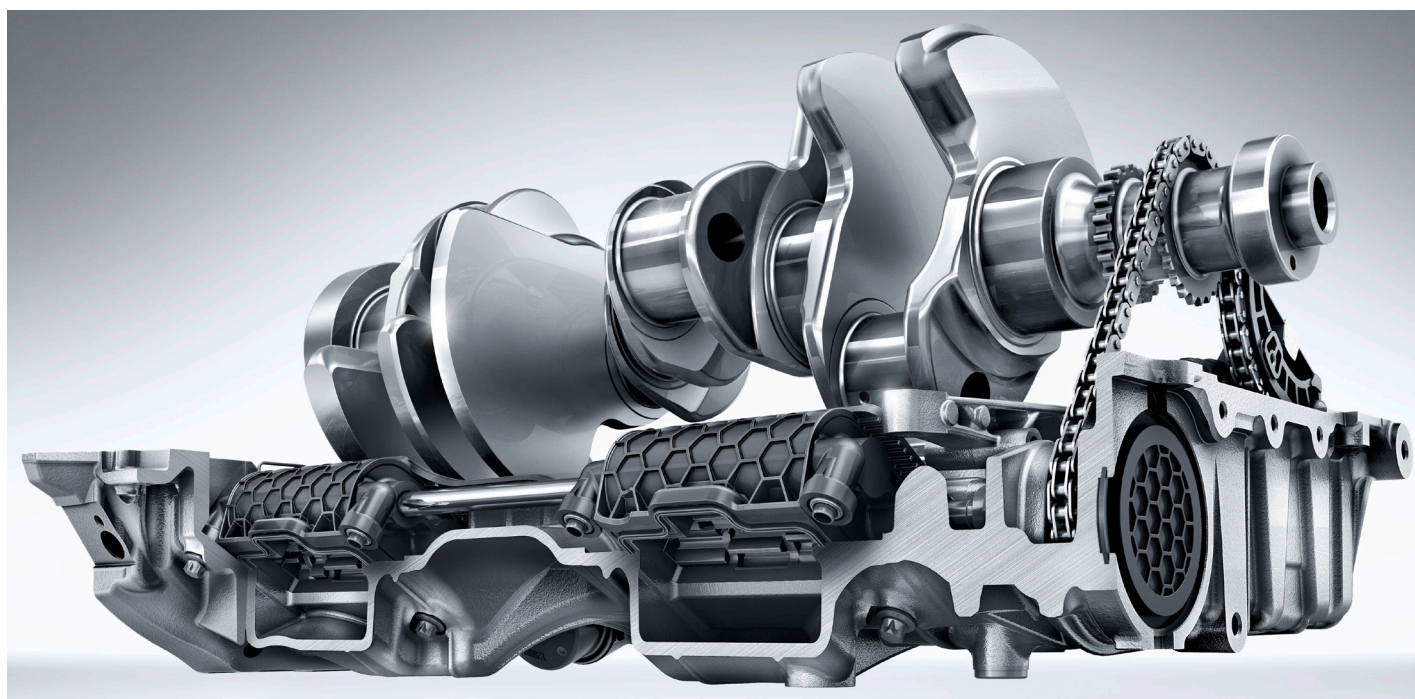


Lubrifiants et systèmes de lubrification

# Le défi de l'huile

La propulsion qui est installée dans un véhicule moderne détermine le système de lubrification et le lubrifiant que ce dernier utilise. Du moteur à combustion jusqu'à la roue en passant par le moteur électrique et la chaîne cinématique, les lubrifiants allongent la durée de vie des systèmes. Les exigences se sont durcies ces dernières années. Les collaborateurs des ateliers sont désormais mis à rude épreuve lors du choix du lubrifiant. **Andreas Senger**



Les moteurs à combustion modernes font état de pressions énormes (> 200 bars) dans les chambres de combustion. Les paliers principaux du vilebrequin et le lubrifiant sont mis à rude épreuve. Photo: Mercedes-Benz

La mitigation des frottements internes du moteur à combustion est considérée comme une technologie centrale visant à réduire la consommation et les émissions de CO<sub>2</sub>. Le downsizing permet de diminuer le nombre de cylindres. Alors que des moteurs à quatre cylindres en ligne étaient courants il y a encore quelques années, ils sont aujourd'hui de plus en plus souvent remplacés par des trois cylindres. Pour faire avancer les nouveaux véhicules qui ne cessent de s'alourdir, les ingénieurs équipent les moteurs de systèmes de suralimentation pour développer des couples et des puissances élevés, même sur de petites cylindrées.

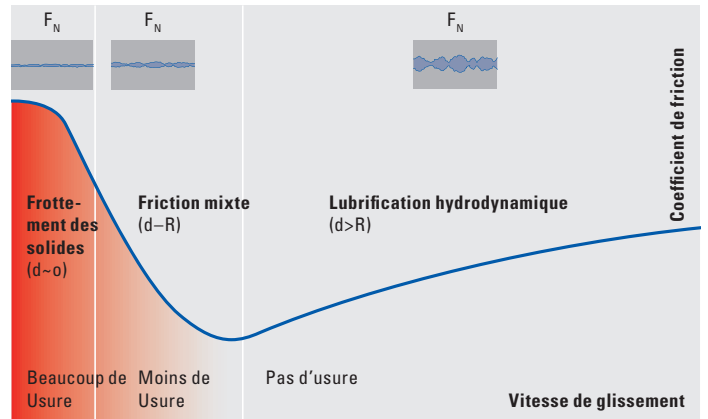
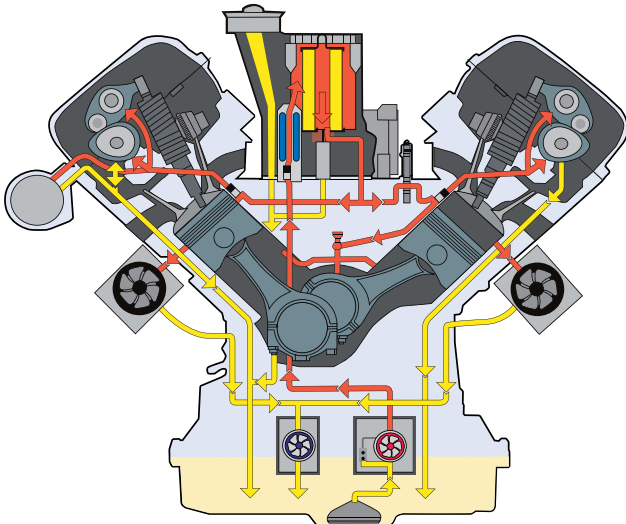
Les pressions maximales de 200 bars qui s'exercent dans la chambre de combustion sollicitent les pistons, les axes, les bielles et le vilebrequin, mais aussi les joints entre les pièces en mouvement, et compromettent la

résistance. Les efforts qui s'appliquent actuellement aux paliers principaux du vilebrequin sont bien plus élevés qu'avant l'ère du downsizing. Les paliers doivent donc être dimensionnés en conséquence et la lubrification doit être garantie, quelles que soient les conditions de fonctionnement.

Les systèmes de lubrification moderne s'appuient sur l'écoulement variable de l'huile moteur avec des pompes à huile variables qui sont le plus souvent commandées directement par le vilebrequin (avec une chaîne sur la photo de droite) afin de garantir une sûreté de fonctionnement élevée. Comme la pompe est animée par le régime du vilebrequin et la démultiplication fixe des pignons, un dispositif de réglage permet d'acheminer plus d'huile à bas régime et donc d'assurer la pression de lubrification requise même en bas de la page de régime. Le volume d'huile acheminé baisse continuelle-

ment à régimes moyen et élevé. Pour réduire au mieux la consommation et les émissions de CO<sub>2</sub>, un moteur downsizing se caractérise par des régimes très bas. Sans l'installation de pompes à huile variables, il serait impossible de garantir une lubrification suffisante de tout le groupe motopropulseur.

Le débit d'huile doit être suffisant dès le démarrage du moteur pour passer à la lubrification hydrodynamique à partir des frottements de corps rigides et mixtes. Lorsque le moteur ne tourne pas, le vilebrequin repose sur les coussinets principaux. Les frottements de corps rigides et mixtes sont tels que la surface du vilebrequin est en contact initial avec celle des coussinets au démarrage, si bien que se forment de minuscules points de soudure qui usent le métal.



$F_N$  = Force normale  
 $R$  = Rugosité de surface  
 $d$  = Distance entre le corps de base et le corps opposé (par ex. arbre de came et palier principal)

Les systèmes de lubrification des moteurs à combustion ont évolué et se sont complexifiés ces dernières décennies (pompes à huile à débit variable, échangeurs de chaleur sophistiqués et filtration). Photo: Basis Fuchs Schmierstoffe

Sans pression d'huile, le moteur démarre avec des corps rigides et des frottements mixtes. La lubrification hydrodynamique n'assure un fonctionnement sans usure que lorsque suffisamment d'huile parvient aux endroits devant être lubrifiés. Photo: Basis Fuchs Schmierstoffe

Le vilebrequin ne commence à flotter que lorsque suffisamment d'huile parvient à cet endroit, comme un pneu en aquaplaning. L'usure est éliminée dans le cadre de la lubrification hydrodynamique grâce à la rotation du vilebrequin (dynamique) et au film d'huile qui se forme entre les pièces (hydro). L'énergie de frottement ou la perte se réduit aux frottements internes de l'huile. Cette viscosité est un facteur essentiel pour le choix de l'huile moteur. Le sigle 5W-30, qui repose sur la norme SAE, indique jusqu'à quelle température l'huile affiche des propriétés lubrifiantes suffisantes en hiver (5W) et en été. Les moteurs actuels exigent la plupart du temps une huile très fluide.

**5W-30**  
**Motoröl für Benzin- und Dieselfahrzeuge** **LONGLIFE III**  
 1le  
 START STOP  
 BENZIN DIESEL

Spezifikationen und Freigaben / Specifications and approvals / Specifiche e autorizzazioni / Especificaciones y autorizaciones / Especificações e autorizações:  
 ACEA C3; API SP; BMW Longlife-04; MB-Freigabe 229.31/229.51; Porsche C30; VW 504 00/507 00.  
 LIQUI MOLY empfiehlt dieses Produkt zusätzlich für Fahrzeuge bzw. Aggregate, für die folgende Spezifikationen oder Originalersatzteilnummern gefordert werden:  
 ACEA C2; BMW Longlife-01/-01 FE (bis MJ 2018)\*; Fiat 9.55535-S1/-S3; VW 500 00/501 01/502 00/ 503 00/503 01/505 00/ 505 01/506 00/506 01 (Ausnahme R5 und V10 TDI-Motoren vor 6/2006).  
 \*nur zulässig für BMW Ottomotoren ohne Partikelfilter im Gebiet der EU einschließlich Norwegen, Schweiz und Liechtenstein.

À l'atelier, les spécifications d'huile doivent faire l'objet d'une attention de tous les instants et les normes internationales ainsi que les directives des constructeurs doivent être respectées. Photo: Liqui Moly

La norme ACEA décrit une autre catégorisation. Les constructeurs automobiles européens ont défini des exigences de qualité minimales en matière de post-traitement des gaz d'échappement qui sont munies de lettres et de chiffres. La norme ACEA C3 et C2 est satisfaite dans l'exemple de droite.



La recherche et l'analyse permettent d'identifier des adjuvants de plus en plus innovants. Photo: Fuchs Schmierstoffe



Les installations de production assistées par ordinateur permettent de mélanger l'huile avec précision. Photo: Panolin

Suite en page 16

**CORTELLINI & MARCHAND AG**  
 seit 1964  
**061 312 40 40**  
 Rheinfelderstrass 6, 4127 Birsfelden

Der umfassendste **Auto-Steuergeräte-Reparatur-Service** von Cortellini & Marchand AG.  
[www.auto-steuergeraete.ch](http://www.auto-steuergeraete.ch)

Sie suchen, wir finden – Ihr Suchservice für **Auto-Occasionsteile**  
[www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch](http://www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch)

**Neu: FGS, der Anhänger mit Liftachse und 100%-Achsausgleich**  
**Nutzlast bis 2,9 t**

Autotransport-Anhänger und Aufbauten  
 Besuchen Sie unsere Ausstellung oder verlangen Sie eine Vorführung.  
 Auch in Kommunalausführung lieferbar.

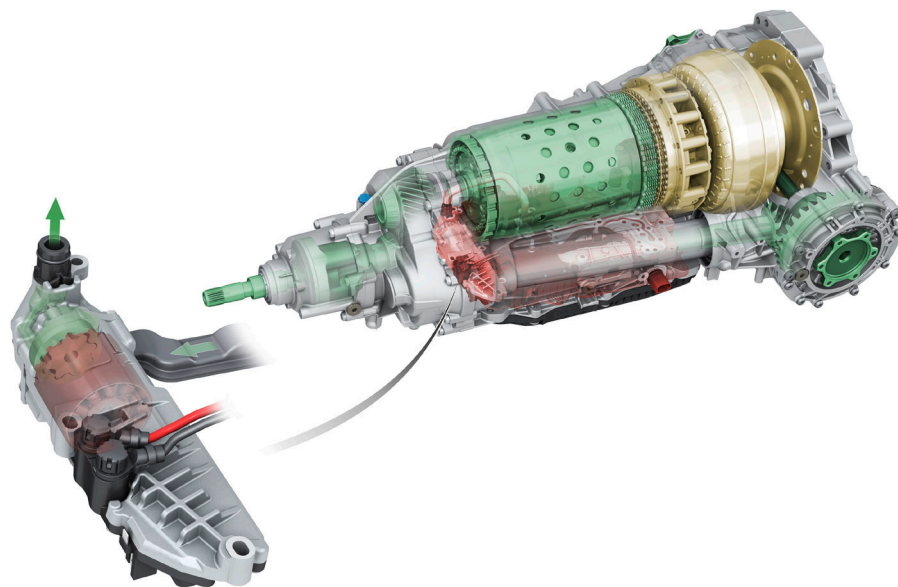
**T&W Technik**  
 Dammstrasse 16, 8112 Otelfingen  
 Tel. 044 844 29 62  
[www.fgs-fahrzeuge.ch](http://www.fgs-fahrzeuge.ch)

Troisième donnée, la norme américaine API est aussi un critère de qualité qui indique le niveau d'exigence minimal auquel répond l'huile avec une combinaison de lettres. Un fabricant d'huile doit donc tenir compte de trois normes et les appliquer. Une quatrième donnée prend de plus en plus d'importance : les directives des constructeurs. L'exemple présente les exigences des constructeurs automobiles. L'OEM les prescrit, et le mélange d'huile associé à ses adjuvants doit les satisfaire.

Lors de la maintenance de véhicule, il ne s'agit toutefois plus de respecter uniquement les spécifications concernant l'huile moteur. Les technologies de pointe, telles que les systèmes start-stop, la fonction roue libre, les boîtes à double embrayage, le convertisseur de couple hybride, etc., nécessitent également de nouveaux lubrifiants spécialisés. Les pompes à huile électriques dans la transmission (avec un entraînement électrique à 48 V, un convertisseur de couple dans l'exemple de droite) alimentent aussi en huile les embrayages à lamelles moteur éteint à un feu rouge pour que le niveau de transmission engagé ou un éventuel changement de rapport puisse être assuré sans actionner le levier de vitesses.

Les nouvelles formes de propulsion comme les moteurs électriques nécessitent aussi de l'huile. Ces derniers tournent en partie à plus de 16 000 tours par minute, et les rotors s'appuient sur des paliers graissés ou lubrifiés à l'huile liquide. Sur les composants haute tension, des graisses et des huiles non conductrices sont utilisées pour isoler les systèmes en rotation. Les pièces de la chaîne cinématique des moteurs électriques développant des couples élevés sont bien plus sollicitées du fait des efforts qui se manifestent aux flancs des dents, si bien que des huiles de transmission et de compensation spéciales sont employées.

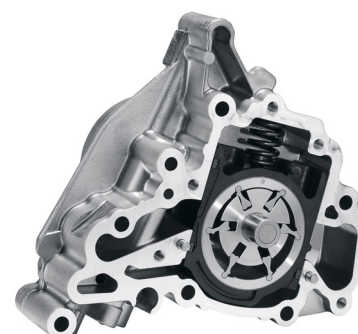
Les collaborateurs des ateliers doivent donc appliquer sérieusement les directives des constructeurs. S'ils utilisent une huile inadaptée pendant la maintenance, il faut s'attendre à de graves conséquences pour la mécanique. Le garagiste est lui aussi tenu d'optimiser la gestion des stocks d'huiles et de déterminer les lubrifiants et les quantités qui doivent être disponibles dans son établissement. La généralisation des propulsions avec des formes alternatives est un défi supplémentaire. Tandis que l'huile doit être remplacée sur un moteur à combustion, celle des composants de propulsion doit aussi être changée sur des véhi-



De plus en plus de systèmes de lubrification électriques sont installés dans les commandes de transmission pour que les systèmes start-stop et la roue libre fonctionnent. Photo : Audi



Le filtrage de l'huile n'est que l'une des tâches des modules complexes. Le refroidissement et l'échange de chaleur avec le fluide frigorigène améliorent les performances de lubrification et réduisent l'usure. Photo : Mahle



De nombreux constructeurs considèrent les pompes à huile variable, qui délivrent le volume et la pression requis même à bas régime, comme des outils de référence. Photo : Mahle

cules électriques. Il importe de tenir compte du volume d'appoint correct et de remplacer les filtres. Ces travaux sont chronophages pour certains constructeurs. Quelle vis d'appoint est la bonne ? Avec quels dispositifs supplémentaires remplir le système (tubes, etc.) ?

Quelques défis doivent être relevés à l'après-vente. Les dégâts sont inévitables si le volume d'huile est incorrect. Les inspections visuelles des fuites (bagues Simmer non étanches, etc.) font partie des tâches simples. Tous les collaborateurs des ateliers doivent savoir que les huiles spéciales sont souvent très chères et qu'ils ne doivent pas les gaspiller. Le client se fera entendre si le prix de l'huile sur la facture est excessif et demandera des explications.

Les spécialistes de la tribologie et de la chimie profiteront encore longtemps du plein emploi en R&D. Les nouvelles formes de propulsion et les systèmes d'entraînement modernes stimulent l'innovation. Les nouveaux développements s'appuient sur l'ajout de polymères (qui améliorent la viscosité), de détergents (qui protègent contre la corrosion et neutralisent le pH), de dispersants (qui préviennent les dépôts en suspension), d'agents antiusure, d'antioxydants (qui préviennent l'apparition de boues et de dépôts), d'inhibiteurs de mousse, d'optimiseurs de frottement et d'autres produits. Quelques fournisseurs d'huile suisses font preuve d'innovation dans leurs laboratoires. En production, il convient d'ajouter de faibles quantités d'adjuvants dans les bonnes proportions pour maintenir la qualité et la durée de vie des systèmes. <