

# Les vis de culasse dans la pratique



Pour une sécurité optimale :  
joint de culasse et vis de culasse  
d'une seule et même origine



Das Original



# Sommaire

Page

<b>1</b>	Serrage de la culasse	6
<b>2</b>	Fonction	8
<b>3</b>	Types de vis	10
<b>4</b>	Tout est une question de sécurité, et nous avons la solution !	12
<b>5</b>	La réparation dans les règles de l'art	15
<b>6</b>	Contrôle qualité	16
<b>7</b>	Caractéristiques techniques	18
<b>8</b>	Emballage	19

# La sécurité n'est pas un concept

## Elring, un service de haut niveau

Sur les générations de moteurs actuelles, la réparation du système d'étanchéité de la culasse dans les règles de l'art nécessite de remplacer les deux composants : le joint de culasse et les vis de culasse.

La gamme complète de vis de culasse Elring vous fait économiser du temps et de l'argent. Tout est d'une seule et même origine : le joint de culasse et le jeu de vis de culasse appropriés

- pour la quasi-totalité des VP et VU
- en qualité contrôlée
- sous forme d'assortiments spécifiques au moteur
- emballés dans un carton spécial avec protection du filetage
- pratique et rapide
- en provenance directe du fabricant de joints



La bonne solution pour une sécurité optimale



Vis de culasse



Joint de culasse



Réparation d'une culasse

Étanchéité sûre à 100 % et puissance du moteur optimale

Elring propose des vis de culasse pour :

ALFA ROMEO | AUDI | BMW | BUICK | CADILLAC  
CHEVROLET | CHRYSLER | CITROËN  
CUPRA | DACIA | DAEWOO | DAF | DEUTZ | DODGE  
DS | FIAT | FORD | GMC | HOLDEN | HONDA  
HYUNDAI | ISUZU | IVECO | JAGUAR | JEEP | KIA  
LADA | LAND ROVER | LANCIA | MAN  
MAZDA | MERCEDES-BENZ | MINI | MITSUBISHI  
NISSAN | OLDSMOBILE | OPEL | PEUGEOT  
PONTIAC | PORSCHE | RENAULT | ROVER | SAAB  
SATURN | SCANIA | SEAT | ŠKODA  
SSANGYONG | SUBARU | SUZUKI | TOYOTA  
VAUXHALL | VOLKSWAGEN | VOLVO

# Serrage de la culasse

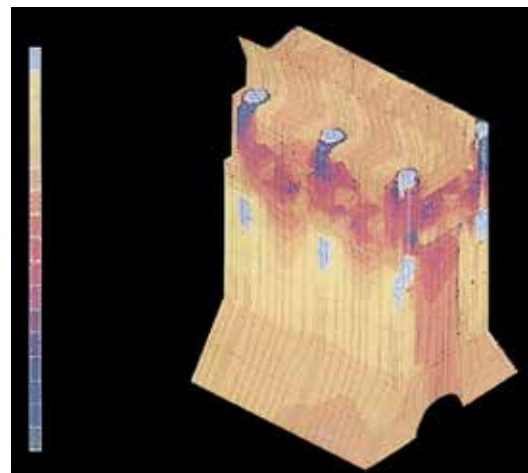
## Un serrage gage de sécurité

Les serrages des culasses sans resserrage sont la norme dans la construction de moteurs. Cela s'explique par des raisons techniques et économiques lors de la fabrication des moteurs et lors du montage en cas de réparation :

- niveau de force identique de toutes les vis
- liaison étanche fiable et fonctionnelle
- réduction des coûts

Afin d'obtenir une absence de resserrage tout en garantissant un serrage fiable de la culasse, les composants concernés du système d'étanchéité de la culasse doivent être adaptés entre eux dès la conception.

Ainsi, la conception de la vis de culasse et la qualité du matériau contribuent grandement à la fiabilité du système d'étanchéité.



Les contraintes de traction et de pression dans le système d'étanchéité de la culasse visualisées à l'aide de la méthode des éléments finis



## Le système d'étanchéité de la culasse

Vis de culasse

Culasse

Joint de culasse

Carter moteur  
Chemise  
(selon le moteur)

# Fonction





## Des forces efficaces

Les vis de culasse sont les éléments du système d'étanchéité de la culasse qui produisent la pression superficielle nécessaire et la transmettent aux composants du moteur. À cet effet, les vis de culasse doivent être vissées en respectant des procédés et des ordres de serrage bien précis.

Le joint de culasse ne peut répartir sur les zones à étanchéifier (étanchéité aux gaz, à l'eau et à l'huile) que la force totale dont il dispose. On parle de répartition spécifique de la pression d'étanchéité.

### **Par conséquent :**

La force totale produite par les vis de culasse et la bonne répartition de celle-ci sur la totalité du système d'étanchéité sont des conditions indispensables au bon fonctionnement du joint de culasse.

Pour satisfaire aux exigences des moteurs légers modernes comme

- des pressions d'allumage supérieures (jusqu'à 220 bars),
- un déplacement relatif croissant des composants du moteur,
- des rigidités moindres du moteur et des dilatations thermiques supérieures des composants dues à la construction en aluminium-magnésium,
- la réduction de la déformation des alésages de cylindre et de la culasse (mot clé : forces de vissage réduites),

la vis de culasse a elle aussi beaucoup évolué au cours des dernières décennies dans la construction de moteurs. Ses propriétés doivent être adaptées aux exigences du moteur jusque dans le moindre détail.

Outre l'amélioration des matériaux et des procédés de fabrication des vis, les principales modifications concernent

- l'exécution des vis,
- le procédé de serrage.

De plus, les revêtements de surface des vis ont été perfectionnés en vue de conditions de frottement favorables.

# Types de vis

## Le meilleur choix pour les moteurs légers

Les structures légères des moteurs telles que

- culasse en aluminium et carter moteur en fonte grise
- culasse et carter moteur en aluminium

présentent, par rapport aux vis de culasse en acier, un comportement modifié quant à la dilatation thermique. La dilatation thermique des composants en aluminium d'un moteur est environ deux fois supérieure à celle des vis de culasse.

Le recours à des matériaux légers pour les composants du moteur et les procédés de serrage modifiés sont les raisons pour lesquelles les géométries de vis suivantes sont utilisées en priorité pour le serrage de la culasse des moteurs actuels :

### **Vis à tige roulée.**

Utilisées principalement sur les moteurs de VP. Les vis à tige roulée se caractérisent par un filetage roulé sur la tige. Elles ne subissent pas d'usinage par enlèvement de copeaux supplémentaire. Les caractéristiques d'élasticité de la vis à tige roulée à filetage long sont très proches de celles de la vis à tige allongée, qui nécessite un usinage par enlèvement de copeaux. C'est pourquoi elle est considérée comme une sorte de « vis à tige allongée » économique.

#### Vis à tige roulée à filetage court.

Sur ces vis, le filetage n'est roulé que sur la profondeur de vissage maximale. Le filet supérieur absorbe le plus de force et, de ce fait, subit généralement une déformation plastique permanente.



#### Vis à hélice allongée.

Il s'agit de vis dont la tige comporte un filet grossier ou multiple sous forme d'« hélice allongée ». Là aussi, l'« hélice allongée » augmente l'élasticité et assure une répartition homogène des forces. L'élasticité de la vis à hélice allongée dépend du diamètre du noyau du profil d'hélice allongée choisi : plus ce diamètre est petit, plus on se rapproche de la caractéristique d'une vis à tige allongée.

#### Vis à tige roulée à filetage long.

Ces vis possèdent une partie filetée très longue, qui arrive généralement juste sous la tête de vis. C'est dans cette zone que se produit l'allongement élastique et plastique de la vis lors du serrage et pendant le fonctionnement du moteur. L'exécution avec un filetage long augmente l'élasticité, assure une tension homogène le long de la tige et confère à la vis une capacité de déformation plastique suffisante. Cela garantit la durabilité de l'ensemble de la liaison étanche de la culasse.



#### Vis à tige allongée (vis à tige rétrécie).

Ce type de vis est fréquemment utilisé sur les moteurs de VU et se caractérise par une tige rétrécie du filetage jusque sous la tête de vis. Compte tenu de leur section inférieure à celle des vis à tige pleine, on obtient une déformabilité élastique et plastique supérieure. L'allongement plastique significatif en cas de réparation se produit dans la partie rétrécie non vissée de la tige de la vis.



# Tout est une question de sécurité, et nous avons la solution !

## La solution pour plus de sécurité

En collaboration avec des motoristes et l'industrie de la sous-traitance, d'importants programmes d'étude et de développement ont été réalisés afin de garantir, grâce à des composants de moteurs et des techniques perfectionnés comme

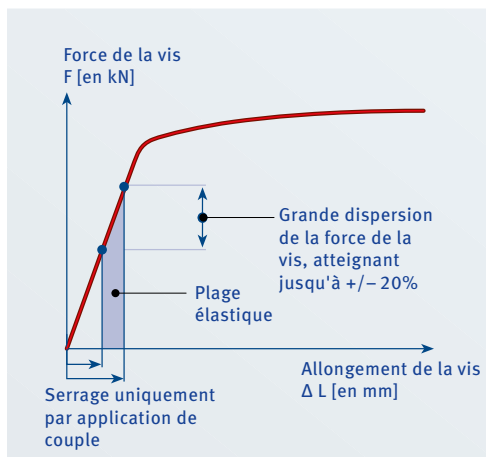
- les joints de culasse « Metaloflex » à fort potentiel d'étanchéité et moindre tassement,
- les vis de culasse à caractéristique de déformation plastique spéciale,
- de nouveaux procédés de serrage des vis de culasse, des liaisons étanches sensiblement améliorées, qui assurent une étanchéité sûre, notamment à long terme.

## Serrage des vis au couple

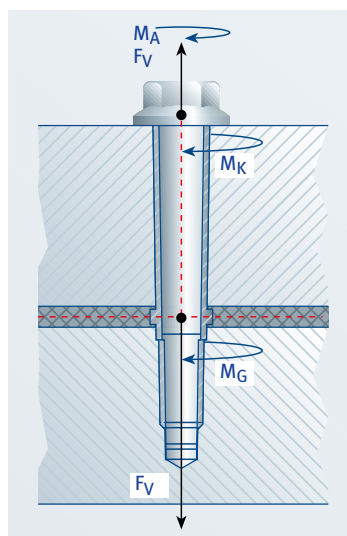
Précédemment, les vis de culasse étaient serrées selon un couple précisément défini, en plusieurs étapes, dans la zone d'allongement élastique du matériau (diagramme à gauche).

### Particularités du serrage au couple :

1. Lors de l'application du couple de serrage  $M_A$ , il se produit des fluctuations de la force de précontrainte  $F_V$  de  $\pm 20\%$  en raison des couples de frottement différents de la tête ( $M_K$ ) et du filet ( $M_G$ ) (figure à gauche). Il n'était pas possible d'obtenir avec ce procédé une répartition homogène de la pression sur tout le système d'étanchéité.
2. Suite à des phénomènes de tassement statiques à froid de la garniture souple après la pose (= perte de la force de précontrainte) et à une baisse supplémentaire de la force pendant le fonctionnement du moteur, il était nécessaire de resserrer les vis après un certain kilométrage du moteur. Toutefois, le resserrage des vis de culasse n'éliminait pas la dispersion des forces de vissage.



Serrage des vis élastique



Forces et couples lors du serrage



## Serrage des vis au couple et à l'angle de rotation sur les générations de moteurs actuelles

Avec ce procédé, la vis de culasse ne subit pas seulement une déformation élastique, mais également un allongement plastique, ce qui offre des avantages importants sur le serrage au couple.

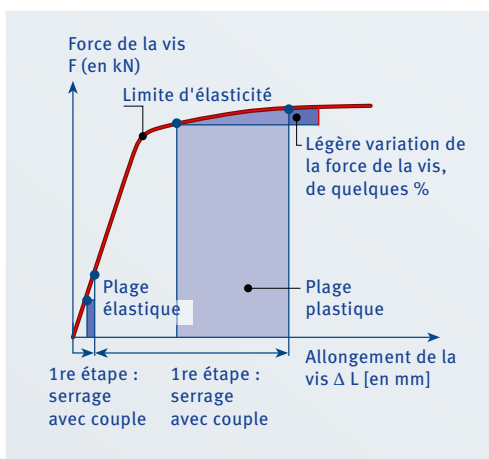
### Description du procédé combiné.

Dans le cas du serrage au couple et à l'angle de rotation, la vis est serrée dans un premier temps avec un faible couple défini dans la zone élastique de sa courbe caractéristique (diagramme ci-dessous).

Après le serrage au couple, le serrage se poursuit selon un angle de rotation précis. Le matériau de la vis subit alors une déformation plastique au-delà de la limite d'élasticité (qui caractérise le passage entre la zone élastique et la zone plastique).

### Avantages du serrage à l'angle de rotation :

1. Avec les nouveaux types de vis, cette méthode de serrage peut réduire sensiblement la plage de dispersion de la force de précontrainte des vis. L'application de l'angle de rotation n'entraîne pas une force de précontrainte supérieure, mais seulement un allongement plastique des vis. On obtient ainsi un niveau de force de vissage homogène de toutes les vis de culasse, une condition indispensable pour l'étanchéité de l'assemblage.
2. Le resserrage des vis de culasse devient inutile. Les joints à couches métalliques favorisent l'absence de resserrage, car les tassements sont faibles. Les fluctuations restantes de la force de vissage sont dues à des tolérances dimensionnelles de fabrication des vis et à des tolérances de résistance du matériau.



Serrage des vis plastique

## Ordre de serrage

Les vis de culasse (par ex. 1 – 10 sur un moteur à 4 cylindres, figure ci-dessous) doivent être serrées en suivant des ordres précisément définis (voir les indications du constructeur). Ceux-ci sont prescrits par les motoristes et les fabricants de joints, tout comme les couples et les angles de serrage, et adaptés au moteur concerné. Chaque joint de culasse et chaque jeu de joints Elring est accompagné d'instructions de serrage spécifiques au moteur, rédigées en plusieurs langues.

Le serrage des vis se déroule en plusieurs étapes, celles-ci pouvant par ex. se présenter de la façon suivante :

- 1<sup>re</sup> étape 20 Nm (c.-à-d. serrage des vis 1 – 10 avec un couple de 20 Nm)
- 2<sup>e</sup> étape 60 Nm (c.-à-d. serrage des vis 1 – 10 avec un couple de 60 Nm)
- 3<sup>e</sup> étape 90° (c.-à-d. serrage des vis 1 – 10 avec un angle de serrage de 90°)
- 4<sup>e</sup> étape 90° (c.-à-d. nouveau serrage des vis 1 – 10 avec un angle de serrage de 90°)

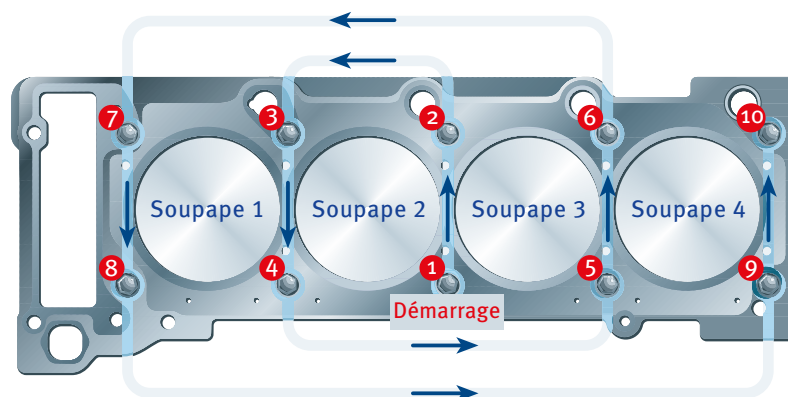
### Chaque ordre de serrage repose sur la règle suivante :

Les différentes étapes du serrage des vis commencent toujours au milieu du moteur (entre le cylindre 2 et le cylindre 3 ; voir l'exemple) et se poursuivent en spirale ou en croix des deux côtés vers les vis extérieures du cylindre 1 et du cylindre 4.

Cela garantit un serrage optimal de la culasse et du joint de culasse sur le carter moteur.

Le non-respect des instructions entraîne des déformations et des contraintes indésirables des composants du moteur.

En conséquence, le système d'étanchéité de la culasse peut présenter des fuites.



Ordre de serrage pour la culasse (exemple)

# La réparation dans les règles de l'art

## Seules des vis de culasse neuves sont sûres à 100 %

Les générations de moteurs actuelles sont dotées de concepts d'étanchéité adaptés au type de moteur. La fonction des vis de culasse joue à cet égard un rôle primordial.

Compte tenu

- du nouveau procédé de serrage au couple plus angle de rotation (= allongement plastique de la vis) et
- des concepts de moteurs modernes, par ex. couplage aluminium-aluminium (= allongement plastique supplémentaire pendant la première montée en température du moteur),

les vis de culasse peuvent subir un allongement plastique de plusieurs millimètres par rapport à l'état d'origine.

Outre la modification des caractéristiques de résistance et d'élongation du matériau constitutif de la vis, l'allongement de la vis va également de pair avec une réduction de la section. Si cette vis est réutilisée, la force de vissage appliquée risque de ne plus pouvoir être absorbée par la section rétrécie. Il s'ensuit une rupture de la vis.

Des études ont montré que pour une vis M10 d'une résistance moyenne de 10.9, la charge admissible pouvait diminuer de 10 à 15 % avec un rétrécissement du diamètre de seulement 0,3 mm. Autrement dit, la force de pression du joint est insuffisante et celui-ci peut rapidement perdre son étanchéité. Une réparation dans les règles de l'art du système d'étanchéité de la culasse doit obéir aux consignes des motoristes et fabricants de joints :

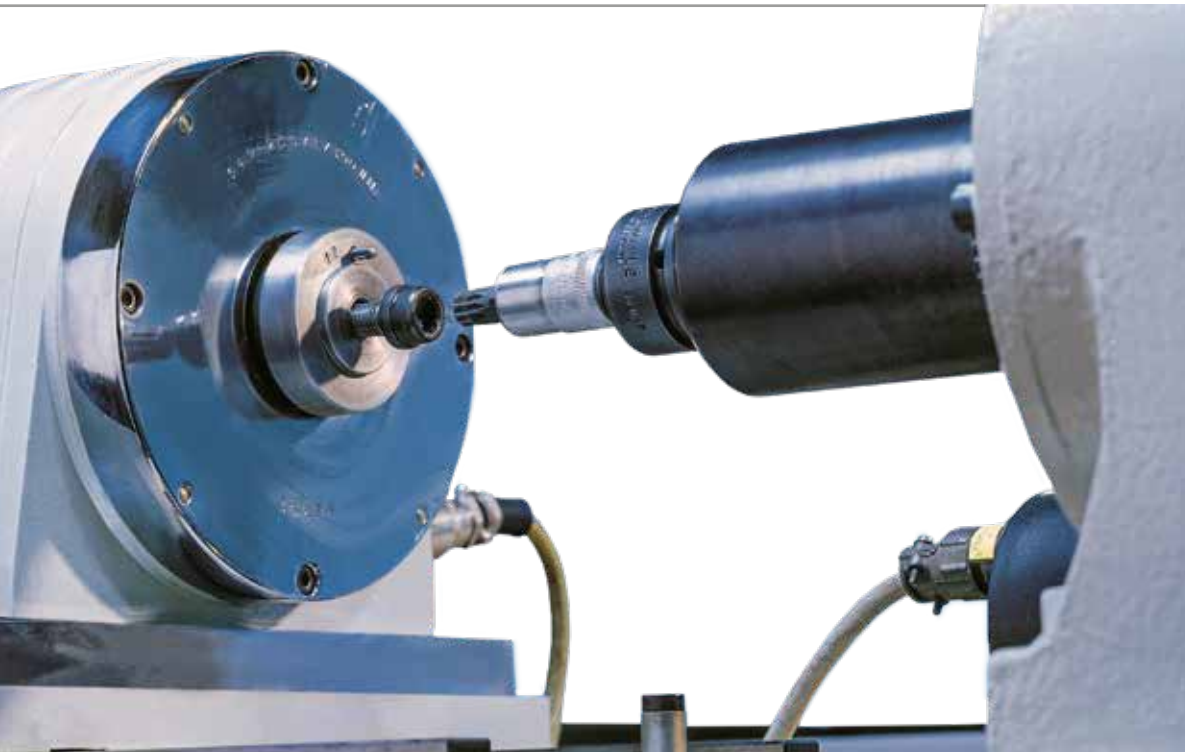
- toujours utiliser des vis de culasse neuves et un joint de culasse neuf
- respecter les couples de serrage et les angles de serrage
- respecter l'ordre de serrage
- utiliser des composants de moteur sans déformation, nettoyés
- confier le montage uniquement à un personnel qualifié
- utiliser des outils de qualité

Seul le respect de ces consignes permet d'obtenir un serrage optimal et une liaison étanche efficace. Les vis déjà utilisées et étirées ne doivent en aucun cas être réutilisées afin de prévenir les dommages consécutifs tels que des fuites et les divers frais de réparation qui en résultent, des clients mécontents et une perte d'image.



Vis de culasse ayant subi un allongement plastique et un rétrécissement

# Contrôle qualité



Banc d'essai de vis – le contrôle sûr pour déterminer la courbe caractéristique des vis

## Sécurité contrôlée

Chaque type de moteur a ses propres exigences quant aux vis de culasse, que celles-ci doivent obligatoirement remplir pour que le fonctionnement de l'ensemble de la liaison étanche soit garanti.

C'est pourquoi les dessins, les rapports de contrôle des échantillons initiaux de même que différents certificats chimiques et dimensionnels font l'objet d'un examen poussé.

Des mesures supplémentaires sur banc d'essai effectuées avant l'autorisation assurent le respect du niveau de qualité recherché.



## Réalisation d'une courbe caractéristique sur le banc d'essai de vis

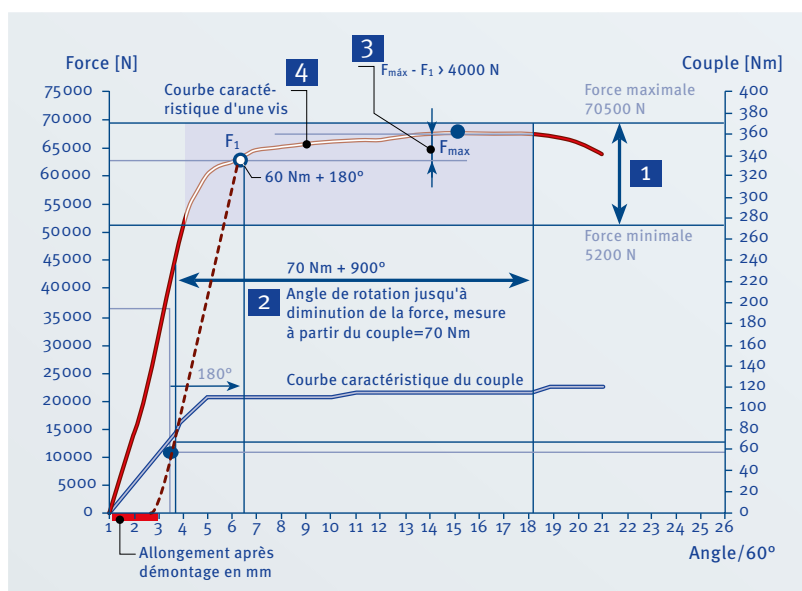
Lors du contrôle, la vis continue d'être serrée au-delà du procédé de serrage prescrit (ici couple de 60 Nm + angle de rotation de 180°) afin d'obtenir une courbe caractéristique détaillée et significative. La courbe caractéristique relevée lors du serrage est évaluée d'après les critères suivants :

1. La force de vissage  $F_1$  atteinte après le serrage au couple et à l'angle de rotation prescrits (ici 60 Nm + 180°) doit se situer dans une plage définie entre la force minimale et la force maximale (10 N ~ 1 kg).
2. Après l'application d'un couple précis (ici 70 Nm), la vis doit encore pouvoir être serrée d'au moins 2 tours supplémentaires (angle de rotation de  $\pm 90^\circ$ , en fonction du fabricant), la force de vissage ne devant pas diminuer de façon notable.
3. La différence entre la force maximale mesurée  $F_{\max}$  et la force après le serrage  $F_1$  doit être supérieure à la valeur donnée par le fabricant (ici 4000 N).

4. La courbe caractéristique de la vis (rouge-jaune) doit suivre lors du serrage l'allure représentée ici. Elle ne doit pas présenter de sauts ou autres écarts.

Le respect de ces quatre critères majeurs sur le banc d'essai de vis, de même que les rapports complémentaires relatifs aux dimensions et à la consistance chimique, garantissent que le type de vis testé présente le potentiel nécessaire à une étanchéité sûre du moteur.

Pour compléter la courbe caractéristique, l'allongement permanent de la vis après son retrait du banc d'essai est également visible dans le coin inférieur gauche du diagramme. Lors du desserrage de la vis, la courbe caractéristique se déplace vers le bas à raison de la valeur  $F_1$  le long de la ligne discontinue rouge. La portion rouge équivaut alors à l'allongement permanent de la vis après le démontage.



Courbe caractéristique d'une vis

# Caractéristiques techniques

## Exemple

**M10 x 140 x 1,5 Six pans creux 10.9**

**Diamètre nominal (en mm), par ex. M10, M11, M12, M16**

**Longueur nominale (en mm)**








**Pas du filetage (en mm)**  
c.-à-d. qu'avec un tour de la vis, celle-ci est vissée à raison de cette valeur (en mm), par ex. 1 ; 1,25 ; 1,5 ; 1,75 ; 2

**Profil du filetage**  
Filetage ISO métrique Exécutions spéciales : filetage fin, filetage en dents de scie, filetage Whitworth

**Classes de résistance**

par ex.	8.8	10.9	12.9
Résistance à la traction en N/mm <sup>2</sup>	800	1000	1200
Limite élastique en N/mm <sup>2</sup>	640	900	1080

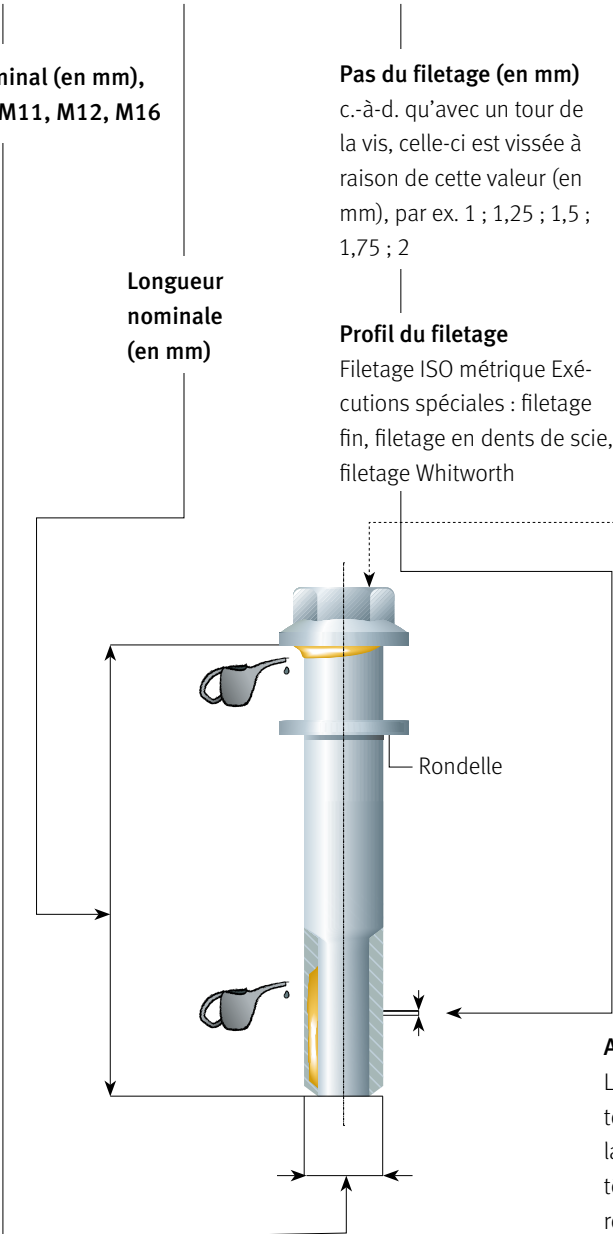
**Forme de la tête (« empreinte »)**

	Six pans creux		Six pans mâle
	Polygone intérieur		Polygone extérieur
	Torx femelle		Torx mâle
	Polydrive®		

**Rondelle**

**Attention**  
La longueur nominale est toujours mesurée jusque sous la surface de contact de la tête, même en présence d'une rondelle.

**Consigne de montage**  
Huiler la surface de contact de la tête de vis de même que le filetage avant le vissage afin de limiter les coefficients de frottement et d'atteindre la force de précontrainte requise.



# Emballage



## Pour que les vis de culasse arrivent en parfait état

Il est très important pour nous que nos vis de culasse arrivent chez nos clients dans la qualité contrôlée, dans un emballage sûr et sans le moindre dommage. C'est pourquoi nous réunissons les vis de culasse en fonction du moteur et les conditionnons dans des boîtes pliantes respectueuses de l'environnement. En outre, des inserts individuels permettent d'emballer de façon économique env. 95 % des plus de 200 types de vis de différents diamètres et longueurs dans une taille de boîte pliante. Le stockage s'en trouve considérablement simplifié.

Cette solution d'emballage nous permet d'optimiser les fonctions de protection et de logistique et de garantir que les vis correspondent à la fonctionnalité requise, donc aux exigences de nos clients.

Fournir de façon fiable à nos clients des produits de qualité toujours identiques et un service de haut niveau partout dans le monde fait partie de la philosophie de notre entreprise et constitue la base d'une collaboration durable et constructive avec nos clients.



Les informations données dans ce document, issues d'une longue expérience et de nos connaissances, ne prétendent pas être exhaustives. D'éventuelles demandes d'indemnisation fondées sur ces informations ne peuvent pas être reconnues. Le montage de toutes les pièces de rechange doit être effectué par un personnel qualifié. Sous réserve de modifications des prestations et de modifications techniques. Sous réserve d'erreurs d'impression.

ElringKlinger AG | Fournisseur de pièces détachées  
Max-Eyth-Straße 2 | 72581 Dettingen/Erms | Germany  
Tél. +49 7123 724-799 | Fax +49 7123 724-798  
service@elring.com | www.elring.fr

C510289 0822 FR

