



# TOUT SAVOIR

POMPES À EAU  
À ENTRAÎNEMENT MÉCANIQUE

PASSION POUR LA TECHNOLOGIE.





## GROUPE MOTORSERVICE

QUALITÉ ET SERVICE AUPRÈS D'UN UNIQUE FOURNISSEUR

Le groupe Motorservice est l'organisation commerciale en charge des activités internationales Aftermarket de Rheinmetall. C'est l'un des premiers fournisseurs de composants de moteurs pour le marché indépendant des pièces de rechange. Avec les marques haut de gamme Kolbenschmidt, Pierburg, TRW Engine Components ainsi que les marques BF et turbo by Intec, Motorservice propose à ses clients commerçants et garagistes une gamme étendue et variée de très grande qualité.

## RHEINMETALL

DES TECHNOLOGIES AU SERVICE DE LA MOBILITÉ DE DEMAIN

Équipementier automobile présent dans le monde entier, Rheinmetall se place, grâce à son savoir-faire dans les domaines de l'alimentation en air, de la réduction des émissions nocives et des pompes ainsi que dans le développement, la fabrication et la fourniture de pistons, de blocs-moteurs et de coussinets, en tête de ces marchés respectifs. Le développement des produits se déroule en étroite coopération avec des constructeurs automobiles renommés.



KOLBENSCHMIDT



PIERBURG



TRW

EngineComponents



**Rédaction :**  
Motorservice, Technical Market Support

**Mise en page et production :**  
Motorservice, Marketing

Toute reproduction, duplication ou traduction, en totalité ou en partie, nécessite notre accord écrit préalable et l'indication de la source.

Sous réserve de modifications et de variations dans les illustrations. Toute responsabilité est exclue.

**Editeur :**  
© MS Motorservice International GmbH

## Responsabilité

Les informations contenues dans la présente brochure ont fait l'objet de recherches méticuleuses. Toutefois, des erreurs peuvent s'y être glissées, certaines informations peuvent avoir été mal traduites ou omises, ou bien avoir changé depuis la date de rédaction. Par conséquent, nous ne garantissons pas l'exactitude, l'intégralité, l'actualité ou la qualité des informations transmises et déclinons toute responsabilité quant à celles-ci. Nous déclinons toute responsabilité quant aux dégâts directs ou indirects, matériels ou non matériels émanant de l'utilisation ou de la mauvaise utilisation d'informations, ou d'éventuelles informations erronées ou incomplètes contenues dans la présente brochure, à moins qu'une faute volontaire ou une négligence particulièrement grave puisse nous être imputée. Nous déclinons également toute responsabilité quant aux dommages causés par un niveau de connaissances techniques spécialisées insuffisant, des connaissances insuffisantes en matière de réparation ou une expérience insuffisante de la part du réparateur de moteurs ou du mécanicien. La validité des procédés techniques et des instructions de réparation décrits pour les générations de moteurs futures ne pouvant être déterminée ici, elle doit être jugée dans chaque cas par le réparateur de moteurs ou par le garage.

<b>SOMMAIRE</b>	<b>PAGE</b>
<b>1. BASES</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b> Fonction de la pompe à eau	5
<b>1.2</b> Lieux de montage et modes d'entraînement des pompes à eau	6
<b>1.3</b> Constitution et fonctionnement de la pompe à eau	7
<b>1.4</b> Types de paliers	7
<b>1.5</b> Garniture mécanique	8
<b>1.6</b> Alésages d'aération et de fuite	10
<b>1.7</b> Réservoir de fuite	10
<b>1.8</b> Types de joints du boîtier	11
<b>1.9</b> Liquide de refroidissement	12
<b>2. MONTAGE ET MAINTENANCE</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b> Nettoyage du système de refroidissement	16
<b>2.2</b> Démontage de l'ancienne pompe à eau	16
<b>2.3</b> Montage de la nouvelle pompe à eau	17
<b>2.4</b> Joints et produits d'étanchéité liquides	17
<b>2.5</b> Entraînement par courroie et tension de la courroie	18
<b>2.6</b> Courroies trapézoïdales et poulies	18
<b>2.7</b> Remplissage du système de refroidissement	19
<b>2.8</b> Mise en service	19
<b>2.9</b> Rodage de la pompe à eau	20
<b>2.10</b> Mélange du liquide de refroidissement	20
<b>2.11</b> Principales règles de maniement des pompes à eau et du liquide de refroidissement	21
<b>3. DOMMAGES ET CAUSES DE PANNEES</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b> Dommages de paliers	22
<b>3.2</b> Fuites	23
<b>3.3</b> Cavitation	24
<b>3.4</b> Corrosion	26



# POMPES À EAU MÉCANIQUES DE PIERBURG ET BF

Les pompes à eau mécaniques produites par Pierburg et BF se distinguent par leur excellente qualité, leur fonctionnement et leur longue durée de vie. Environ 6 millions de pompes à eau pour véhicules automobiles et véhicules utilitaires sont produits annuellement sur les sites de production en Allemagne, en France, en Italie, au Brésil et aux USA.

Les pompes à eau mécaniques utilisent différentes variantes de turbines fermées et ouvertes. Les turbines des pompes sont optimisées à l'aide de méthodes de calcul sophistiquées et d'outils de simulation de l'écoulement, quant aux exigences hydrauliques, au rendement de la pompe et à la géométrie, en tenant compte du procédé de fabrication.

Des solutions sur mesure à base de différents matériaux comme l'aluminium, l'acier surfin et la matière plastique sont évaluées au niveau de la conception et du calcul et la meilleure solution technique et économique est développée en vue de la production en série. Les conditions extrêmes rencontrées dans le cadre de l'usage quotidien sont reproduites dans les laboratoires d'essais et le parfait fonctionnement de la pompe à eau est vérifié sur ordinateur.

## Synonymes des termes employés :

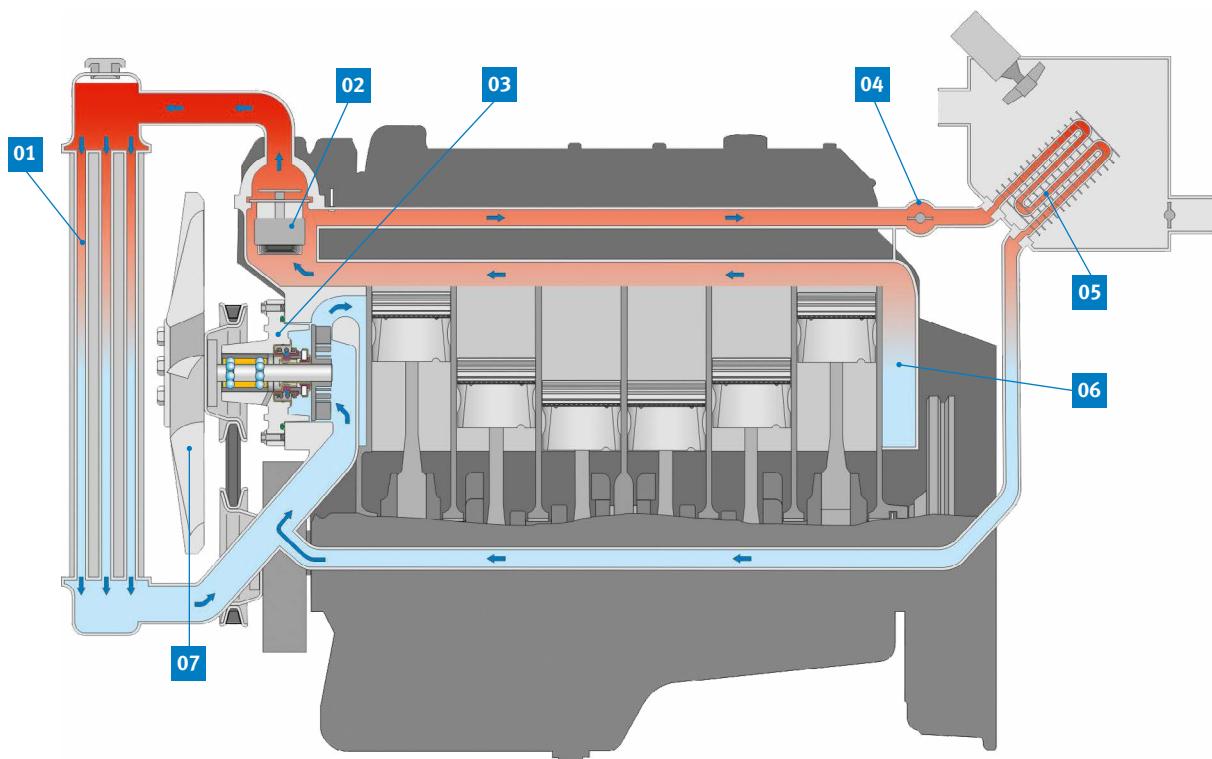
- Réfrigérant = produit antigel / anticorrosion non dilué
- Liquide de refroidissement = mélange d'eau et de réfrigérant
- Pompe à eau = pompe à liquide de refroidissement



# 1. BASES

## 1.1 FONCTION DE LA POMPE À EAU

La combustion dans le moteur produit de la chaleur. Le liquide de refroidissement absorbe la chaleur du bloc-moteur et de la culasse et l'évacue dans l'air environnant au travers du radiateur. La pompe à eau fait circuler le liquide de refroidissement dans le système de refroidissement fermé.



Système de refroidissement

- 01 Radiateur
- 02 Thermostat
- 03 Pompe à eau
- 04 Clapet de régulation du chauffage
- 05 Échangeur de chaleur de chauffage
- 06 Manteau d'eau de refroidissement
- 07 Ventilateur du radiateur

## 1.2 LIEUX DE MONTAGE ET MODES D'ENTRAÎNEMENT DES POMPES À EAU

En fonction de leur type, les pompes à eau mécaniques se trouvent soit dans leur propre boîtier de pompe à l'extérieur du moteur, soit sont directement bridées sur le carter du moteur.

Les pompes à eau montées à l'extérieur du moteur sont entraînées par une courroie qui, généralement, entraîne également d'autres organes complémentaires comme l'alternateur, la pompe d'assistance ou le compresseur de climatiseur. La transmission de force est assurée par des courroies trapézoïdales ou des courroies trapézoïdales striées (courroies Poly-V, Polyrib).

Sur les voitures particulières, les pompes à eau bridées sont généralement entraînées par la courroie dentée de la commande de soupapes. Compte tenu du mode de montage, les pompes à eau de ce type sont de conception plus simple et nécessitent moins de composants que les pompes à eau montées à l'extérieur du moteur.

Cependant, le remplacement des pompes à eau entraînées par courroie dentée est plus complexe que celui des pompes à eau entraînées par courroie trapézoïdale. Un remplacement nécessite l'ouverture et le désassemblage de tout l'entraînement à courroie dentée du moteur. Il s'agit d'une intervention complexe dans la commande de l'entraînement de l'arbre à cames. De nombreux moteurs exigent des compétences spécifiques.

Des outils spéciaux et des valeurs de réglage comme les temps de commande, la tension de la courroie et, éventuellement, le début du refoulement de la pompe d'injection, sont nécessaires pour un grand nombre de moteurs. Un écart ou une erreur même minime lors de ces travaux peut occasionner des dommages graves au moteur.



Pompe rapportée (sans poulie)

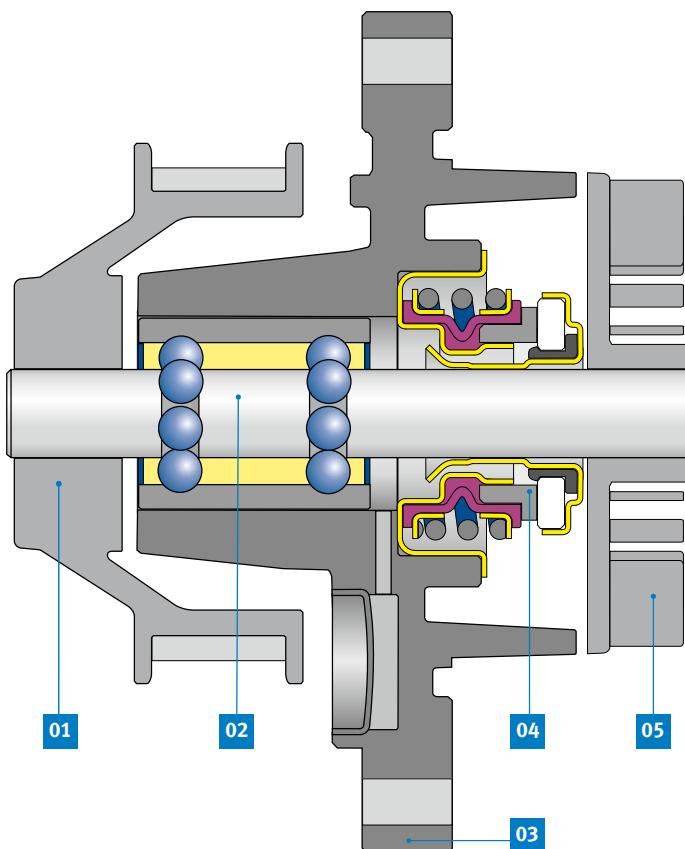


Pompe bridée avec entraînement à courroie dentée

## 1.3 CONSTITUTION ET FONCTIONNEMENT DE LA POMPE À EAU

Les principaux groupes constitutifs des pompes à eau mécaniques sont les suivants :

- 01** Pignon d'entraînement
- 02** Palier avec arbre de pompe
- 03** Boîtier de pompe
- 04** Garniture mécanique
- 05** Turbine de pompe



Pompe à eau entraînée par courroie dentée, bridée sur le moteur

## 1.4 TYPES DE PALIERS

Sur les pompes à eau mécaniques, il est fait usage de roulements à billes à double rangée (Fig. 1) ou, en cas de charge élevée des paliers, à des roulements combinés à billes et rouleaux (Fig. 2). Les paliers sont graissés à vie. Afin d'empêcher la pénétration d'eau et d'impuretés, les paliers sont rendus étanches des deux côtés par une bague d'étanchéité radiale. Sur les pompes à eau, l'arbre de palier fait partie du palier. Autrement dit, les billes ou les rouleaux tournent directement sur l'arbre de la pompe.

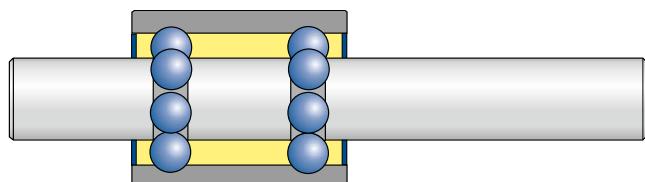


Fig. 1 : Roulement à billes

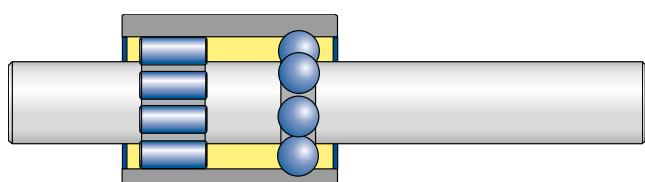


Fig. 2 : Roulement à billes et à rouleaux

## 1.5 GARNITURE MÉCANIQUE

La garniture mécanique est le dispositif d'étanchéité proprement dit de la pompe à eau. Elle se compose pour l'essentiel de deux anneaux de glissement et d'un ressort en spirale. Les paires d'anneaux de glissement sont généralement constituées d'anneaux de glissement de matériaux différents.

Selon la durée de vie exigée et les conditions de fonctionnement, du carbone dur (graphite), de l'oxyde d'aluminium, du carbure de tungstène ou du carbure de silicium est utilisé. Le ressort en spirale presse les anneaux de glissement l'un contre l'autre afin que l'effet d'étanchéité soit maintenu lorsque le système de refroidissement n'est pas sous pression.

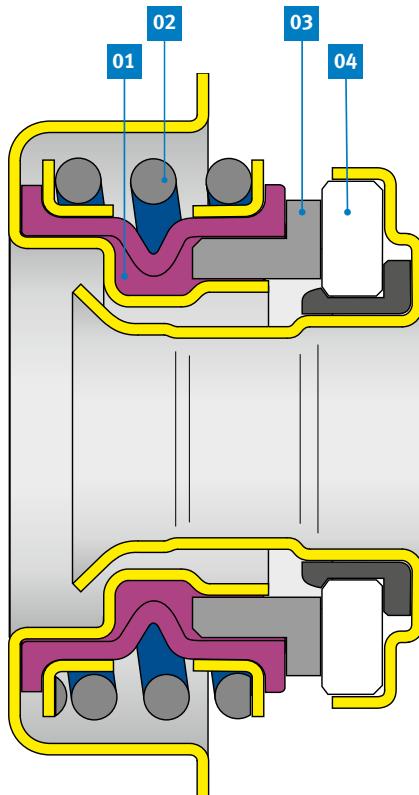


Garniture mécanique prête à monter et désassemblée

Comme pour pratiquement toute construction dans laquelle deux surfaces frottent l'une sur l'autre, un lubrifiant est nécessaire pour réduire les frictions. Dans la garniture mécanique, le liquide de refroidissement du système de refroidissement assure la lubrification et le refroidissement des deux anneaux de glissement. Le liquide de refroidissement pénètre entre les anneaux de glissement sous l'effet de la pression du système de refroidissement et de la rotation de l'arbre de la pompe et rend possible un frottement à faible usure. Pour garantir le bon fonctionnement et la durée de vie prévue de la garniture mécanique, un faible flux de liquide de refroidissement doit toujours la traverser.

### ⚠ ATTENTION

Compte tenu de ce principe de fonctionnement, le liquide de refroidissement peut fuir légèrement sur la face extérieure de la pompe. Cette faible fuite est liée au principe même et ne constitue pas un motif de réclamation.



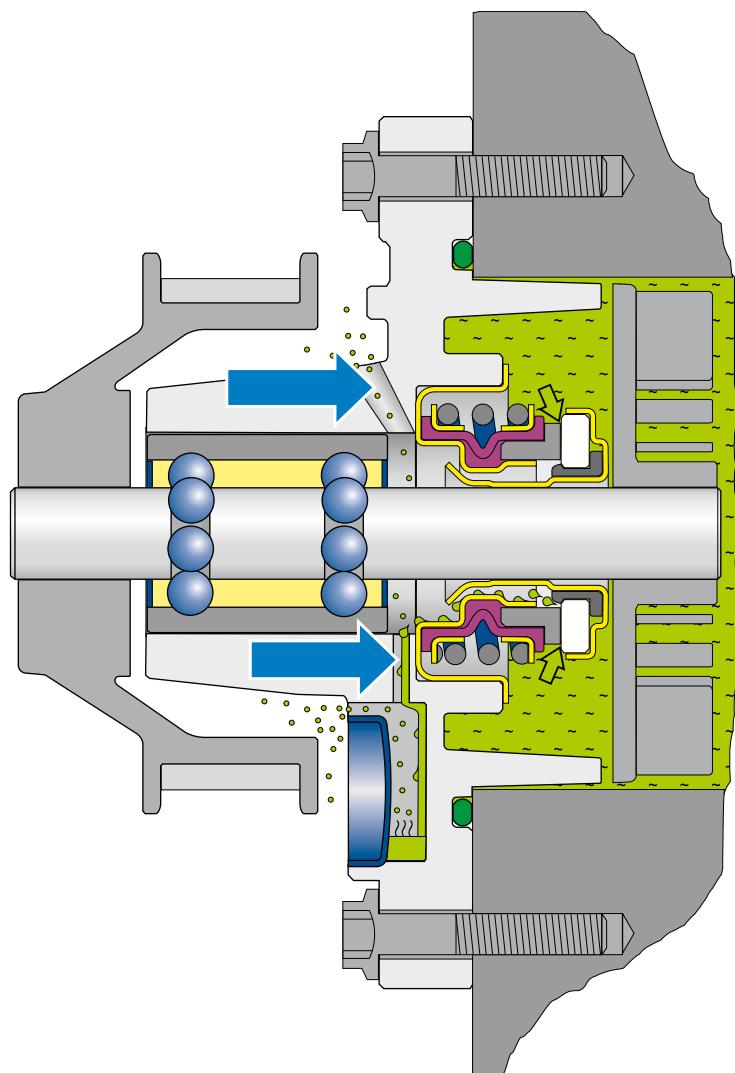
Constitution d'une garniture mécanique

- 01 Soufflet d'intercirculation
- 02 Ressort en spirales
- 03 Anneau de glissement (fixe)
- 04 Anneau de glissement (rotatif)

## 1.6 ALÉSAGES D'AÉRATION ET DE FUITE

La quantité de liquide de refroidissement qui s'échappe entre les surfaces de contact des anneaux de glissement vers la face extérieure est très faible et s'évapore généralement dans la pompe à eau même. À cet effet, le boîtier de pompe comporte des alésages d'aération et de fuite qui permettent au liquide de refroidissement de s'échapper vers l'extérieur. Les réfrigérants à base de glycol contiennent des colorants et des additifs. C'est pourquoi des résidus de couleur apparaissent sur la face extérieure, au niveau des alésages de fuite de la pompe à eau.

Sans les alésages de fuite, du liquide de refroidissement s'accumulerait entre la garniture d'étanchéité et le palier de la pompe et pénétrerait dans celui-ci.



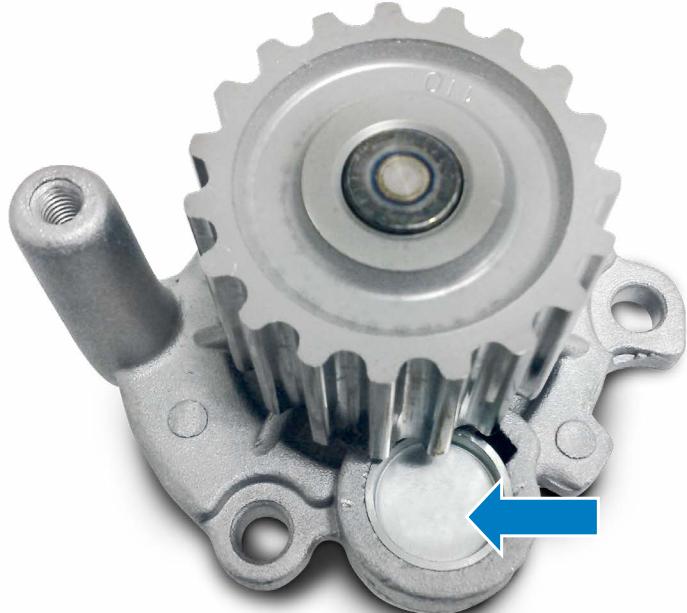
Alésage d'aération et de fuite

## 1.7 RÉSERVOIR DE FUITE

Les résidus visibles de liquide de refroidissement évoqués précédemment au niveau de l'alésage de fuite sont fréquemment interprétés par erreur comme des défauts d'étanchéité de la pompe à eau. Toutefois, cette légère fuite ne justifie pas le remplacement de la pompe à eau.

Afin d'exclure tout malentendu de ce type, de nombreux constructeurs de moteurs ont muni les pompes à eau d'un réservoir au niveau de l'alésage de fuite.

Ce réservoir recueille les très faibles quantités de liquide de refroidissement qui s'échappent de la pompe à eau. Ainsi, le liquide de refroidissement reste invisible de l'extérieur et s'évapore dans le réservoir.



Couvercle sur le réservoir de réfrigérant

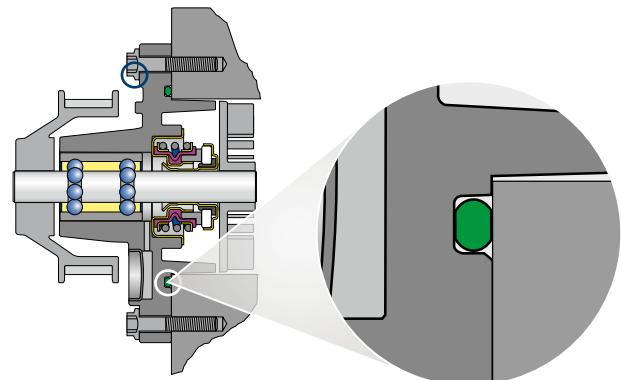
## 1.8 TYPES DE JOINTS DU BOÎTIER

### Joint en élastomère

Le joint en élastomère est une méthode fréquemment employée pour assurer l'étanchéité entre la pompe à eau et le bloc-moteur. La bague d'étanchéité en élastomère rectangulaire ou circulaire est logée dans une rainure de la pompe à eau.

#### ATTENTION

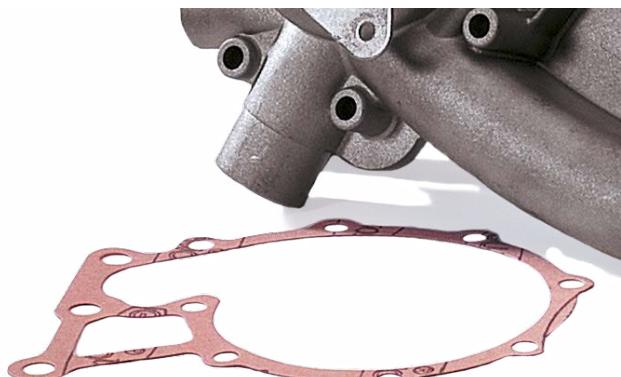
Ne pas utiliser de produits d'étanchéité liquides supplémentaires avec les bagues d'étanchéité en élastomère.



Joint en élastomère

### Joint plats

Les joints plats ne nécessitent généralement pas de produits d'étanchéité liquides supplémentaires. La matière qui constitue les joints plats est capable d'étancher de façon sûre les plus petites irrégularités de la surface d'étanchéité.



Pompe à eau avec joint plat

### Produits d'étanchéité liquides

L'étanchéité des pompes est rarement assurée uniquement par des produits d'étanchéité liquides. Si ce type d'étanchement est prévu, respecter les instructions de montage du constructeur de moteurs.



Produits d'étanchéité liquides

# 1.9 LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT

Le liquide de refroidissement est le fluide qui transporte la chaleur du moteur vers le radiateur du moteur ou de chauffage. Des compositions spéciales des liquides de refroidissement contribuent fortement au parfait fonctionnement du système de refroidissement.

À quelques exceptions près, comme le refroidissement par huile, le liquide de refroidissement des moteurs de véhicules refroidis par liquide est un mélange d'eau et de réfrigérant.

Du point de vue du fonctionnement et de la fonction, le bon liquide de refroidissement est aussi important que l'huile moteur. Des spécifications incorrectes, un rapport de mélange inapproprié, un remplacement irrégulier du liquide de refroidissement, un vieillissement excessif de celui-ci entraînent une corrosion et une panne prémature de la pompe à eau et d'autres pièces du moteur. Les additifs contenus dans le réfrigérant ont un effet stabilisateur sur le vieillissement, protègent de la corrosion, préviennent la mousse, nettoient et recouvrent. Tous les additifs garantissent le bon fonctionnement et la bonne composition du liquide de refroidissement jusqu'à son prochain changement.

Certaines fonctions et notions importantes concernant le réfrigérant sont expliquées ci-après.

## ATTENTION

On pense souvent que le réfrigérant à base de glycol sert uniquement à protéger du gel, mais la protection contre le gel n'est qu'une des nombreuses exigences. D'une manière générale, le réfrigérant est nécessaire pour protéger le système de refroidissement de la corrosion.

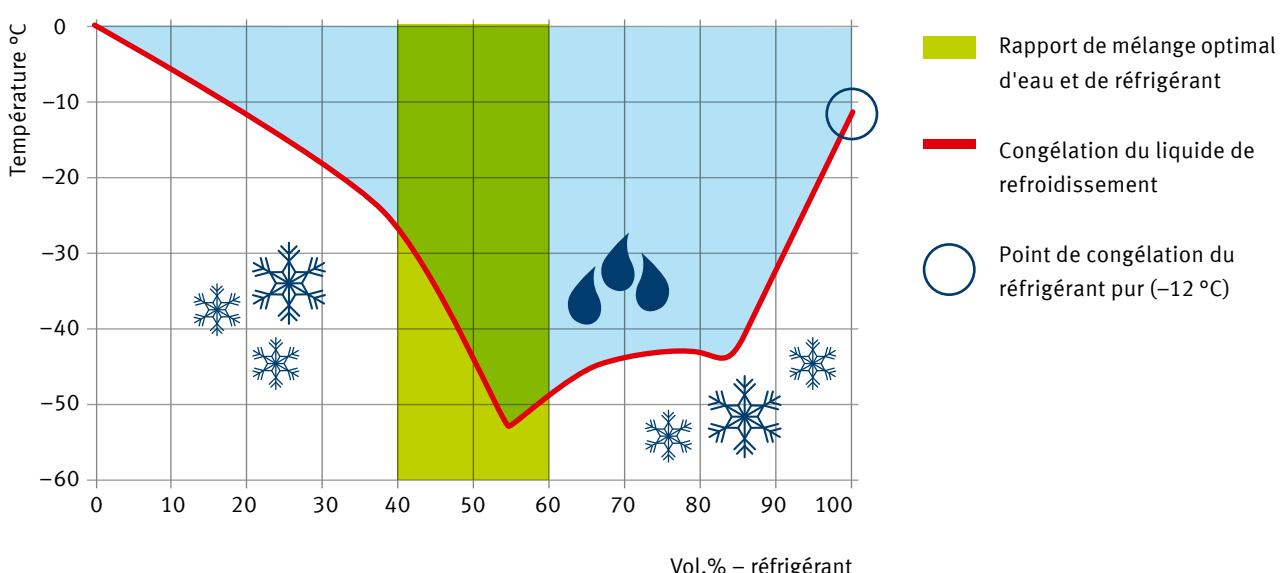
### Fonction de protection contre le gel du réfrigérant

Le principal composant du réfrigérant est le monoéthyléneglycol, dont le point de congélation est très bas.

Le liquide de refroidissement utilisé dans le système de refroidissement est un mélange de réfrigérant pur et d'eau, qui doit être préparé selon les prescriptions du constructeur de moteurs en respectant un rapport précis. Un rapport de mélange de 50:50 est souvent utilisé.

Le réfrigérant ne doit pas être utilisé non dilué, même dans les régions où les températures peuvent être très basses. Si le mélange contient trop peu d'eau ou si le réfrigérant est utilisé non dilué, l'effet de protection contre le gel s'inverse à partir d'une certaine température. Le liquide de refroidissement peut alors déjà geler avant  $-15^{\circ}\text{C}$ , en dépit de la concentration élevée de réfrigérant.

Courbe de congélation en fonction du rapport de mélange du liquide de refroidissement



### Capacité d'absorption de chaleur du réfrigérant

La capacité d'absorption de chaleur du réfrigérant pur est inférieure à celle de l'eau normale. Par conséquent, à volume égal, un mélange de réfrigérant et d'eau est capable de transporter vers le radiateur moins de chaleur que l'eau pure. Le constructeur de moteurs a tenu compte de cette moindre capacité d'absorption de chaleur du réfrigérant dans la conception du système de refroidissement. La vitesse de circulation de la pompe à eau, la taille du radiateur et la quantité de liquide de refroidissement ont été adaptées en conséquence. Si du réfrigérant est mélangé au liquide de refroidissement et si le radiateur du véhicule est de dimensions suffisantes, le moteur est protégé de la surchauffe même dans les régions très chaudes.\*

Les moteurs utilisés avec de l'eau pure, ce qui n'est pas permis, risquent de ne jamais atteindre la bonne température de service car le système de refroidissement est alors surdimensionné.

Cette situation est abordée en détail au chapitre « 3. Dommages et causes de pannes ».

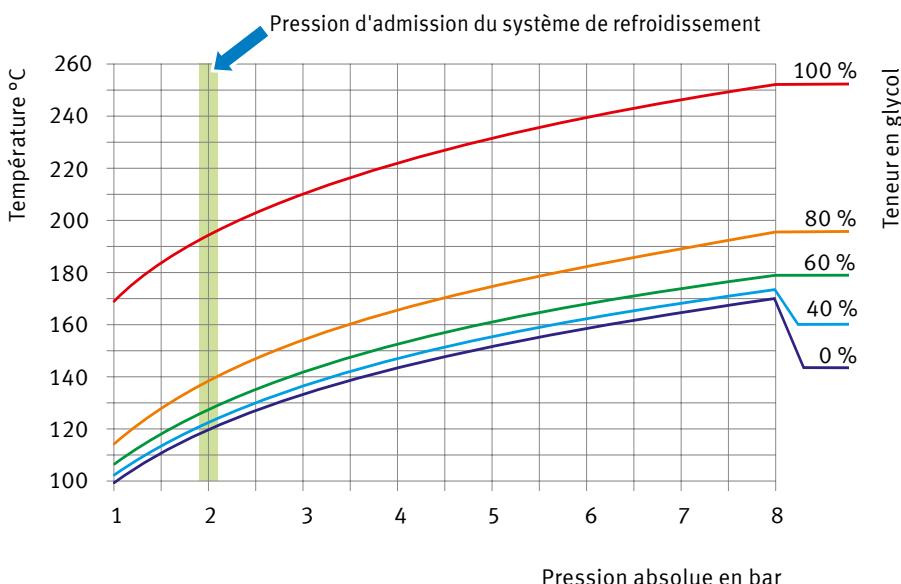
### Augmentation du point d'ébullition

Le point d'ébullition du liquide de refroidissement augmente en même temps que la proportion de réfrigérant. À la pression atmosphérique qui règne au niveau de la mer, l'eau pure bout à 100 °C. Pour un réfrigérant pur à base de monoéthyléneglycol, le point d'ébullition est supérieur à 160 °C. La proportion de réfrigérant exerce donc une forte influence sur le point d'ébullition du liquide de refroidissement. De ce fait, selon la proportion de réfrigérant, le liquide de refroidissement n'atteint le point d'ébullition qu'à des températures beaucoup plus élevées. Ceci sert de marge de sécurité pour éviter la cavitation sur les composants du moteur. La surpression dans le système de refroidissement (env. 1 bar) augmente encore davantage le point d'ébullition.

Le graphique montre les courbes de pression de vapeur de quelques mélanges de glycol et d'eau. Les points d'ébullition qui en résultent, par exemple avec une pression d'admission du système de refroidissement de 1 bar et avec différents rapports de mélange, correspondent aux points d'intersection respectifs.

\* Dans le cas des véhicules d'occasion (utilitaires) vendus depuis des latitudes tempérées vers des zones à climat chaud, la taille du radiateur doit, le cas échéant, être adaptée conformément aux instructions du constructeur afin de prévenir une surchauffe du moteur. Le fonctionnement du système de refroidissement avec de l'eau pure et / ou avec le thermostat démonté ne peut pas éviter efficacement une surchauffe du moteur.

Courbes de pression de vapeur de mélanges de glycol et d'eau



### **Protection antirouille**

La protection du système de refroidissement contre la corrosion est la plus importante fonction du réfrigérant, qui se répercute avant tout sur la longévité de l'ensemble du moteur.

L'absence de substances anticorrosion dans le liquide de refroidissement entraîne une agression chimique des composants (corrosion) en raison des sels et acides éventuellement présents dans le liquide de refroidissement. Ceci conduit à long terme à la destruction de pièces du moteur. La corrosion de l'aluminium représente, en particulier, un problème fréquent dans les systèmes de refroidissement.

En outre, l'oxygène présent dans l'eau se corrode au contact de produits ferreux et charge le liquide de refroidissement en matières solides (rouille). Les particules de rouille relativement dures entraînent une usure rapide de la garniture mécanique de la pompe à eau.

Afin d'agir contre la corrosion, le réfrigérant est alcalin. Le pH est d'environ 8. Ceci provoque un effet tampon contre les acides qui pénètrent dans le circuit de refroidissement.

L'effet tampon s'atténue avec le temps. L'eau salée, l'eau de pluie, les résidus de détartrant pour radiateur ou les gaz de combustion qui pénètrent dans le liquide de refroidissement peuvent déplacer le rapport acide-base dans la zone acide. Le pH de l'eau pure (distillée) est de 7, celle-ci est donc neutre.

Le graphique montre dans quelle plage de pH se situent les différents exemples de liquides.

Tableau des pH



pH		Exemple
14	alcalin	soude caustique
13		
12		ammoniac
11		
10		eau savonneuse
9		
8		eau de mer
7	neutre	eau pure
6	acide	lait
5		eau de pluie, eau minérale avec gaz carbonique
4		cola
3		vinaigre
2		jus de citron
1		acide de batterie, suc gastrique
0		acide chlorhydrique

## Spécifications du réfrigérant

On distingue aujourd'hui fondamentalement trois technologies courantes en matière de réfrigérant :

- **Réfrigérant hybride avec silicates à base de monoéthyléneglycol (MEG, de couleur généralement vert-bleu)**  
Des inhibiteurs inorganiques et organiques sont responsables de la protection anticorrosion. Les silicates contenus forment une couche protectrice fine et stable, qui protège les surfaces du système de refroidissement contre la corrosion, la cavitation et les dépôts.
- **Réfrigérant sans silicates à base d'acides organiques (OAT – Organic Acid Technology, de couleur généralement rouge-violet)**  
Dans ces réfrigérants, des sels organiques sont responsables de la protection anticorrosion.
- **Réfrigérant Si-OAT de la plus récente génération (de couleur généralement bleu-violet)**  
Il s'agit d'une combinaison de réfrigérants hybrides et OAT offrant une protection anticorrosion améliorée. Des additifs au silicium hautement réactifs forment des couches protectrices dynamiques, extrêmement stables.



## REMARQUE

La couleur des réfrigérants n'est pas normalisée. Des réfrigérants de même couleur ne sont pas forcément comparables. Cependant, les grands producteurs de réfrigérant adaptent en partie les couleurs entre eux. Les producteurs à bon marché proposent souvent des réfrigérants de couleur fluorescente. Des réfrigérants de très mauvaise qualité sont vendus dans certains pays. Une grande prudence est alors de mise car les spécifications prescrites risquent de ne pas être remplies. Utiliser impérativement les réfrigérants agréés par le constructeur de moteurs. L'indication sur l'étiquette « conforme à la norme ... » ne constitue pas un agrément de constructeur !

## ⚠ ATTENTION

Ne jamais mélanger de réfrigérant avec silicates et un réfrigérant sans silicates !

- L'effet anticorrosion diminue.
- Le liquide de refroidissement peut devenir gélatineux ou flocculer.
- Les garnitures mécaniques peuvent être endommagées.
- Le système de refroidissement peut perdre son étanchéité !

## 2. MONTAGE ET MAINTENANCE

### 2.1 NETTOYAGE DU SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

L'encrassement du système de refroidissement est l'une des principales causes de fuite des pompes à eau. Si le liquide de refroidissement contient de la rouille, du calcaire, des impuretés ou de l'huile, le système de refroidissement doit être rincé plusieurs fois à l'eau claire ou débarrassé de l'huile / du calcaire avec des produits appropriés avant de remplacer l'ancienne pompe à eau.

Si le point de congélation du liquide de refroidissement a été mesuré, par ex. avec un aéromètre, et si le résultat indique que la protection contre le gel est suffisante, cela ne signifie pas pour autant que le liquide de refroidissement peut continuer d'être utilisé. Ce résultat indique uniquement que la fonction de protection contre le gel du liquide de refroidissement est encore suffisante pour empêcher le liquide de refroidissement de geler.

Un liquide de refroidissement sale, laiteux ou trouble prouve que les intervalles de remplacement du liquide de refroidissement n'ont pas été respectés ou qu'un liquide de refroidissement inapproprié a été utilisé. Un joint de culasse non étanche peut également causer de tels symptômes. Si des gaz d'échappement pénètrent dans le liquide de refroidissement, le pH chute et la corrosion est favorisée.

Une couleur indéfinie du liquide de refroidissement ou la formation de flocons signifie que des réfrigérants de composition différente ont été mélangés entre eux. Il est alors nécessaire de rincer soigneusement le système de refroidissement et de changer intégralement le liquide de refroidissement.

### 2.2 DÉMONTAGE DE L'ANCIENNE POMPE À EAU

Démonter l'ancienne pompe à eau conformément aux instructions du constructeur. Les surfaces d'étanchéité sur le bloc-moteur doivent être soigneusement débarrassées de tous les dépôts de joint et de la corrosion. Les dépôts de joint grattés ne doivent pas pénétrer dans le système de refroidissement.



#### ENVIRONNEMENT

Le liquide de refroidissement usagé ne doit pas être réutilisé. Il doit être recueilli et éliminé en respect de la réglementation applicable. Le liquide de refroidissement usagé ne doit pas entrer dans les égouts ou l'environnement. En raison des composés chlorés et des autres composants contenus, le liquide de refroidissement usagé ne doit pas être mélangé et éliminé avec l'huile moteur usagée.



Un liquide de refroidissement sale, décoloré, huileux ou contenant de la rouille signifie qu'il doit être remplacé rapidement. D'une manière générale, le liquide de refroidissement doit être contrôlé à l'occasion de chaque entretien et non pas uniquement en cas de panne de la pompe à eau.

Si un rinçage du système de refroidissement est nécessaire, le faire, pour des raisons pratiques, avant le démontage de l'ancienne pompe à eau.

## 2.3 MONTAGE DE LA NOUVELLE POMPE À EAU

Les surfaces d'étanchéité nettoyées doivent être dégraissées avant le montage de la nouvelle pompe à eau afin que les produits d'étanchéité liquides ou les joints plats puissent adhérer correctement et assurer une bonne étanchéité. Dans le cas des boîtiers rendus étanches par des joints en élastomère, appliquer si nécessaire un peu de lubrifiant sur la surface correspondante du bloc-moteur. Ceci empêche la bague d'étanchéité de se tordre, de se coincer et d'être endommagée lors de la mise en place de la pompe à eau.

### ATTENTION

Lors du montage de la nouvelle pompe à eau, observer impérativement les couples de serrage prescrits par le constructeur de moteurs de même que l'ordre de serrage des vis de fixation.

## 2.4 JOINTS ET PRODUITS D'ÉTANCHÉITÉ LIQUIDES

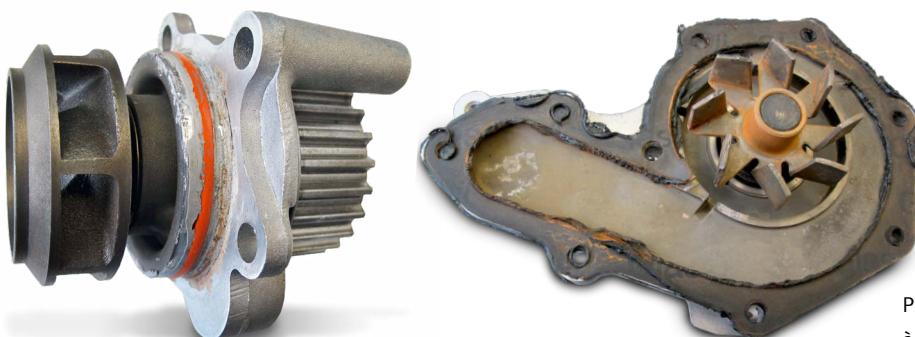
Les pompes à eau munies de joints toriques ou de bagues rectangulaires en élastomère ne doivent pas être montées en utilisant des produits d'étanchéité liquides en plus de la bague d'étanchéité. Afin de permettre les déformations (ovalisation) que subit la bague d'étanchéité montée, celle-ci doit disposer d'un espace libre suffisant. Si cet espace est rempli de produit d'étanchéité, le parfait fonctionnement du joint en élastomère n'est plus garanti.

Si l'étanchéité de la pompe à eau est assurée par des joints plats, aucun produit d'étanchéité supplémentaire ne doit être appliqué si la surface d'étanchéité sur le bloc-moteur est impeccable. Une faible quantité de produit d'étanchéité liquide peut être utilisée entre le bloc-moteur et le joint uniquement pour les surfaces d'étanchéité fortement corrodées ou rayées, qu'il n'est plus possible d'égaliser avec du papier abrasif. Cependant,

le diamètre maximal d'application du produit d'étanchéité ne doit pas dépasser 2 mm. En effet, le produit d'étanchéité en excès est chassé et peut salir la garniture mécanique (voir le chapitre « 3. Dommages et causes de pannes ») Le remplissage de liquide de refroidissement ne doit être effectué qu'une fois le produit d'étanchéité durci, afin d'éviter que le produit d'étanchéité encore mou pénètre dans l'interstice d'étanchéité de la garniture mécanique.

### ATTENTION

Ne pas utiliser trop de produit d'étanchéité ! Le produit d'étanchéité excédentaire peut encrasser le système de refroidissement et détruire la garniture mécanique. Il peut occasionner des dysfonctionnements des thermostats, des clapets de chauffage électriques et des pompes de circulation des chauffages auxiliaires, etc.



Pompes à eau devenues non étanches suite à l'utilisation de produits d'étanchéité liquides

## 2.5 ENTRAÎNEMENT PAR COURROIE ET TENSION DE LA COURROIE

Le montage de la courroie d'entraînement et le réglage de sa tension doivent être réalisés avec grand soin. En présence de tendeurs de courroie automatiques, ceux-ci doivent être remplacés et réglés conformément aux instructions du constructeur. Si la pompe à eau est entraînée par une courroie de distribution, celle-ci doit toujours être également remplacée pour des raisons de sécurité de fonctionnement du moteur et du travail nécessaire au remplacement de la pompe à eau. Ceci concerne également les galets tendeurs et de guidage. Les pignons d'entraînement défectueux doivent être remplacés.

Les temps de commande, la tension de la courroie et la pompe d'injection doivent être réglés conformément aux instructions du constructeur de moteurs. Une surtension ou une sous-tension de la courroie entraîne des dommages au palier de la pompe à eau. Avec une tension excessive de la courroie, la charge admissible du palier est dépassée et le palier sera détruit en quelques milliers de kilomètres seulement. Si la tension de la courroie est trop faible, son battement peut occasionner des vibrations et des instabilités de fonctionnement. Ceci entraîne également une réduction de la durée de vie des paliers des pompes à eau.

## 2.6 COURROIES TRAPÉZOÏDALES ET POULIES

Les courroies trapézoïdales (Fig. 2–4) s'usent plus rapidement que les courroies trapézoïdales striées (courroies Poly-V, Polyrib, Fig. 1). Ceci est dû au foulage accru de la courroie. Le patinage qui en découle use les deux flancs de la courroie. Il en va de même des poulies. Les longues durées de fonctionnement peuvent user les poulies au point que même une courroie neuve ne porte plus sur les flancs. Les forces sont alors transmises soit par les bords de la courroie trapézoïdale (Fig. 3), soit par le diamètre intérieur de la courroie et le diamètre du fond de la poulie (Fig. 4). Dans les deux cas, cette usure réduit l'écart entre la courroie et l'arbre. Ceci modifie le

rapport de transmission de l'entraînement à courroie et peut entraîner une panne prématuée de composants.

Avec des poulies usées, même une courroie neuve produit des couinements au bout d'une brève durée de fonctionnement. Le couinement est un signe de patinage de la courroie. Pour y remédier, on augmente souvent la tension de la courroie qui devient alors excessive. Il s'ensuit une surcharge des paliers de la pompe à eau, de la pompe d'assistance et de l'alternateur triphasé, et par voie de conséquence une panne des composants.

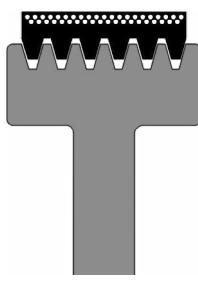


Fig.1

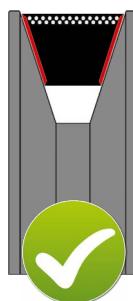


Fig.2

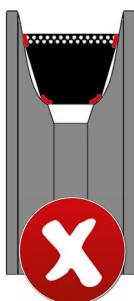


Fig.3

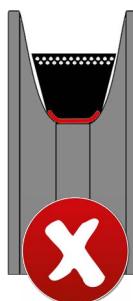


Fig.4

## 2.7 REMPLISSAGE DU SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

Lors du remplissage du système de refroidissement, l'air emprisonné doit pouvoir s'échapper. À cet effet, ouvrir les vis d'aération éventuellement présentes et les clapets de chauffage mécaniques.

### REMARQUE

De par leur conception, certains systèmes de refroidissement sont difficiles à remplir. Dans ce cas, le remplissage doit impérativement être effectué conformément aux instructions du constructeur de véhicules.



Conseil : Le procédé de remplissage à vide peut être utilisé pour éviter les inclusions d'air dans le système de refroidissement. Dans un premier temps, l'air est entièrement aspiré (évacué) du système de refroidissement à l'aide d'un appareil de remplissage à vide. Les clapets sont ensuite inversés de sorte que le vide aspire le liquide de refroidissement du bidon dans le système de refroidissement. L'avantage de ce procédé réside d'une part dans l'absence de bulles lors du remplissage du système de refroidissement et, d'autre part, dans le fait qu'une absence de dépression dans le système de refroidissement permet immédiatement de reconnaître la présence de fuites. Le procédé à vide est appliqué par de nombreux constructeurs de véhicules tant dans la production que pour la maintenance ou y est prescrit. Des appareils de remplissage de ce type sont disponibles dans le commerce d'outils.

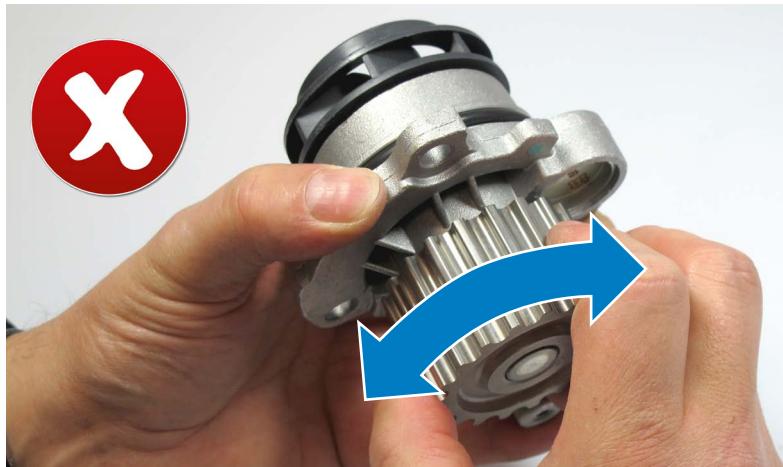
## 2.8 MISE EN SERVICE

### ATTENTION

Ne pas faire tourner la pompe à eau avec une garniture mécanique sèche !

La pompe à eau ne doit jamais être mise en service sans remplissage de liquide de refroidissement. Même un fonctionnement de courte durée, par ex. pour vérifier la tension de la courroie ou si le moteur démarre, est à proscrire. Lorsque la pompe à eau fonctionne sans liquide de refroidissement, les deux anneaux de glissement frottent à sec l'un sur l'autre, sans lubrification ni refroidissement. Il s'ensuit immédiatement une forte usure et une destruction thermique de la garniture mécanique.

Ceci se produit également en cas de perte de liquide de refroidissement durant la conduite et si le véhicule est amené au garage le plus proche en observant la température du moteur. Même sur une courte distance, la pompe à eau est alors généralement endommagée irrémédiablement ou détruite.



Ne pas faire tourner les pompes à eau à sec

## 2.9 RODAGE DE LA POMPE À EAU

Comme toute pièce mobile du moteur, la pompe à eau nécessite un temps de rodage. Les surfaces des deux anneaux de glissement doivent s'adapter l'une à l'autre. La sortie d'une faible quantité de liquide de refroidissement visible à l'alésage

de fuite de la pompe à eau durant la période de rodage est normale. La sortie de liquide de refroidissement s'arrête d'elle-même une fois les anneaux de glissement rodés (1 à 3 heures de fonctionnement).

## 2.10 MÉLANGE DU LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT

En l'absence d'indications autres de la part du constructeur de moteurs, un rapport de mélange de réfrigérant et d'eau de 50:50 a fait ses preuves. De nombreux producteurs de réfrigérant fournissent un liquide de refroidissement prêt à l'emploi, qui ne demande donc aucune préparation.

### ATTENTION

Ne jamais utiliser d'eau non additionnée de réfrigérant dans le système de refroidissement.

L'eau utilisée doit avoir la qualité d'eau potable et ne pas être trop dure. L'indice de dureté ne doit pas dépasser 3,56 mmol/l (20°dH). Ne pas utiliser d'eau potable issue d'installations de dessalement d'eau de mer. La teneur résiduelle en sels dissous entraîne rapidement une corrosion dans le système de refroidissement. En l'absence d'eau potable appropriée (sans gaz carbonique), de l'eau distillée\* peut être utilisée. Ne pas utiliser d'eau de pluie ni d'eau provenant de l'océan ou d'eaux mortes.

Le mélange d'eau et de réfrigérant doit toujours être effectué en dehors du système de refroidissement. Éviter de verser le réfrigérant pur dans le système de refroidissement pour compléter ensuite avec de l'eau. Les silicates contenus dans les réfrigérants forment une couche protectrice dans le système de refroidissement. Si le système de refroidissement est rempli d'abord de réfrigérant pur, une couche protectrice bien trop épaisse se forme sur les surfaces basses du système de refroidissement en raison de la forte concentration. Les silicates

ne suffisent alors plus pour assurer une couche protectrice sur la totalité de la surface du système de refroidissement. Les systèmes de refroidissement s'entartrent si, par ex., ils sont remplis constamment avec seulement de l'eau en raison de fuites. En cas de rajout d'eau, des agents de dureté sont apportés à chaque remplissage ; ceux-ci se déposent sous forme de tartre (calcium et carbonate de magnésium) dans le système de refroidissement et empêchent l'échange de chaleur. Les particules de tartre non adhérentes entraînent une usure par abrasion de la garniture mécanique et la panne de la pompe à eau.



Conseil : Si l'on ne dispose que d'eau très calcaire pour la préparation du liquide de refroidissement, une partie des agents de dureté peut être éliminée en faisant bouillir l'eau. La dureté carbonatée se précipite alors sous forme de tartre et ne peut plus se déposer dans le système de refroidissement.

\* L'eau distillée contient très peu de minéraux. C'est pourquoi même les professionnels rejettent souvent à l'utiliser pour préparer le liquide de refroidissement. Compte tenu du fort effet anticorrosion du réfrigérant pur, l'utilisation d'eau distillée n'a pas d'effet négatif.

## 2.11 PRINCIPALES RÈGLES DE MANIEMENT DES POMPES À EAU ET DU LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT



- N'utiliser que le liquide de refroidissement prescrit.
- Respecter les intervalles de remplacement du liquide de refroidissement.
- Les viscocoupleurs ou les pales de ventilateur défectueux ou endommagés doivent être remplacés.
- N'utiliser de produits d'étanchéité liquides pour le boîtier que s'ils sont prescrits.
- Respecter impérativement la tension de courroie prescrite.
- Remplacer et régler impérativement les galets tendeurs et les tendeurs de courroie automatiques selon les instructions du constructeur.
- Assurer l'aération du système de refroidissement.



- Ne jamais tourner manuellement les arbres des pompes à eau neuves dans un sens et dans l'autre.
- Ne pas utiliser de poulies usées, endommagées et déformées.
- Ne pas ajouter au liquide de refroidissement d'additifs d'étanchéité pour radiateur.
- Ne jamais mettre les pompes à eau en marche sans liquide de refroidissement.

## 3. DOMMAGES ET CAUSES DE PANNES

### 3.1 DOMMAGES DE PALIERS

Les paliers subissent toujours des dommages précoces si la charge radiale ou axiale maximale admissible est dépassée. Si une quantité excessive de liquide de refroidissement s'échappe suite à des dommages de la garniture mécanique, le liquide peut pénétrer dans le corps des paliers et entraîner une panne des paliers (perte de lubrification, corrosion).

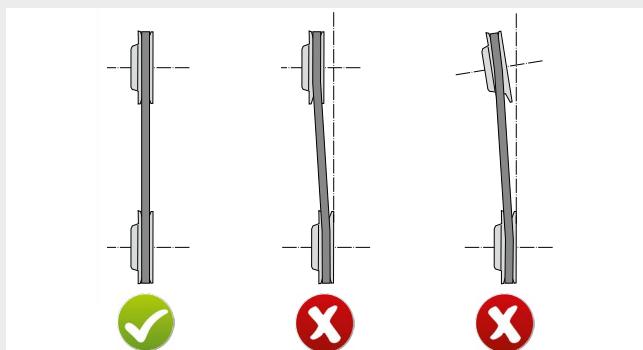
Causes de pannes :

- Tension excessive des courroies d'entraînement (surcharge des paliers).
- Tension insuffisante des courroies d'entraînement provoquant une charge accrue des paliers suite au battement de la courroie et aux vibrations de torsion.
- Poules usées, erronées ou déformées suite à un défaut d'alignement de la courroie, à une charge unilatérale, à des vibrations, (voir l'illustration).



Dommage de palier dû à des problèmes de courroie (fragments de caoutchouc, particules sur le boîtier)

- Dispositifs tendeurs automatiques défectueux ou mal montés.
- Viscocoupleurs du ventilateur de refroidissement défectueux (vibrations).
- Pales de ventilateur défectueuses, déformées ou erronées (vibrations).
- Amortisseurs de vibrations du vilebrequin défectueux (vibrations, défaut d'alignement de la courroie).
- Courroies d'entraînement erronées et endommagées.
- Entrée d'eau dans les paliers de la pompe par :
  - Traversée de cours d'eau.
  - Nettoyage du moteur avec des appareils haute pression.
  - Garniture mécanique non étanche (perte d'eau de la pompe à eau ignorée et rajout constant de liquide de refroidissement).
- Fin normale de la durée de vie suite à l'usure.
- Montage d'une pompe à eau non adaptée à l'application.



Défaut d'alignement de la courroie



Dommage de palier dû à une tension trop élevée de la courroie



Pignon d'entraînement endommagé par la crasse et l'usure (dommage de palier)

## 3.2 FUITES

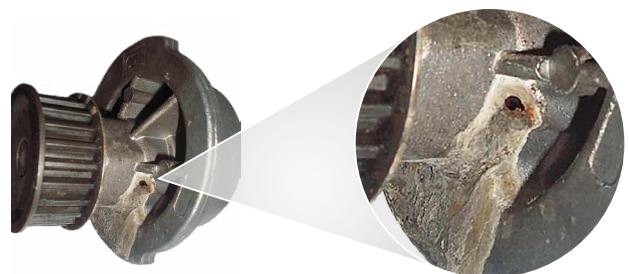
Les dommages de la garniture mécanique sont généralement dus à une marche à sec de la pompe à eau (manque de liquide de refroidissement) et à un liquide de refroidissement encrassé. Les deux entraînent une usure par abrasion du joint et une panne prématuée de la pompe à eau.

Causes de fuites :

- Fonctionnement de la pompe à eau sans liquide de refroidissement.
- Encrassement du liquide de refroidissement (rouille, produits de corrosion, calcaire, produit d'étanchéité liquide, huile, sable, etc.).
- Rotation de la pompe à eau neuve à la main (endommagement de la garniture mécanique). La garniture mécanique encore sèche commence à grincer. Le couinement augmente d'autant plus que l'arbre de pompe est tourné longtemps dans un sens et dans l'autre.
- Liquide de refroidissement erroné, corrosif ou inapproprié.
- Coups sur l'arbre de pompe (rupture de la garniture mécanique suite à un accident du véhicule ou à un montage incorrect).
- Palier de la pompe abîmé.
- Utilisation d'additifs d'étanchéité du radiateur dans le liquide de refroidissement (collage des garnitures mécaniques).



Pompe à eau devenue non étanche en raison d'un produit d'étanchéité liquide (la pompe a perdu son étanchéité encore pendant la montée en température)



Pompe à eau devenue non étanche en raison d'une eau calcaire



Pompe à eau devenue non étanche en raison d'un liquide de refroidissement chargé de rouille (mauvaise protection anticorrosion du liquide de refroidissement)



Utilisation excessive de produits d'étanchéité liquides (silicone dans ce cas)

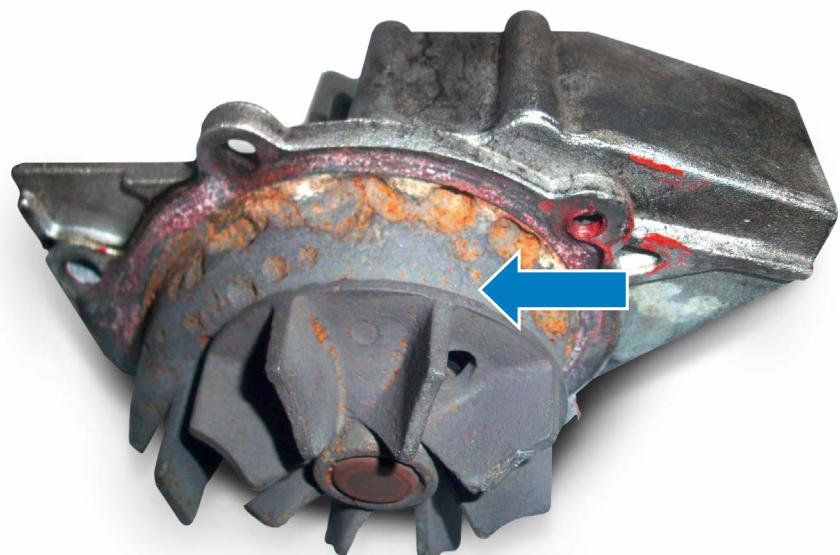
### 3.3 CAVITATION

Des trous peuvent apparaître sur le boîtier des pompes à eau par cavitation et celles-ci peuvent ainsi perdre leur étanchéité. Les turbines de pompe métalliques peuvent être affaiblies par la cavitation au point de casser. La cavitation n'est souvent constatée qu'après le démontage de la pompe à eau.

Les causes de la cavitation sont les suivantes :

- Défauts d'entretien
- États de fonctionnement défavorables
- Dysfonctionnements du système de refroidissement
- Liquide de refroidissement erroné

La cavitation peut également être un indice révélateur d'un montage de la pompe à eau n'ayant pas fait l'objet d'une attention suffisante.

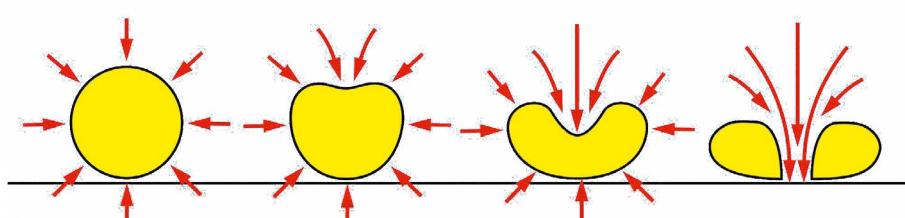


Boîtier de pompe endommagé par cavitation

#### Origine de la cavitation

Lorsque les liquides atteignent leur point d'ébullition, il se forme de petites bulles de vapeur qui implosent brusquement. Durant cette implosion, une microbuse caractéristique se forme au centre des bulles. Dans la microbuse, le liquide subit une accélération extrême. Des pics de pression pouvant atteindre 10 000 bars et des vitesses de 400 km / h exercent une action

ponctuelle sur la surface des composants. De minuscules particules métalliques sont alors arrachées mécaniquement de la surface des composants. Lorsque la cavitation se reproduit toujours au même endroit, des trous ou des cavités de plus en plus profonds se forment avec le temps.



Formation et implosion de bulles

Des bulles de vapeur se forment lorsqu'un liquide atteint son point d'ébullition. Ceci dépend de trois paramètres :

1. Le point d'ébullition du liquide.
2. La pression dans le liquide.
3. La température du liquide.

Ces trois paramètres s'influencent mutuellement. Les raisons pour lesquelles le point d'ébullition peut être atteint dans un circuit de refroidissement du moteur sont indiquées ci-après. Ce sont souvent plusieurs raisons qui font que le point d'ébullition est atteint et qu'il se produit une cavitation.

#### **Point d'ébullition atteint en raison d'une pression d'admission trop basse dans le système de refroidissement**

- Système de refroidissement non étanche.
- Couvercle du radiateur défectueux ou erroné - pression d'ouverture de la valve de surpression incorrecte.
- Température de service trop basse du moteur - fonctionnement du moteur sans thermostat ou température d'ouverture du thermostat trop basse.
- Fonctionnement du moteur en haute montagne - la pression ambiante inférieure influence également la pression d'admission du système de refroidissement.

#### **Point d'ébullition atteint suite à des déplacements rapides de liquides et d'objets**

- Zones de dépression locales sur des composants dues à des oscillations des composants.
- Zones de dépression locales dues à des déplacements rapides de composants dans les liquides, en particulier dans le cas des turbines de pompes et des hélices.
- Vitesses d'écoulement élevées de liquides associées à une forte modification du sens d'écoulement ou à son inversion. Si la vitesse d'écoulement est telle que la pression statique chute en-deçà de la pression d'évaporation du liquide, des bulles de vapeur se forment.

#### **Point d'ébullition trop bas du liquide de refroidissement**

- Utilisation d'eau normale sans addition de réfrigérant.
- Liquide de refroidissement inapproprié (concentration de liquide trop basse, liquide de refroidissement trop vieux). Voir également le chapitre « 1.9 Liquide de refroidissement ».

#### **Point d'ébullition atteint en raison d'une température excessive des composants**

En cas de surcharge du moteur ou d'anomalies dans le déroulement de la combustion, la chaleur produite est plus importante que prévu.

Un système de refroidissement fonctionnant mal en raison, par ex., d'un manque de liquide de refroidissement, d'un radiateur bouché, d'un encrassement sur la face extérieure du radiateur, de viscocoupleurs défectueux, de courroies d'entraînement usées, d'une panne du ventilateur de refroidissement électrique, etc.

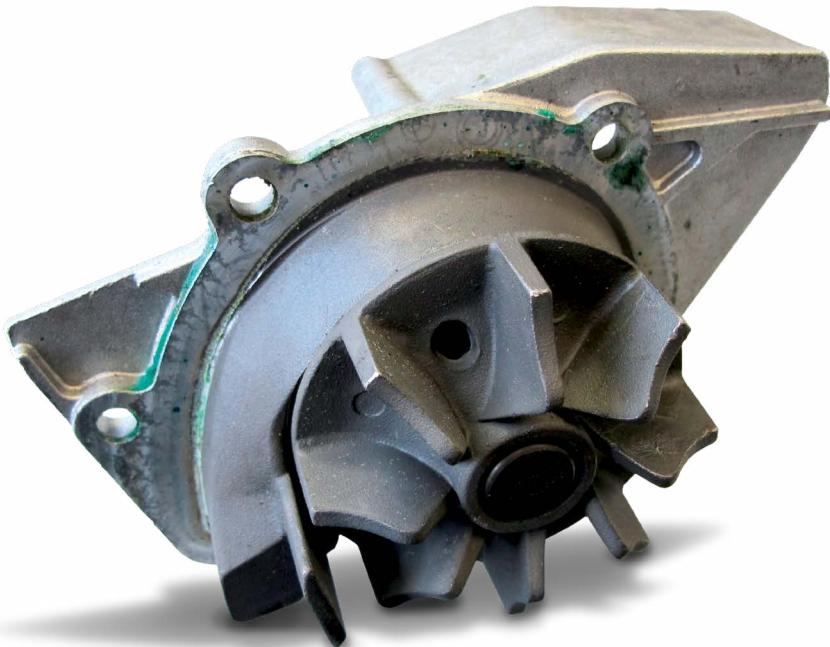
## 3.4 CORROSION

La corrosion détache des particules solides des surfaces du système de refroidissement. Les particules pénètrent dans la garniture mécanique de la pompe à eau. La garniture mécanique perd son étanchéité suite à l'usure par abrasion. La corrosion des surfaces internes de la pompe à eau est révélatrice d'une protection anticorrosion insuffisante du liquide de refroidissement utilisé.

Causes de corrosion :

- Liquide de refroidissement erroné, corrosif, trop vieux ou inappropriate.
- Utilisation d'eau comme liquide de refroidissement (sans aucun réfrigérant).

- Joint de culasse non étanche : Des gaz de combustion agressifs tels que le gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) et les composés soufrés ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) pénètrent dans le système de refroidissement et entraînent une acidification du liquide de refroidissement et une dégradation des substances inhibitrices de la corrosion.
- Réduction de l'effet anticorrosion du liquide de refroidissement par le mélange de réfrigérants ayant des compositions différentes (voir le chapitre « 1.9 Liquide de refroidissement »).



Un liquide de refroidissement inappropriate a occasionné une corrosion et des fuites



La réaction alcaline du liquide de refroidissement entraîne une coloration grise normale des pièces en aluminium. Cependant, les surfaces de couleur grise ne doivent pas présenter de dépôts non adhérents (boue ou poussière à l'état sec) (test avec le doigt). Si tel est le cas, cela signifie qu'on est en présence non pas de la réaction alcaline du réfrigérant, mais d'une corrosion du matériau. Les matières solides libérées encrassent le liquide de refroidissement et entraînent une usure par abrasion de la garniture mécanique.



# TRANSFERT DE SAVOIR-FAIRE LA COMPÉTENCE D'UN EXPERT

## FORMATIONS DANS LE MONDE ENTIER

Tous les ans, environ 4 500 mécaniciens et techniciens profitent de nos formations et des séminaires que nous organisons sur place, dans le monde entier, ou dans nos centres de formation de Neuenstadt, Dormagen et Tamm (Allemagne).

## INFORMATIONS TECHNIQUES

Avec nos Product Information, Service Information, brochures techniques et posters, vous êtes à chaque instant à la pointe de la technique.

## VIDÉOS TECHNIQUES

Dans nos vidéos, vous trouverez des instructions de montage pratiques et des explications système concernant nos produits.



## PLEINS FEUX SUR LES PRODUITS EN LIGNE

Au travers d'éléments interactifs, d'animations et de clips vidéo, apprenez tout ce qu'il faut savoir sur nos produits pour le moteur.

## BOUTIQUE EN LIGNE

Commande 24 h sur 24. Contrôle rapide de la disponibilité. Recherche produits exhaustive par moteur, véhicule, dimensions, etc.

## NEWS

Inscrivez-vous vite en ligne à notre newsletter gratuite pour recevoir régulièrement des informations sur les nouveaux produits, les publications techniques et de nombreux autres sujets.

## INFORMATIONS PERSONNALISÉES

Par notre intermédiaire, vous profitez d'informations et de services complets sur notre large gamme de prestations tels que du matériel de promotion des ventes personnalisé, des aides à la vente, un support technique et bien d'autres choses encore.



## TECHNIPEDIA

Avec Technipedia, nous vous offrons un accès à notre savoir-faire. Vous y trouverez les connaissances techniques de nos experts directement.

## L'APPLI MOTORSERVICE

Vous y trouverez rapidement et facilement les informations et les services les plus à jour relatifs à nos produits.

## MÉDIAS SOCIAUX

Toujours à jour



**HEADQUARTERS :**

**MS Motorservice International GmbH**

Wilhelm-Maybach-Straße 14–18

74196 Neuenstadt, Germany

[www.ms-motorservice.com](http://www.ms-motorservice.com)

**MS Motorservice France S.A.S.**

Bâtiment l'Etoile – Paris Nord II

40 avenue des Nations

93420 Villepinte, France

Téléphone : +33 149 8972-00

Télécopie : +33 149 8972-01

[www.ms-motorservice.fr](http://www.ms-motorservice.fr)

**[www.rheinmetall.com](http://www.rheinmetall.com)**

© MS Motorservice International GmbH – 50003 701-03 – FR – 05/15 (082023)

