que les surfaces de contact soient sèches et exemptes d'huile, de graisse, de peinture et de produits antirouille avant de procéder à l'application du produit d'étanchéité ou du liquide de blocage.

Respectez toujours les instructions du fabricant concernant la plage de températures, le temps de séchage, ainsi que toutes autres instructions portant sur le produit.

Deux types de produits d'étanchéité sont utilisés sur le moteur, soit :

Produit RTV (vulcanisation à température ambiante). Utilisé pour les joints d'étanchéité, raccords d'étanchéité ou revêtements. L'agent RTV est nettement visible lorsqu'un composant a été démonté; un vieil agent RTV doit être éliminé avant de sceller de nouveau le joint.

Les produits RTV suivants sont mentionnés dans le Manuel de service : Loctite® 574, Volvo Penta 840879-1, Permatex® N° 3, Volvo Penta N/P 1161099-5, Permatex® N° 77. Dans tous les cas, l'ancien produit d'étanchéité peut être retiré à l'aide d'alcool méthylique.

Agents anaérobiques. Ces agents sèchent en l'absence d'air. Ils sont utilisés lorsque deux pièces solides, telles que des composants coulés, sont montées face à face sans joint d'étanchéité. Ils servent souvent pour fixer les bouchons, les pas de vis d'un goujon, les robinets, les pressostats d'huile, etc. Le matériau séché étant d'aspect vitreux, il est coloré pour le rendre visible. Les agents anaérobiques secs sont extrêmement résistants aux dissolvants ; l'ancien agent ne peut donc être retiré. Lors de la réinstallation, la pièce est soigneusement dégraissée, puis le nouveau produit d'étanchéité est appliqué.

Les produits anaérobiques suivants sont cités dans le Manuel de service : Loctite® 572 (blanc), Loctite® 241 (bleu).

**NOTE !** Loctite® est une marque déposée de Loctite Corporation, Permatex® est une marque déposée de Permatex Corporation.

# Présentation

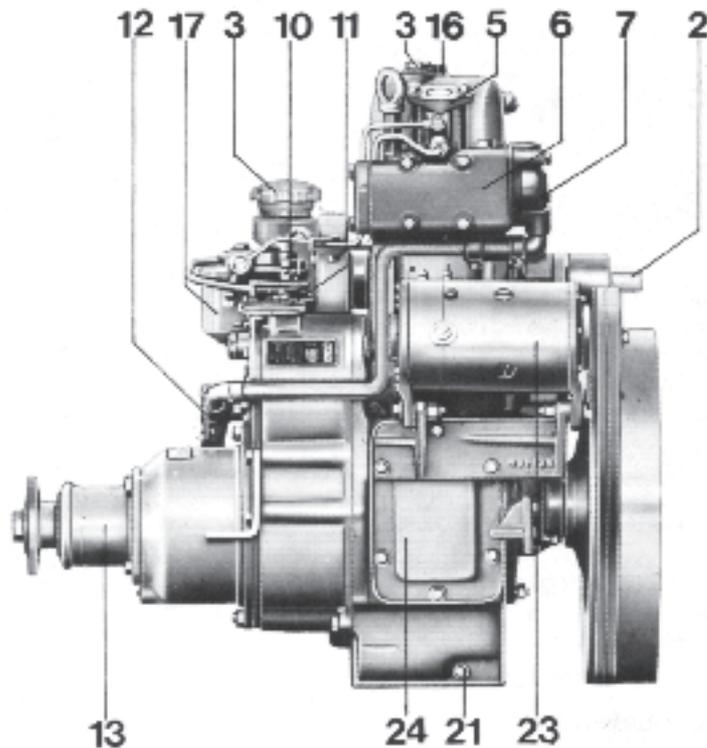


Figure 1. MD1B avec inverseur type RB démultiplication 1,87: 1

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1. Levier de commande d'inverseur                      | 15. Poignée de décompression       |
| 2. Arbre de démarrage manuel                           | 16. Cache-culbuteurs               |
| 3. Remplissage d'huile, moteur                         | 17. Filtre fin                     |
| 4. Manomètre d'huile                                   | 18. Pompe d'alimentation           |
| 5. Injecteur   | 19. Manoccontact d'huile           |
| 6. Tubulure d'échappement refroidie par eau            | 20. Filtre à huile                 |
| 7. Carter de thermostat (carter de distribution d'eau) | 21. Vidange d'huile, moteur        |
| 8. Démarreur   | 22. Alternateur                    |
| 9. Jauge d'huile                                       | 23. Dynamo-démarreur               |
| 10. Pompe d'injection                                  | 24. Porte de visite                |
| 11. Bras de réglage                                    | 25. Vidange d'huile, inverseur     |
| 12. Pompe à eau de mer                                 | 26. Remplissage d'huile, inverseur |
| 13. Inverseur  | 27. Vidange d'eau, réducteur       |
| 14. Filtre à air avec silencieux d'admission           | 28. Réducteur                      |

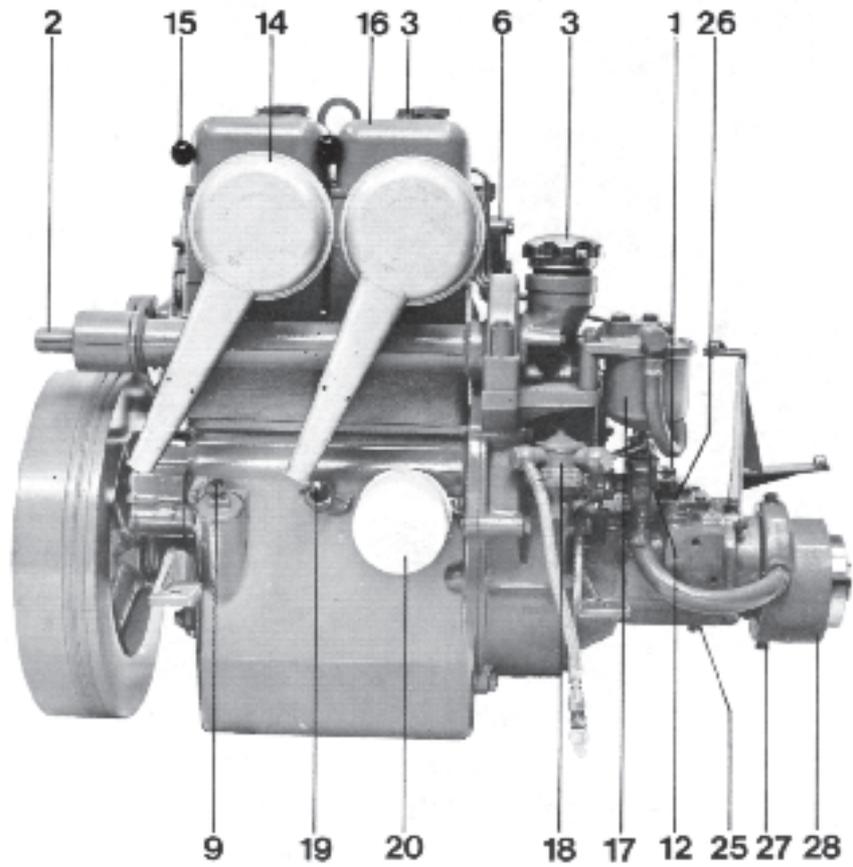


Figure 2. MD2B avec inverseur type MS démultiplication 1,91: 1 (signification des chiffres : voir page 8)

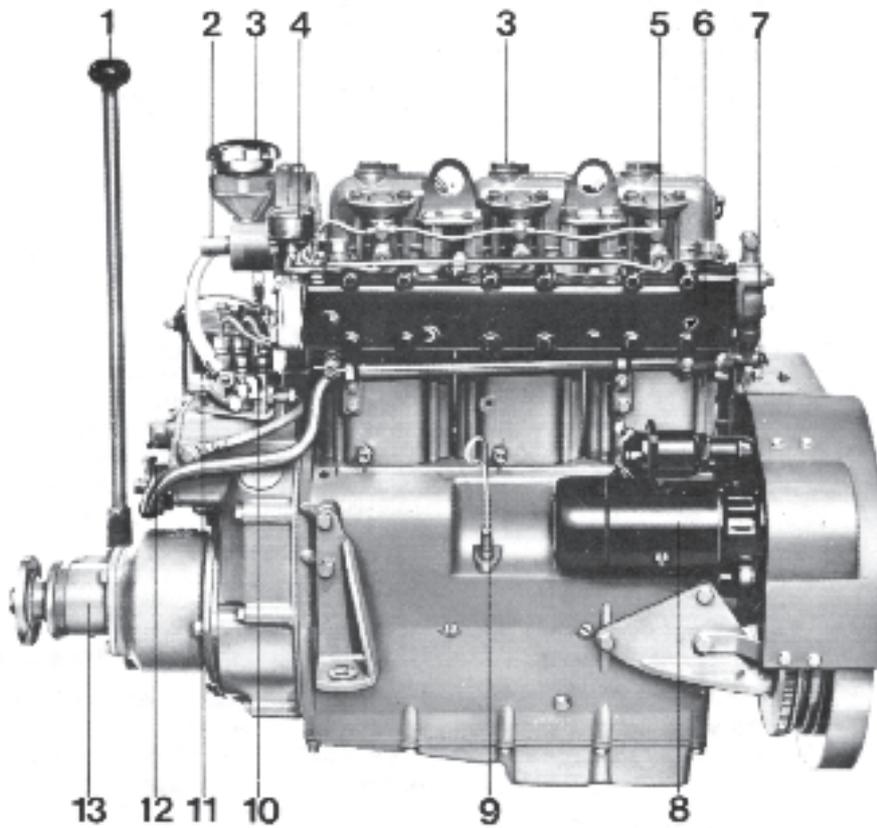


Figure 3. MD3B avec inverseur type RB démultiplication 1,87: 1 (signification des chiffres : voir page 8).

# Bati de moteur

## Description

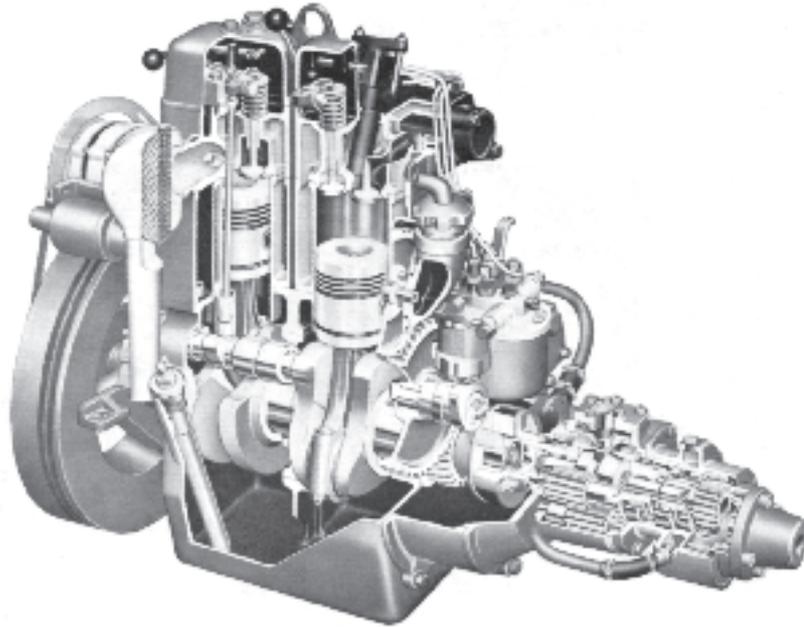


Figure 4. Moteur MD2B avec inverseur type MS (démultiplication 1,91: 1), en vue ouverte.

### Blocs-cylindres et carter moteur

Les blocs-cylindres, qui sont identiques et interchangeables, sont faits de fonte. Les cylindres sont enveloppés de chemises de refroidissement. Le carter de moteur, en fonte, est muni d'une porte de visite. Au lieu de cette porte de visite, il existe sur le MD3B un carter d'huile démontable.

Le bloc-cylindres est maintenu en place par la culasse qui est fixée sur le carter moteur par de longs goujons.

### Culasses, soupapes

Les culasses, une pour chaque cylindre, sont en alliage spécial de fonte d'une grande résistance thermique.

Les injecteurs sont montés dans de minces douilles en cuivre qui sont enveloppées d'eau de refroidissement en cours de marche. Cette construction permet un refroidissement très efficace des injecteurs.

Les soupapes sont montées suspendues dans les culasses et sont commandées par l'arbre à cames, par l'intermédiaire des poussoirs de soupapes, des tringles de culbuteurs et des culbuteurs.

Les soupapes couissent dans des guides interchangeables. Le réglage du jeu entre les soupapes et les culbuteurs correspondants se fait avec des vis de réglage sur ces culbuteurs.

Le graissage des culbuteurs se fait par un conduit d'huile qui est relié à la pompe à huile.

Les soupapes d'admission sont munies de joints étanches à l'huile. Soupapes d'admission comme d'échappement sont munies de capuchon d'usure.

Un dispositif de décompression, incorporé dans les cache-culbuteurs, permet le démarrage manuel du moteur.

### Pistons, segments de pistons, bielles

Les bielles sont forgées en matrice et durcies par traitement thermique. Les coussinets de bielles sont revêtus de bronze au plomb antifricction. Les pistons, en alliage léger, possèdent chacun trois segments de compression et un segment raclleur d'huile. Le segment de tête est chromé, ce qui permet d'en réduire l'usure. Un logement aménagé au fond de chaque piston constitue la chambre de combustion.

### Axes de pistons

Les axes de pistons sont en acier cémenté. Grâce à la cémentation, ils obtiennent une surface très dure et résistant à l'usure tout en conservant un noyau tenace, donc résistant à la rupture.

### Vilebrequin et paliers de vilebrequin

Le vilebrequin, forgé en matrice, possède des paliers trempés superficiellement : quatre paliers pour le MD3B, trois pour le MD2B et deux pour le MD1B. Les coussinets de vilebrequin sont interchangeables et sont revêtus de bronze au plomb antifricction.

Le palier arrière du vilebrequin est muni de rondelles axiales pour le guidage des déplacements dans le sens axial.

## Conseils pratiques de réparation

### Test de compression

La meilleure façon de connaître l'état du moteur est d'en faire un test de compression.

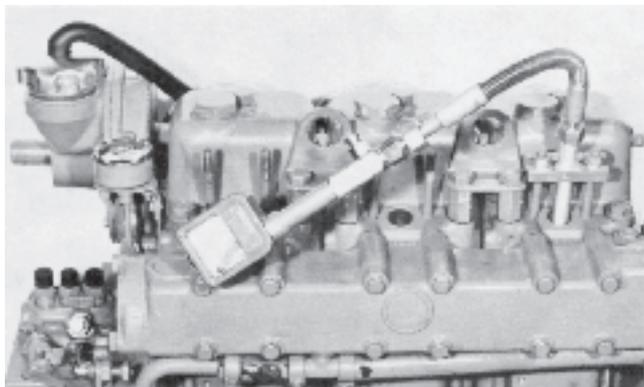


Figure 5.

### Moteurs à démarrage électrique :

1. Faire tourner le moteur pour le chauffer.
2. Démonter les injecteurs à tour de rôle et monter à la place le compressiomètre.
3. Placer la commande d'accélérateur en position zéro et faire tourner le moteur au démarreur jusqu'à obtenir la valeur maxi sur le compressiomètre.

**REMARQUE :** La batterie doit être en bon état. La compression doit être de 20 à 24 kp/cm<sup>2</sup>. L'essentiel est surtout que la différence de pression entre les différents cylindres ne dépasse pas 10%.

4. Une faible compression à tous les cylindres peut provenir d'une usure exagérée des segments de pistons et des chemises. Si la pression est faible à l'un des cylindres, c'est que les soupapes de ce cylindre ne sont pas étanches ou que ses segments de pistons sont endommagés.

### Moteurs sans démarrage électrique :

Monter le compressiomètre et placer la poignée de décompression en position verticale, dirigée vers le haut. Tourner le moteur le plus vite possible avec la manivelle de démarrage et rabattre la poignée de décompression pour le cylindre en question tout en continuant à tourner la manivelle.

## Culasses et système de soupapes

### Dépose des culasses

1. Vider le système de refroidissement.
2. Déposer les cache-culbuteurs.
3. Déposer les filtres à air.

4. Déconnecter les tuyaux de refoulement et le conduit de combustible de fuite. Mettre des capuchons de protection.
5. Déconnecter les tuyaux et flexibles de la tubulure d'échappement. Démontez ensuite cette tubulure.
6. Déconnecter le conduit d'huile des axes de culbuteurs et enlever les vis de fixation des porte-paliers de l'axe de culbuteurs. Déposer la culbuterie et les tringles de culbuteurs.

**REMARQUE :** Repérer les porte-paliers afin d'en faciliter le remontage aux mêmes places. Enlever les capuchons d'usure des soupapes.

Pour le MD3B seul :

Démontez le dispositif de démarrage manuel et éventuellement le support du manomètre d'huile de la culasse.

7. Enlever les vis et écrous de fixation des culasses. Enlever ensuite les culasses en veillant à ne pas endommager les pointes des injecteurs.
8. Enlever le joint de culasse.

### Démontage des culasses

1. Desserrer et enlever les écrous et l'étrier de fixation des injecteurs. Retirer les injecteurs.
2. Démontez les soupapes, les ressorts de soupapes et les joints d'étanchéité des soupapes d'admission. Poser les soupapes dans l'ordre sur une déshabilleuse.
3. Bien nettoyer toutes les pièces, en particulier les canaux de passage d'eau de refroidissement. Faire un test d'étanchéité sous une pression d'eau de 3 kp/cm<sup>2</sup>.

### Echange des douilles de cuivre et des joints d'étanchéité des injecteurs

#### Démontage

1. Introduire l'extracteur No 884081 dans la douille d'injecteur, jusqu'à ce qu'il touche le fond et de telle manière que les tubes de l'étrier soient emmanchés sur les goujons de culasse.

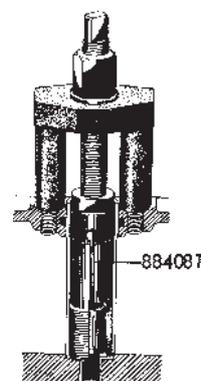


Figure 6. Démontage des douilles d'injecteurs.

2. Tourner la broche à expansion de l'outil dans le sens contraire d'horloge, ce qui serre cette broche à l'intérieur de la douille. Ne pas serrer trop fortement, seulement jusqu'à ce que la broche ait une bonne prise (figure 6).
3. Faire descendre l'écrou, ce qui fait remonter la douille et la broche qui est serrée dedans. On peut ensuite démonter la douille d'injecteur de la broche de l'outil.
4. Enlever le joint d'étanchéité dans la partie supérieure de la culasse et bien nettoyer le logement, en particulier dans la partie inférieure au plus petit diamètre. Veiller également à ce que ce logement ait une surface homogène et débarrassée de rouille, ce qui est indispensable pour l'étanchéité de la nouvelle douille d'injecteur.

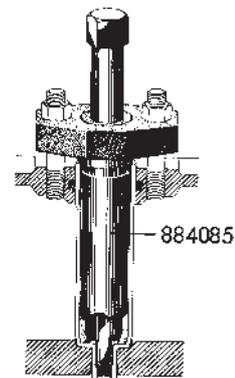


Figure 8. Evasement des douilles d'injecteurs.

### Montage

1. Enduire de graisse le nouveau joint d'étanchéité et le poser dans la gorge correspondante sur la culasse. Veiller à ce que le joint soit correctement positionné et qu'il ne soit pas endommagé.
2. Poser la douille d'injecteur sur le mandrin No 884077 et lubrifier la douille extérieurement. Introduire le mandrin et la douille dans le trou dans la culasse tout en tournant l'outil et la douille dans le sens d'horloge ou dans le sens contraire.

Aussitôt que la partie au plus petit diamètre de la douille entre en contact avec le fond du logement, enfoncer la douille en place avec un marteau et un mandrin, figure 7.

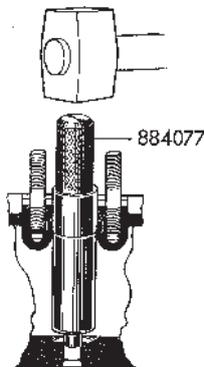


Figure 7. Mise en place des douilles d'injecteurs.

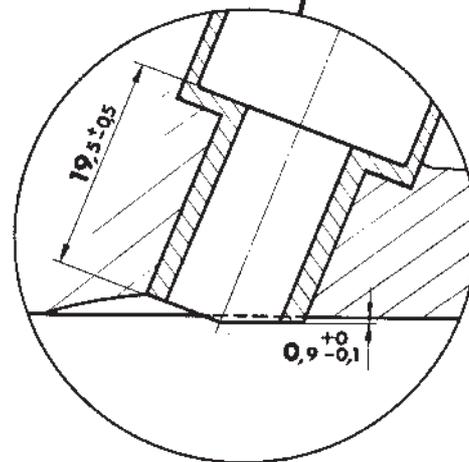
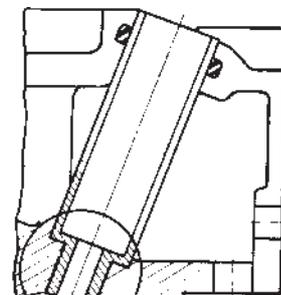


Figure 9. Réglage des douilles d'injecteurs

3. Lubrifier l'outil d'évasement No 884085 (voir figure 8) et l'enfoncer dans la douille (en veillant à ce que l'axe de l'outil soit bien revissé en arrière).
4. Visser le mandrin vers le bas, dans la mesure permise par l'embase de la douille d'injecteur, ce qui évase la douille. Enlever l'outil.
5. Régler ensuite la longueur de la douille comme indiqué sur la figure 9.

**REMARQUE :** Si la douille d'injecteur bute contre la soupape d'échappement, il faudra chanfreiner son bord inférieur, côté soupape.

### Guides de soupapes

Pour déterminer le degré d'usure des guides de soupapes, poser une nouvelle soupape dans le guide et mesurer le jeu avec un comparateur comme indiqué sur la figure 10.

Concernant les tolérances permises, voir « Caractéristiques techniques ». Au delà des tolérances permises, il faut remplacer les guides de soupapes.

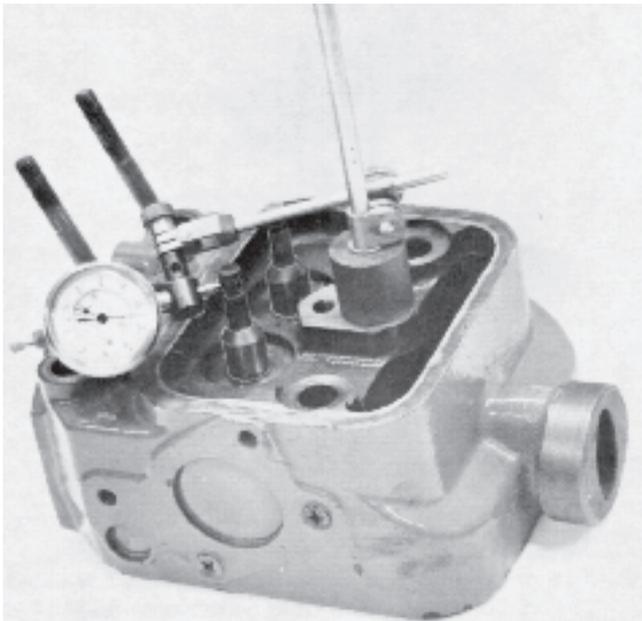


Figure 10. Contrôle de l'usure des guides de soupapes.

### Echange des guides de soupapes

1. Extraire les guides de soupapes avec l'outil No 999 1459 (figure 11).
2. Lubrifier les guides extérieurement et les enfoncer en place avec l'outil No 884499, et qui permet de positionner correctement le guide à la hauteur requise au-dessus de plan des ressorts. Après la mise en place, la distance « A » doit être de 18 mm (voir figure 11).
3. Si nécessaire, réaléser les guides de soupapes avec l'outil 9994128.

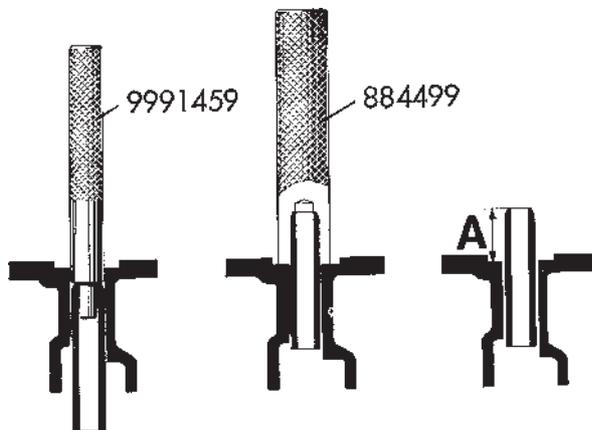


Figure 11. Outil pour démontage et montage des guides de soupapes.

### Rectification des soupapes et des sièges de soupapes

1. Avant de commencer la rectification, il faut remplacer les guides de soupapes qui ont dépassé la limite d'usure.
2. Usiner les sièges de soupapes avec un alésoir ou un disque abrasif. Aléser seulement jusqu'à ce que les sièges aient une forme correcte et une bonne surface de contact. L'angle au siège doit être de 45° et la largeur (« B », figure 12) de 1,5 mm. Le réglage de la largeur se fait avec un alésoir ou un disque abrasif de 30° ou 60°.
3. Bien nettoyer les soupapes et les rectifier à la machine. L'angle aux sièges de soupapes doit être de 44,5°. La surface d'étanchéité doit être rectifiée seulement jusqu'à ce qu'elle devienne « propre ». Si, après rectification, il reste moins de 1 mm au bord de la tête de soupape, il faudra jeter la soupape. Il en est de même lorsque les soupapes ont des queues tordues ou lorsque la cote « A », figure 12, dépasse 2,5 mm. Si cette cote est dépassée même avec les nouvelles soupapes, il faudra remplacer la culasse.
4. Rectifier les soupapes avec une pâte abrasive et contrôler la surface de contact avec une couleur de marquage.

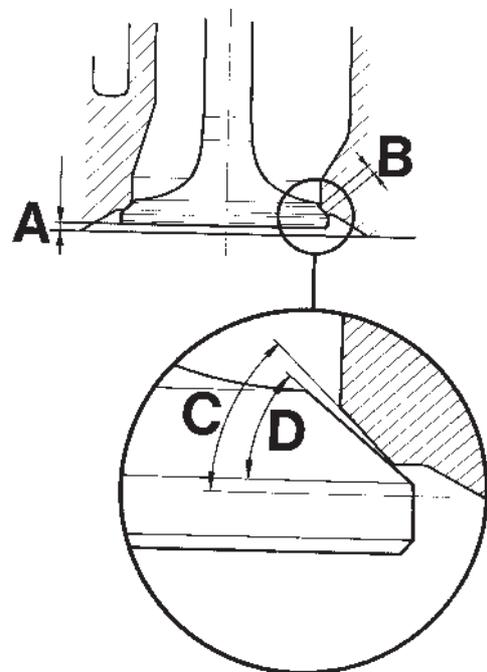


Figure 12. Cotes de rectification des soupapes et sièges de soupapes :

A = Maxi 2,5 mm      C = 45°  
B = 1,5 mm            D = 44,5°

### Contrôle des ressorts de soupapes

Les ressorts de soupapes doivent être contrôlés au point de vue rectitude, longueur et tension. Ce travail se fait dans un testeur de ressorts. Les ressorts non conformes aux normes indiquées dans les caractéristiques doivent être remplacés.

### Tringles de culbuteurs

Les tringles de culbuteurs doivent être rectilignes sur toute leur longueur. Le contrôle se fait de préférence sur un plateau de tour. En cas d'écart insignifiant, on peut redresser ces tringles avec un maillet en caoutchouc. Contrôler également les billes et les sièges au point de vue dégâts.

## Poussoirs de soupapes

Contrôler les poussoirs de soupapes au point de vue usure. La surface de montage, côté bloc-cylindres, ne doit pas être rayée ou poreuse. La surface de contact, côté arbre à cames, ne doit pas être rugueuse ou exagérément usée. Remplacer les poussoirs en cas de nécessité.

## Culbuterie

1. Enlever les jons de verrouillage à l'axe de culbuteurs et démonter les culbuteurs de l'axe.

**REMARQUE :** Les culbuteurs ne sont pas identiques. Bien les repérer afin d'en faciliter le remontage.

2. Nettoyer toutes les pièces en faisant particulièrement attention aux canaux de circulation d'huile dans l'axe de culbuteurs et aux trous de passage d'huile sur les culbuteurs.

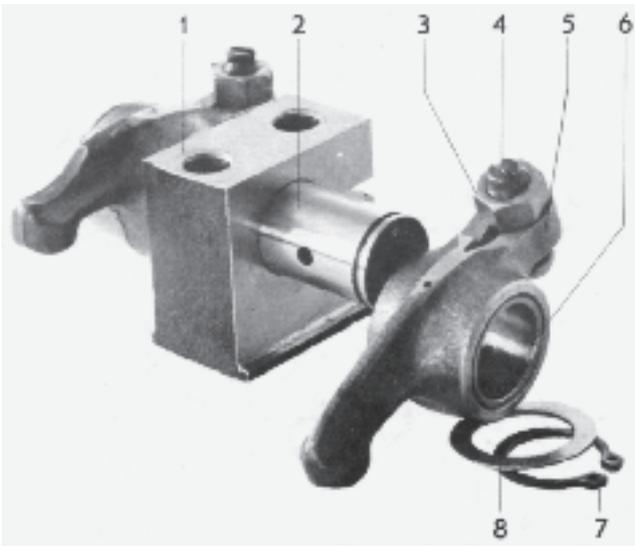


Figure 13. Culbuterie

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1. Porte-palier      | 5. Culbuteur            |
| 2. Axe de culbuteurs | 6. Bague                |
| 3. Contre-écrou      | 7. Rondelle             |
| 4. Vis de réglage    | 8. Jonc de verrouillage |

3. Contrôler l'état d'usure de l'axe de culbuteurs. S'assurer également que la partie sphérique de la vis de réglage n'est ni déformée ni exagérément usée. Le filetage des vis et contre-écrous doit être en bon état. Les sphères de contact des culbuteurs avec les queues de soupapes ne doivent pas être piquées ou exagérément usées. En cas d'usure peu avancée, on peut faire un réglage à la rectifieuse.
4. Les bagues de culbuteurs ovalisées par suite de l'usure doivent être remplacées. L'enlèvement et la mise en place des bagues se font avec un mandrin, en notant l'emplacement du trou de passage d'huile comme indiqué sur la figure 14. Après la mise en place, réalésér la bague jusqu'à avoir un ajustement glissant libre.
5. Graisser l'axe et remonter la culbuterie.

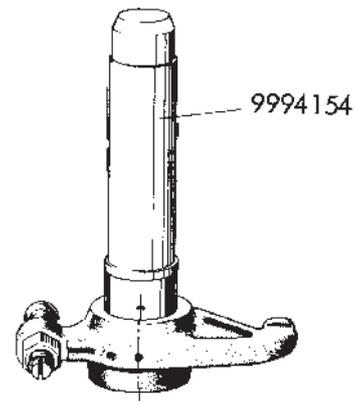


Figure 14. Echange des bagues de culbuteurs.

## Remontage des culasses

1. Lubrifier les nouveaux joints d'étanchéité des soupapes d'admission. Poser la goupille de l'outil 884497 dans le guide. Emmancher le joint d'étanchéité sur la goupille et frapper légèrement dessus pour le faire descendre avec une douille, voir figure 15. Le joint sera correctement positionné lorsque la goupille est descendue à fond dans la douille.
  2. Lubrifier les queues de soupapes et mettre un peu de graisse dans les gorges à clavettes des soupapes d'admission. Mettre les soupapes dans les guides correspondants.
- Remarque :** Les soupapes d'admission doivent être enfoncées avec précaution afin de ne pas endommager les joints d'étanchéité.
3. Monter les ressorts de soupapes et les rondelles. Ces ressorts doivent être montés de telle manière que le côté aux spires espacées soit tourné du côté opposé à la culasse.
  4. Monter les injecteurs sans le serrer définitivement.

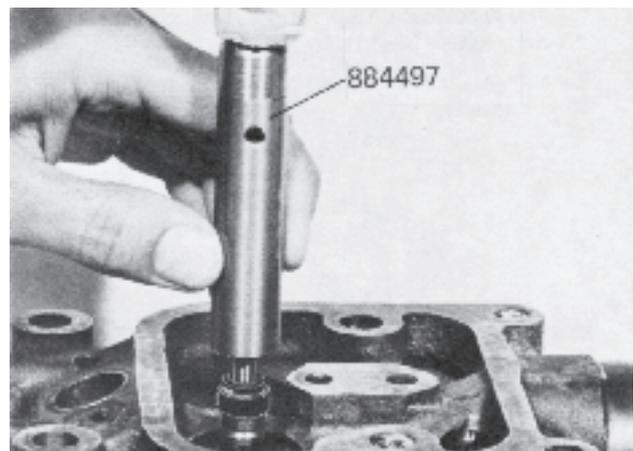


Figure 15. Montage des joints d'étanchéité aux soupapes d'admission.

## Repose des culasses

Si la culasse a été remplacée ou si le bloc-cylindres a été démonté, le montage doit se faire en se référant aux instructions données au titre « Contrôle du taux de compression ».

1. Bien nettoyer le plan d'étanchéité. Mettre de nouveaux joints. Il n'est pas nécessaire d'employer de produit d'étanchéité.

2. Monter les culasses sans les serrer définitivement. Si le dispositif de démarrage manuel du MD1B et MD2B a été démonté, commencer par bien le fixer en place.
3. Remonter la tubulure d'échappement en la serrant provisoirement, juste suffisamment pour redresser les culasses.  
**REMARQUE** : Bien orienter les joints, autrement, les canaux seront bouchés (entièrement ou partiellement). Les « oreilles » du joint doivent être tournées vers le haut et le trou mince et élevé doit être tourné du côté du volant.
4. Serrer les écrous des culasses en plusieurs étapes et dans l'ordre indiqué sur la figure 16. Se servir d'une clé dynamométrique et serrer aux couples mentionnés ci-dessus.

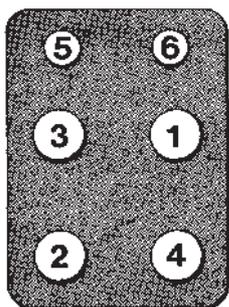


Figure 16. Schéma de serrage des écrous de culasse.

Couple de serrage :  
No 1, 2, 3 et 4 : 110 Nm  
(11 kpm)  
No 5 et 6 : 45 Nm (4,5 kpm)

5. Bien fixer la tubulure d'échappement.
6. Remonter les tringles de culbuteurs, les capuchons d'usure et la culbuterie.
7. Reconnecter les conduits d'huile à la culbuterie.
8. Régler les soupapes et monter les cache-culbuteurs. Régler le dispositif de décompression, voir ci-après.
9. Reconnecter les conduits de combustible et bien serrer les injecteurs.
10. Purger le système d'alimentation (voir page 28).
11. Mettre le moteur en marche pour le chauffer et resserrer les écrous de culasses.
12. Démontez les cache-culbuteurs et faire un réglage de précision des soupapes (voir « Réglage des soupapes » ci-après). Sur moteur chaud, le jeu doit être de 0,30 mm à l'admission et de 0,35 mm à l'échappement.
13. Remonter les cache-culbuteurs et le filtre à air et refaire le réglage du dispositif de décompression.

### Réglage des soupapes

Après remontage des culasses et du bloc-cylindres, il faut toujours commencer par contrôler le jeu aux soupapes avant de mettre le moteur en marche.

Examiner les soupapes tout en tournant le vilebrequin avec la manivelle de démarrage. Tourner le vilebrequin jusqu'à ce que soupape d'admission d'un des pistons commence à s'ouvrir alors que la soupape d'échappement commence à se fermer. Tourner ensuite le vilebrequin d'un tour de plus et régler le jeu aux soupapes de ce cylindre. Procéder de la même façon pour les autres cylindres.

Sur moteur chaud, le jeu doit être de 0,30 mm aux soupapes d'admission et de 0,35 mm aux soupapes d'échappement.



**IMPORTANT ! Il ne faut jamais régler le jeu aux soupapes en cours de marche du moteur**, car les pistons remontent si haut qu'ils risquent de cogner contre les soupapes, avec de graves dégâts que s'ensuivent.

### Réglage du dispositif de décompression

L'enfoncement du dispositif de décompression par la soupape d'échappement doit toujours être contrôlé lors du réglage du jeu aux soupapes. Si cet enfoncement dépasse 0,5 mm on risquera des dégâts aux pistons.

**Le réglage se fait avec la soupape d'échappement déchargée.** Enlever le bouchon de remplissage d'huile sur le cache-culbuteurs. Desserrer le contre-écrou et visser la vis de réglage le haut. Resserrer ensuite la vis de réglage jusqu'à ce qu'elle touche le culbuteur. Serrer la vis d'un demi-tour de plus, ce qui correspond à un enfoncement de 0,5 mm. Resserrer le contre-écrou.

## Blocs-cylindres et pistons

### Démontage du bloc-cylindres

1. Déposer les culasses comme décrit ci-avant.
2. Démontez le dispositif de démarrage manuel.
3. Soulever les bloc-cylindres pour les déposer.

### Vérification du bloc-cylindres

Après avoir bien nettoyé le bloc-cylindres et enlevé tous dépôts éventuels, faire un test d'étanchéité sous une pression d'eau de 3 kp/cm<sup>2</sup>. Soumettre le bloc à la pression et contrôler les suites éventuelles.

### Mesure de l'alésage des cylindres

L'usure des alésages de cylindres a lieu surtout à sa partie supérieure, ce qui fait que l'alésage devient conique. En même temps, il devient ovale. Pour déterminer exactement le résultat de l'usure, il convient donc de prendre des mesures en plusieurs points différents, dans le sens longitudinal comme dans le sens transversal du moteur. La mesure se fait avec un indicateur d'alésage spécial (voir figure 17).

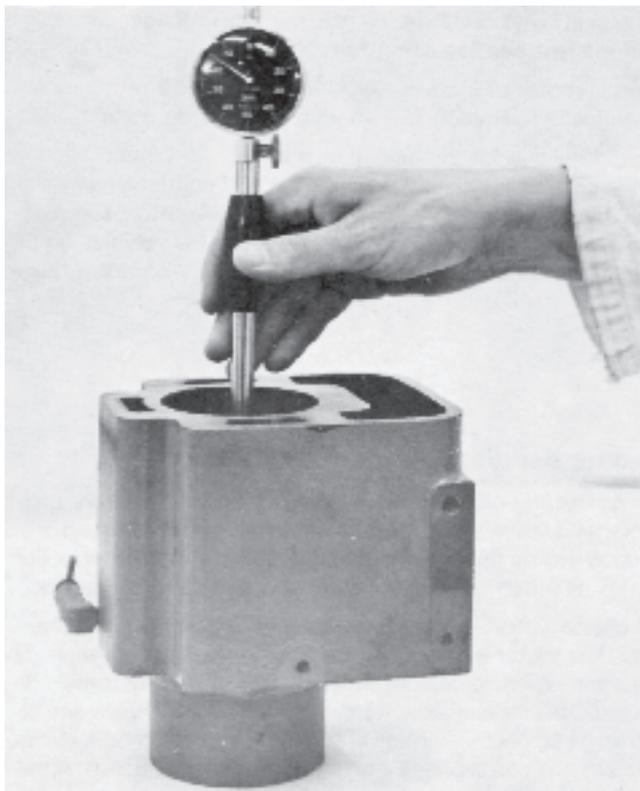


Figure 17. Mesure de l'alésage des cylindres

Les mesures à prendre dépendent du degré d'usure. S'il y a des rayures aux parois des cylindres ou si l'usure atteint 0,25 mm, il faudra remplacer le bloc-cylindres ou réalésier les cylindres.

### Démontage des pistons

1. Démontez la culasse et le bloc-cylindres en se référant aux titres s'y rapportant.
2. **MD1B, MD2B** : Démontez et enlevez les portes de visite sur le carter de moteur.  
**MD3B** : Démontez le carter d'huile et la crépine d'huile.  
**REMARQUE** : Ne pas oublier d'enlever les joints caoutchouc aux extrémités du conduit d'aspiration de la pompe à huile.
3. Repérez les bielles et les chapeaux de bielles avant de désassembler ces pièces.

### Contrôle des pistons, ajustement des segments de pistons

1. Contrôlez les pistons au point de vue rayures et autres dégâts. Démontez les segments en se servant d'une pince spéciale.
2. Bien nettoyez les pistons, particulièrement aux gorges à segments.

3. Mesurer les pistons avec un palmer. La mesure doit se faire à l'extrémité inférieure du piston perpendiculairement au trou d'axe.
4. Contrôler le jeu des segments dans des gorges correspondantes (voir figure 18).
5. Mesurer la coupe des segments en faisant descendre le segment dans un cylindre en se servant un piston retourné, voir figure 19. Cette mesure doit être prise au-dessous du point inférieur de rebroussement.
6. Monter les segments de pistons en se servant de la pince à segments. Commencer par le segment racleur dont l'orientation est facultative. Monter les segments de compression indiqués sur la figure 20 en notant que les coupes des segments doivent être régulièrement réparties sur toute la périphérie du piston.



Figure 18. Mesure du jeu segment-gorge

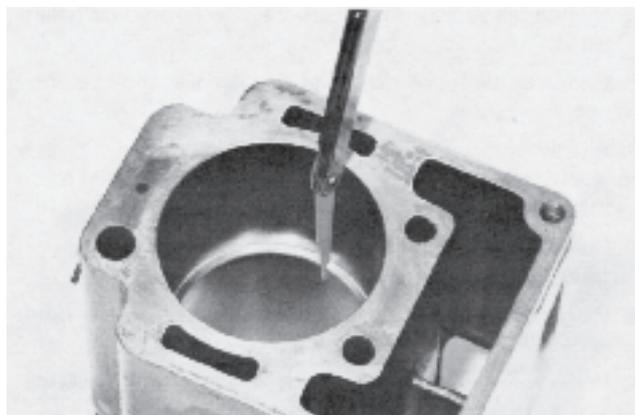


Figure 19. Mesure de la coupe des segments

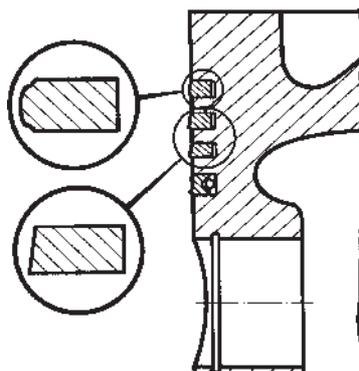


Figure 20. Emplacements des segments de pistons

## Contrôle des bielles

Après nettoyage, bien contrôler les bielles au point de vue rectitude et flambage. Si nécessaire, redresser ou remplacer les bielles.

Les vis de bielles doivent toujours être remplacées lors d'une remise à neuf car elles sont soumises à de très grandes sollicitations. Contrôler également les bagues de pieds de bielles, ce qui se fait de préférence en employant l'axe de piston calibre. Il ne doit pas y avoir de jeu perceptible.

## Echange des pistons et des bagues de pieds de bielles

1. Repérer le piston et la bielle.
2. Enlever les joncs de verrouillage.
3. Extraire l'axe de piston avec un mandrin.
4. Extraire l'ancienne bague.
5. Mettre une bague neuve, en veillant à ce que le trou de passage d'huile de la bague coïncide avec le trou correspondant sur la bielle.
6. Aléser et rectifier la bague jusqu'à avoir un ajustement demi-tournant. En cas d'ajustement correct, l'axe de piston doit pouvoir glisser sous son propre poids à travers la bague de pied de bielle sans toutefois avoir de jeu perceptible.
7. Lubrifier l'axe de piston et la bague de pied de bielle.
8. Monter l'un des joncs de verrouillage.
9. Chauffer le piston jusqu'à environ 70°C. Réassembler le piston avec la bielle. **REMARQUE** : Le montage de l'axe de piston doit pouvoir se faire avec facilité, sans besoin de forcer.
10. Monter le deuxième jonc de verrouillage.
11. Contrôlez que la bielle bouge aisément dans le palier de l'axe de piston.

## Montage des pistons et des blocs-cylindres

Après le montage, il faut contrôler et, si nécessaire, régler le taux de compression, voir « Réglage du taux de compression ».

1. Bien nettoyer les manetons et les portées de paliers.
2. Enduire d'huile de moteur les surfaces de paliers.
3. Monter chaque groupe piston-bielle dans le bloc-cylindre correspondant en se servant d'un compresseur à segments de pistons.  
**REMARQUE** : Enlever tout bord d'usure éventuel dans le bloc-cylindre.
4. Poser une cale de 0,2 mm d'épaisseur sur la surface inférieure de contact du bloc-cylindre. Une version plus récente de cale de réglage posée entre le bloc-cylindres et le carter a été développée. La cale est fabriquée à base d'un produit d'étanchéité spécial. Les deux côtés de la cale sont protégés par un film plastique.  
**IMPORTANT !** Nettoyez avec précaution les surfaces d'étanchéité du moteur avec un produit dégraissant. Retirez le film protecteur en plastique de la cale avant de procéder à la pose. Sinon, une fuite pourrait survenir.
5. Monter le bloc-cylindre avec le piston sur le moteur.  
**Remarque** : Bien orienter le piston. Le logement au fond de piston doit se trouver au-dessous de l'injecteur correspondant.
6. Monter les chapeaux de paliers et bien les serrer.  
**REMARQUE** : Le chapeau de palier doit être placé de telle manière que la languette de verrouillage se trouve sur le même côté que sur la bielle. Coupe de serrage : 65 Nm (6,5 kpm). Mettre toujours des vis et écrous neufs lors du montage.

7. **MD1B, MD2B** : Remonter les portes de visite en mettant des joints neufs et du Permatex.  
**MD3B** : Remonter la crépine et le carter d'huile.  
**REMARQUE** : Remplacer les joints d'étanchéité aux extrémités du conduit d'aspiration de la pompe à huile. Les lubrifier et les monter tout à fait aux extrémités du tuyau (voir figure 36) avant de monter ce dernier. Remplacer également le joint du carter d'huile.
8. Régler le taux de compression comme décrit ci-dessous.

## Repose du bloc-cylindre (piston en place)

1. Lubrifier l'alésage du cylindre.  
**Remarque** : Tout bord d'usure éventuel doit être enlevé.
2. Poser une cale de 0,2 mm d'épaisseur sur la surface inférieure de contact du bloc-cylindre. Une version plus récente de cale de réglage posée entre le bloc-cylindres et le carter a été développée. La cale est fabriquée à base d'un produit d'étanchéité spécial. Les deux côtés de la cale sont protégés par un film plastique.  
**IMPORTANT !** Nettoyez avec précaution les surfaces d'étanchéité du moteur avec un produit dégraissant. Retirez le film protecteur en plastique de la cale avant de procéder à la pose. Sinon, une fuite pourrait survenir.
3. Comprimer les segments de pistons tout en montant le bloc-cylindre sur le piston.
4. Régler le taux de compression comme décrit ci-dessous.

## Réglage du taux de compression

Lors de tout échange des pistons, culasses et bloc-cylindres, il faut mesurer le jeu entre les pistons et les culasses. Faute de ce travail, le moteur risque d'avoir une marche dure et de ne pas développer la puissance requise.

1. Bien nettoyer tous les plans de contact.
2. Monter le piston, voir « Montage des pistons ».
3. Monter le bloc-cylindres. Veiller à ce qu'il y ait une cale de 0,2 mm d'épaisseur entre le bloc-cylindres et le carter de moteur.  
**REMARQUE !** Enlever le plastique de protection (modèle récent). Les cales existent dans les épaisseurs de 0,2 et 0,3 mm.
4. Bien serrer le bloc-cylindres de manière à le presser contre le carter de moteur (voir figure 21).

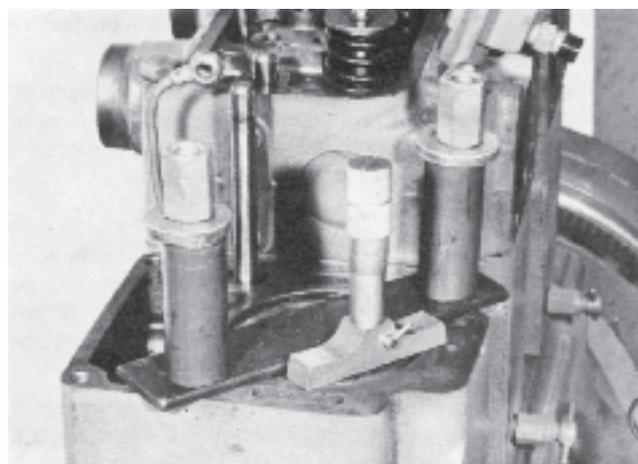


Figure 21. Fixation du bloc-cylindres et mesure de la cote « A » comme indiqué sur la figure 22.

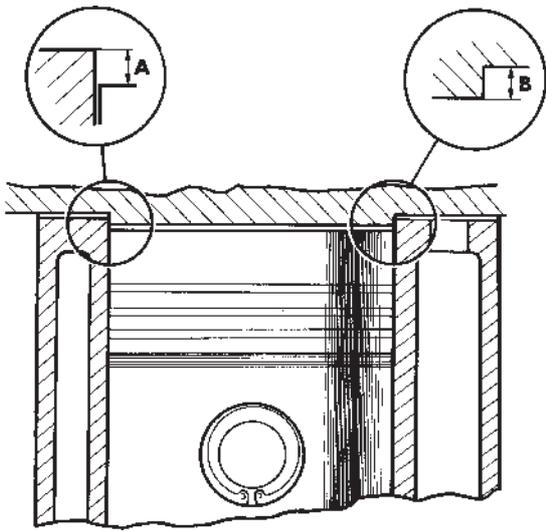


Figure 22.

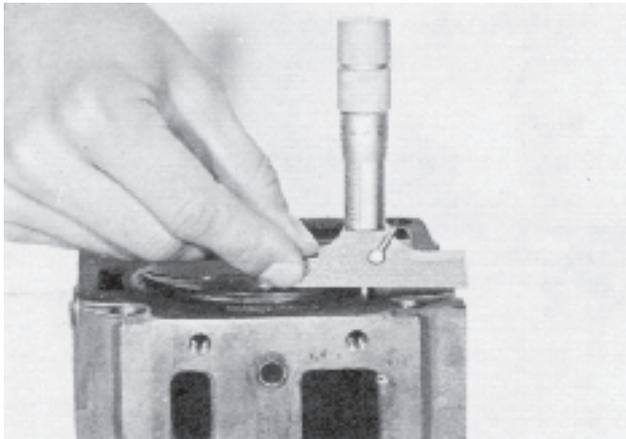


Figure 23. Mesure de la cote "B" comme indiqué sur la figure 22.

5. Placer le piston en position P.M.H.
6. Mesurer la distance de la partie supérieure du bloc-cylindres au piston en se servant d'un comparateur à cadran et d'un micromètre de profondeur, voir figures 21 et 22. A cette cote « A », figure 22, ajouter 1,4 mm et l'on aura l'épaisseur du joint de culasse à l'état comprimé.
7. Mesurer ensuite la différence de hauteur entre la partie enfoncée de la culasse et le plan d'étanchéité comme indiqué sur la figure 23. Cette cote correspond à la cote « B » de la figure 22. De la valeur relevée « A » +1,4 mm, retrancher la cote « B ». Le résultat doit être de 0,8 à 0,9 mm. On doit s'efforcer d'avoir la valeur la plus proche possible de 0,8 mm.

Exemple : « A » = 2,7 mm et « B » = 3,5 mm  
 $2,7 + 1,4 = 4,1$   
 $4,1 - 3,5 = 0,6$  (jeu permis de 0,8 à 0,9)  
 $0,8 - 0,6 = 0,2$

Donc il faut mettre encore une cale de 0,2 mm d'épaisseur.

Si la cote « A » relevée s'avère si grande qu'on n'arrive pas à obtenir un jeu de 0,8 à 0,9 mm avec une cale de réglage de 0,2 mm, il faudra rectifier le plan supérieur du bloc-cylindres. Ce travail demande beaucoup de précision et il faut donc être effectué par un atelier qui dispose d'une rectifieuse de précision.

8. Après avoir déterminé l'épaisseur des cales, déposer le bloc-cylindres et poser le nombre de cales requises.

**REMARQUE :** Enlever le plastique de protection sur la cale (modèle récent) et nettoyer les surfaces d'étanchéité sur le moteur avec un produit détergent.

9. Avant de poser le bloc-cylindres en place, il faut bien le vérifier. D'une façon générale si l'usure du cylindre est peu importante, on n'aura pas besoin d'enlever le bord d'usure à la partie supérieure de l'alésage.
10. Comprimer les segments de pistons tout en faisant descendre le bloc-cylindres sur le piston.
11. Mettre un nouveau joint de culasse sur le cylindre et monter ensuite la culasse, voir « Montage des culasses ».

## Contrôle du taux de compression

(Moteur en place)

1. Démontez l'injecteur.
2. Enfoncez un fil de plomb (diamètre d'environ 2 mm) de 50 à 60 mm dans le cylindre (le piston ne doit pas se trouver au P.M.H.).
3. Maintenez le fil de plomb dans cette position et tournez le moteur jusqu'à ce que le piston passe au P.M.H. Retirez avec précaution le fil de plomb.
4. Avec un micromètre, mesurez la partie du fil de plomb qui a été aplati par le piston. Cette cote doit être de 0,8 à 0,9 mm. Avec une cote différente, il faudra régler le taux de compression, voir « Réglage du taux de compression ».

## Arbre à cames

### Démontage de l'arbre à cames

1. Démontez les culasses (voir instructions en page 11).
2. Déposez le carter de distribution (voir instructions en page 22).
3. Démontez les poussoirs de soupapes et les poser dans l'ordre sur une déshabilleuse.
4. Enlever la vis du flasque d'entraînement à l'extrémité arrière de l'arbre à cames.  
**REMARQUE :** La vis est à pas à gauche.
5. Démontez la plaque formant came et le pignon en même temps que l'arbre.
6. Enlever les vis et démonter la bride de pression qui se trouve derrière le pignon.
7. Retirez ensuite l'arbre à cames, tout droit, afin d'éviter d'endommager les roulements.
8. Contrôlez l'arbre à cames au point de vue usure aux porte-paliers et aux cames.