Joints de culasse

Pour une étanchéité à toute épreuve.

Das Original

Elring – Das Original

En tant qu'équipementier automobile, ElringKlinger est un partenaire fiable pour ses clients lorsqu'ils façonnent la mobilité du futur. Qu'il s'agisse de moteurs à combustion optimisés, de moteurs hybrides puissants ou de technologies de batteries et de piles à combustible respectueuses de l'environnement, ElringKlinger propose des solutions innovantes pour tous les types d'entraînement. Nos concepts de conception légère réduisent le poids du véhicule, ce qui réduit la consommation de carburant et les émissions de CO_2 des moteurs à combustion ou augmente la gamme de systèmes de propulsion alternatifs. Pour des moteurs thermiques de plus en plus complexes, le Groupe développe continuellement sa gamme de produits et services de joints pour toujours répondre aux exigences les plus élevées. Des solutions pour la technologie de protection thermique et acoustique ainsi que des produits en plastique haute performance PTFE – également destinés aux secteurs autres que l'industrie automobile – complètent la gamme. Au total, le groupe ElringKlinger emploie environ 9 500 personnes réparties sur plus de 40 sites dans le monde.

La marque de pièces détachées Elring offre tout en un : qualité d'origine, fiabilité de fonctionnement et service efficace et complet. Cela comprend, par exemple, des formations commerciales et techniques, des informations de service, des vues éclatées pour camions et camionnettes, des newsletters mensuelles avec des sujets liés à l'étanchéité du moteur, des conseils en ligne sur les produits d'étanchéité, des vidéos d'installation innovantes, l'Elring Academy, le camion de formation et bien plus encore. Les partenaires commerciaux, les ateliers et leurs clients du monde entier vivent de bonnes expériences avec les produits Elring originaux.

En plus des joints de culasse et spéciaux, ceux-ci comprennent des joints d'arbre radiaux et des joints de tige de soupape, des produits d'étanchéité, des freins filetés et des boulons de culasse ainsi que des jeux de joints complets pour les révisions complètes et partielles

SOMMAIRE

04 Exigences techniques et influences
05 Modèles
06 Joints de culasse à couches métalliques Metaloflex™
08 Joints de culasse métal-élastomère
09 Joints de culasse métalliques souples
10 Seules les vis de culasse neuves sont fiables à 100 %
12 Pannes moteur – Le joint de culasse est-il en cause ?
13 Aspect du dommage et causes en cas de « fuite de gaz »
18 Aspect du dommage et causes en cas de « surchauffe »
20 Aspect du dommage et causes en cas de « défaut d'étanchéité à l'huile et au liquide de refroidissement »
23 Aspect du dommage et causes en cas d'« effets mécaniques »
24 Aspect du dommage et causes en cas de « combustion irrégulière »
26 Préconisations de montage du joint de culasse en sept étapes
28 Sélection du joint de culasse approprié pour les moteurs diesel
30 Service Elring

elring
Das Original

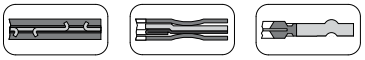
Exigences techniques et influences

La fabrication des joints de culasse est un véritable travail technologique sur mesure. Les produits sont développés en étroite collaboration avec chaque client et selon ses exigences spécifiques. Leur conception tient compte de leur intégration au sein du groupe moteur et de l'interaction entre les différents éléments. Composants clés, les joints de culasse contribuent à un fonctionnement performant, sûr et économique du moteur. Ils assurent une étanchéité fiable au gaz de combustion, au liquide de refroidissement et à l'huile. Inclus dans le processus de transmission de puissance entre le carter de vilebrequin et la culasse, ils ont en outre une influence considérable sur la répartition des efforts dans l'ensemble du système de contrainte et sur la déformation élastique des composants qui en résulte. ElringKlinger possède une expérience de plus de 135 ans dans la technologie d'étanchéité automobile. Cette longue expérience se traduit par une forte capacité d'innovation, une compétence unique des matériaux et un savoir-faire accompli dans le processus de transformation à haute précision des métaux (découpe, gaufrage et formage), associés à divers procédés de revêtement et techniques de traitement des matières synthétiques. En qualité de leader technologique, ElringKlinger utilise les outils de développement et d'essai les plus modernes, comme l'examen analytique de la surface d'étanchéité ou encore la prévision de la durée de vie des moulures selon la FEM (méthode des éléments finis). Par ailleurs, dans le domaine de la simulation matérielle, les mécanismes d'usure sont étudiés sur le moteur et au niveau du joint de culasse au moyen de tests d'usure par frottement par exemple.
Que ce soit les joints de culasse Metaloflex™, métal-élastomères ou métalliques souples, tous les modèles de joints fabriqués par ElringKlinger satisfont aux exigences de qualité les plus strictes et offrent, y compris dans des conditions inhabituelles (pressions et températures élevées ou fluides agressifs), une sécurité de fonctionnement et une fiabilité optimales.

EXIGENCES TECHNIQUES RELATIVES AU JOINT DE CULASSE

- étanchéité au gaz
- étanchéité au liquide de refroidissement
- étanchéité à l'huile
- ductibilité
- dynamisme
- étirement faible
- distorsion faible
- inaltérabilité chimique aux gaz de combustion, lubrifiants et liquides de refroidissement
- durabilité

INFLUENCES SUR LE JOINT DE CULASSE

Température du gaz de combustion	+1800 °C - +2500 °C
Températures dans la zone de la culasse	Moteurs à essence ≤ 270 °C Moteurs diesel ≤ 300 °C
Pression de combustion	Moteurs à essence ≤ 140 bar Moteurs diesel ≥ 270 bar
Déformation	Par la pression exercée à chaque allumage, le jeu d'étanchéité se déforme de 2 à 10 µm dans le sens de la course. Du fait du cintrage de la culasse et du tube cylindrique, des mouvements de coulisse dans le sens transversal se produisent, en fonction de la disposition des vis et du dimensionnement.
Matériaux	Les contraintes thermiques génèrent des mouvements de coulisse supplémentaires. Surfaces d'étanchéité de la culasse/du bloc moteur en alliages d'aluminium, composants également possibles en fonte grise.
Rugosité de la surface	

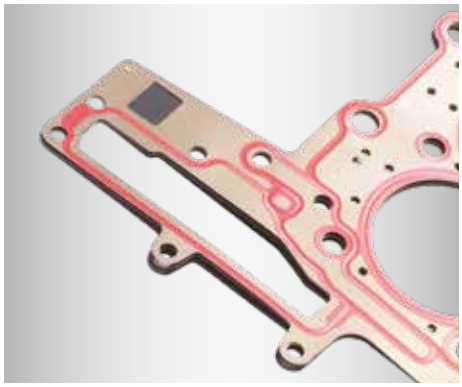
R_z	15 - 20 µm	11 µm	11 - 20 µm
R_{max}	20 - 25 µm	15 µm	15 - 20 µm
W_t		8 - 10 µm	

Liquide de refroidissement et lubrifiant	mélange eau/antigel-anticorrosion +80 °C - +110 °C ; pression 1 - 2 bar Huile moteur +80 °C - +150 °C ; pression 2 - 4 bar (chaud) à 10 bar (froid)
Particularités structurelles	Par ex. moteurs à chemise, chambre de combustion, canal de liquide de refroidissement

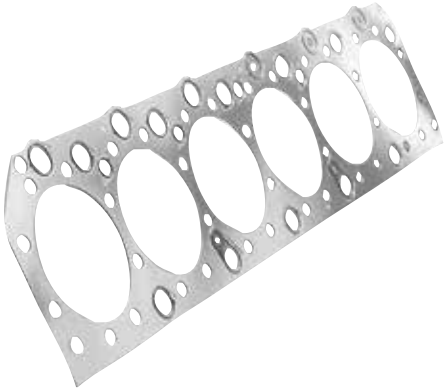
Modèles

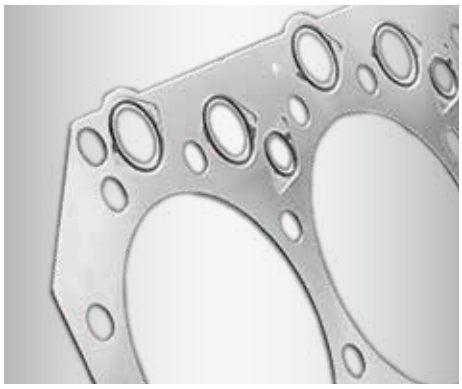
Les joints de culasse existent en trois versions : Metaloflex™, métal-élastomère et métalliques souples pour les différents types de moteur.

METALOFLEX™ JOINTS DE CULASSE À COUCHES MÉTALLIQUES



JOINTS DE CULASSE MÉTAL-ÉLASTOMÈRE





JOINTS DE CULASSE MÉTALLIQUES SOUPLES

Joints de culasse à couches métalliques Metaloflex™

Les joints de culasse à couches métalliques Metaloflex™ sont constitués de feuilles d'acier à ressorts rainurées et se composent d'une ou de plusieurs couches selon l'application. Grâce à sa conception modulaire incluant des éléments fonctionnels comme le revêtement, les moulures et le stoppeur, ce système de garniture s'adapte individuellement et très spécifiquement à chaque moteur.

Forte d'une production annuelle de près de 45 millions de pièces, la société ElringKlinger est le plus grand fabricant au monde de joints de culasse à couches métalliques. Ce type de garniture est utilisé sur tous les véhicules récents pour particuliers et véhicules équipés d'un prolongateur d'autonomie, ainsi que sur les véhicules utilitaires de petite et moyenne taille. La réduction des moteurs, les structures allégées, la désactivation sélective des cylindres et les technologies hybrides sont autant de contraintes supplémentaires imposées aux joints de culasse. La réduction des épaisseurs et la plus faible rigidité des composants qui, dans le même temps, sont exposés à des températures et des pressions d'allumage plus élevées, nécessitent des concepts d'étanchéité extrêmement performants et sur mesure.

La supériorité technique de ce joint de culasse se révèle notamment sur les moteurs diesel et les moteurs essence hautes performances à injection directe :

- Technologie basée sur l'acier
- Étanchéité élastique avec moulures pour macro-étanchéité
- Revêtement en élastomère pour la micro-étanchéité
- Grande stabilité thermique
- Compensation des oscillations dynamiques élevées du jeu d'étanchéité
- Épaisseurs de montage variables, minimisation de la zone endommagée

STOPPER (PICOTS D'ARRÊT)

À la périphérie de la chambre de combustion, les composants du moteur sont précontraints élastiquement par le stopper. Les oscillations du jeu d'étanchéité générées par la force des gaz sont ainsi réduites. ElringKlinger maîtrise l'ensemble des techniques, que ce soit des stoppers soudés au laser, sertis ou gaufrés, pour lesquels il faut distinguer le gaufrage dans les couches fonctionnelles (segment, méandres, rainures) et dans la couche de support (nid d'abeille).

DEMI-MOULURES

Les demi-moulures génèrent une pression sur deux lignes. Elles assurent l'étanchéité le long des passages du fluide de refroidissement et de l'huile moteur, le long des trous de vis et sur le contour extérieur du joint.

MOULURES PLEINES

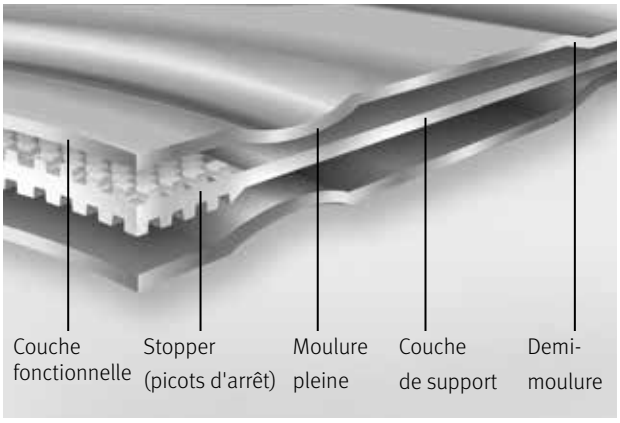
Les moulures pleines génèrent une pression sur trois lignes à la périphérie de la chambre de combustion. Cet élément élastique d'étanchéité permet de compenser les pressions d'allumage très élevées, y compris en cas de fortes oscillations dynamiques du jeu d'étanchéité.

COUCHES FONCTIONNELLES

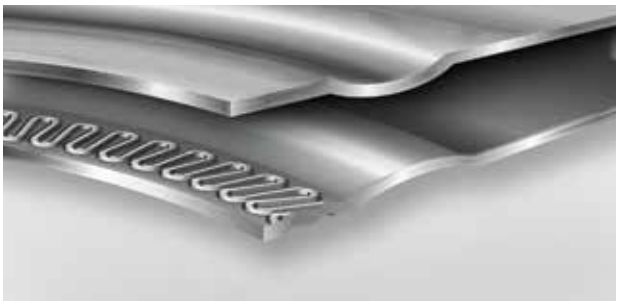
Ces feuilles d'acier à ressorts revêtues d'élastomères sont dotées de moulures élastiques.

COUCHE DE SUPPORT

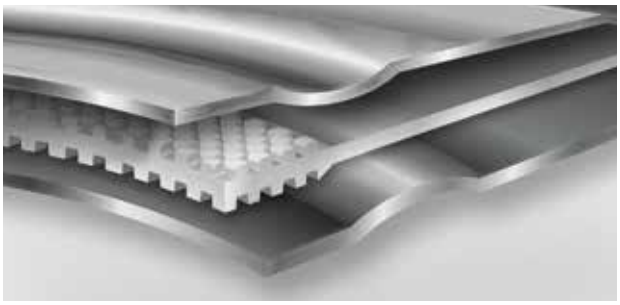
Le rôle principal de la couche de support consiste à adapter l'épaisseur d'étanchéité aux conditions de montage imposées par la structure.



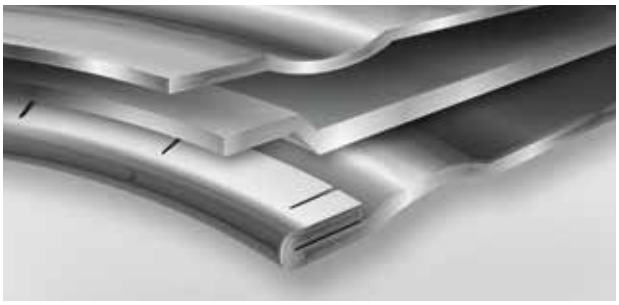
STOPPER GAUFRÉ



Stopper à méandre dans la couche fonctionnelle

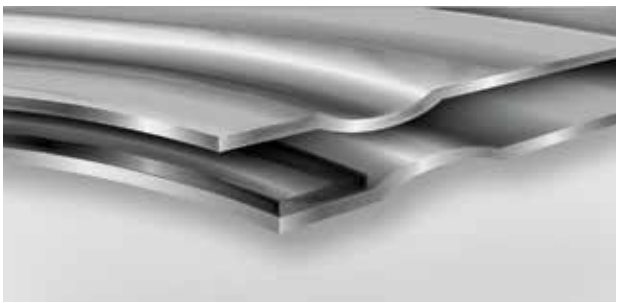


Stopper nid d'abeille dans la couche de support

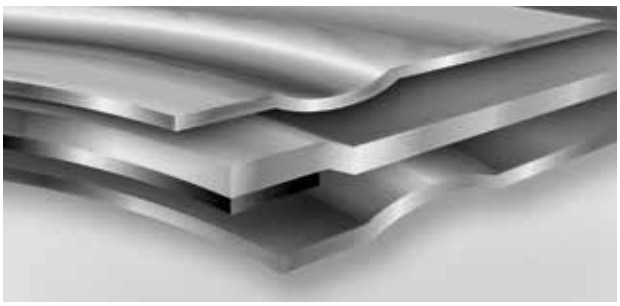


Stopper à segment dans la couche fonctionnelle

STOPPER SOUDÉ AU LASER

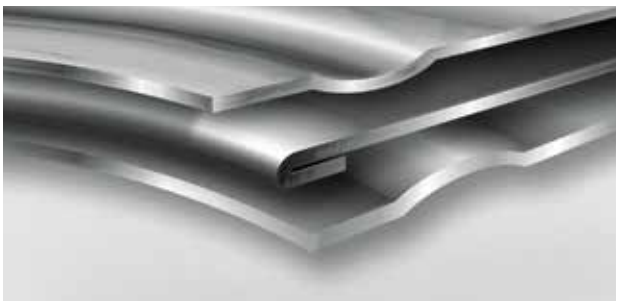


Sans couche métallique de support

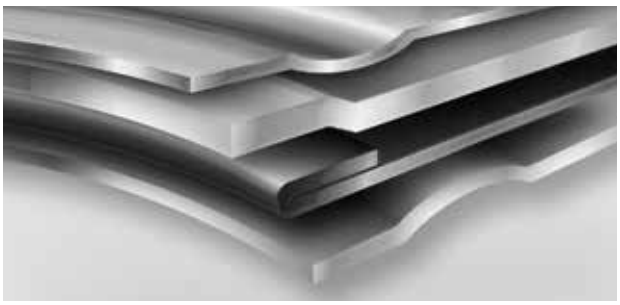


Avec couche métallique de support

STOPPER SERTI

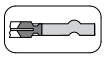


Sans couche métallique de support



Avec couche métallique de support

Joints de culasse métal-élastomère



Les joints de culasse métal-élastomère d'ElringKlinger se composent de supports métalliques avec profilés en élastomère vulcanisé. Cette technologie d'étanchéité est principalement utilisée pour les générations de moteurs hautes performances dans le segment des véhicules utilitaires à turbocompresseur et système de refroidissement de l'air. Elle s'intègre parfaitement dans des concepts d'entraînement innovants à quatre soupapes, avec de nouveaux systèmes d'injection, une construction allégée, de plus fortes pressions d'allumage et une puissance moteur maximisée. Des pressions d'allumage pouvant atteindre 290 bar, des puissances moteur supérieures à 2000 kW et un kilométrage supérieur à 1,5 millions de km sont maîtrisés en toute sécurité. La base de ces rendements performants repose sur la répartition spécifique de la pression d'étanchéité dans les zones du bloc moteur et de la culasse. Dans la zone de la chambre de combustion, la pression d'étanchéité est élevée et elle est faible dans la zone du liquide.

LÈVRES D'ÉTANCHÉITÉ ÉLASTOMÈRES

Elles assurent l'étanchéité au liquide de refroidissement et à l'huile. Le matériau et la géométrie sont adaptés à chaque type de moteur. Cette conception métallique élastomère permet également d'assurer l'étanchéité des cloisons étroites.

COUCHE DE SUPPORT

La couche de support se compose, selon la spécificité du moteur, d'aciers : anticorrosion, ou micro-alliés, ou inoxydable et pour les versions multicouches, d'un acier à ressorts spécial.

Dans la zone de la chambre de combustion, cette couche est dotée d'une moulure qui définit l'épaisseur d'installation avec le support de la chambre de combustion (pour la version à une seule couche) ou avec la bordure de la chambre de combustion (pour la version multicouche) et qui garantit l'étanchéité aux gaz. Les lèvres d'étanchéité en élastomère sont vulcanisées directement sur la couche, tandis que les bordures de la chambre de combustion et les stabilisateurs sont assemblés.

BORDURE ET SUPPORT DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION

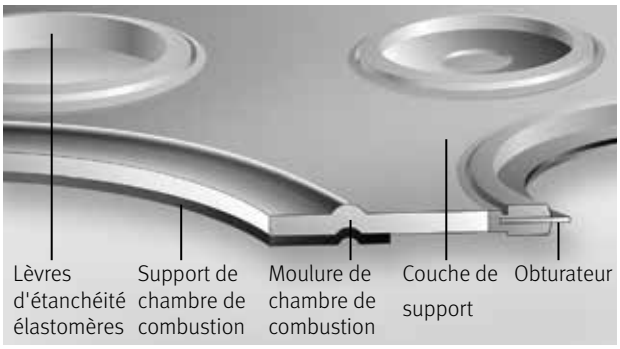
La bordure et le support de la chambre de combustion (pour les modèles multicouches) régulent, à l'aide de leur épaisseur, la répartition de la force de vissage sur la chambre de combustion, la lèvre d'étanchéité élastomère et le stabilisateur.

Au moyen de la bordure ou du support de la chambre de combustion, l'épaisseur de montage du joint de culasse dans la zone de la chambre de combustion est légèrement plus élevée par rapport à la zone d'étanchéité restante. Il en résulte une augmentation de la pression d'étanchéité au niveau de la chambre de combustion qui, avec la moulure de la chambre de combustion, garantit une étanchéité parfaite aux gaz. La micro-étanchéité est assurée par un revêtement fin et organique, appliqué en supplément sur la surface.

MOULURE DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION

La moulure de la chambre de combustion, exécutée sous forme de moulure pleine, génère une augmentation de la pression d'étanchéité sous la forme d'un contour de ligne. Pour le modèle à simple couche, la moulure assure l'étanchéité de manière statique. Sur le modèle multicouche, une moulure élastique en acier à ressorts, fournit une pression d'étanchéité homogène le long du bord de la chambre de combustion. Elle est alors en mesure de suivre les mouvements dynamiques du jeu d'étanchéité. Dans ce type de conception, la moulure est disposée juste au-dessous du support de la chambre de combustion et, par conséquent, dans la partie exposée directement aux efforts, entre la culasse et le bloc moteur.

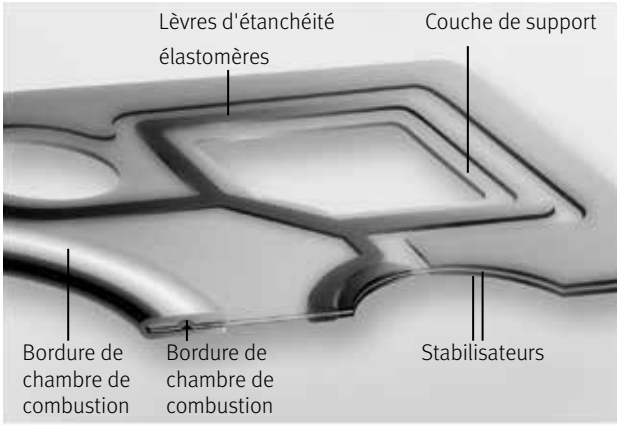
Solution à couche simple



OBTURATEUR

Des obturateurs vulcanisés, avec différentes sections d'écoulement, sont utilisés pour le pilotage des flux de liquide de refroidissement.

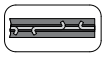
Solution multicouche



STABILISATEURS

Les stabilisateurs métalliques, utilisés spécifiquement pour les modèles multicouches, limitent la flexion de la culasse et protègent également les lèvres d'étanchéité élastomères des pressions trop importantes.

Joints de culasse métalliques souples

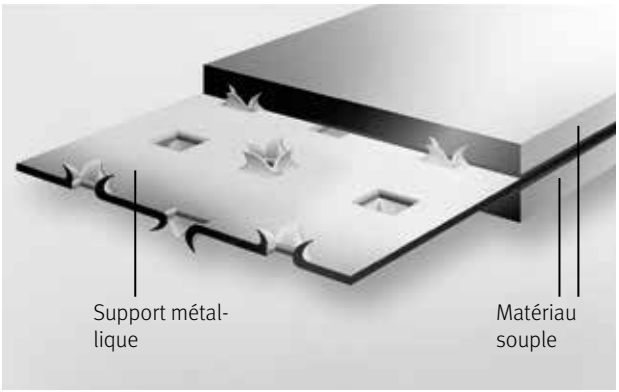


Les joints de culasse métalliques souples de la société ElringKlinger comportent une couche de support dentelée recouverte d'une couche souple des deux côtés. Le passage de la chambre de combustion est pourvu d'une bordure métallique qui augmente la pression dans la chambre de combustion et protège le matériau souple de la chaleur dégagée par les gaz de combustion. Afin d'assurer l'étanchéité aux fluides, un revêtement élastomère linéaire peut être utilisé si nécessaire. Il en résulte une augmentation de la pression locale et, en conséquence, une adaptation optimale de la surface d'étanchéité à la rugosité de la surface. Des éléments élastomères sont utilisés spécialement dans la zone d'huile sous pression pour les moteurs soumis à des sollicitations dynamiques intenses. Un revêtement complet de la surface en matériau souple évite que les éléments n'adhèrent et assure la micro-étanchéité de l'ensemble.

Les joints de culasse métalliques souples se distinguent notamment pour les caractéristiques suivantes :

- Adaptation aux composants du moteur grâce aux feuilles en matériau souple
- Augmentation de la pression et protection thermique grâce à la bordure métallique au niveau de la chambre de combustion
- Sécurité supplémentaire de l'étanchéité aux fluides grâce à la sérigraphie en silicone

Cette conception n'est quasiment plus utilisée pour les nouveaux moteurs en raison de la fonctionnalité avancée des types Metaloflex™ et métal-élastomères. Toutefois, le joint de culasse métallique souple devrait jouer un rôle considérable pendant de longues années dans la réparation et la remise en état de moteurs d'anciennes générations.



Seules les vis de culasse neuves sont fiables à 100 %

Les moteurs de nouvelle génération sont dotés de concepts d'étanchéité améliorés, spécifiquement adaptés au type du moteur. Afin de prolonger la durée de vie du moteur, il est indispensable de rétablir son état d'origine lors de la réparation de la culasse. Les vis de culasse jouent dans ce cas un rôle primordial. Les vis de culasse sont des éléments de construction du système d'étanchéité de la culasse qui génèrent la force globale requise sur le joint de culasse. Elles s'assurent que, pour chaque régime de fonctionnement du moteur, le joint de culasse dispose d'une pression d'étanchéité répartie, suffisante et définie. Toutefois, cette condition n'est réalisable qu'avec un joint de culasse neuf et des vis de culasse neuves.

Par ailleurs, les vis de culasse neuves doivent obligatoirement être vissées suivant le procédé et l'ordre de serrage développés par les fabricants du moteur et du joint. Le serrage au couple et à l'angle préconisés permet une utilisation ciblée des caractéristiques des vis et d'obtenir ainsi de très faibles différences de serrage. Les vis sont serrées au-delà de la limite d'élasticité jusqu'à la zone de déformation plastique.

Outre un allongement plastique et une diminution de la section de la tige ou du filet, une vis déjà utilisée présente également une modification des propriétés de résistance et d'étirage du matériau qui la compose. Par conséquent, la répartition uniforme de la tension de serrage et l'élasticité de la tige ne sont plus garanties, lesquelles compensent la dilatation des composants et les mouvements relatifs sur les moteurs modernes. Dans le cas de vis déjà utilisées, les pas de vis sont, par ailleurs, déformés d'un seul côté par la force de serrage élevée (voir la figure de droite). Les filets fabriqués possèdent à l'état d'origine une tolérance de 6 g, c'est-à-dire au centième de millimètre, mais après la première utilisation, cette tolérance se situe déjà au-delà des valeurs admissibles. Même les revêtements spécialement développés pour les vis de culasse, garantissant des conditions de frottement particulièrement faibles sous la tête de vis et dans le filet, atteignent les valeurs de frottement souhaitées 0,12 – 0,14 µ seulement à l'état neuf.

Pour la réparation conforme du joint de culasse, les prescriptions des fabricants du moteur et du joint doivent être respectées. Seul leur respect permettra d'obtenir une compression optimale et une liaison d'étanchéité fonctionnelle :

- Utiliser un joint de culasse neuf et des vis de culasse neuves
- Respecter les couples et les angles de serrage
- Respecter l'ordre de serrage
- Utiliser des composants de moteurs propres et non étirés
- Confier le montage à un personnel qualifié et formé uniquement
- Utiliser des outils de qualité

Des vis déjà utilisées et étirées plastiquement ne doivent en aucun cas être réutilisées. Vous éviterez ainsi les conséquences fâcheuses : fuites et différents coûts de réparation qui en résultent, mécontentement des clients et mauvaise image de la marque.

Découvrez l'offre complète de vis de culasse proposée par Elring et faites des économies de temps et d'argent. Une solution complète fournie par un seul et même fabricant : le joint de culasse et le jeu de vis de culasse correspondant

- pour quasiment tous les types de véhicules particuliers et utilitaires dans une qualité certifiée
- assemblés pour la réparation du moteur
- dans un emballage spécial avec protection du filet
- facilement et rapidement, directement par Elring

Pannes moteur – Le joint de culasse est-il en cause ?

Causes effectives et mesures à prendre

En cas de panne moteur, on recherche très souvent la cause du côté du joint de culasse. Ce point de vue du réparateur est tout à fait compréhensible, puisque le montage a, en principe, été réalisé avec soin et dans les règles, conformément aux instructions de réparation.

LES VÉRITABLES CAUSES CACHÉES

En analysant différents cas sur de nombreuses années de pratique, il apparaît clairement que les facteurs déclenchant les dégâts moteur ne mettent pas en cause le joint de culasse. Le joint de culasse est généralement le dernier maillon de la chaîne sur lequel le dommage se manifeste dès lors que cet organe n'est plus en mesure d'assumer à 100 % son propre rôle, à savoir l'étanchéité. C'est la raison pour laquelle le joint de culasse est finalement identifié comme la pièce défectueuse dans les réclamations portées au fabricant.

Quels sont les défauts d'étanchéité susceptibles d'apparaître au niveau des joints de culasse ?

Lorsque l'on parle de défaut d'étanchéité ou de fuites dans la zone d'étanchéité de la culasse, les milieux suivants sont généralement désignés

- gaz
- eau
- huile

TYPES DE DÉFAUT D'ÉTANCHÉITÉ AU GAZ

- par la cloison séparant deux chambres de combustion adjacentes
- de la chambre de combustion vers le circuit de refroidissement

Ces défauts d'étanchéité entraînent généralement des dégâts considérables et finalement la destruction du joint. En fonction de la charge du moteur, ce problème peut survenir soudainement ou seulement après un certain temps.

TYPES DE DÉFAUT D'ÉTANCHÉITÉ À L'EAU

- de l'intérieur vers l'extérieur
- vers le circuit de lubrification
- vers la chambre de combustion

TYPES DE DÉFAUT D'ÉTANCHÉITÉ À L'HUILE

- de l'intérieur vers l'extérieur
- vers le circuit d'eau de refroidissement

Prendre les signaux d'alerte au sérieux et agir

Si vous constatez des irrégularités dans l'état de fonctionnement du moteur, par ex. un comportement anormal au démarrage à froid, le moteur ne tourne pas sur tous les cylindres à froid, perte de puissance, température de l'eau de refroidissement dans le rouge, présence d'huile dans l'eau de refroidissement, etc., vous devez prendre sans délai les mesures qui s'imposent. À ce stade, il est encore possible d'éviter d'importants dégâts sur le moteur.

IMPORTANT

Déterminer d'abord la cause avant de procéder à la réparation. Respectez impérativement les directives générales de montage prescrites par le fabricant du moteur, sans quoi un dommage peut survenir de nouveau suite à une réparation inappropriée.

Aspect du dommage et causes en cas de « fuite de gaz »

Une coloration noire est un signe évident

La fuite de gaz de combustion au niveau des bordures de la chambre de combustion du joint de culasse est l'une des causes les plus fréquentes nécessitant la dépose de la culasse.

Des colorations noirâtres visibles sur les bordures métalliques ou sur la zone de matériau souple adjacente du joint sont un indice manifeste. À ces emplacements, le matériau souple subit une contrainte thermique due aux températures élevées du gaz et peut même s'enflammer. Le plus souvent, les gaz s'acheminent vers le circuit de refroidissement. Ce phénomène se traduit par des bulles de gaz qui apparaissent dans le radiateur ou par une surchauffe du circuit de refroidissement (la pression augmente dans le circuit de refroidissement et du fluide de refroidissement s'échappe par le clapet de surpression – perte de fluide de refroidissement). Dans les cas les plus graves, il s'ensuit une destruction totale de la bordure.
En revanche, une coloration uniforme de la bordure de la chambre de combustion doit être considérée comme normale et dépend de la qualité d'acier et du revêtement utilisé.

Causes les plus fréquentes

Dans de nombreux cas, la cause identifiée est une compression insuffisante du joint dans cette zone soumise à de fortes sollicitations thermiques. Par exemple, le non-respect des couples de serrage préconisés, des directives de montage du fabricant ou l'utilisation de vis de culasse usagées. Les surfaces non planes (déformées) et trop rugueuses des composants contribuent également à la compression insuffisante du joint. Des contraintes inhabituelles sur le moteur en marche peuvent entraîner une surcharge thermique du joint de chambre de combustion et provoquer sa destruction.

UN EXEMPLE

La marche à plein régime immédiatement après le démarrage à froid entraîne des mouvements extrêmes de coulisse entre le carter de vilebrequin (fonte grise) et la culasse (aluminium) qui sollicitent très fortement le joint. En outre, les forces de précontrainte des vis de culasse sont amoindries dans ces conditions, ce qui se traduit par une augmentation des mouvements dynamiques du jeu d'étanchéité entre le carter de vilebrequin et la culasse.

Sur les moteurs de poids lourds en particulier, il arrive que la cote de dépassement de la chemise ait été omise ou mal réglée suite à une erreur de montage, que le plan d'appui de la chemise du bloc moteur n'ait pas été ré-usiné ou que la chemise ne soit pas suffisamment emmanchée. Par conséquent, les chemises de cylindre s'enfoncent et la pression d'étanchéité requise n'est pas atteinte. Les gaz de combustion peuvent donc accéder aux zones arrière du joint où ils détériorent les éléments d'étanchéité en élastomère ou le matériau souple du joint au niveau des passages d'eau et d'huile.

Aspect du dommage et causes en cas de « fuite de gaz »

1. Défaillance du joint de culasse de véhicules utilitaires suite à une fuite de gaz

ASPECT DU DOMMAGE

D'importantes fuites de gaz se produisent entre les cylindres deux et trois (zone d'échappement). Le matériau souple d'étanchéité est détérioré dans la zone des passages d'eau.

CAUSE

Le non-respect de la méthode de serrage des vis préconisée par le fabricant n'a pas permis de garantir une compression suffisante du joint de culasse. En conséquence, du gaz peut pénétrer dans le liquide de refroidissement. Il en résulte une augmentation de la pression et une perte de liquide de refroidissement, ainsi que la destruction du joint de culasse.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

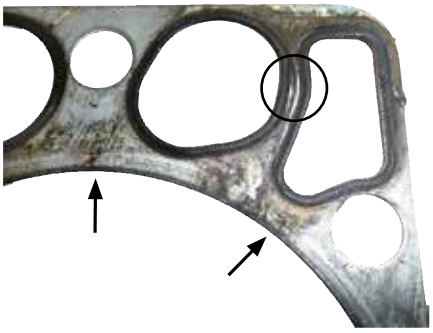
- Enfoncement de la chemise du cylindre
- Déformation des composants
- Rugosité trop importante des composants du moteur carter de vilebrequin et culasse
- Utilisation de vis de culasse usagées

MESURE À PRENDRE

Pour des raisons de qualité et de sécurité, utiliser uniquement des vis de culasse neuves. Les serrer au couple préconisé par le fabricant. Respecter les directives générales de montage prescrites par le fabricant du moteur.

ASPECT DU DOMMAGE

L'élément d'étanchéité en élastomères s'est détaché du support de joint au niveau du passage du poussoir. Il en est de même au passage d'eau, où une importante fuite d'eau se produit.



CAUSE

Une surface non plane de la culasse a provoqué une fuite de gaz. Les éléments d'étanchéité en élastomères ont été repoussés de la plaque de support sous l'effet de la pression gazeuse. Le processus de détérioration a été accéléré par le fonctionnement continu à plein régime du moteur.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- Tension de serrage trop faible des vis de culasse
- Réglage incorrect de la cote de dépassement de la chemise
- Surface de la culasse non plane
- Problèmes dans le système d'injection

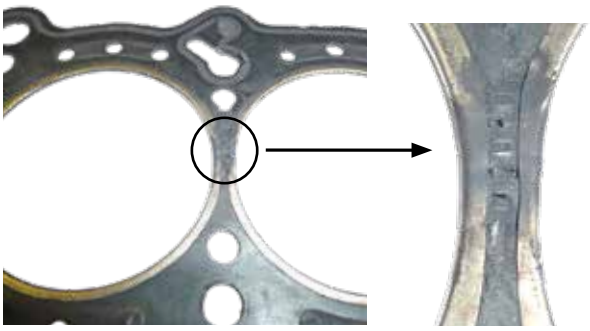
MESURE À PRENDRE

Avant le montage, vérifier minutieusement la planéité des surfaces d'étanchéité, si nécessaire, confier la rectification à plat à une entreprise spécialisée. Respecter les directives générales de montage prescrites par le fabricant du moteur.

2. Défaillance du joint de culasse de voitures de tourisme suite à une fuite de gaz

ASPECT DU DOMMAGE

Cloison des chambres de combustion brûlée entre les cylindres un et deux.



CAUSE

Le non-respect des couples de serrage préconisés et l'utilisation de vis de culasse usagées ont entraîné une compression insuffisante du joint dans la zone détériorée et, par conséquent, une fuite de gaz. La contrainte thermique excessive a provoqué une détérioration de la zone des cloisons.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

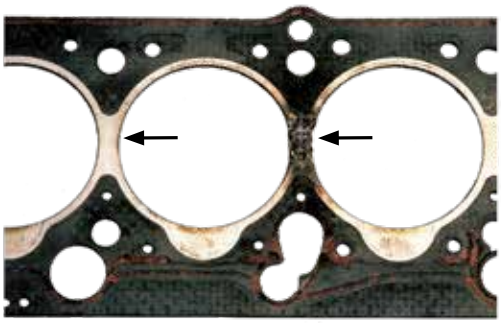
- Défaut de planéité des composants du moteur ; déformation des zones de cloison au niveau du bloc moteur et de la culasse
- Réglage incorrect du moteur entraînant une contrainte thermique excessive

MESURE À PRENDRE

Lors du montage, s'assurer que les directives de montage sont respectées.

ASPECT DU DOMMAGE

Cloison entre les chambres de combustion et matériau souple entre les cylindres trois et quatre brûlés. Début de noircissement entre les cylindres trois et deux.



CAUSE

Un processus de combustion non contrôlé a entraîné une contrainte thermique excessive sur le matériau d'étanchéité et a conduit à sa détérioration.

MESURE À PRENDRE

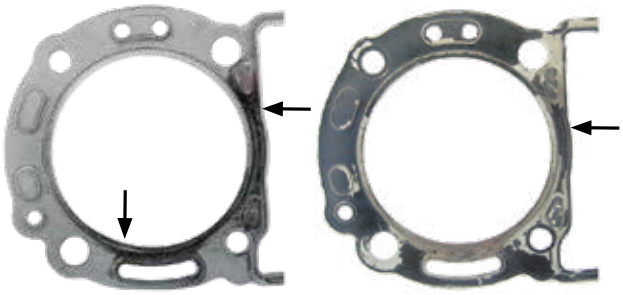
Avant le montage, vérifier soigneusement les injecteurs et contrôler leur étanchéité. Une fois le montage terminé, vérifier le réglage de l'injection. Respecter les directives générales de montage prescrites par le fabricant du moteur.

Aspect du dommage et causes en cas de « fuite de gaz »

3. Défaillance due à une fuite de gaz sur un joint métallique à deux couches pour moto

ASPECT DU DOMMAGE

La couche d'arrêt (stopper) métallique et la couche fonctionnelle présentent une coloration noirâtre significative vers le canal de refroidissement. Cette décoloration indique la présence d'une fuite de gaz entre la couche d'arrêt et la couche fonctionnelle.



CAUSE

Des forces de serrage insuffisantes dues à un couple de serrage trop faible des vis ont engendré une pression d'étanchéité trop faible.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- Défaut de planéité des composants du moteur (déformation due à la contrainte thermique excessive)

MESURE À PRENDRE

Lors du montage, s'assurer que les couples de serrage des vis prescrits sont impérativement respectés.

4. Défaillance par montée en pression dans le système de refroidissement suite à une fuite de gaz

ASPECT DU DOMMAGE

Au niveau du joint de culasse métallique multicouche, des empreintes nettes rectilignes sont visibles dans la zone des conduites d'eau. Ces marques proviennent du plan d'étanchéité de la culasse et s'étendent en direction de la chambre de combustion. Les passages d'eau présentent une nette coloration claire.

CAUSE

La structure de surface de la culasse n'a pas été suffisamment, voire pas du tout, usinée. Il en résulte une pénétration des gaz de combustion dans le circuit de refroidissement et une contrainte thermique excessive (montée en pression).

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- Purge insuffisante du système de refroidissement bloquant la circulation du fluide de refroidissement
- Interruption du circuit de refroidissement (pompe à eau, thermostat, ventilateur)
- Contre-pression élevée à l'échappement générant une surchauffe du moteur (par ex. pot catalytique défectueux)

MESURE À PRENDRE

Avant le montage, vérifier très soigneusement l'état de la surface d'étanchéité et s'assurer de la planéité de la culasse et du bloc-cylindres. Le cas échéant, confier la rectification à plat à une entreprise spécialisée.

5. Défaillance du joint de culasse par montée en pression dans le système de refroidissement suite à une fuite de gaz

ASPECT DU DOMMAGE

Dans la zone de passage des fluides, des empreintes rectilignes sont clairement visibles. Ces marques proviennent du plan d'étanchéité de la culasse et s'étendent en direction de la chambre de combustion.

CAUSE

La surface de la culasse a été grossièrement usinée, voire pas du tout usinée. Il en résulte une pénétration des gaz de combustion dans le circuit de refroidissement et une contrainte thermique excessive (montée en pression).

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- Purge insuffisante du système de refroidissement bloquant la circulation du fluide de refroidissement
- Interruption du circuit de refroidissement (pompe à eau, thermostat, ventilateur)
- Contre-pression élevée à l'échappement générant une surchauffe du moteur (par ex. pot catalytique défectueux)

MESURE À PRENDRE

Avant le montage, vérifier très soigneusement l'état de la surface d'étanchéité et s'assurer de la planéité de la culasse. Le cas échéant, confier la rectification à plat à une entreprise spécialisée.

Aspect du dommage et causes en cas de « surchauffe »

Chaleur destructrice

Dans la plupart des cas, la détérioration de joints de culasse suite à une surchauffe est due à un composant moteur défectueux. Il peut s'agir de la pompe à eau, d'un thermostat qui ne se déclenche pas ou d'un radiateur entartré (pas de débit). Un manque d'eau dans le système de refroidissement ou un circuit de refroidissement mal purgé avant le montage de la culasse peut également être à l'origine du dommage.

Il faut toutefois considérer tout autre motif susceptible d'être à l'origine du dommage et qui n'apparaîtrait pas évident après une première analyse de la panne.

C'est ainsi que le système d'échappement peut également être à l'origine des surchauffes. Un composant desserré dans le silencieux ou un pot catalytique fondu peut par ex. provoquer une diminution de la section du dispositif d'échappement. En conséquence, la contre-pression à l'échappement augmente et les composants du moteur et le joint de culasse subissent une contrainte thermique excessive. Il en résulte une perte de puissance du moteur.

Un joint de culasse défaillant en raison d'une surchauffe s'identifie très facilement aux protubérances du matériau souple à proximité immédiate des passages d'eau.

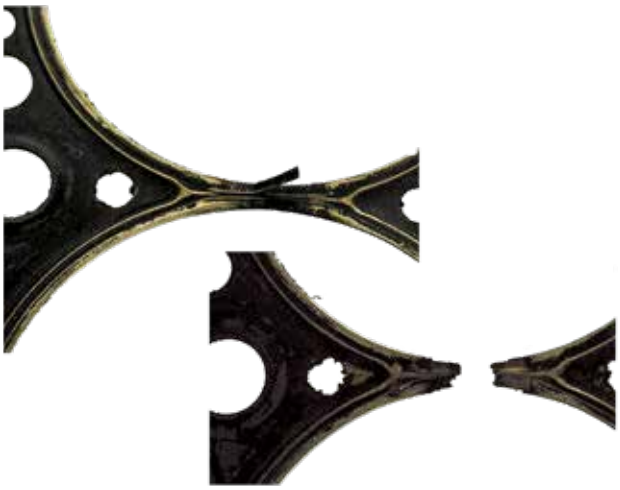
Lors d'une contrainte thermique excessive du système de refroidissement, le liquide de refroidissement pénètre dans la matrice du matériau souple du joint, il s'y évapore à proximité des composants chauds du moteur et détache le matériau souple du support métallique. Ce phénomène se caractérise par la formation de protubérances.

Il ne faut pas sous-estimer les conséquences liées à l'utilisation de produits antigel/anticorrosion non homologués. Il est également préférable d'utiliser uniquement de l'eau pure en guise de liquide de refroidissement. La corrosion détériore fortement les plaques de support métalliques du joint et entraîne sa destruction complète.

1. Défaillance due à une contrainte thermique excessive sur le joint métallique à double couche

ASPECT DU DOMMAGE

Pour ce type de joint, la couche fonctionnelle métallique est intégrée dans la garniture de la chambre de combustion. Elle est ici brisée au niveau de la cloison. Une coloration noirâtre nette indique clairement une fuite de gaz de combustion.



CAUSE

La déformation des composants a entraîné la fuite du gaz de combustion.
La contrainte thermique excessive qui en a résulté a détruit la couche métallique.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- Piètre qualité du carburant (indice d'octane trop faible)
- Taux de compression trop élevé
- Réglage du moteur (bougies d'allumage à indice thermique incorrect)
- Effort de précontrainte des vis insuffisant (qualité, serrage des vis)

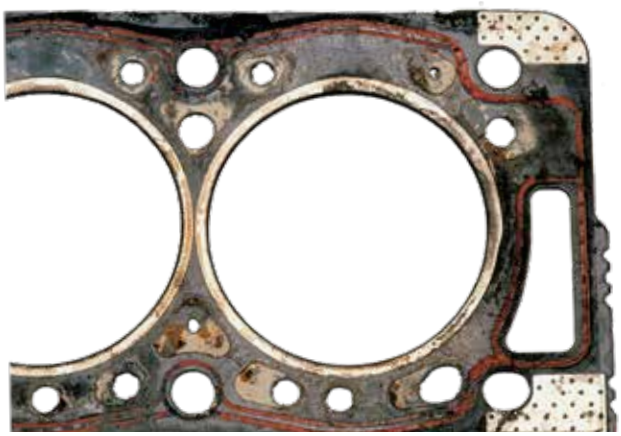
MESURE À PRENDRE

Avant le montage, vérifier très soigneusement l'état de la surface d'étanchéité et s'assurer de la planéité de la culasse. Le cas échéant, confier la rectification à plat à une entreprise spécialisée.

2. Défaillance due à une contrainte thermique excessive sur le joint de culasse métallique souple

ASPECT DU DOMMAGE

Le matériau souple d'étanchéité à nu est fortement gonflé au niveau des passages d'eau.



CAUSE

Après le montage du moteur, le système de refroidissement n'a pas été suffisamment purgé. Une température trop élevée du liquide de refroidissement a entraîné la surchauffe du moteur. La formation de vapeur a provoqué le gonflement du matériau souple du joint dans la zone de la conduite d'eau. Le matériau souple du joint s'est détaché du support métallique.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- Fonctionnement du circuit de refroidissement restreint par la pompe à eau ou le thermostat
- Débit d'eau limité dans le système de refroidissement (par ex. dans le radiateur) en raison de dépôts calcaires
- Utilisation d'un additif réfrigérant non homologué par les fabricants du moteur

MESURE À PRENDRE

Après le montage, s'assurer que le système de refroidissement est soigneusement purgé.

Aspect du dommage et causes en cas de « défaut d'étanchéité à l'huile et au liquide de refroidissement »

Examen précis : D'où provient la fuite ?

De nombreuses réclamations relatives à l'étanchéité sont souvent imputées au joint de culasse alors que leur origine est toute autre, par ex. les conduites de purge du carter, la conduite d'admission, un décalage des composants (collecteur d'échappement au niveau du bloc-cylindres, etc.). Avant de déterminer le joint de culasse comme le déclencheur de la défaillance, l'environnement technique du moteur doit être examiné avec précision. Par exemple, il se peut que de l'huile ou de l'eau soit déplacée au-delà du véritable lieu d'apparition de la fuite par l'effet du vent ou du ventilateur. Le joint de culasse est donc mis en cause puisqu'il n'est pas en mesure d'assurer correctement l'étanchéité.

La culasse a-t-elle été montée correctement ?

Les fuites d'huile et de liquide de refroidissement font très souvent l'objet de réclamations après réparation. Or, dans de nombreux cas, la cause est imputable à un montage non conforme de la culasse. Par exemple, lorsque les directives de montage préconisées ne sont pas respectées.

Un décentrage du joint lors de la pose de la culasse, sans recourir à une tige de repérage par exemple, peut provoquer un défaut d'étanchéité/une fuite. En effet, lorsque les éléments d'étanchéité du joint de culasse ne sont pas exactement positionnés à l'emplacement prévu, l'étanchéité n'est pas obtenue. Les joints de culasse ainsi montés se caractérisent bien souvent par une déformation des trous de passage des vis. Des fuites apparaissent notamment au niveau des trous d'huile sous pression en raison du décalage du joint de culasse.

Joint de culasse de véhicules utilitaires : tout dépend de la rainure

Différents types de joint sont utilisés pour les moteurs de véhicules utilitaires. Dans la plupart des cas, il s'agit de joints métalliques élastomères comportant des éléments d'étanchéité en élastomères assemblés ou vulcanisés. Selon le modèle, des rainures sont prévues dans le bloc-cylindres et dans la culasse. Elles sont dimensionnées de telle sorte que les éléments d'étanchéité fonctionnent avec la plus grande fiabilité dans toutes les conditions d'exploitation du moteur.

Pour ces modèles de joints, il est très important, avant de procéder au montage notamment, d'éliminer toute trace de poussière ou de résidu des rainures. Le non-respect de cette consigne peut entraîner des défauts d'étanchéité.

Dès le montage, lors de la pose de la culasse sur le bloc-cylindres, le moindre manque de vigilance peut provoquer une détérioration due à l'écrasement des éléments d'étanchéité en élastomère.

CAS PRATIQUE

Prenons l'exemple d'un moteur de poids lourd sur lequel se produit une fuite d'eau non détectable de l'extérieur. La cause : la chemise de cylindre présentait une porosité visible uniquement au microscope. En conditions de conduite, de l'eau s'infiltrait dans la chambre de combustion et s'évaporait. Une fois encore, dans ce cas précis, le joint de culasse n'était pas en cause, mais plutôt un défaut du matériau sous la forme d'une porosité dans la chemise de cylindre.

Les surfaces sont primordiales

La qualité de surface des composants joue un rôle primordial sur la fonction d'étanchéité. Les différents types de joints de culasse, métalliques souples, à couches métalliques Metaloflex™ et métal-élastomère, doivent répondre à des spécificités précises, relatives à la surface des composants. Ainsi, les surfaces du bloc-cylindres et de la culasse doivent être usinées très finement et ne présenter aucune ondulation. Les emplacements particulièrement critiques sont les zones de transition entre les composants, par ex. lorsqu'un collecteur d'échappement est raccordé par bride. La plus grande minutie est nécessaire afin qu'il n'y ait aucune différence de hauteur ou aucun décalage au niveau de la zone de transition susceptible d'entraver la liaison d'étanchéité par force.

Utiliser exclusivement des produits antigel/anticorrosion homologués

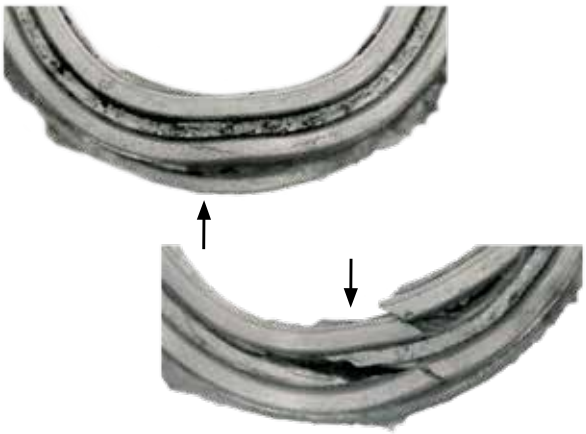
Outre la prise en compte de tous ces facteurs occasionnant une perte de fluide, il est également indispensable de tenir compte des effets chimiques des consommables, dont notamment les produits antigel et anticorrosion. Toutefois, de nombreux consommables disponibles sur le marché ne sont pas pour autant homologués par les fabricants de moteurs. Des additifs agressifs détruisent le matériau d'étanchéité provoquant ainsi des fuites. Même les soi-disant produits de colmatage mélangés à l'eau de refroidissement ont un effet similaire. Les assouplissants chimiques font gonfler le matériau d'étanchéité et entraînent, en peu de temps, la destruction du joint. De surcroît, les pâtes appliquées sur les joints de culasse peuvent également avoir un effet négatif dans la mesure où ils entravent la fonction d'étanchéité des éléments intégrés au joint de culasse. Les joints de culasse de la marque Elring sont généralement conçus de telle sorte que l'ajout de matériaux d'étanchéité n'est nullement nécessaire.

Aspect du dommage et causes en cas de « défaut d'étanchéité à l'huile et au liquide de refroidissement »

1. Défaillance due à une fuite d'huile, élément d'étanchéité détruit lors du montage de la culasse (poids lourds)

ASPECT DU DOMMAGE

Les éléments d'étanchéité en élastomère sont repoussés de la plaque de support et cisaillés/fissurés.



CAUSE

En raison d'un positionnement incorrect, la culasse a été posée à plusieurs reprises lors du montage. Ce faisant, l'élément d'étanchéité a été comprimé trop fortement à certains endroits ou coupé par les arêtes de la culasse.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- L'élément d'étanchéité a été déplacé par une fuite de gaz
- L'élément d'étanchéité a été comprimé trop fortement en raison d'une cote de dépassement insuffisante de la chemise

MESURE À PRENDRE

Préparation et exécution minutieuses des travaux de montage. Vérifier impérativement l'état de la culasse suite à une pose répétée du joint.

2. Défaillance due à une fuite d'huile, pâte à joint sur l'élément d'étanchéité (poids lourds)

ASPECT DU DOMMAGE

L'élément d'étanchéité en élastomère a été déplacé de la plaque de support. Des particules de poussière se trouvent dans la rainure d'étanchéité.

CAUSE

Une pâte à joint a été posée en supplément sur la plaque de support métallique. La vulcanisation a ajouté une pression supplémentaire sur l'élément d'étanchéité en élastomère et l'a, de fait, déplacé. Il en a résulté une fuite d'huile. Des dépôts de particules poussiéreuses provenant de l'huile ont accéléré la détérioration.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- L'élément d'étanchéité a été endommagé lors du montage/de la pose de la culasse.

MESURE À PRENDRE

Avant le montage, vérifier très soigneusement l'état de la surface d'étanchéité et s'assurer de la planéité de la culasse. Le cas échéant, confier la rectification à plat à une entreprise spécialisée. Proscrire l'utilisation d'une pâte à joint. Veiller à remplacer l'huile régulièrement.

Aspect du dommage et causes en cas d'« influences mécaniques »

Dommages dus au détachement de pièces

L'influence mécanique du détachement des pièces peut provoquer d'importants dégâts sur le moteur. Par conséquent, le joint de culasse présente d'importantes détériorations.

1. Défaillance du joint de culasse suite au détachement de la chambre de précombustion

ASPECT DU DOMMAGE

Le joint de culasse métallique multicouche est très fortement endommagé suite à des influences mécaniques dans la zone du volet de turbulence.

CAUSE

La chambre de turbulence du premier cylindre s'est détachée durant la conduite et est tombée dans la chambre de combustion. Conséquence : dégâts importants au niveau de la culasse, de la commande de soupape et des pistons.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- La cote de dépassement de la chambre de turbulence ne correspondait pas à la directive du fabricant

MESURE À PRENDRE

Avant de procéder au montage de la culasse, vérifier impérativement la stabilité et la cote de dépassement de la chambre de turbulence.

2. Défaillance d'un joint de culasse de véhicule utilitaire suite à une erreur de montage

ASPECT DU DOMMAGE

La bordure métallique de la chambre de combustion du joint de culasse a été totalement comprimée à l'intérieur par la collerette de la chemise du cylindre. Celle-ci a été entièrement décollée par l'effort extrême généré lors du démarrage et il en a résulté de graves dégâts sur le moteur.

CAUSE

Lors du montage du joint de culasse, le diamètre de la chambre de combustion du joint de culasse installé n'a pas été vérifié. Le joint utilisé semblait similaire dans la conception des passages alésés au joint de culasse démonté, mais présentait un diamètre de chambre de combustion inférieur.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- Le joint de culasse utilisé n'était pas un joint Elring d'origine, mais un joint contrefait, de qualité inférieure et trop mince.

MESURE À PRENDRE

Avant de procéder au montage, disposer le joint de culasse sur la collerette de chemise et vérifier qu'il s'y adapte sans forcer.

Aspect du dommage et causes en cas de « combustion irrégulière »

Joint endommagé par une « détonation »

Les dommages sur les joints de culasse générés par un processus de combustion irrégulier se produisent fréquemment.

Sur les moteurs à essence, il s'agit très souvent de dommages dus à une détonation. Dans ce cas de figure, les processus de combustion deviennent incontrôlés.

Ce phénomène entraîne des surcharges thermiques et mécaniques problématiques sur les composants. Le joint de culasse est l'une des pièces du moteur les plus menacées et n'offre qu'une résistance limitée à ces surcharges extrêmes. Le processus de combustion non contrôlé génère des ondes de choc qui s'accompagnent d'une augmentation extrêmement rapide de la pression (au-delà de 100 bar) et de températures très élevées (bien au-delà de +3700 °C). Les joints de culasse endommagés par une détonation se caractérisent souvent par les bordures comprimées de la chambre de combustion.

LES FACTEURS DÉCLENCHANTS PEUVENT ÊTRE

- Utilisation d'un combustible non antidétonant à faible indice d'octane
- Bougies d'allumage à indice thermique incorrect
- Taux de compression trop élevé
- Mélange d'essence et de diesel

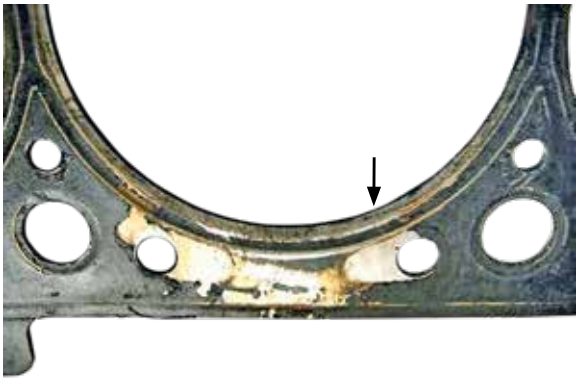
POUR LES MOTEURS DIESEL

- Réglage incorrect de l'initiation de l'injection
- Égouttement des injecteurs
- Épaisseur inadaptée du joint de culasse
- Non-respect du dépassement des pistions lors du choix du joint de culasse
- Carburant de mauvaise qualité

1. Défaillance due à un « processus non contrôlé de combustion sur joint métallique multicouche »

ASPECT DU DOMMAGE

Le début de coloration noirâtre dans la zone de la cloison de la couche fonctionnelle indique un processus de détérioration généré par une programmation électronique non conforme du moteur.



CAUSE

Un processus non contrôlé de la combustion a provoqué des vibrations à haute fréquence. Les ondes de pression qui en résultent ont détruit la zone autour des cloisons.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

- Piètre qualité du carburant (indice d'octane trop faible)
- Taux de compression trop élevé
- Système d'injection
- Réglage du moteur

MESURE À PRENDRE

Respecter les directives de montage. Observer les directives générales de montage prescrites par le fabricant du moteur.

2. Défaillance du joint de culasse suite à une détonation

ASPECT DU DOMMAGE

Des traces d'enfoncement et des déformations clairement distinctes sont visibles au niveau de la bordure métallique de la chambre de combustion. La bordure et le matériau souple ont fusionné. À ces endroits, la bordure de la chambre de combustion est dénudée jusqu'au métal et le matériau souple présente des traces de brûlure.

CAUSE

Le réglage du moteur (avance à l'allumage) n'a pas été réalisé conformément aux instructions du fabricant. Il en résulte une surcharge thermique et mécanique du moteur. La combustion non contrôlée génère des ondes de choc accompagnées de pressions extrêmes et de températures élevées qui soumettent les pièces du moteur à une contrainte excessive. Les dommages les plus fréquents apparaissent au niveau des pistons et du joint de culasse.

AUTRES CAUSES POSSIBLES

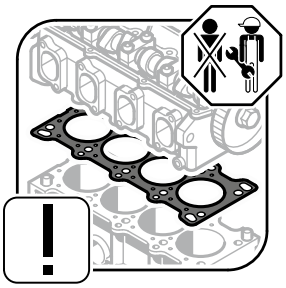
- Piètre qualité du carburant (indice d'octane trop faible)
- Taux de compression trop élevé
- Bougies d'allumage à indice thermique incorrect ou défectueuses
- Réglage incorrect de l'allumage

MESURE À PRENDRE

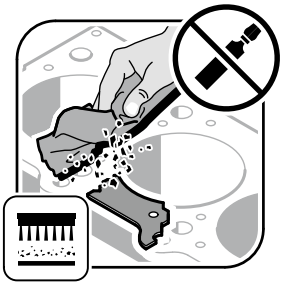
Respecter les directives de montage. Vérifier le réglage du moteur immédiatement après le montage.

Préconisations de montage du joint de culasse en sept étapes

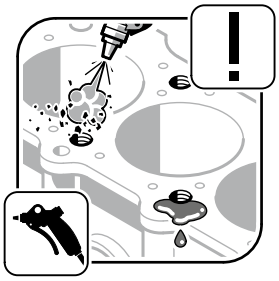
Veuillez respecter les directives générales de montage prescrites par les fabricants de moteurs



1. Nettoyer et dégraisser soigneusement les **SURFACES D'ÉTANCHÉITÉ** des composants (culasse/bloc-cylindres) et éliminer les résidus de revêtement et de joint.

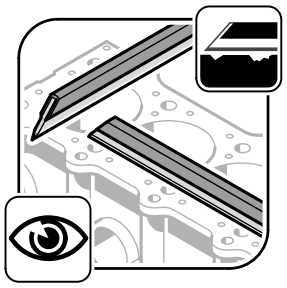


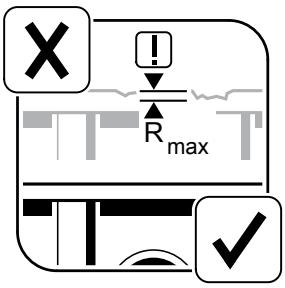
2. Éliminer les impuretés et l'huile des **ALÉSAGES** destinés à recevoir les vis de culasse. Contrôler l'état et le bon fonctionnement des filets.



3. Contrôler la **SURFACE DES COMPOSANTS** :

- Éliminer les proéminences de matière à l'aide d'une pierre à huile
- Déterminer la planéité des composants sur toutes leurs surfaces au moyen d'une règle à précision : longitudinal = 0,05 mm, transversal = 0,03 mm
  Éliminer impérativement les crevasses (rectification à plat en atelier spécialisé)

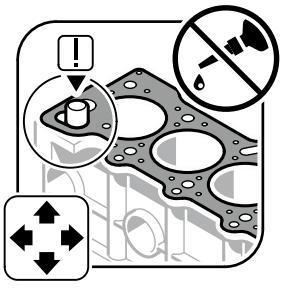




R_z	15 - 20 µm	11 µm	11 - 20 µm
R_{max}	20 - 25 µm	15 µm	15 - 20 µm
W_t		8 - 10 µm	

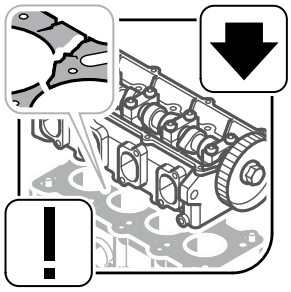
4. CENTRER LE JOINT DE CULASSE sur le bloc moteur (sans ajouter de pâte à joint) :

- Veiller attentivement à ce que le revêtement ne soit pas endommagé



5. POSE DE LA CULASSE

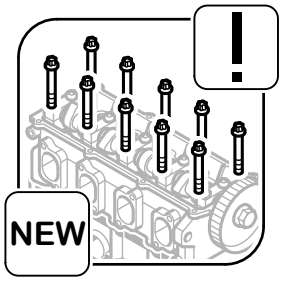
- Éviter d'érafler la surface d'étanchéité
- Prendre garde aux résidus, comme les copeaux métalliques, provenant de la culasse et se trouvant sur le joint

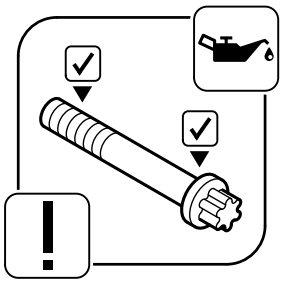


6. VIS DE CULASSE

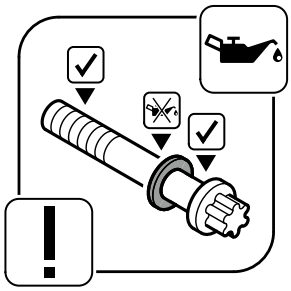
Recommandation du constructeur du véhicule :

- Remplacer systématiquement les vis de culasse et les rondelles
- Graisser légèrement les filets et la surface d'appui des vis



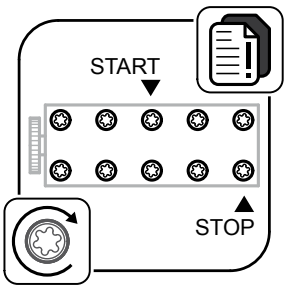


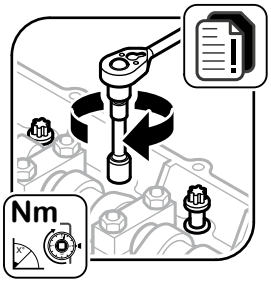
- Lorsqu'une rondelle est déjà montée, graisser uniquement entre la rondelle et la tête de vis
- Attention : ne graisser en aucun cas la surface d'appui de la rondelle sur la culasse



7. SERRAGE DES VIS

- Respecter l'ordre de serrage des vis indiqué par le fabricant
- Si un resserrage est nécessaire, respecter les instructions correspondantes





www.elring.de

Sélection du joint de culasse approprié pour les moteurs diesel

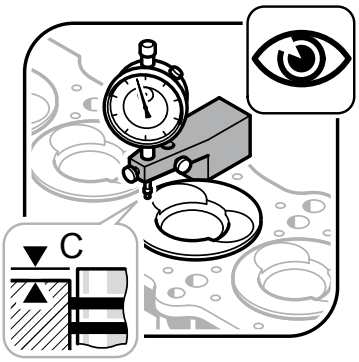
Pour les moteurs diesel, il existe un vaste choix de joints de culasse aux performances très différentes. Afin de déterminer le joint de culasse approprié, il est nécessaire de mesurer la cote de dépassement des pistons. Le procédé de mesure décrit ci-après doit être réalisé très scrupuleusement. La cote de dépassement des pistons doit obligatoirement être mesurée suivant les indications du fabricant.

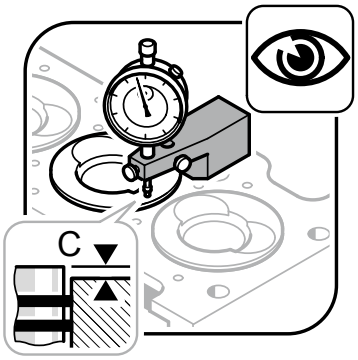
- Les mesures doivent être prises au-dessus de l'axe des pistons afin d'éliminer toute influence du jeu de basculement.
- Installer le comparateur sur la surface d'étanchéité nettoyée du bloc-cylindres et, sous précontrainte, régler l'appareil sur zéro.
- Poser le comparateur sur les pistons nettoyés et déterminer le point le plus élevé en tournant le vilebrequin.
- Répéter la procédure pour le point de mesure 2.
- C représente l'écart entre la surface du piston au point mort supérieur et la surface de séparation du carter du vilebrequin.

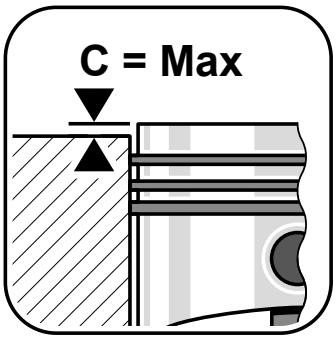
La mesure doit être réalisée sur tous les pistons. Celui ayant la cote de dépassement la plus grande sert donc à déterminer le joint de culasse approprié.

À l'aide des documents commerciaux, sélectionner le joint de culasse offrant l'épaisseur requise.

L'épaisseur du joint de culasse est indiquée par le nombre d'encoches ou de repères gravés.







elring
Das Original

Académie Elring :
Un outil simple en ligne

Toujours à la pointe de la technologie d'étanchéité

Devenir expert certifié en 4 étapes

1. Inscrivez-vous dès maintenant sur www.akademie.elring.de/fr
2. Enrichissez vos connaissances techniques sur les joints d'étanchéité à votre rythme
3. Testez votre savoir-faire et accédez à différents examens
4. Recevez vos certificats nominatifs et tentez d'obtenir la distinction « Certified Expert » pour votre atelier

L'académie Elring met à votre disposition une vaste bibliothèque vous permettant d'accéder à de nombreuses informations 24h/24. Vous y trouverez des informations techniques sur nos produits, ainsi que différents guides d'aide au montage et

des supports de formation exclusifs (animations et vidéos spécialement conçues pour l'académie Elring). Toutes ces informations vous permettront d'élargir vos connaissances dans différents domaines de la technologie d'étanchéité et d'optimiser votre préparation aux examens. Nos vidéos détaillent pas à pas les différents scénarios de montage permettant d'obtenir un montage conforme en tous points.

www.akademie.elring.de/fr

Site web

Académie Elring

Facebook

YouTube

Instagram

Service Elring

Lettre d'information mensuelle

Service information

Vues éclatées

Catalogue en ligne

Conseiller en pâte à joint Elring :
3 étapes pour trouver le produit adapté.

Assistance téléphonique Elring Service

+49 7123 724-799

+49 7123 724-798

service@elring.de

Les informations contenues dans le présent document résultent de nombreuses années d'expérience et de connaissances et n'ont pas prétention à l'exhaustivité.
Aucune réclamation relative à ces informations ne saurait être acceptée. Le montage de toutes les pièces détachées doit être réalisé exclusivement par un personnel qualifié. Sous réserve de modifications de la gamme de prestations et de modifications techniques.
Notre responsabilité est exclue en cas d'erreur d'impression.

ElringKlinger AG | Division Pièces de rechange
Max-Eyth-Straße 2 | 72581 Dettingen/Erms | Germany
Phone +49 7123 724-601 | Fax +49 7123 724-609
elring@elring.de | www.elring.fr

C510034 0924 FR

Das Original