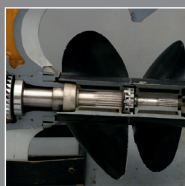
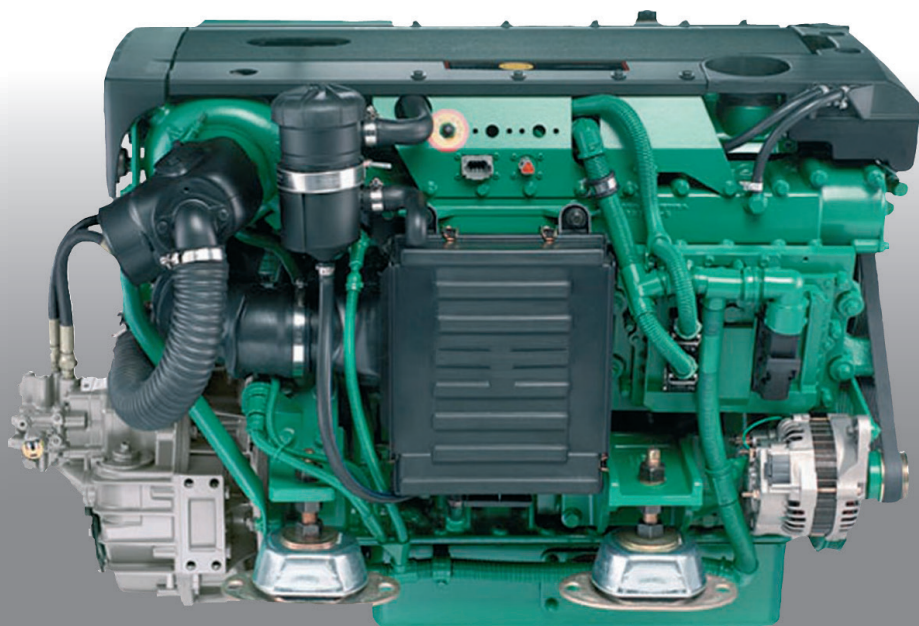


Collection pratique

Manuel Vagnon **du moteur Diesel**

Voiliers et vedettes

MARCEL OLIVER



VAGNON

Sommaire

Introduction	5	4. Le circuit d'alimentation en gazole	43
1. Le moteur	6	Introduction	43
Petit moteur Diesel pour voilier	6	Système d'alimentation d'un gros moteur	
Gros moteur Diesel pour vedette	8	Diesel de vedette	46
Le bloc-cylindres	10	Vidange du préfiltre à gazole en cas de	
Le joint de culasse	10	présence d'eau	48
Les cylindres	11	Remplacement de la cartouche filtrante	
La culasse	12	du préfiltre	48
Le reniflard	14	Vidange du filtre à gazole en cas de	
Les pistons	16	présence d'eau	48
Les bielles	17	Remplacement du filtre à gazole	49
Le vilebrequin	18	Purge du système d'alimentation	49
La distribution	20	Système d'alimentation d'un petit moteur	
Arbre à cames latéral	21	Diesel de voilier	50
Arbre à cames en tête	22	Vidange du préfiltre en cas de	
Les soupapes	24	présence d'eau	52
Le jeu de soupape	25	Remplacement de la cartouche filtrante	
2. Le cycle « quatre temps »		du préfiltre	52
du moteur Diesel	26	Remplacement du filtre à carburant	52
Introduction	26	Purge du système d'alimentation	53
Notions de couple		Les composants du système d'alimentation	
et de puissance	27	d'un petit moteur Diesel de voilier	54
Le couple	28	Le système d'injection sur un petit moteur	
La puissance	28	Diesel de voilier : la pompe en ligne	56
La consommation de gazole	28	Fonctionnement d'un élément de	
Exploiter les données du constructeur		pompage de la pompe d'injection	57
du moteur	29	La régulation du dosage	58
Diagramme théorique du moteur Diesel		L'avance du point d'injection	60
ou cycle de Sabathe	30	Autres systèmes d'injection	61
L'épure circulaire	31	La pompe distributrice	62
Le cycle 4 temps du moteur Diesel	32	Les éléments composant la pompe distributrice	63
Le moteur à injection directe	36	Fonctionnement de la pompe d'injection	
Le moteur à injection indirecte avec		distributrice	64
chambre de turbulence	36	Le système <i>Common Rail</i>	66
3. Le circuit d'alimentation en air	38	Système d'alimentation d'un gros moteur	
Introduction	38	Diesel de vedette	70
Remplacement du filtre à air		Injecteurs et porte-injecteurs	74
(petit moteur Diesel)	39	5. Le système électrique du moteur	78
Remplacement du filtre à air		Les bougies de préchauffage	78
(gros moteur Diesel)	39	Circuit électrique des bougies de	
Remplacement du filtre à air,		préchauffage montées en parallèle	80
du reniflard du carter moteur		Système électrique d'un petit moteur	
(gros moteur Diesel)	39	Diesel d'un voilier	82
Système de suralimentation	40	Centrale électrique	84
Le turbocompresseur	41	Témoin de pression d'huile de	
Le compresseur	41	lubrification - alarme	84
Le refroidisseur d'air	41	Témoin de température de liquide de	
Le turbocompresseur et le refroidisseur		refroidissement - alarme	84
de l'air d'admission	42	Capteur de température du liquide de	
Contrôle du niveau d'huile		refroidissement	84
du compresseur	43	Capteur de régime	85
		Électrovanne d'arrêt	85
		Système électrique d'un gros moteur	
		Diesel d'une vedette	86

6. Le circuit de lubrification 88

Introduction.....	88
Diagramme du circuit de lubrification	89
Schémas de principe du circuit de lubrification	90
Le circuit de lubrification du moteur	91
Qualité d'un lubrifiant	92
Éléments du circuit de lubrification d'un petit moteur Diesel de voilier	93
Circuit de lubrification d'un petit moteur Diesel de voilier	94
La pompe à huile	94
Circuit de lubrification d'un gros moteur Diesel de vedette	96
Thermostat du circuit d'huile	98
Réducteurs	98
Contrôler le niveau d'huile d'un petit moteur Diesel de voilier	100
Remplissage de l'huile d'un petit moteur Diesel de voilier	100
Contrôler le niveau d'huile d'un gros moteur Diesel de vedette	101
Remplissage de l'huile d'un gros moteur Diesel de vedette	101
Vidange de l'huile d'un petit moteur Diesel de voilier	102
Instructions d'installation du filtre à huile	103
Vidange de l'huile d'un gros moteur Diesel de vedette	104
Remplacement du filtre à huile et du filtre de dérivation d'un gros moteur Diesel de vedette	105

7. Le circuit de refroidissement 106

Introduction	106
Schéma de principe du circuit ouvert d'eau de mer	107
Schéma de principe du circuit fermé	107
Pourquoi utiliser un liquide de refroidissement et pas simplement de l'eau douce du robinet ?	108
Le liquide de refroidissement	109
Système de refroidissement d'un petit moteur Diesel de voilier	110
Le thermostat	112
La pompe de circulation	112
La pompe d'eau de mer	112
L'échangeur de température	112
Nettoyage du filtre à eau de mer	115
Remplacement de la roue d'hélice de la pompe d'eau de mer	115
Vidange du circuit d'eau de mer	116
Nettoyage par rinçage du circuit d'eau de mer	117
Contrôle du niveau de liquide de refroidissement	118
Vidange du liquide réfrigérant	118
Remplissage du système de refroidissement	119
Nettoyage de l'échangeur thermique	119

Système de refroidissement d'un gros moteur Diesel de vedette	120
Nettoyage du filtre d'eau de mer	121
Vidange du circuit d'eau de mer	121
Échange des anodes de zinc	122
Nettoyage du circuit d'eau de mer sur un gros moteur Diesel de vedette	123
Remplacement de la turbine de pompe	124
Dépose de la pompe	125
Montage de la pompe	125
Contrôle du niveau du liquide de refroidissement	126
Vidange du circuit d'eau douce	126
Dysfonctionnement du système de refroidissement	128
Remplacement de la courroie d'entraînement sur un petit moteur Diesel de voilier	129

8. Le circuit d'échappement 130

Introduction	130
--------------------	-----

9. La transmission 132

Principe du réducteur	132
Principe de l'inverseur	133
Principe de la trolling valve	134
Principe de la ligne d'arbre	135
Principe de la transmission stern-drive	136
Principe de la transmission IPS	137
La transmission Z-drive sur une vedette	138
La transmission S-drive sur un voilier	140
Contrôle du niveau d'huile dans l'inverseur	142
Vidange de l'huile de l'inverseur d'un petit moteur Diesel de voilier	143
Vidange de l'huile de l'inverseur d'un gros moteur Diesel de vedette	143

10. La maintenance du moteur 144

Introduction	144
Règles de sécurité pendant les travaux de maintenance	144
Schéma de maintenance pour un petit moteur Diesel de voilier	146
Schéma de maintenance pour un gros moteur Diesel de vedette	147
Nécessité d'une surveillance permanente du moteur	148
Surveillance des fumées du moteur pendant la marche	149
Panne de moteur au démarrage	150
Le moteur s'arrête soudainement	151
Le moteur manque de puissance	151
Le moteur « ne tourne pas rond »	152
Le moteur « cogne »	152
Le moteur vibre	152
Le moteur chauffe	152
Le moteur est « gourmand »	152
Pénétration de liquide de refroidissement dans le carter d'huile	153
Panne du système de transmission	154
Vibrations de l'appareil propulsif	154

Introduction

Écrit pour tout plaisancier sans connaissance particulière en mécanique, ce livre a pour ambition d'expliquer le fonctionnement et la maintenance du moteur Diesel et des circuits qui lui sont associés sur un voilier ou sur une vedette.

Toutes les opérations de maintenance que vous pourrez effectuer vous-même sont détaillées dans les différents chapitres, à l'exclusion volontaire de toutes les interventions sur le moteur nécessitant une expertise professionnelle, tout simplement parce qu'elles rendent généralement caduque la garantie du moteur par le constructeur quand elles sont effectuées en dehors de son réseau de concessionnaires.

À la lecture de ce livre, vous serez capable d'identifier rapidement les causes de toute panne éventuelle du moteur ou de ses circuits, donc d'évaluer correctement le degré de gravité de cette avarie pour déterminer le niveau de compétence nécessaire pour effectuer la réparation.

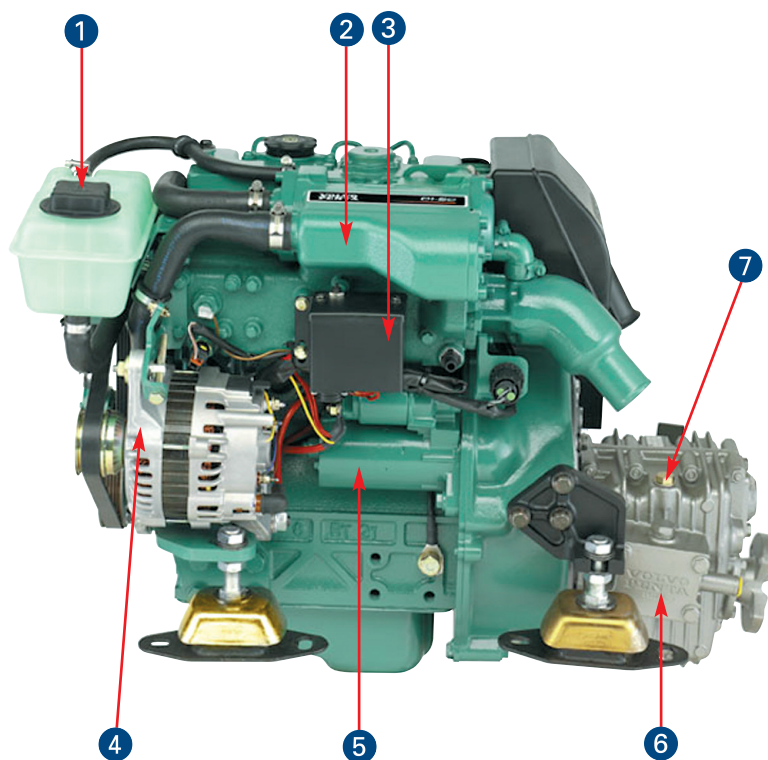
Si vous constatez que vous avez le niveau de compétence et l'outillage nécessaire pour intervenir vous-même, la présentation très claire de l'ouvrage et les nombreux dessins de détail des pièces mécaniques dont la réparation ou le remplacement n'exige aucune réelle expertise professionnelle vous seront d'une aide précieuse et suffisante.

Si vous constatez que vous n'avez pas le niveau de compétence ou l'outillage nécessaire pour intervenir vous-même, vous saurez ce qui a cédé et comment cela fonctionne normalement, et donc ce qui doit être vraiment réparé ou remplacé ; vous aurez ainsi un avis éclairé sur le devis de travaux proposés.

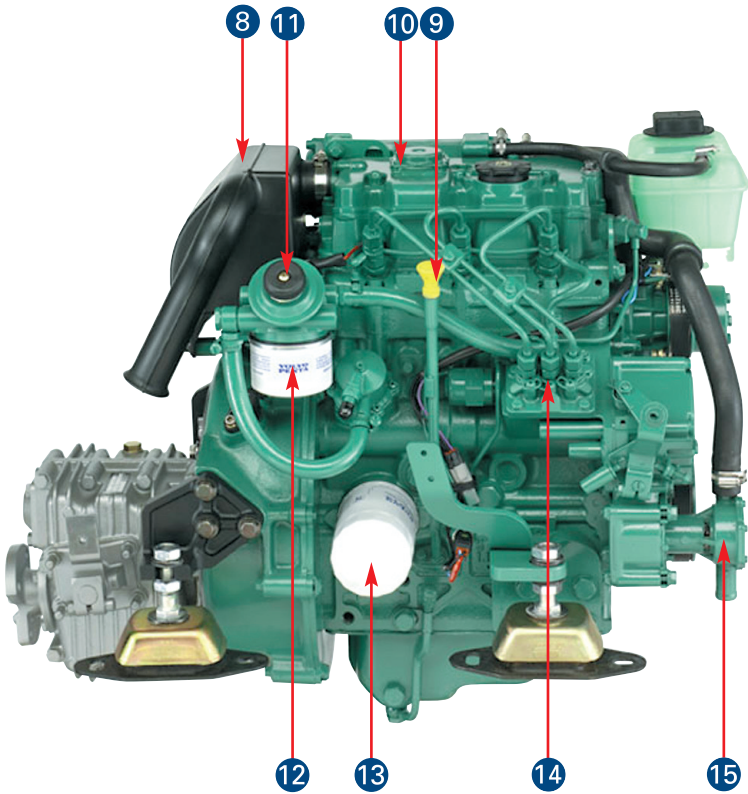
Pour la rédaction de cet ouvrage, l'auteur a fait le choix de la modernité en développant son travail explicatif à partir de la technologie VOLVO PENTA, constructeur dont les moteurs équipent la grande majorité des navires de plaisance.

1. Le moteur

► Petit moteur Diesel pour voilier

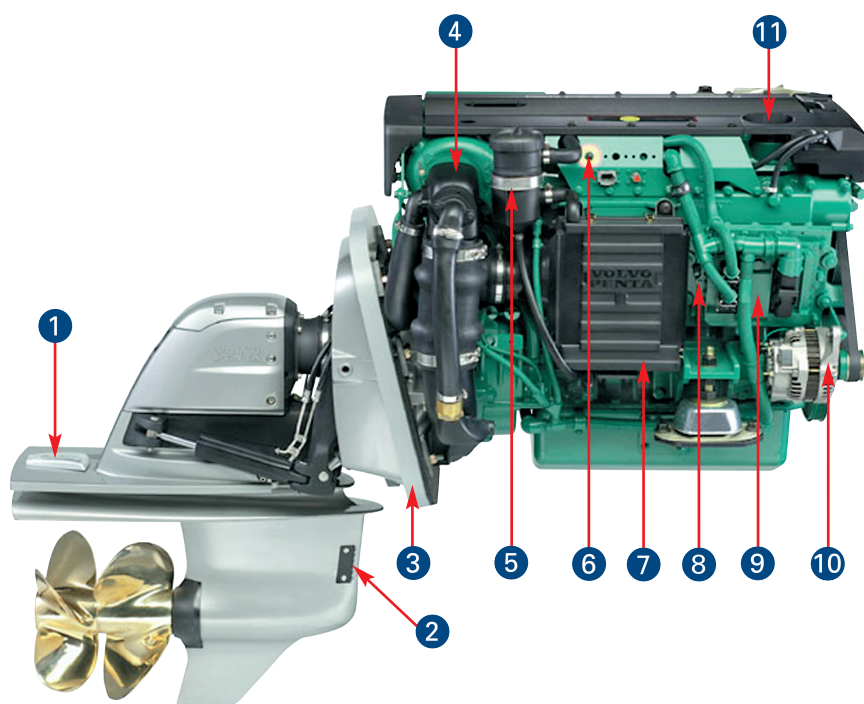


- ① Bouchon de remplissage du liquide réfrigérant
- ② Échangeur thermique
- ③ Boîtier de relais avec fusibles
- ④ Alternateur
- ⑤ Démarreur
- ⑥ Refroidisseur d'huile (inverseur)
- ⑦ Jauge d'huile de l'inverseur

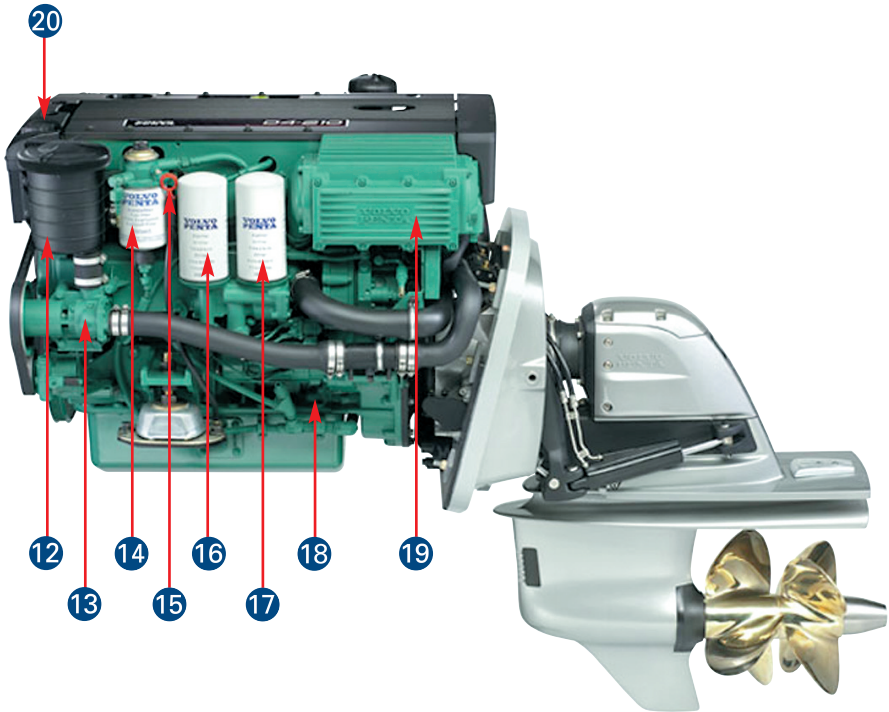


- 8 Filtre à air/Admission d'air
- 9 Jauge d'huile, moteur
- 10 Reniflard
- 11 Pompe à carburant
- 12 Filtre à carburant
- 13 Filtre à huile
- 14 Pompe d'injection
- 15 Pompe à eau de mer

► Gros moteur Diesel pour vedette



- ① Anode de zinc
- ② Prise d'eau de refroidissement
- ③ Anode de zinc
- ④ Turbocompresseur
- ⑤ Reniflard du carter moteur
- ⑥ Arrêt auxiliaire
- ⑦ Filtre à air
- ⑧ Compresseur
- ⑨ Module de commande EDC
- ⑩ Alternateur
- ⑪ Bouchon de remplissage d'huile



- 12 Filtre eau de mer
- 13 Pompe eau de mer
- 14 Filtre à carburant
- 15 Jauge d'huile
- 16 Filtre à huile de dérivation
- 17 Filtre à huile
- 18 Démarreur
- 19 Refroidisseur d'air de suralimentation
- 20 Vase d'expansion

► Le bloc-cylindres (ou bloc moteur)

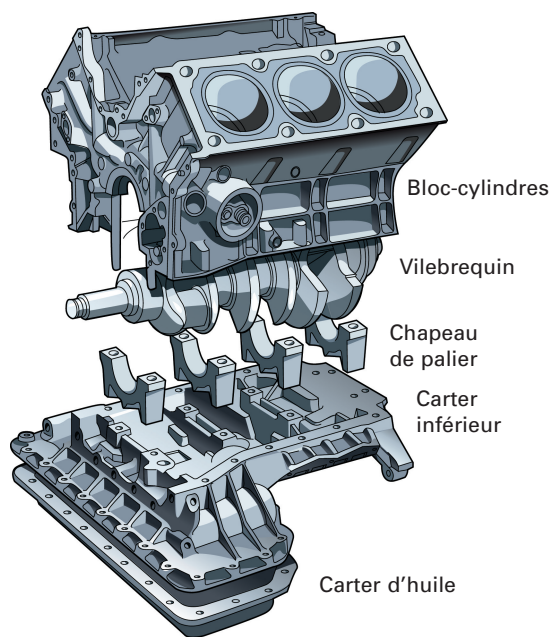
Le bloc-cylindres constitue la base de tout moteur. Il sert de support à tous les organes principaux internes (vilebrequin, pistons, etc.) et aux organes annexes externes comme le démarreur, l'alternateur, etc.

Le bloc-cylindres est composé du bloc et des cylindres :

- servant de support au vilebrequin, le bloc doit résister aux contraintes sous forme de poussées, de torsions et de vibrations dues aux mouvements des organes mobiles ;
- guidant un piston, chaque cylindre doit résister sans déformation à la pression, à la chaleur et au frottement.

Le bloc peut être en fonte (avantage d'une bonne rigidité) ou en alliage d'aluminium (avantage d'un poids plus léger) coulé d'une seule pièce. C'est un ingénieux moulage percé des alésages pour les cylindres (dans lesquels se déplacent les pistons) qui est aussi pourvu du labyrinthe des « chambres à eau » pour le refroidissement (donc un bloc capable de résister à la corrosion due au liquide de refroidissement) et des conduits du circuit de circulation de l'huile. Le bloc doit posséder une bonne conductibilité thermique et être résistant à la corrosion due au liquide du circuit de refroidissement. Sur le bloc-cylindres, est disposée la culasse. La partie supérieure du bloc-cylindres forme un plan de joint : la culasse doit pouvoir parfaitement s'appuyer sur ce plan de joint afin de coiffer hermétiquement les cylindres. Entre le bloc-cylindres et la culasse, est disposé le joint de culasse.

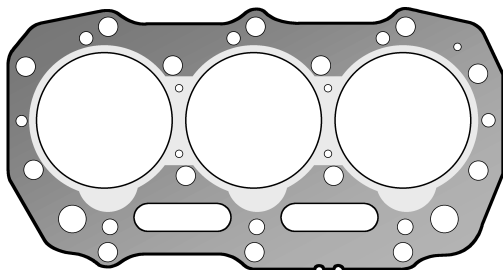
Sous le bloc-cylindres, est disposé le carter inférieur (en fonte ou en alliage d'aluminium) avec les chapeaux de paliers intégrés. Il ne faut pas confondre le carter inférieur qui sert notamment au maintien du vilebrequin et le carter d'huile qui n'est qu'un réservoir.



► Le joint de culasse

Entre la culasse et le bloc-cylindres, il y a le joint de culasse assurant l'étanchéité des chambres de combustion tout en permettant au liquide de refroidissement et à l'huile de circuler, dans les deux sens et sans fuite, entre le bloc-cylindres et la culasse.

La partie supérieure de la culasse est protégée par le couvre-culasse, couvercle de protection dont l'étanchéité est assurée par un joint.

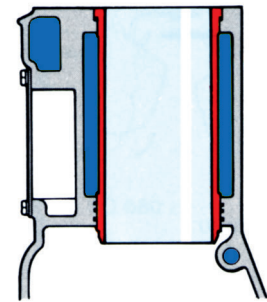
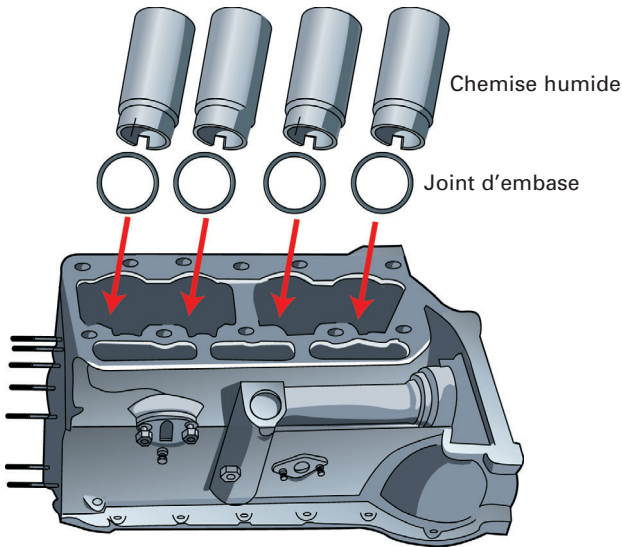


► Les cylindres

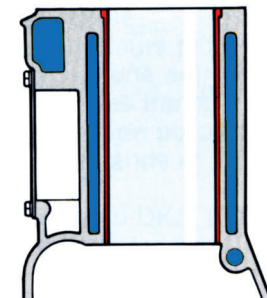
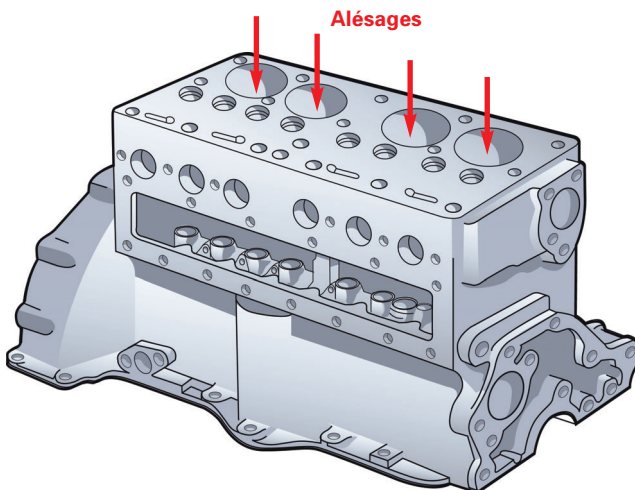
Les cylindres peuvent être alésés directement dans le bloc : la course des pistons est alors immédiatement possible dans le bloc-cylindres. Cela impose une qualité du matériau de fabrication permettant au bloc-cylindres de résister à la combustion du gazole et à l'usure due aux mouvements des pistons. Les cylindres peuvent être constitués de fourreaux emmanchés dans les alésages du bloc moteur : ce sont les chemises sèches. Le matériau de fabrication du bloc moteur n'exige plus la même qualité que précédemment. Une chemise sèche est une paroi très mince montée « en revêtement », c'est-à-dire pressée sur toute sa longueur dans un

alésage du bloc moteur. Les chemises sèches ne sont pas au contact du liquide de refroidissement.

Les cylindres peuvent être constitués de « fûts » rapportés à l'intérieur d'un bloc moteur creux (plus facile à usiner que les précédents) où ils sont centrés à leurs deux extrémités par des épaulements : ce sont les chemises humides qui sont maintenues en place par la culasse. À l'intérieur de ces fûts courent les pistons tandis que le liquide de refroidissement circule à l'extérieur, car ces chemises servent de parois du circuit de refroidissement. Les chemises humides sont rendues étanches dans leur partie supérieure par le joint de culasse, dans leur partie inférieure par le joint d'embase.



Chemise de cylindre humide



Chemise de cylindre sèche

► La culasse

La culasse joue le rôle de couvercle au-dessus du bloc-cylindres, le joint de culasse assurant l'étanchéité entre la culasse et le bloc-cylindres.

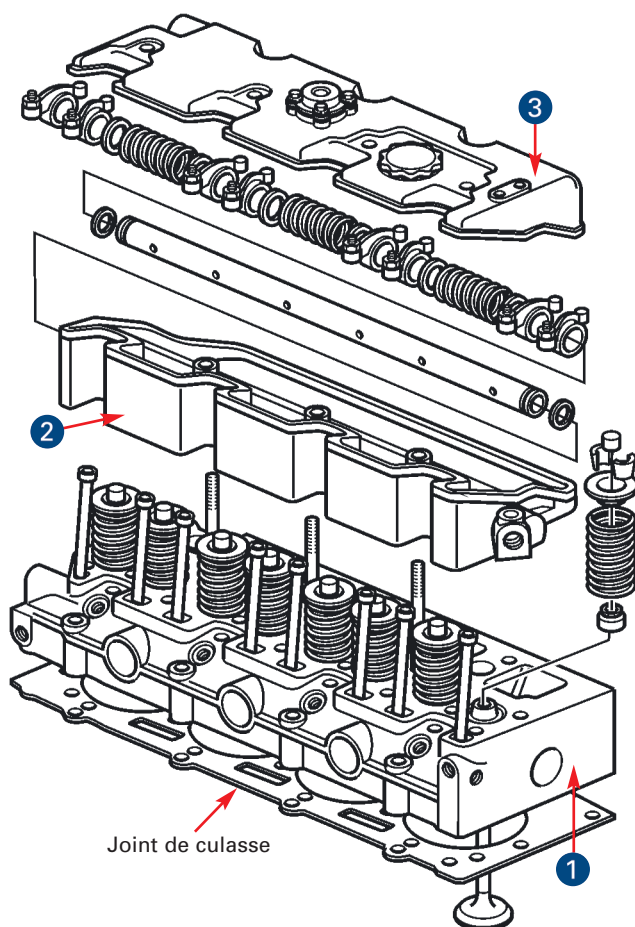
Supposons un moteur monocylindre. Pour permettre à ce moteur de fonctionner :

- dans le bloc-moteur, il y a :
 - le cylindre où coulisce le piston,
 - à l'aplomb et au-dessous du cylindre, le vilebrequin en rotation,
 - la bielle qui fait le lien entre ces deux éléments,
- dans la culasse, il y a le couvercle du cylindre fermant la chambre de combustion et qui est équipé :

- d'une soupape d'admission pour remplir le cylindre avec seulement de l'air,
- d'une soupape d'échappement pour vider les gaz brûlés,
- d'une bougie de préchauffage et d'un injecteur.

La culasse contient donc :

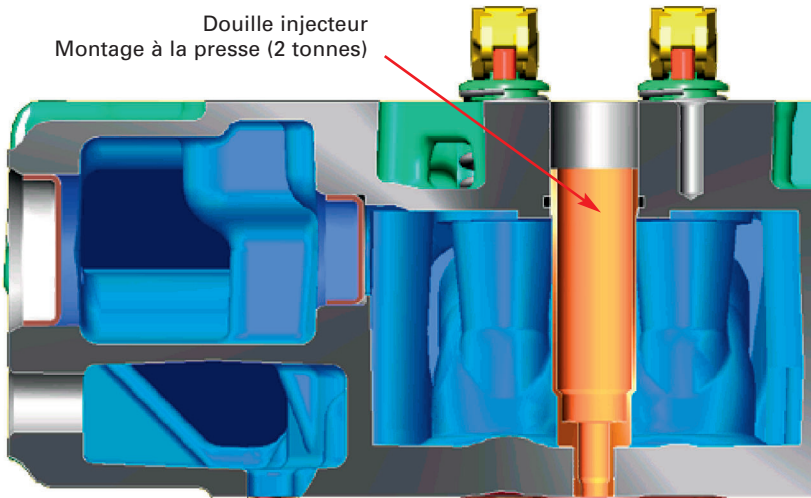
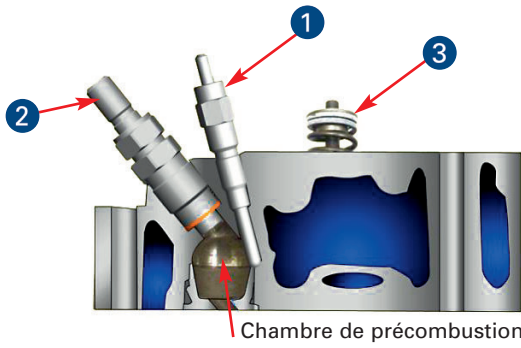
- tout ou partie des mécanismes d'ouverture et de fermeture des soupapes d'admission ou d'échappement,
- des conduits d'admission et d'échappement sur lesquels viennent se fixer les collecteurs d'admission et d'échappement,
- un réseau de conduits servant au refroidissement (liquide de refroidissement) et au graissage (huile de lubrification).



Dans ce petit moteur diesel de voilier à trois cylindres, **la culasse ①** comporte une soupape d'admission et d'échappement par cylindre. Les soupapes sont actionnées à partir de l'arbre à cames situé dans le bloc-moteur par des poussoirs et des tiges-poussoir. Un injecteur est monté dans la chambre de combustion de chaque cylindre. Il y a une bougie de préchauffage par cylindre.

Le cache-culbuteurs ② est en aluminium et coiffe la culasse. Le cache-culbuteurs recouvre le mécanisme de culbuterie. De l'huile sous pression est envoyée via un tuyau externe à la rampe de culbuteurs pour lubrifier les culbuteurs et les soupapes.

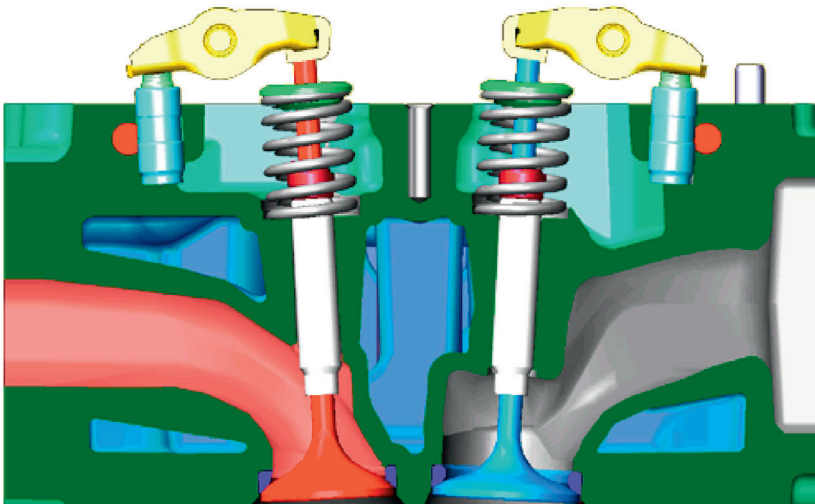
Le couvre-culasse ③ est en aluminium et est monté au-dessus du cache-culbuteurs. Le couvre-culasse comporte deux sections dont l'une dirige l'air d'admission vers la culasse, via une prise d'air. Dans la seconde section se trouve la vanne du reniflard d'aération.



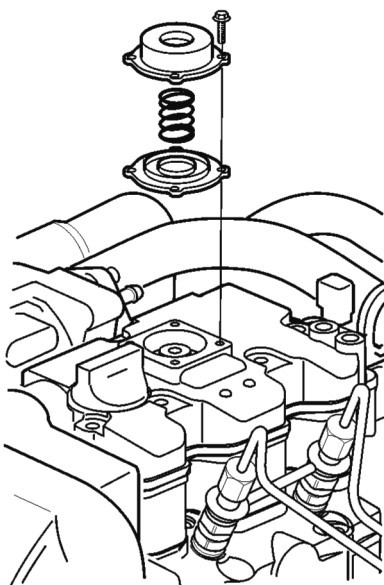
En bleu, circuit du liquide de refroidissement

Soupape d'échappement

Soupape d'admission



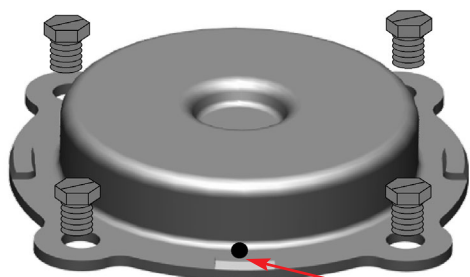
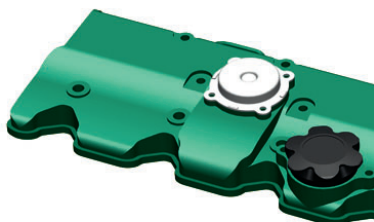
Réglage jeu de soupapes automatique



► Le reniflard (ou aération du carter moteur)

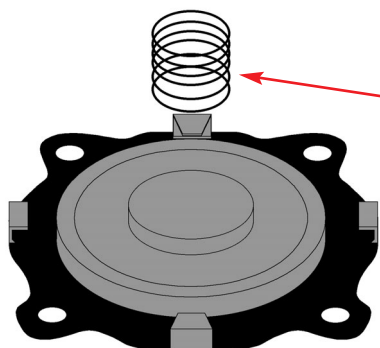
Le système de ventilation du moteur est à carter fermé, et fonctionne sous pression avec une vanne et un ressort placés dans le cache-culbuteurs.

Lors d'une pression élevée, la vanne s'ouvre et les gaz du moteur sont acheminés vers la partie admission pour être brûlés dans les cylindres.



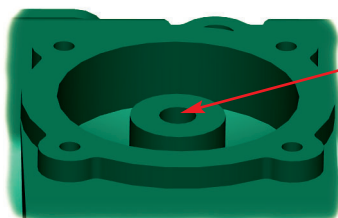
1 Couverture de reniflard

2 Event (le maintenir propre !)

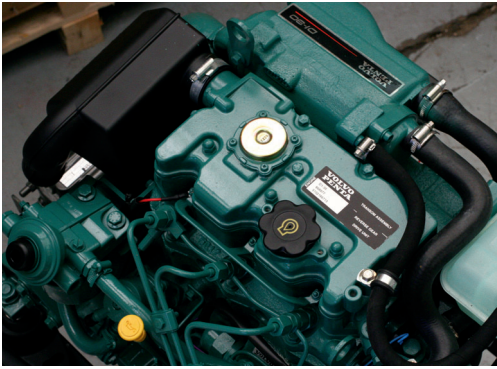


3 Ressort

4 Diaphragme

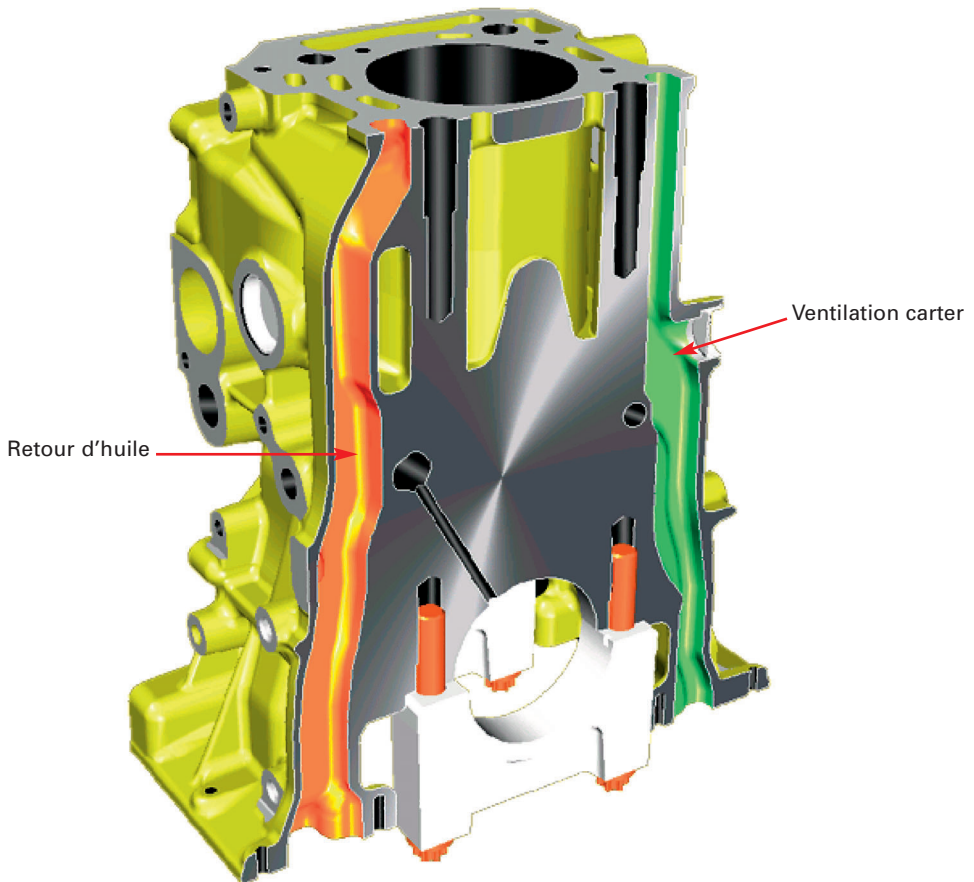


5 Cavité du reniflard dans le cache culbuteur



Le bloc-cylindres comporte des canaux allant de la culasse au carter moteur pour avoir une construction aussi compacte que

possible. Sur le côté gauche, un canal fait sortir l'huile de la culasse. Sur le côté droit, un canal pour le reniflard.



► Les pistons

Les pistons sont généralement fabriqués avec des alliages d'aluminium et de silicium.

Les pistons subissent et transmettent la poussée des gaz au vilebrequin par l'intermédiaire des bielles.

Un piston est composé de quatre parties :

- la tête de piston,
- les segments positionnés dans des rainures sur la tête de piston,
- la jupe de piston qui commence au-dessous du segment inférieur,
- l'axe de piston qui traverse la jupe de piston.

On sait que l'axe de piston permet de relier le pied de bielle et le piston.

La forme du dessus de la tête de piston dépend du mode d'injection (injection directe ou injection indirecte). La chambre de combustion (injection directe) ou une partie de cette chambre (injection indirecte) est creusée dans la tête de piston. Il y a donc une infinité de formes possibles.

La tête de piston exposée à la combustion étant toujours très chaude (entre 200 ° et 370 °C), il faut pouvoir la refroidir. Une partie de cette chaleur est évacuée par les segments vers la chemise du cylindre. Le refroidissement peut être complété par un fort jet

d'huile projeté contre la partie interne de la tête de piston :

- soit par un alésage dans le pied de bielle,
- soit par un gicleur spécial dans le bas du cylindre.

Les segments doivent étancher l'espace séparant le piston de la paroi du cylindre pour empêcher à la fois les gaz comprimés dans la chambre de combustion de fuir au-dessous de la tête de piston et l'huile sur la paroi du cylindre de fuir par-dessus la tête de piston.

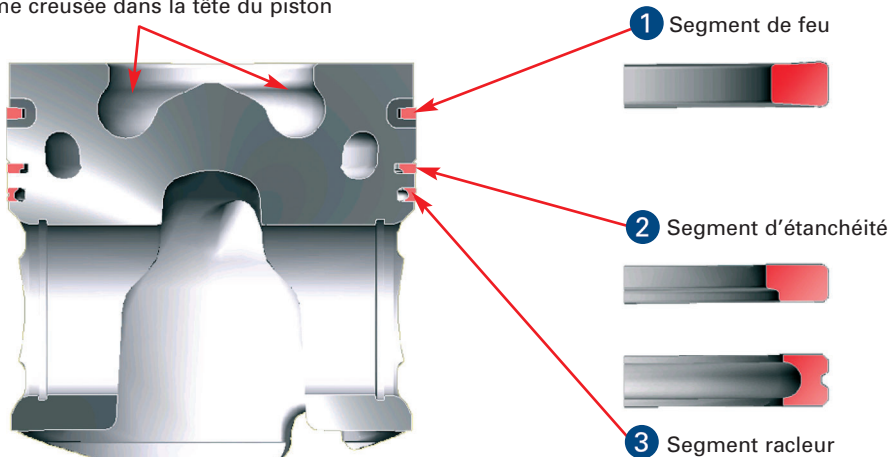
Le piston comporte généralement trois segments :

- ① le segment supérieur qui est un segment d'étanchéité (ou de compression) appelé « **segment de feu** » (c'est la compression due à la combustion qui le plaque à la fois contre le piston et contre la paroi du cylindre),
- ② le segment intermédiaire qui est aussi un « **segment d'étanchéité** »,
- ③ le segment inférieur qui est un « **segment racleur** » d'huile.

Les segments sont des anneaux fendus et élastiques fabriqués dans un matériau moins dur que la chemise du cylindre.

La jupe de piston sert au guidage de la tête de piston dans le cylindre. Sa hauteur dépend de plusieurs paramètres dont notamment la vitesse du piston. C'est la jupe de piston qui porte les bossages pour le passage de l'axe de piston. La tête de piston et la jupe de piston sont fabriquées avec des alliages différents.

Forme creusée dans la tête du piston



► Les bielles

Les bielles sont généralement fabriquées en acier.

Les bielles sont les liaisons (strictement identiques de forme comme de poids) entre le vilebrequin et les pistons qui permettent la transformation du mouvement rectiligne alternatif des pistons en mouvement circulaire continu du vilebrequin.

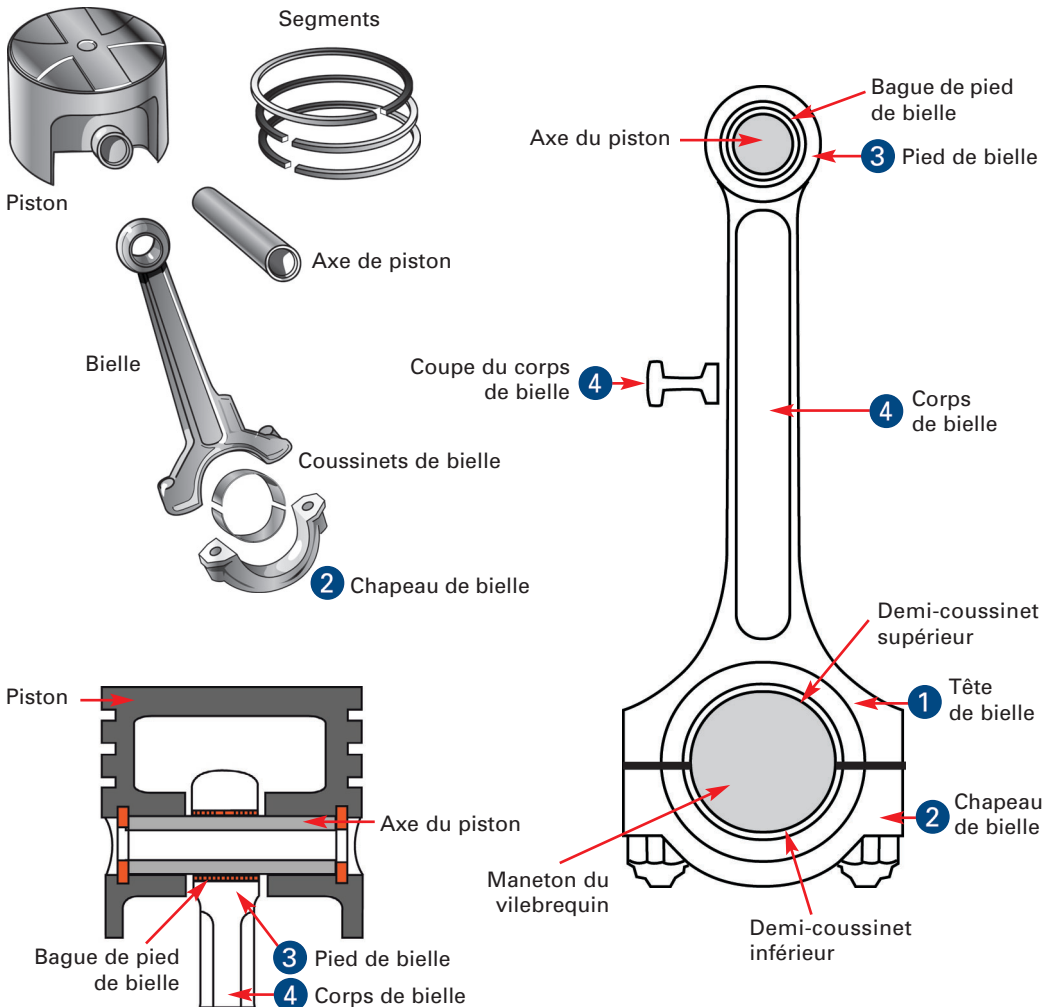
La bielle a une extrémité liée au piston et l'autre extrémité liée au maneton du vilebrequin. La longueur de la bielle, distance mesurée entre les axes de ces deux liaisons, est comprise entre 1,7 et 2,5 fois la course

du piston à l'intérieur du cylindre.

La bielle est reliée au maneton du vilebrequin :

- d'une part, par la « **tête de bielle** » ❶ solidaire du corps de la bielle,
 - d'autre part, par le « **chapeau de tête de bielle** » ❷ boulonné sur la tête de bielle.
- La bielle est reliée au piston par le « **pied de bielle** » ❸ traversé par l'axe de piston (fabriqué en acier traité).

Le **corps de la bielle** ❹ est la partie comprise entre le pied et la tête. Le corps de bielle a une section en forme de « H » pour éviter son flambage dû aux efforts de compression comme de traction.



► Le vilebrequin

Le **vilebrequin** ① est généralement fabriqué par forgeage, puis équilibré statiquement et dynamiquement.

Le vilebrequin est un ensemble de manivelles (une manivelle par piston). Chaque manivelle reçoit la poussée de la bielle faisant la jonction entre le piston et le vilebrequin. Il y a alors mouvement rotatif de la manivelle à partir du mouvement alternatif du piston.

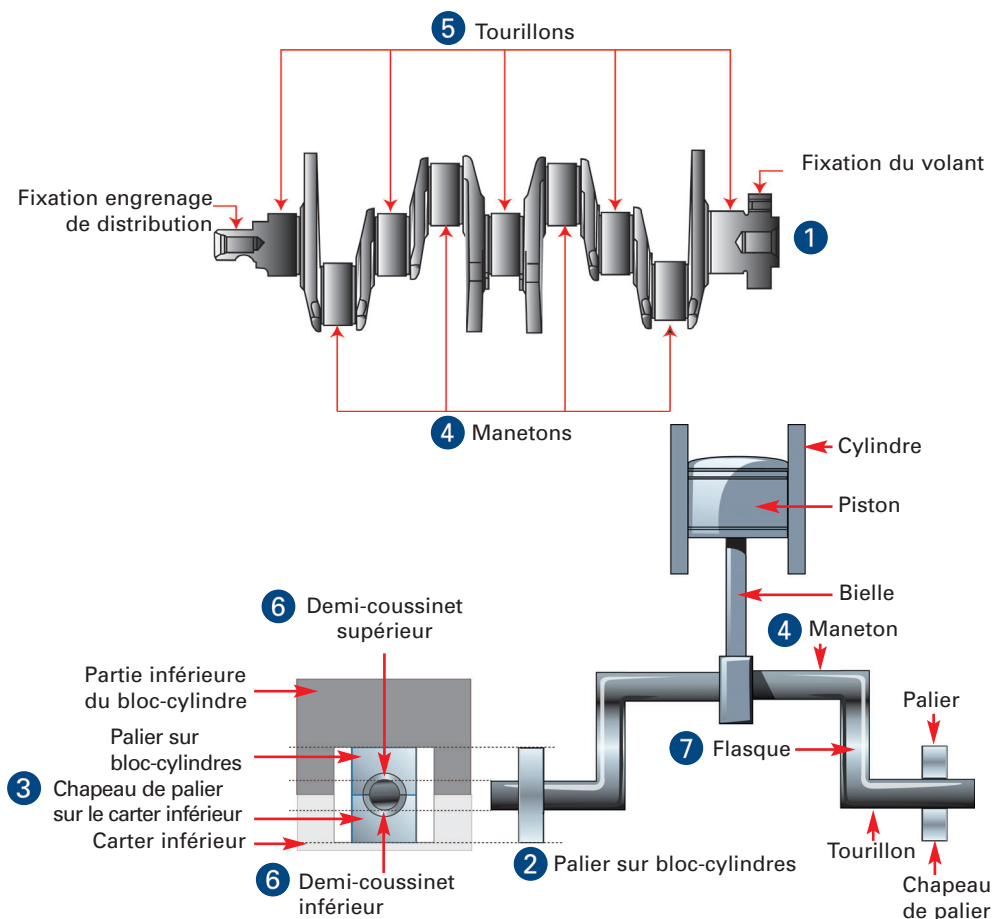
Le vilebrequin est tenu en place par les paliers du bloc-cylindres et par les chapeaux de paliers du carter inférieur. **Paliers** ② et **chapeaux de palier** ③ maintiennent le vilebrequin au niveau de ses **tourillons**.

Les bielles prennent appui sur le vilebrequin au niveau de ses **manetons** ④. Il y a généralement autant de manetons qu'il y a de bielles, sauf sur les moteurs en V où il y a deux bielles par maneton.

Entre les bielles et les manetons, comme entre les paliers et les **tourillons** ⑤, il y a des **coussinets** ⑥. Liaisons entre les manetons et les tourillons, les **flasques** ⑦ portent les masses d'équilibrage (statique et dynamique) ajustées ou bien par meulage, ou bien par perçage.

Le cycle du moteur étant irrégulier (un temps moteur et trois temps résistants), on trouve à l'extrémité arrière du vilebrequin le « volant moteur » ayant pour rôle de limiter cette irrégularité en restituant pendant les temps résistants, l'énergie emmagasinée pendant le temps moteur. C'est sur ce volant que sont montés la couronne de démarrage et le dispositif d'accouplement qui transmet la force du vilebrequin à l'inverseur/réducteur.

À l'extrémité avant du vilebrequin, on trouve le système d'entraînement de tous les auxiliaires du moteur : la distribution avec l'arbre à cames, la pompe à huile, la pompe à gazole, la pompe d'eau de mer, l'alternateur, etc.





Marin très expérimenté, Marcel Oliver possède une longue expérience de formateur de moniteurs de croisière et de skippers professionnels. Pédagogue reconnu, il a notamment publié chez Vagnon : *le Vagnon du bateau à moteur*, *le Vagnon de la voile*, *le Vagnon de la croisière côtière*, *le Vagnon de la croisière hauturière* et *la Mer et ses dangers*.

Écrit pour tout plaisancier sans connaissance particulière en mécanique, ce manuel explique de façon claire et synthétique le fonctionnement et la maintenance du moteur diesel et des circuits qui lui sont associés sur un voilier ou une vedette.

Vous y trouverez également toutes les opérations de maintenance que vous pourrez effectuer vous-même, à l'exclusion volontaire de toutes celles nécessitant une expertise professionnelle, sur :

- les circuits d'alimentation,
- le système d'allumage,
- le circuit de lubrification,
- le circuit de refroidissement,
- le circuit d'échappement,
- la transmission,
- l'entretien du moteur et ses pannes possibles...

Un ouvrage à mettre dans votre bibliothèque de bord.

ISBN 978-2-85725-732-5

