

Votre partenaire technologique pour un usinage économique

MOTEUR THERMIQUE

Marchés et secteurs

Au fil des partenariats durables et étroits que MAPAL entretient avec ses clients, nous avons acquis une vaste connaissance des processus et applications dans le domaine de la fabrication par enlèvement de matière. Les domaines d'application des solutions d'usinage de MAPAL s'étendent à différents secteurs.

Depuis ses débuts, MAPAL développe de nombreuses innovations qui permettent de répondre aux défis de l'industrie automobile et de la fabrication en grande série. Ces innovations sont utilisées avec succès par des constructeurs de renom et leurs fournisseurs, tant dans les moteurs thermiques que dans les domaines du châssis et des freins, du groupe motopropulseur ou encore de l'électromobilité.

MAPAL est également devenu un partenaire accrédité de l'industrie aéronautique et définit désormais, grâce à des solutions fiables, les tendances et les normes dans les techniques de fabrication et d'usinage.

Nos clients font depuis longtemps confiance à l'expertise de MAPAL pour les opérations d'usinage exigeantes de pièces hydrauliques de toutes tailles. De plus, ils disposent chez nous d'une gamme complète de produits pour la fabrication des moules et des matrices.





Allemagne
Siège social du groupe d'entreprises

Au service du client, partout dans le monde

Un dialogue étroit avec les clients et la reconnaissance précoce des exigences technologiques et des approches en matière d'innovations sont des piliers essentiels de la politique d'entreprise de MAPAL. Par conséquent, MAPAL possède une représentation directe sous forme de sites de production et de filiales de vente dans 25 pays. Ces points d'accès sont synonymes de distances réduites, de contacts personnels et de partenariats à long terme.

Outre les principaux sites de production en Allemagne, des installations de production locales sur des marchés mondiaux d'importance stratégique garantissent des délais de livraison courts. Celles-ci sont responsables de la fabrication d'une sélection de produits ainsi que du reconditionnement, des réparations et des commandes répétitives pour le marché local.

En complément des ventes réalisées en filiale, les produits MAPAL sont de plus distribués par des représentants commerciaux dans 19 autres pays.



N° 1

Leader technologique en matière d'usinage de composants cubiques.

Filiales avec production, vente et maintenance dans

25

pays.

Investissement annuel dans la recherche et le développement à hauteur de

6%

du chiffre d'affaires.

Plus de

450

conseillers techniques sur site.

Plus de

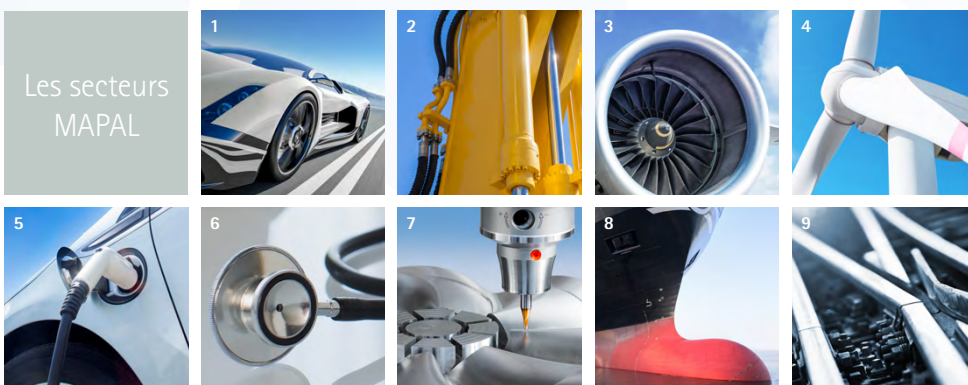
300

apprentis dans le monde.

Notre principal atout : plus de

4 850

collaborateurs dans le monde.



Les secteurs
MAPAL

- 1 Automobile
- 2 Technologie des fluides
- 3 Aéronautique
- 4 Production d'énergie
- 5 Électromobilité
- 6 Technologie médicale
- 7 Fabrication des moules et des matrices
- 8 Construction navale
- 9 Ferroviaire



BUS



CAMIONNETTES

Solutions pour les moteurs thermiques

La précision aux services d'exigences complexes

Malgré l'intérêt croissant porté aux technologies de propulsion alternatives, le moteur thermique reste un élément important de la mobilité moderne, en particulier dans les motorisations hybrides et sur les marchés où les infrastructures d'électromobilité sont limitées. Ses composants extrêmement complexes sont exposés à des sollicitations thermiques et mécaniques considérables, si bien que la production doit satisfaire des exigences très strictes.

L'usinage de composants comme les culasses, les vilebrequins ou les bielles ne demande pas uniquement une précision au micromètre, mais aussi une connaissance approfondie des matériaux, des stratégies d'usinage et de la fiabilité des process. Qualité hétérogène de la fonte, matériaux composites et plages de tolérance étroites : l'usinage est une étape exigeante qui détermine de plus en plus de l'efficacité, des performances et du profil d'émissions du moteur.

MAPAL relève les défis du domaine avec des solutions d'outils sur mesure afin d'optimiser la rentabilité et la fiabilité des process. Riche de son expérience dans la fabrication d'outils de précision et de solutions d'usinage, MAPAL dispose d'un savoir-faire impressionnant dans l'usinage de composants complexes de moteur.

MAPAL mène des études de marché détaillées, entretient des coopérations étroites avec des universités, des instituts et des partenaires industriels de premier plan et échange avec des clients afin d'identifier rapidement les tendances technologiques pour les traduire rapidement en des processus d'usinage innovants. C'est ainsi que voient sans cesse le jour des solutions parfaitement adaptées aux différentes situations et attentes et qui participent au développement de l'usinage pour les moteurs thermiques.



MOTO



VOITURE



POIDS LOURD

SOMMAIRE

Introduction

Compétence en moteurs thermiques	6
----------------------------------	---

Culasse

Exigences et processus d'usinage	8
Distribution	10
Alésage d'injecteur	12
Alésage de palier d'arbre à cames	14
Alésage de raccord hydraulique	16
Surfaces planes et d'étanchéité	26

Bloc-cylindres

Exigences et processus d'usinage	18
Alésage de cylindre	20
Alésage de pompe à eau	23
Alésage de palier de vilebrequin	24
Surfaces planes et d'étanchéité	26

Turbocompresseur

Aperçu du système	28
Boîtier du turbocompresseur	30
Turbine / Roue à ailettes	32

Bielle

Exigences et processus d'usinage	34
Pied de bielle	36
Tête de bielle	38
Appui de tête de vis / Alésage de trou de vis	39

Vilebrequin

Points forts de l'outil	40
-------------------------	----

Culbuteur / Culbuteur à galet

Points forts de l'outil	42
-------------------------	----

Rail

Points forts de l'outil	44
-------------------------	----

Services MAPAL

MAPAL : votre partenaire technologique	46
Pictogrammes	47



En savoir plus sur les solutions pour les
MOTEURS THERMIQUES

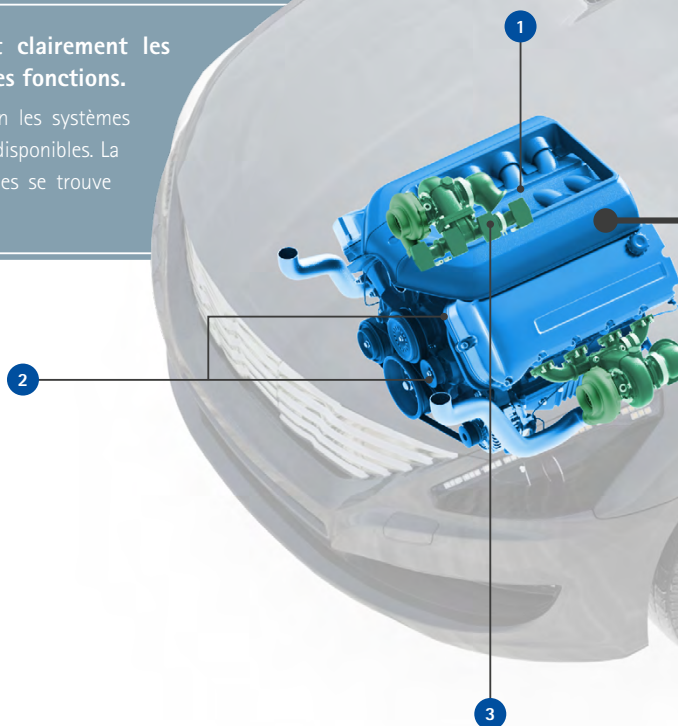
Compétence en moteurs thermiques

Les composants d'un moteur thermique, depuis la culasse jusqu'au turbocompresseur en passant par le bloc-moteur, soumettent l'usinage à des difficultés extrêmes. Variété des matériaux, géométries complexes et tolérances minimales : tout cela nécessite des stratégies d'usinage sur mesure.

MAPAL propose ici un large spectre de solutions d'outil : depuis des outils de fraisage et d'alésage de haute précision, en passant par les systèmes d'alésage modulaires jusqu'aux solutions de recessing spécialisées. Vous obtenez ainsi des processus stables, rentables et fiables pour n'importe quel type d'usinage.

Les pictogrammes indiquent clairement les technologies, les options et les fonctions.

Ils montrent pour chaque solution les systèmes d'outils utilisés et les alternatives disponibles. La liste complète de tous les symboles se trouve page 47.



SOLUTIONS POUR LES MOTEURS THERMIQUES

1 Culasse N

- Solutions précises d'alésage et d'alésage de finition pour des tolérances au µm dans la distribution.
- Processus d'usinage stable pour les alésages fonctionnels complexes malgré les variations de moulage.

» Plus d'infos à partir de la page 8

2 Bloc-cylindres N

- Solutions d'alésage de demi-finition et de finition pour les alésages coaxiaux de palier et de cylindre.
- Usinage sécurisé en cas de surépaisseur minimale, qualité de fonte variable et matériaux composites.

» Plus d'infos à partir de la page 18

Surfaces planes et d'étanchéité N

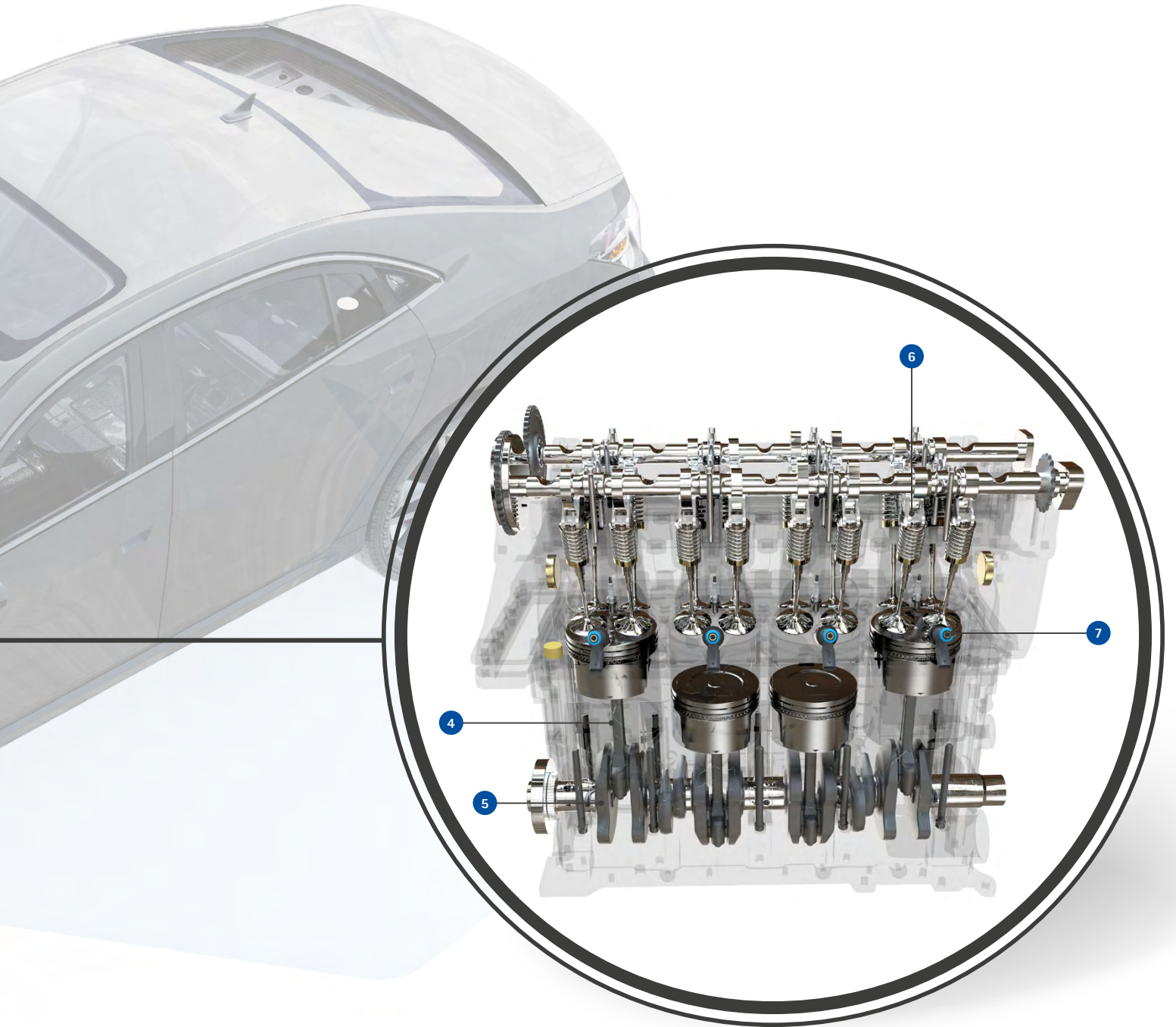
- Surfaçage avec une qualité de surface, une planéité et une absence de bavure élevées, également à sec.
- En option, profils de surface définis pour surfaces fonctionnelles jouant un rôle dans l'étanchéité.

» Plus d'infos à partir de la page 26

3 Turbo-compresseur M K N S

- Usinage précis des profils pour les géométries intérieures complexes dans des matériaux abrasifs et thermorésistants.
- Solutions fiables pour les zones à faible épaisseur de paroi et pour les coupes interrompues.

» Plus d'infos à partir de la page 28



4

Bielle

P

- Concepts d'usinage combinés pour des circularités au μm dans le pied et la tête de bielle.
- Solutions pour géométries variables de composants, situations de perçage et profils définis.

» Plus d'infos à partir de la page 34

5

Vilebrequin

P

- Perçage fiable de grandes profondeurs d'usinage avec évacuation constante des copeaux.
- Usinage complet avec stabilité dimensionnelle des surfaces fonctionnelles en cas de fluctuation des conditions de coupe.

» Plus d'infos à partir de la page 40

6

Culbuteur / Levier oscillant

P

- Usinage de finition précis de petits paliers avec une tolérance faible et des circularités au μm .
- Configurations fiables en cas de qualité de fonte fluctuante et de temps de cycle courts.

» Plus d'infos à partir de la page 42

7

Rail

P

- Stratégies de perçage profond et d'alésage pour couche de laminage dure et profondeurs de perçage importantes.
- Usinage intérieur avec stabilité dimensionnelle pour canaux haute pression jouant un rôle dans l'étanchéité avec faibles tolérances.

» Plus d'infos à partir de la page 44

Culasse

Dans le domaine des voitures particulières, la culasse est toujours moulée à partir d'alliages d'aluminium. Sa structure et d'autres caractéristiques d'usinage varient selon le type de motorisation. La culasse est placée sur le bloc-cylindres et assure l'alimentation en carburant et en air.

En raison des exigences de qualité et des tolérances strictes auxquelles elle est soumise, la culasse est le composant le plus exigeant à usiner dans la construction de moteurs. Une commande précise des soupapes et des pertes minimales par frottement du palier d'arbre à cames permettent de réduire la consommation de carburant et les émissions, et ce, même avant l'étape de combustion.

Tolérances dimensionnelles requises pour l'exemple de distribution



0,010 mm



<0,050 mm



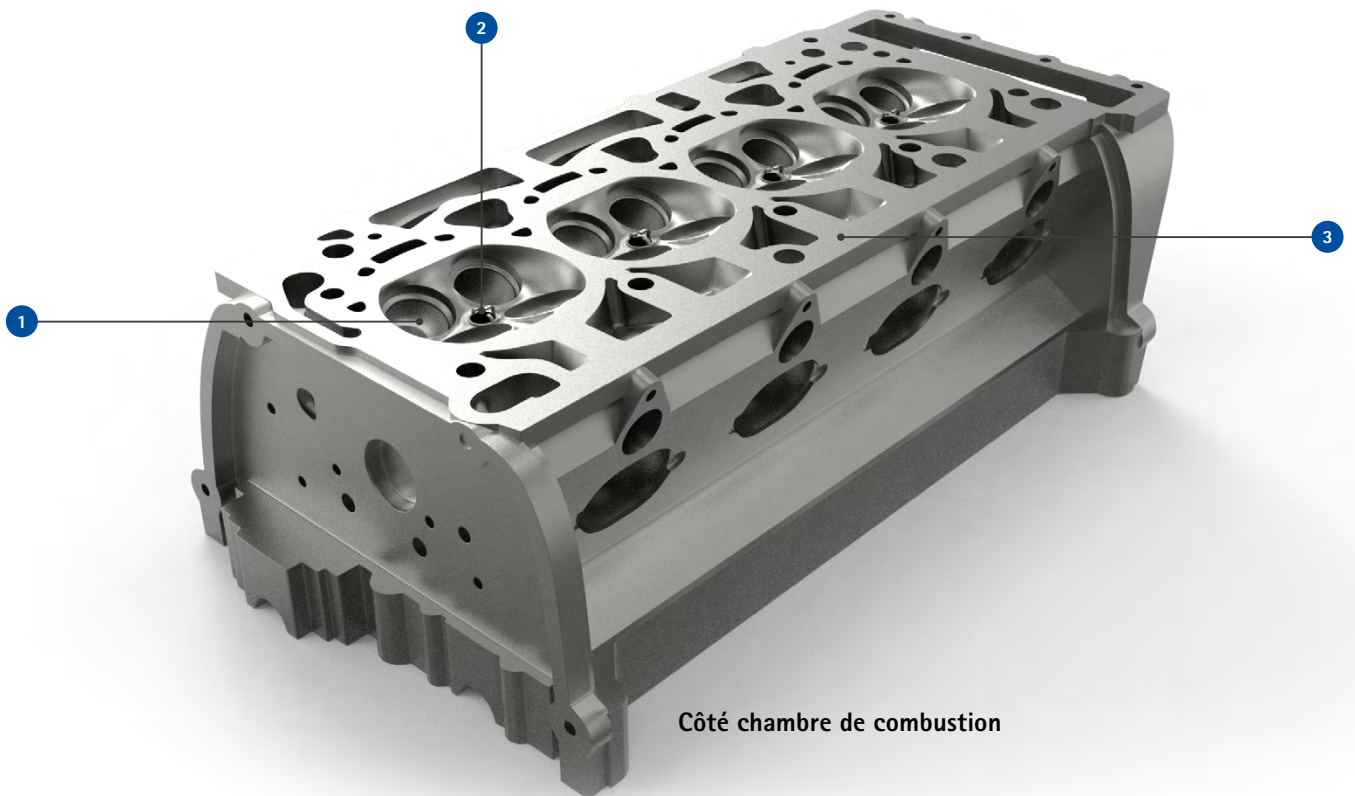
0,015 mm



0,008 mm



0,010 mm



1

Distribution

Le trou borgne de la distribution nécessite des perçages précis avec une cylindricité élevée et des tolérances minimales au niveau du diamètre. Les variations au sein du matériau imputables au processus de moulage sont ici un défi.

>> Plus d'infos à partir de la page 10

2

Alésage d'injecteur

L'alésage d'injecteur comprend des incréments importants entre les étages et l'évacuation des copeaux représente une difficulté. Les variations dans le moulage compliquent l'usinage.

>> Plus d'infos à partir de la page 12

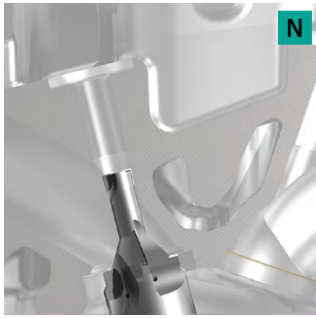
3

Surfaces planes et d'étanchéité

La planéité, la rectitude et un usinage sans bavures sont importants pour le surfaçage. L'usinage se fait souvent à sec.

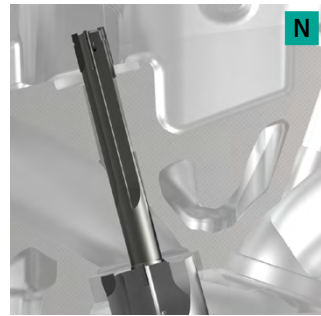
>> Plus d'infos à partir de la page 26

Pleins feux sur la distribution – Méthode fondamentale



1. Ébauche – Trou borgne

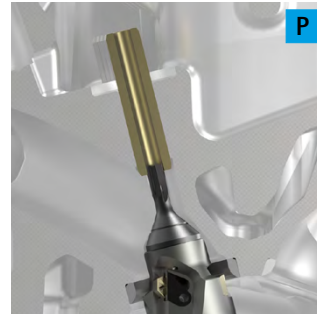
Les avances importantes et les grandes quantités de copeaux nécessitent des outils d'alésage stables avec un revêtement PCD qui sont en mesure d'évacuer efficacement les copeaux. L'usinage est à la base de toutes les étapes suivantes de fabrication d'une distribution.



2. Usinage final – Trou borgne

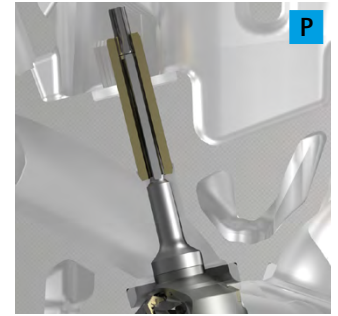
Des outils d'alésage à plusieurs arêtes de coupe et avec un revêtement PCD garantissent la stabilité dimensionnelle et la qualité de surface. La précision au cours de cette étape d'usinage est décisive, car les sièges et les guides de soupape vont devoir s'insérer correctement ensuite.

INSERTION DU SIÈGE ET DU GUIDE DE SOUPAPE



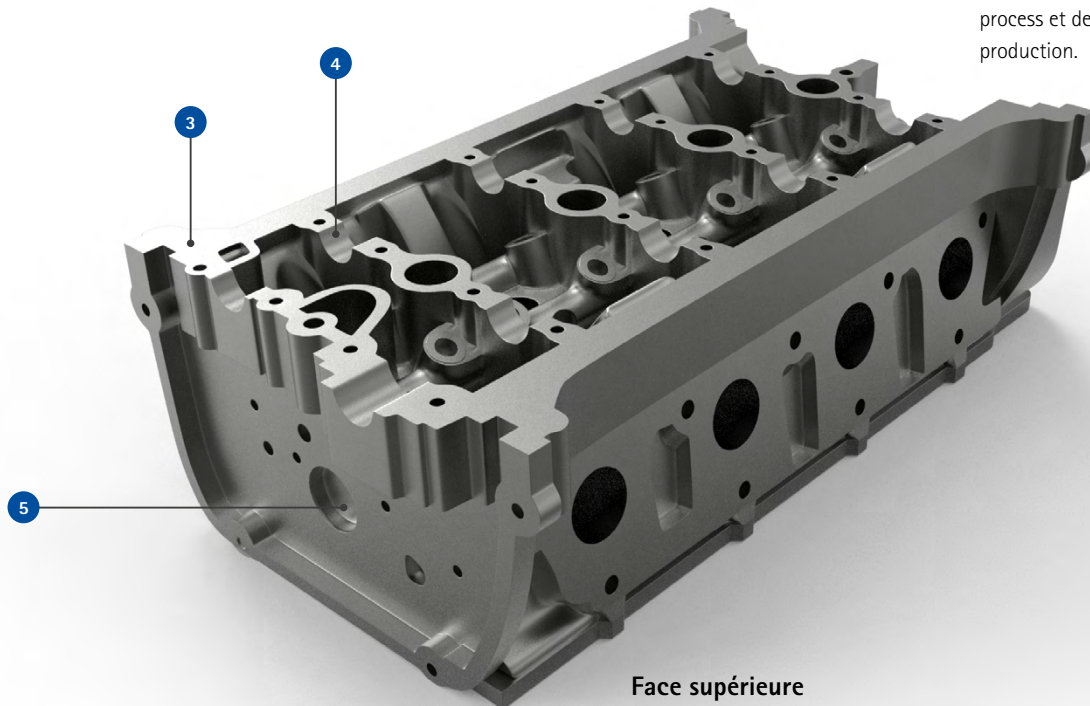
3. Ébauche – Siège et guide de soupape

Une fois le siège et le guide de soupape insérés, l'usinage des matériaux durs est réalisé. Cette étape requiert des tolérances extrêmement faibles et des matériaux de coupe résistants à l'usure.



4. Usinage final – Siège et guide de soupape

Des outils d'alésage et d'alésage de précision sont utilisés ici pour garantir des surfaces d'étanchéité exactes, une grande stabilité de process et des quantités élevées de production.



Face supérieure

4

Alésage de palier d'arbre à cames

L'alésage de palier d'arbre à cames nécessite une cylindricité et une circularité élevées. Cette étape se caractérise par de longs outils et plusieurs attaques des supports de palier par le biais d'une coupe interrompue.

>> Plus d'infos à partir de la page 14

5

Alésage de raccord hydraulique

L'alésage de raccord hydraulique doit présenter une surface sans rayure et sans strie. Le perçage ne doit laisser aucun copeau après usinage.

>> Plus d'infos à partir de la page 16

Culasse – Distribution

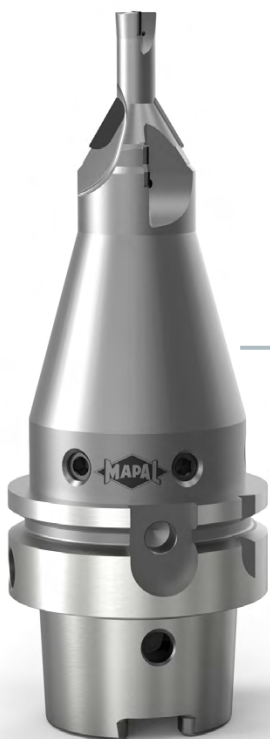
CONDITIONS DU PROCESSUS

- Exigences strictes en matière de tolérances de forme et de position
- Cylindricité 10 μm
- Tolérance de diamètre 15 μm
- Coaxialité du siège de soupape vers le guide de soupape
- Circularités < 8 μm
- Tolérances angulaires au niveau du siège de soupape à l'échelle du μm
- Matériaux présentant une résistance à l'usure élevée au niveau du siège de soupape
- Fiabilité des process et répétabilité extrêmes

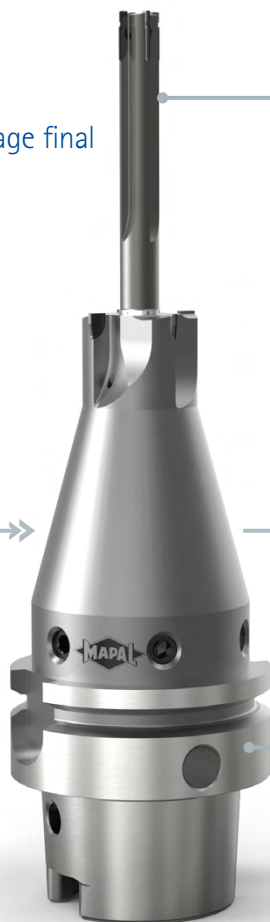


N ALÉSAGE BORGNE

1. Ébauche



2. Usinage final



+ OPTION

Temps d'exécution plus courts grâce à un nombre de dents supérieur



+ OPTION

Fiabilité des process améliorée en orientant l'outil avec un adaptateur modulaire

Outil d'alésage PCD

Design de l'outil court et stable pour une précision de positionnement maximale.



Outil d'alésage PCD

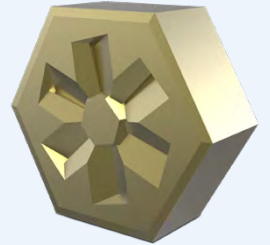
Concept d'outil à plusieurs arêtes pour des délais d'usinage courts.





COMPÉTENCE EN MATIÈRE DE SOLUTIONS MAPAL HNHX – 12 ARÊTES DE COUPE POUR UNE RENTABILITÉ MAXIMALE

- Avec porte-plaquettes ou réglable selon la tolérance spécifiée du composant
- Jusqu'à 24 inserts en cas d'usure maximale des arêtes de coupe
- Différents matériaux de coupe en PcBN destinés à tous les matériaux courants de siège de soupape



P SIÈGE DE SOUPE / GUIDE DE SOUPE



3. Ébauche



Outil pilote

Un outil court et stable garantit une précision de positionnement maximale pour l'outil de finition utilisé ensuite.



4. Usinage final



Outil de finition

Usinage final haute précision avec outil d'alésage de précision réglable avec système EA et alésoir de guide de soupape rapidement remplaçable.



+ OPTION

Respect des tolérances les plus strictes grâce à un outil d'alésage de précision réglable



+ OPTION

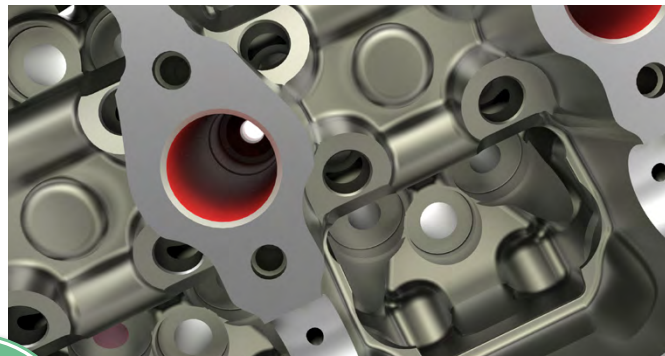
Plug-and-play grâce au porte-plaquettes



Culasse – Alésage d'injecteur

CONDITIONS DU PROCESSUS

- Très grands incréments entre les étages > 10 mm
- Évacuation des copeaux critique en raison du profil du composant
- Situations de coulée variables
- Qualité de surface nécessaire jusqu'à Rz 4
- Tolérances de diamètre dans la plage H7
- Contours très variés avec plusieurs rayons et chanfreins à tolérance étroite ($\pm 0,1$ mm)



Processus en
3 étapes pour une
fiabilité des
process maximale

N ALÉSAGE D'INJECTEUR

1. Ébauche



Foret plein PCD

Outil d'alésage et de perçage pleine matière à plusieurs étages avec arêtes de coupe PCD et goujures spéciales pour une évacuation des copeaux optimale.



2. Semi-finition



Foret étagé en carbure monobloc

Géométrie d'arêtes et spiralisation spécifiques pour un fractionnement et une évacuation des copeaux améliorés.



3. Usinage final



Alésoir étagé PCD

Alésoir étagé à plusieurs arêtes avec arêtes de coupe PCD brasées, géométrie d'arêtes spéciale et goujures élargies pour une évacuation des copeaux optimale.





Processus en
2 étapes pour une
productivité
maximale

1. Ébauche



Outil d'alésage PCD avec foret en carbure monobloc interchangeable

Optimisation de l'utilisation du stock d'arêtes de coupe PCD grâce à l'étage d'alésage pleine matière amovible séparément.



2. Usinage final



Alésoir étagé PCD

Alésoir étagé à plusieurs arêtes de coupe avec arêtes PCD brasées et goujures élargies et polies pour une évacuation des copeaux optimale.



COMPÉTENCE EN MATIÈRE DE SOLUTIONS MAPAL FORET À INSÉRER POUR UNE PRODUCTION RESPECTUEUSE DES RESSOURCES

Le foret à insérer permet de remplacer facilement l'étage utilisé de l'alésoir pleine matière, indépendamment de l'étage de l'alésoir. La durée de vie est optimisée grâce à la possibilité d'affûter plusieurs fois. Le remplacement uniquement de l'étage d'usinage présentant des traces d'usure économise du matériel et s'inscrit dans une démarche de durabilité.



Culasse – Alésage de palier d'arbre à cames

CONDITIONS DU PROCESSUS

- Cylindricité (15 μm pour 100 mm)
- Circularité < 5 μm
- Tolérances de diamètre de 15 – 20 μm
- Qualités des surfaces de < Rz 5 μm
- Attaques multiples grâce à la coupe interrompue
- Outils offrant un très bon rapport longueur/diamètre



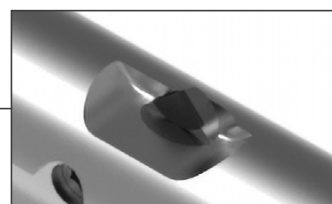
N ALÉSAGE DE PALIER D'ARBRE À CAMES

1. Pré-usinage et usinage final

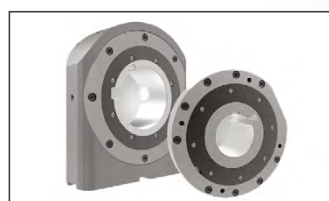
Productivité maximale grâce à une solution en une fois

Barre d'alésage en ligne

Usinage en une fois avec une très bonne rectitude des alésages grâce à un palier supplémentaire avec un palier à rouleau ou lisse.



Utilisation de burins à insérer interchangeables de petite taille.



Très bonne rectitude du perçage malgré la longueur importante grâce aux paliers multiples et à la barre d'alésage en ligne parfaitement orientée.

Fiabilité du process maximale grâce à un processus en 2 étapes

N ALÉSAGE DE PALIER D'ARBRE À CAMES

1. Ébauche



+ OPTION
Avance maximale grâce à un design d'outil à plusieurs arêtes

2. Usinage final



+ OPTION
Temps d'exécution plus courts et **plug-and-play** grâce à une tête HPR interchangeable à plusieurs arêtes

Outil d'alésage de précision

Outil d'alésage de précision guidé avec plaquettes amovibles HX facilement réglables.



Outil d'alésage de précision

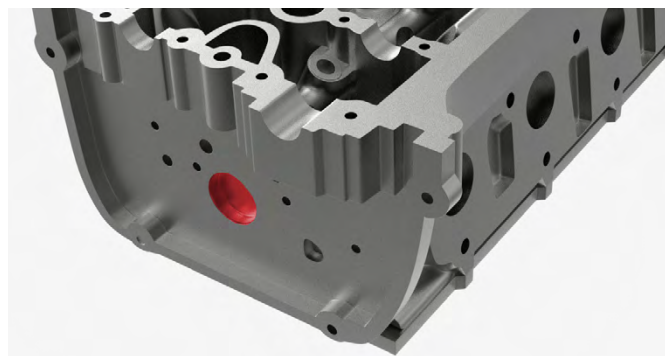
Outil d'alésage de précision guidé avec plaquettes amovibles – avec réglage simple des arêtes de coupe et étage supplémentaire de pré-découpe pour répondre aux exigences de qualité les plus strictes.



Culasse – Alésage de raccord hydraulique

CONDITIONS DU PROCESSUS

- Qualité de surface $Ra < 16 \mu m$
- Circularité 0,05 mm
- Tolérance de diamètre H7
- Précision de positionnement



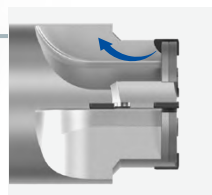
N ALÉSAGE DE RACCORD HYDRAULIQUE

1. Semi-finition



Outil d'alésage à étages PCD

Design court et compact pour une stabilité extrême de l'outil.



+ OPTION

Évacuation sûre et contrôlée des copeaux grâce à un déflecteur avec renvoi intégré vers l'arrière





COMPÉTENCE EN MATIÈRE DE SOLUTIONS MAPAL

FIABILITÉ D'ÉVACUATION DES COPEAUX GRÂCE À UN RENVOI INTÉGRÉ VERS L'ARRIÈRE

- L'évacuation contrôlée des copeaux évite la présence de copeaux dans le composant, ce qui réduit l'étape de nettoyage
- Grande fiabilité du process grâce à un usinage propre et à une usure moindre des outils
- Qualité très élevée des composants grâce à une surface propre, ce qui permet de mettre moins de pièces au rebut

Bloc-cylindres

Le bloc-cylindres, ou bloc-moteur, est l'élément central du moteur thermique. Plusieurs types et tailles existent en fonction du modèle de véhicule et de la taille du moteur, du moteur 2 cylindres en ligne au moteur 12 cylindres en V. En raison de leur légèreté, les alliages d'aluminium sont utilisés en priorité dans le secteur automobile. L'alésage de cylindre nécessite ici des douilles en fonte ou des revêtements résistants à l'usure afin de garantir un kilométrage élevé. L'usinage implique souvent des usinages multiples à partir d'aluminium et de fonte, ainsi que l'utilisation de revêtements extrême-

ment abrasifs. Les pressions de combustion plus élevées dans les moteurs modernes augmentent les sollicitations mécaniques et thermiques. Par conséquent, les caractéristiques à fournir pour l'usinage sont soumises à des exigences de qualité plus strictes.

Tolérances dimensionnelles requises pour l'exemple d'alésage de cylindre



0,014 mm



0,020 mm



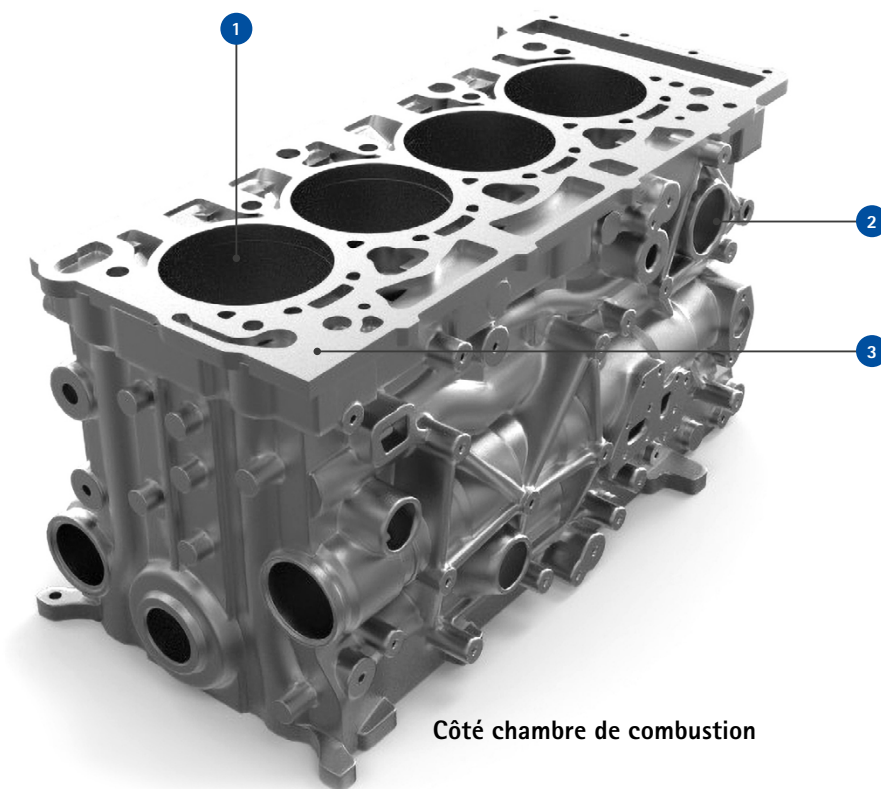
0,175 mm



0,009 mm



0,060 mm



Côté chambre de combustion

1

Alésage de cylindre

L'usinage de l'alésage de cylindre doit fournir une précision extrême malgré des surépaisseurs fluctuantes de la fonte, un usinage multiple, un accès difficile et de faibles tolérances.

>> Plus d'infos à partir de la page 20

2

Alésage de pompe à eau

Le perçage pour la pompe à eau nécessite de bien respecter les dimensions et d'assurer l'étanchéité. L'usinage se fait généralement en plusieurs étapes pour parvenir à un ajustement et à une surface d'étanchéité exacts.

>> Plus d'infos à partir de la page 23

3

Surfaces planes et d'étanchéité

Le surfacage consiste à usiner la surface d'étanchéité entre la culasse et le bloc-cylindres. Les critères décisifs sont la planéité, la rectitude et l'absence de bavure sur la surface, souvent obtenus dans des conditions d'usinage à sec.

>> Plus d'infos à partir de la page 26

Pleins feux sur l'alésage de cylindre – Méthode fondamentale



1. Ébauche – Alésage de cylindre

L'ébauche comprend l'alésage des trous du cylindre avec un ensemble de plaquettes amovibles solides. Ces dernières sont capables de venir à bout d'une surépaisseur importante et fluctuante. Selon le matériau, des plaquettes amovibles HM avec revêtement ou PCD sont utilisées afin de garantir une durée de vie et une précision élevées.



2. Usinage final – Alésage de cylindre

Les outils d'alésage de précision permettent d'atteindre les dimensions exactes du perçage avant le revêtement à venir ou l'insertion de la chemise de cylindre amovible. Les outils sont conçus pour offrir une stabilité et une avance élevées, ainsi que la stabilité dimensionnelle et la qualité de surface requises.

REVÊTEMENT OU INSERTION DE LA CHEMISE DE CYLINDRE AMOVIBLE



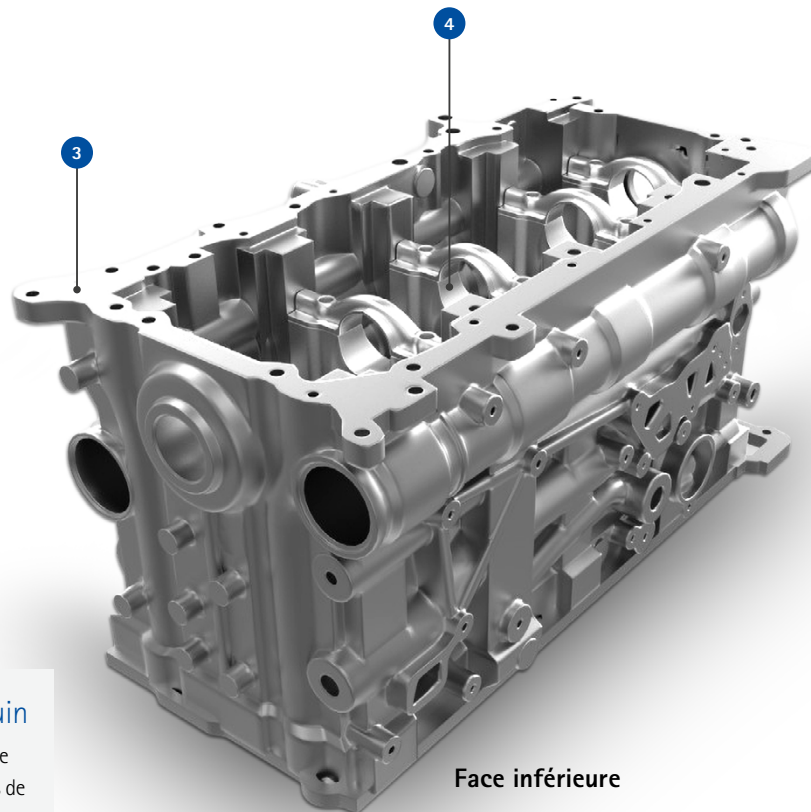
3. Usinage final – Surface de cylindre

Après le revêtement ou l'insertion de la chemise de cylindre amovible, l'usinage final de la surface de roulement est réalisé. Des outils d'alésage de précision veillent au respect de la forme et des dimensions. Ils sont dotés d'une compensation des arêtes de coupe et permettent un retrait sans contact de la cavité de perçage.



4. Pierrage

Le pierrage est généralement réalisé avec des outils spéciaux de fraisage ou de reccising. Les géométries complexes des transitions et les usinages multiples parfois rencontrés nécessitent de sélectionner correctement les outils et les matériaux de coupe.



Face inférieure

4

Alésage de palier de vilebrequin

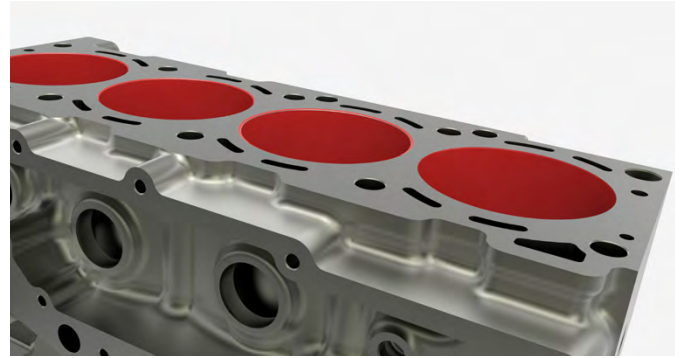
Ce perçage doit fournir une coaxialité et une cylindricité extrêmes sur plusieurs positions de paliers. La précision nécessaire est apportée par de longs outils, ainsi que par des stratégies d'usinage parfaitement adaptées les unes aux autres.

>> Plus d'infos à partir de la page 24

Bloc-cylindres – Alésage de cylindre

CONDITIONS DU PROCESSUS

- Surépaisseurs et qualité de la fonte variables
- Revêtements résistant à l'usure (couche LDS) parfois intégrés dans les composants
- Parfois, usinages multiples à cause de l'utilisation de différents matériaux → Bloc-moteur en aluminium et chemise de cylindre amovible en fonte grise
- Usinages difficilement accessibles à cause de la taille des composants
- Tolérance de diamètre avant pierrage de 40 µm maximum



N ALÉSAGE BORGNE

1. Ébauche



Outil d'alésage

Conception rentable d'outils stables avec plaquettes amovibles et porte-outils courts facilement réglables, également pour les variations de surépaisseurs.



2. Usinage final



Outil d'alésage de précision avec système EA

Design compact et à plusieurs arêtes de coupe de l'outil pour une vitesse d'avance maximale et un réglage simple.





K SURFACE DE CYLINDRE AVEC CHEMISE



3. Usinage final

La bonne solution pour chaque concept de machine

Centre d'usinage

Machine spéciale



FONCTION
Réglage au μm près de l'arête de coupe – processus manuel ou automatisé dans le centre d'usinage.



FONCTION
Grande fiabilité des process grâce à l'usinage sans strie d'évacuation à l'aide du retrait des arêtes



OPTION
Retrait des arêtes par augmentation de la pression de réfrigérant. Version à 5 arêtes de coupe



Pierrage à la page suivante

Outil de compensation

Compensation des arêtes de coupe via la denture frontale à effectuer automatiquement et directement dans la machine. Le retrait des arêtes de coupe par le biais du décalage de la position et le design spécial de l'outil permettent un retrait sans contact.



Outil recessing

Selon le type de machine, les arêtes de coupe sont rentrées et sorties volontairement à l'aide d'un tirant, d'une broche de réglage ou d'un entraînement rotatif. Cela permet un retrait sans contact, ainsi qu'un réglage exact de l'arête de coupe.



K N SURFACE DE CYLINDRE

4. Pierrage

La bonne
solution pour
chaque concept
de machine

Centre d'usinage

Machine spéciale



Fraises circulaires

Conception d'outil à plusieurs arêtes de coupe offrant une souplesse maximale pour sélectionner les plaquettes amovibles.



Outil reccessing

Recessing contrôlé des arêtes de coupe par une tige de compression/traction. Liberté de tracé de profil possible.



COMPÉTENCE EN MATIÈRE DE SOLUTIONS MAPAL CONCEPT FLEXIBLE D'OUTILS POUR VARIANTES DE COMPOSANTS

- Un outil adapté à chaque version grâce à des variantes d'arêtes de coupe
- Solutions fiables pour usinage multiple (fonte/alu ou alu/acier)
- Arêtes de coupe spéciales pour les transitions radiales et les géométries difficilement accessibles
- Précision extrême pour des tolérances de diamètre de $\pm 0,2$ mm
- Usinage rentable pour la fabrication en série



Bloc-cylindres – Alésage de pompe à eau

CONDITIONS DU PROCESSUS

- Perçage multi-niveaux avec transitions radiales définies
- Tolérances de diamètre dans la plage H8
- Circularités de 10-20 μm



N ALÉSAGE DE POMPE À EAU

1. Semi-finition



FONCTION
Foret en carbure monobloc
amovible

Outil d'alésage à étages PCD

Géométrie optimisée d'arêtes de coupe PCD pour un fractionnement contrôlé des copeaux et avec un foret en carbure monobloc amovible pour une utilisation efficace des arêtes de coupe sur les étages d'alésoir.



Bloc-cylindres – Alésage de palier de vilebrequin

CONDITIONS DU PROCESSUS

- Coaxialité élevée des supports de palier entre eux
- Attaques multiples grâce à la coupe interrompue
- Usinage multiple lors de l'usinage final à travers les porte-roulements
- Tolérances de diamètre de 0,2 mm
- Caractéristiques de surface de Rz 3,2 µm
- Circularité < 3 µm



K N ALÉSAGE DE PALIER DE VILEBREQUIN

1. Pré-usinage et usinage final



Productivité
maximale grâce
à une solution
en une fois

Barre d'alésage en ligne de précision

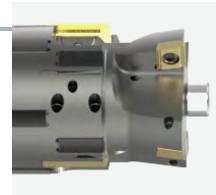
Coaxialité maximale sur le composant grâce au palier supplémentaire en face de la broche de la machine, également pour les longueurs de composant importantes.



Combinaison d'usinage de supports et de paliers de butée avec tiroirs intégrés.
Réglage exact et simple des arêtes de coupe à l'aide de porte-outils courts réglables avec précision.

2. Usinage final

Fiabilité du process maximale grâce à un processus en 2 étapes



OPTION
Qualités de surface extrêmes grâce à des plaquettes amovibles réglables avec précision pour l'étape de finition

1. Ébauche



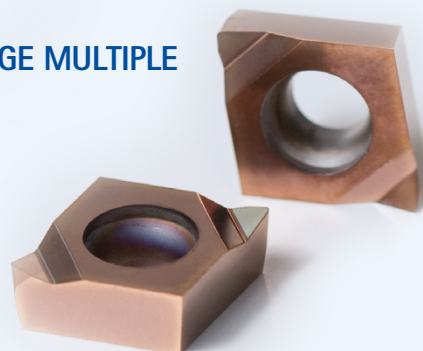
Outil d'alésage de précision

Étape de pré-découpe et micro-usinage supplémentaire lors de l'étape de finition pour satisfaire les exigences strictes en matière de qualité et de fiabilité du process.



COMPÉTENCE EN MATIÈRE DE SOLUTIONS MAPAL GAMME DE MATÉRIAUX DE COUPE POUR L'USINAGE MULTIPLE

Les combinaisons de matériaux comme l'aluminium et la fonte ou l'aluminium et l'acier fritté nécessitent des matériaux de coupe spécifiques. Dans ces cas-là, MAPAL propose des plaquettes amovibles avec des substrats, géométries et revêtement TiAlN adaptés afin de garantir une longue durée de vie et une rentabilité élevée.



Surfaces planes et d'étanchéité

L'usinage de surfaces d'étanchéité planes dans les moteurs thermiques nécessite une stabilité dimensionnelle, une planéité et une qualité de surface exceptionnelles, souvent obtenue dans des conditions à sec.

MAPAL offre ici des outils performants de fraisage à planer dotés d'un nombre de dents maximal, stables et dotés d'une évacuation des copeaux optimale. Ébauche ou finition : ces solutions sont pensées pour garantir rentabilité, fiabilité des process et qualité des composants.

N SURFAÇAGE

NeoMill-T-Rough

Outil d'ébauchage tangentiel pour un usinage durable en cas de volumes élevés.



ÉBAUCHE

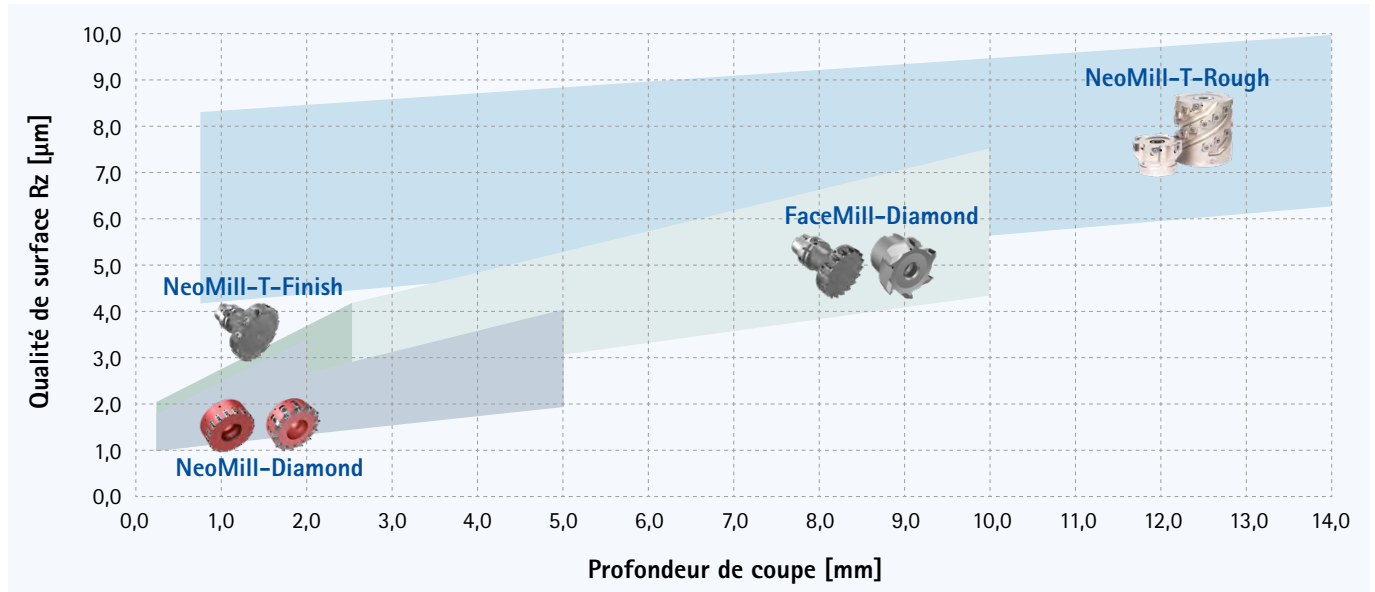
FaceMill-Diamond

Outil fixe et affûtable avec arêtes de coupe PCD brasées.



FINITION

Aperçu des systèmes de fraisage à planer



NeoMill-Diamond

NeoMill-T-Finish

Solution plug-and-play avec plaquettes amovibles pour un logement plaquette très précis.



Corps de base de fraisage avec embouts PCD interchangeables et réglage précis des arêtes de coupe.



BREVET DÉPOSÉ

+ OPTION

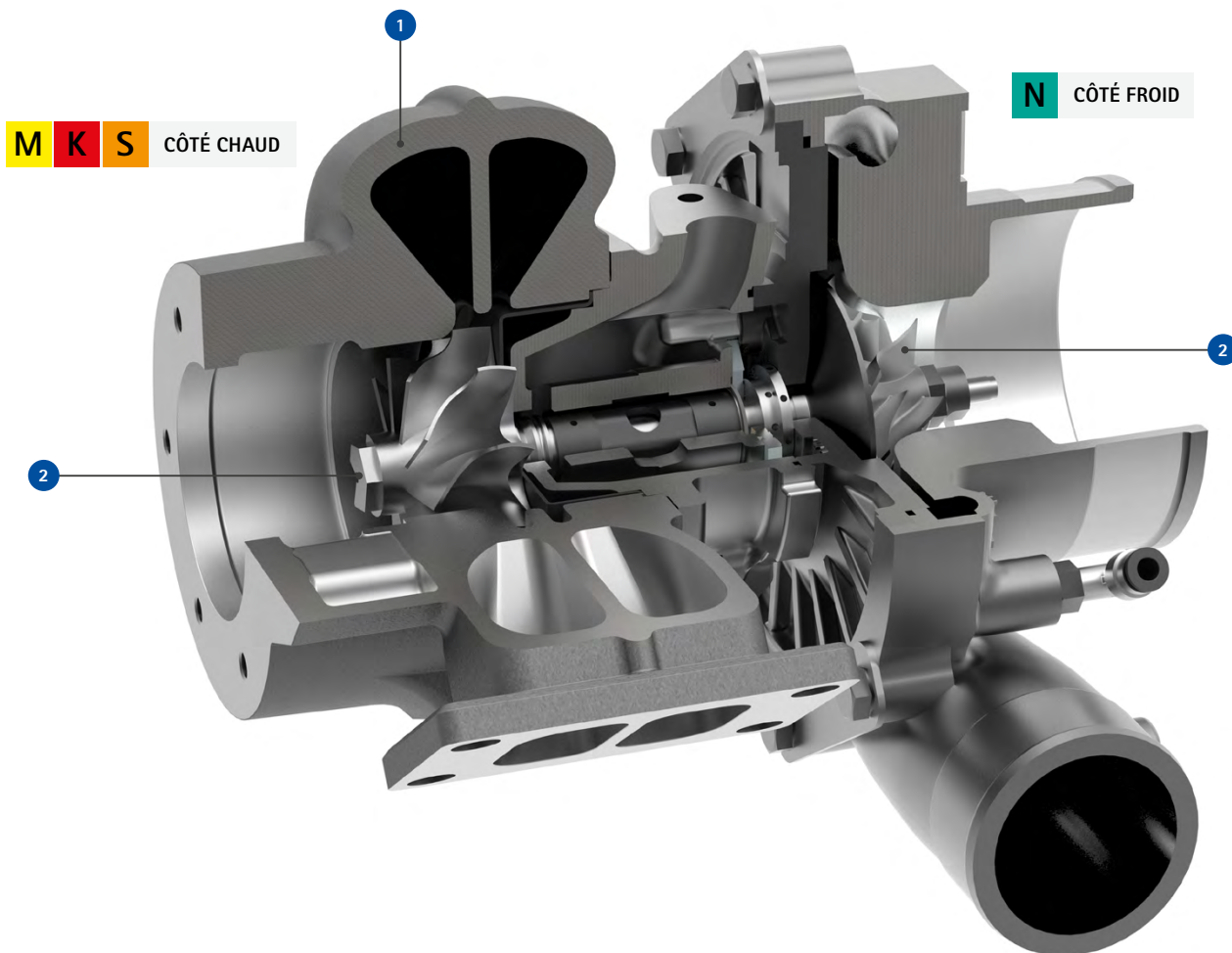
Insert de fraisage avec insert PT pour la réalisation de profils de surface définies (p. ex. coupe en croix)

SURFACES DÉFINIES

Turbocompresseur

Les turbocompresseurs de gaz d'échappement sont utilisés pour augmenter les performances et l'efficacité des moteurs thermiques modernes. L'alimentation en air comprimé augmente le rendement tout en réduisant les émissions, ce qui représente un aspect essentiel pour les stratégies climatiques actuelles.

Avec des vitesses de rotation allant jusqu'à 300 000 tr/min, les exigences concernant la coaxialité et la circularité sont extrêmes. En particulier du côté des gaz d'échappement (côté chaud), des matériaux abrasifs fortement alliés mettent à rude épreuve la résistance à l'usure des outils d'usinage. La moindre amélioration du nombre de pièces fabriquées par outil suffit déjà pour avoir un effet considérable sur les coûts dans la fabrication de grandes séries.



1

Boîtier du turbocompresseur K

Les profils complexes et la sollicitation thermique élevée nécessitent un usinage précis et des surfaces sans bavures.

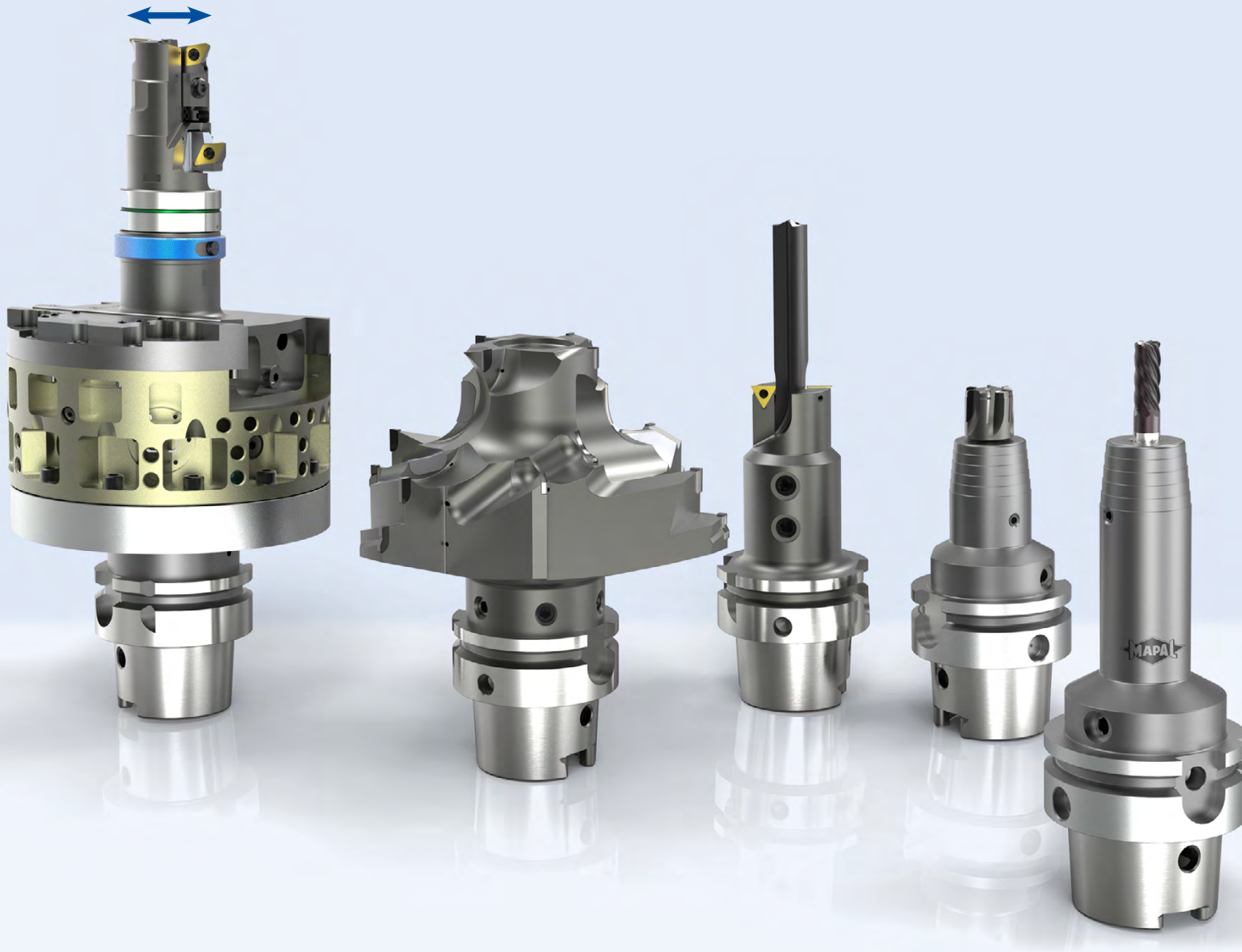
>> Plus d'infos à partir de la page 30

2

Turbine / Roue à ailettes M N S

Surfaces à forme libre et tolérances réduites pour une vitesse de rotation élevée – usinage exigeant pour des géométries soumises à des sollicitations dynamiques.

>> Plus d'infos à partir de la page 32



COMPÉTENCE EN MATIÈRE DE SOLUTIONS MAPAL TOOLTRONIC® – UN AXE D'OUTIL SUPPLÉMENTAIRE À PART ENTIÈRE

Les outils de reaming MAPAL incarnent une précision et une flexibilité extrêmes pour l'usinage de profils complexes, de surfaces planes et de rainures, comme c'est le cas pour le boîtier du turbo-compresseur. Le système d'outil mécatronique TOOLTRONIC issu de cette gamme permet d'usiner efficacement des pièces cubiques avec une meilleure précision grâce à une fixation d'outils sur les centres d'usinage.



Boîtier du turbocompresseur

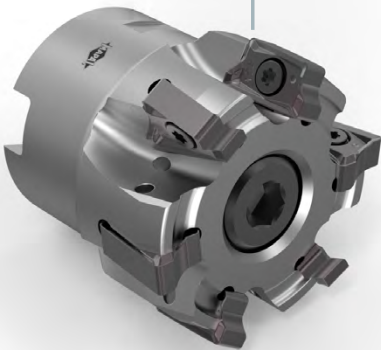
Le boîtier du turbocompresseur côté échappement est soumis à des sollicitations thermiques et mécaniques extrêmes. Il achemine des gaz brûlants (température max. : 1 050 °C) directement vers la roue de la turbine afin

de l'entraîner. La géométrie du boîtier influence considérablement la réactivité et l'efficacité du turbocompresseur. Des matériaux résistants à la chaleur sont utilisés ici comme des alliages de fonte à base de fer ou de nickel. La fabrication requiert des procédés de fonte précis, ainsi que des étapes complémentaires complexes afin de garantir la stabilité dimensionnelle et la qualité des surfaces, en particulier pour ce qui est des profils jouant un rôle important pour les flux.

CONDITIONS DU PROCESSUS

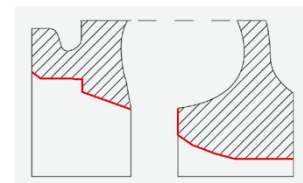
- Matériaux à haute thermorésistance et abrasivité très élevées
- Géométries et profils complexes avec chanfreins, rayons et transitions
- Tolérances faibles de forme, de position et de surface
- Coupes interrompues

K CÔTÉ CHAUD



Fraisage d'épaulements des surfaces NeoMill-4-Corner

Conception d'outil courte et solide pour une stabilité extrême et plaquettes amovibles spécialement conçues pour les matériaux difficiles à usiner.

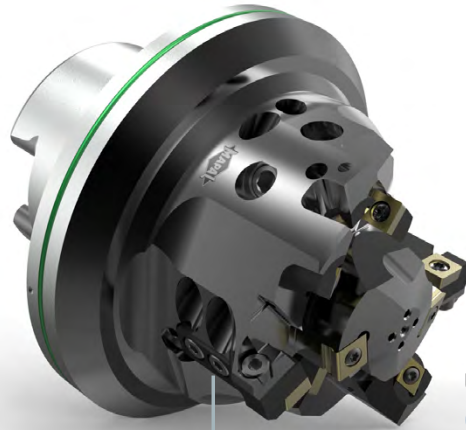


Tracé du profil d'un turbocompresseur

Usinage du profil intérieur OUTIL TOOLTRONIC®

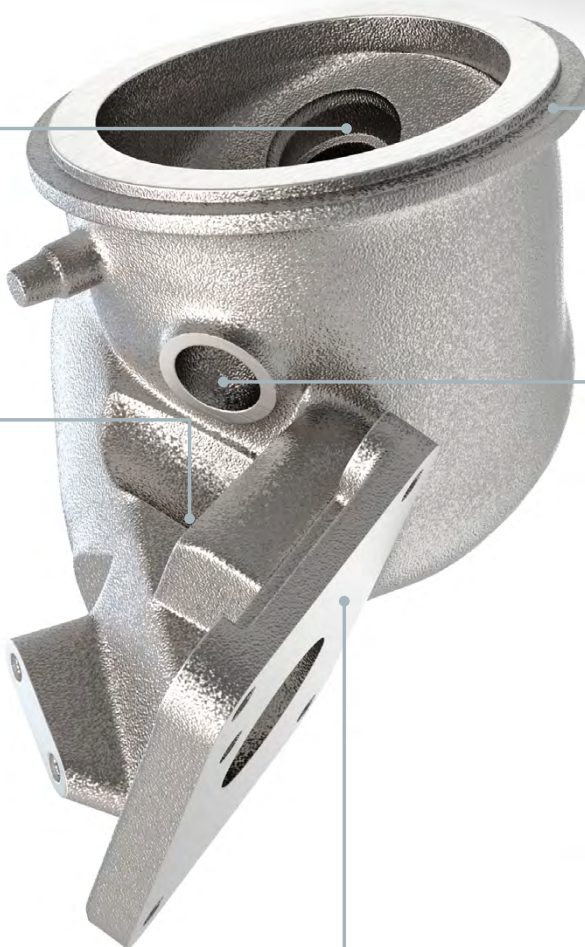
Usinage flexible avec un axe d'usinage supplémentaire (axe U) pour une flexibilité extrême en cas de modification du profil ou de correction de l'usure.





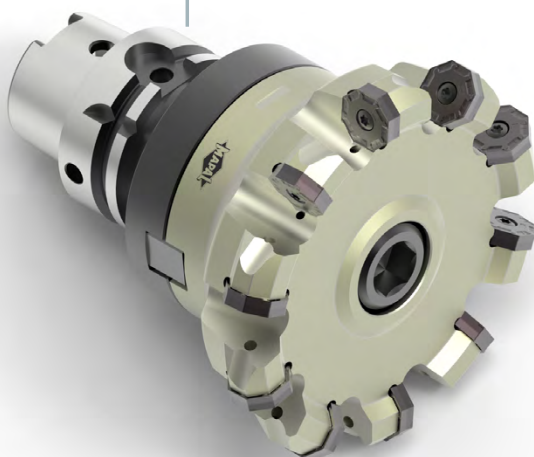
Usinage des liaisons du collecteur d'échappement Outil d'alésage

Design d'outil avec plaquettes amovibles réglables pour des délais d'usinage courts.



Alésage de boulon de commande Alésoir haute performance

Conception des outils avec arêtes de coupe dans une position spéciale pour une évacuation des copeaux optimale, également à des vitesses d'avance extrêmes.



Face de raccordement du boîtier du turbocompresseur NeoMill-16-Face

Nombre maximal de dents et plaquettes amovibles avec 16 arêtes de coupe pour une quantité maximale de pièces fabriquées et un coût unitaire réduit.



Turbocompresseur – Turbine / Roue à ailettes

La turbine est le composant central de l'action de compression du turbocompresseur. Elle crée une accélération radiale de l'air aspiré vers l'extérieur et augmente ainsi sa pression et sa température.

Les turbines modernes sont fabriquées généralement en aluminium ou titane très résistant et sont obtenues par fraisage sur 5 axes ou par moulage à modèles perdus. La géométrie des pales à l'aérodynamisme optimisé est décisive pour le rendement et le comportement de la pression d'admission. Avec des vitesses de rotation allant jusqu'à 300 000 tr/min, les exigences concernant l'équilibrage, la résistance et la stabilité dimensionnelle doivent être remplies.

CARACTÉRISTIQUES

- Matériaux difficilement usinables côté chaud
- Fluctuations dans les matériaux et différences dans les alliages
- Usinages complexes et difficilement accessibles
- Exigences strictes en matière de tolérances de concentricité
- Exigences de surface de $Ra < 0,4 \mu\text{m}$

M S CÔTÉ CHAUD

1 Alésage d'axe



MEGA-Speed-Drill-Titan

Géométrie spécifique de coupe et revêtement pour réduire la formation d'arêtes rapportées et optimiser l'évacuation des copeaux.



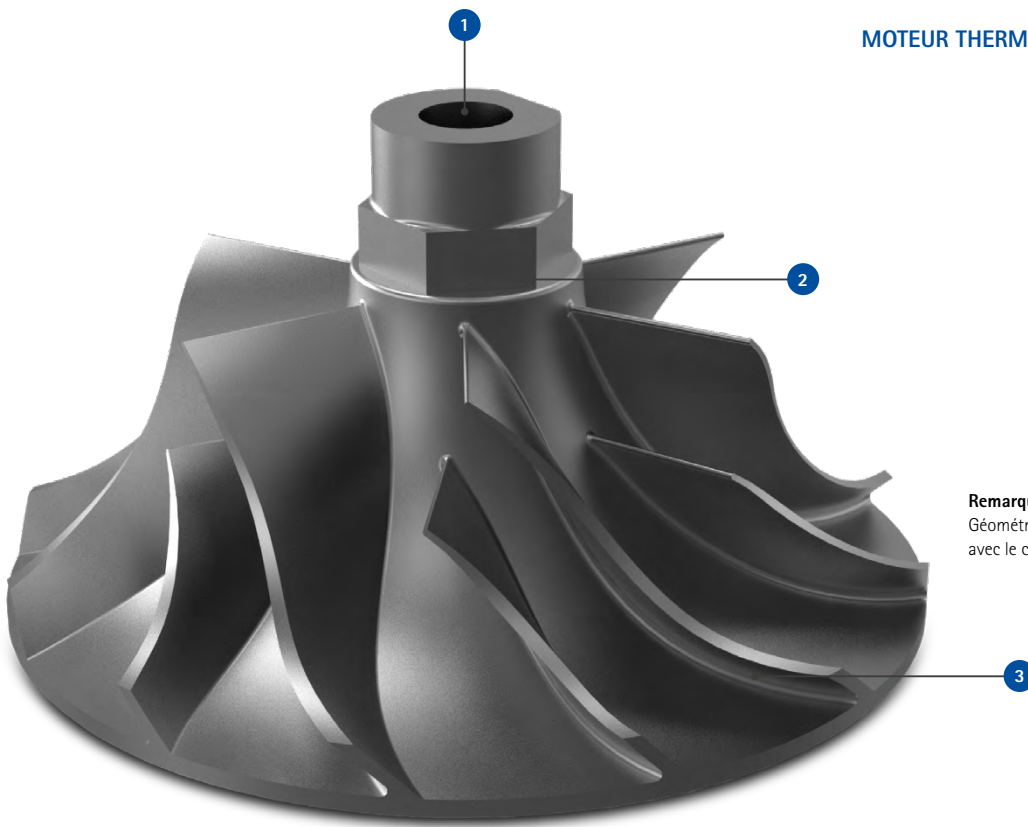
2 Surface d'équilibrage



Fraises de profil

Fraise en carbure monobloc à plusieurs arêtes et avec revêtement, conçue pour des matériaux difficilement usinables.





Remarque :
Géométrie mise au point en partenariat avec le client final.

N CÔTÉ FROID

1 Alésage d'axe



Tritan-Drill-Alu

Foret en carbure monobloc à trois arêtes de coupe pour des vitesses d'avance maximales.



2 Surface d'équilibrage

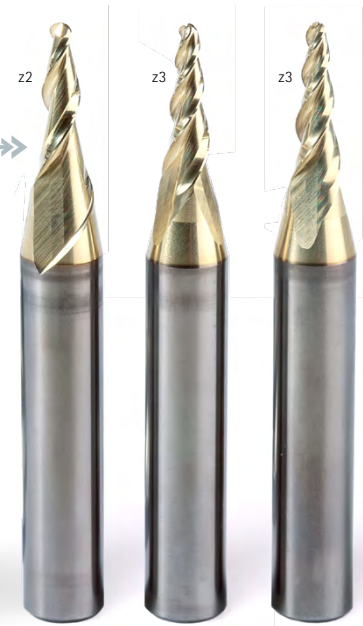


Fraises à dresser PCD

Fraise PCD à plusieurs arêtes pour une quantité maximale de pièces fabriquées.



3 Usinage des ailettes



Fraises de forme avec revêtement

Fraise de forme adaptée au profil du composant pour ébauche, semi-finition et finition.



Bielle

Lorsque le moteur est allumé, les bielles sont soumises à des sollicitations dynamiques. Pour y faire face, des matériaux en acier à haute résistance comme le 70MnVS4 ou le C70 sont utilisés. Leur mission : transformer le mouvement linéaire du piston en une rotation du vilebrequin. Pour minimiser la masse en mouvement, le poids des bielles est sans cesse optimisé, ce qui se traduit par un grand éventail de modèles et de formes : parallèles, trapézoïdales ou étagées. Cette diversité met l'usinage au défi en particulier pour la fabrication du pied de bielle.

Les différentes géométries conduisent à des situations de perçage variables qui exigent une solution précise et rentable. La rentabilité joue ici un rôle essentiel dans la production en série. Les nombres de pièces élevés nécessitent des processus stables, des temps de cycle courts et une durée de vie maximale pour l'outil.

Tolérances dimensionnelles requises pour l'exemple du pied de bielle

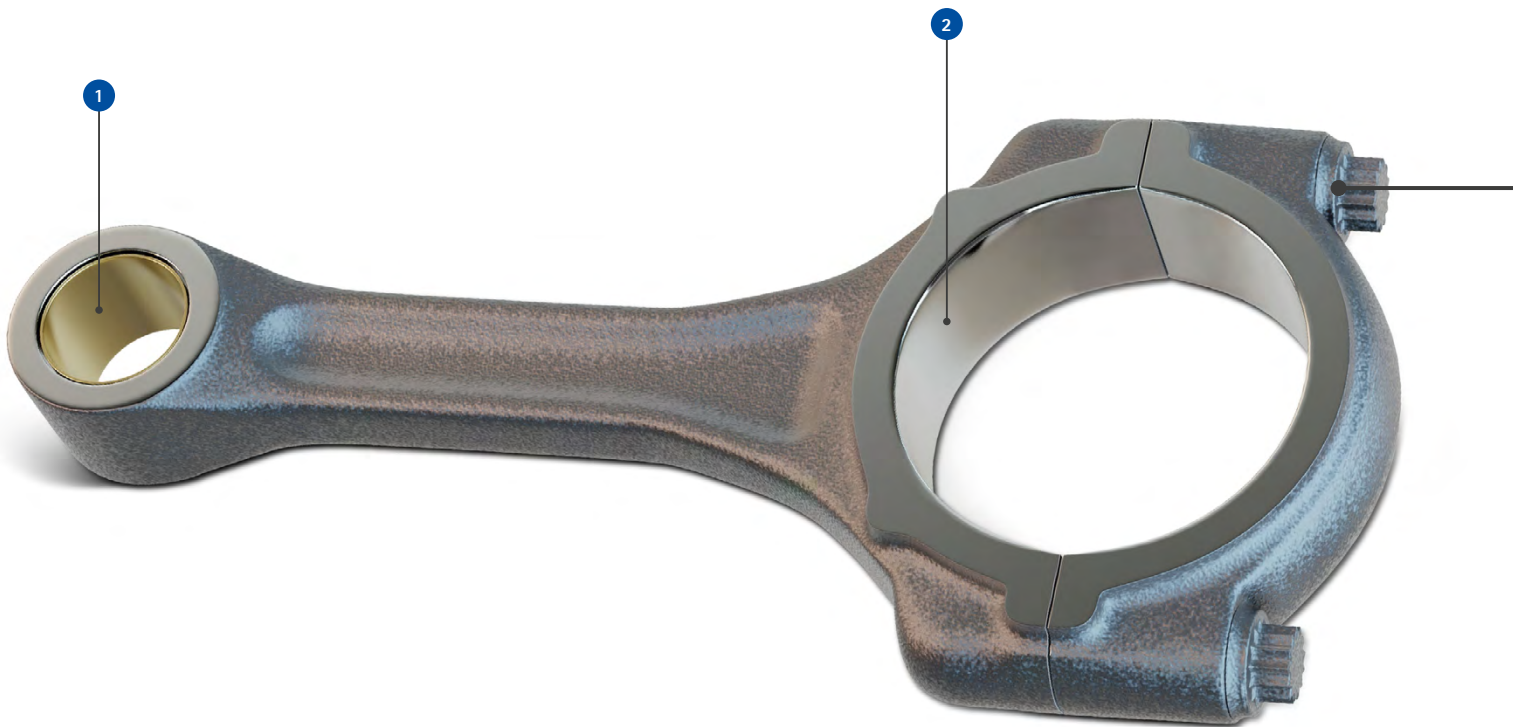
λ 4 - 6 μm

\varnothing $\pm 3 \mu\text{m}$

\oplus 60 - 200 μm

\bigcirc 5 - 10 μm

$\sqrt{\quad}$ max. Ra 0,8 μm



1

Pied de bielle

Grand éventail de modèles, forme en trompette et tolérances au μm : l'usinage du pied de bielle nécessite une précision maximale et des solutions d'outil flexibles.

>> Plus d'infos à partir de la page 36

2

Tête de bielle

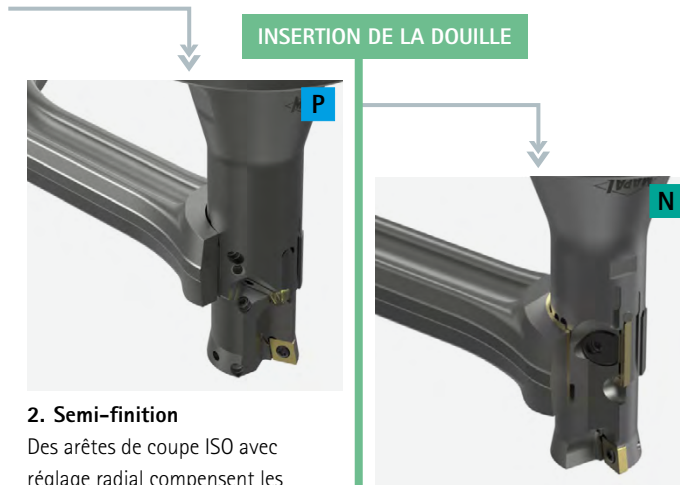
Des efforts de coupe élevés et des tolérances de forme faibles nécessitent des outils stables et des stratégies d'usinage précises.

>> Plus d'infos à partir de la page 38

Pleins feux sur le pied de bielle – Méthode fondamentale

**1. Ébauche**

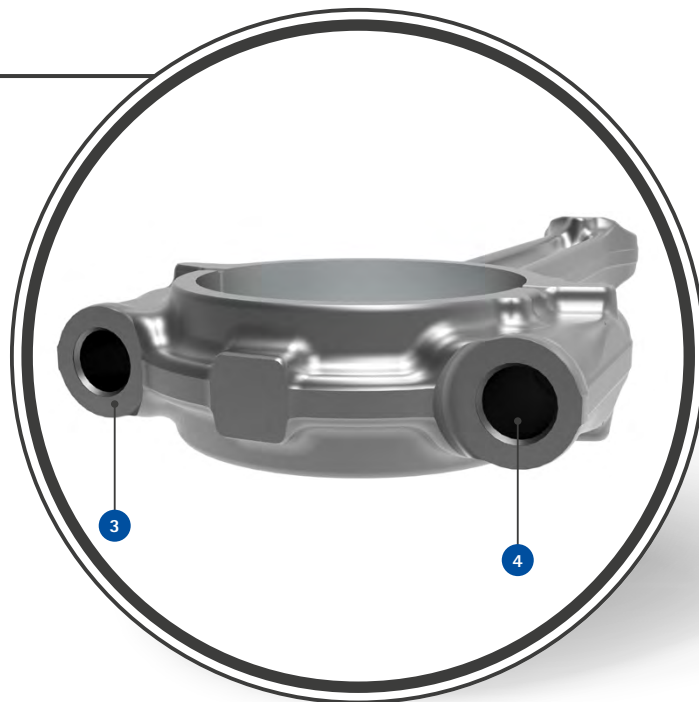
Les différentes formes de bielles nécessitent des solutions d'outil flexibles. Un foret monobloc spécial permet de percer, d'alésier et de chanfreiner des deux côtés. Le défi : garantir des processus stables malgré des géométries variables.

**2. Semi-finition**

Des arêtes de coupe ISO avec réglage radial compensent les écarts dans la forme et préparent le perçage à la douille. La stabilité dimensionnelle et la répartition homogène du matériau sont décisives pour l'ajustement à venir.

3. Usinage final

L'outil d'alésage de précision avec patins de guidage PCD fournit les meilleures qualités de surface et des circularités inférieures à 10 μm .



3

Appui de tête de vis

Usinage précis des surfaces pour des appuis de tête de vis sécurisés – stabilité dimensionnelle élevée et géométrie définie pour différentes formes de bielle.

>> Plus d'infos à partir de la page 39

4

Alésage de trou de vis

Perçage multi-niveaux avec tolérances faibles – outils stables et géométries de coupe optimisées pour une fiabilité des process et une durée de vie maximales.

>> Plus d'infos à partir de la page 39

Bielle – Pied de bielle

CONDITIONS DU PROCESSUS

- Situations de centrage et d'alésage en raison de différentes formes de bielle
- Exigences de surface de Ra 0,8 µm maximum
- Tolérances de diamètre de 6 µm
- Circularités de 5 – 10 µm
- Parfois, formes de perçage définies, p. ex. en trompette



P PIED DE BIELLE

1. Ébauche



Foret monobloc à plaquettes amovibles

Le design d'outil court et stable assure un perçage pleine matière, un alésage et un chanfreinage des deux côtés avec seulement un outil.



2. Semi-finition et usinage final



Outil d'alésage de précision

Étage de pré-découpe pour garantir un nombre maximal de pièces fabriquées et des exigences maximales de qualité de l'étage de l'alésage de précision.



Nombre maximal de pièces fabriquées

La bonne solution pour chaque besoin

Productivité maximale



Alésoir à tête amovible HPR

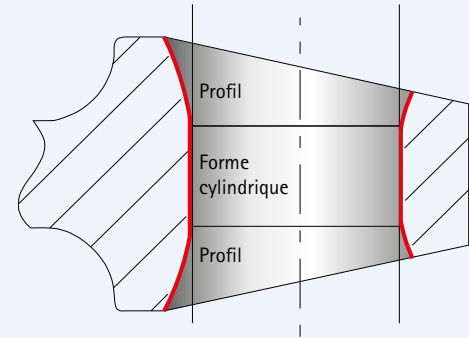
Tête amovible à plusieurs arêtes et affûtable pour des délais d'usinage courts et un nombre élevé de pièces fabriquées.





COMPÉTENCE EN MATIÈRE DE SOLUTIONS MAPAL
FORME EN TROMPETTE

La forme en trompette est utilisée pour minimiser la compression des bords et pour garantir un transfert optimal des forces entre l'axe de piston et la bielle. Cette forme aide à puiser pleinement dans le potentiel des matériaux et à compenser la déformation de l'axe dans le pied de bielle.



N PIED DE BIELLE AVEC DOUILLE

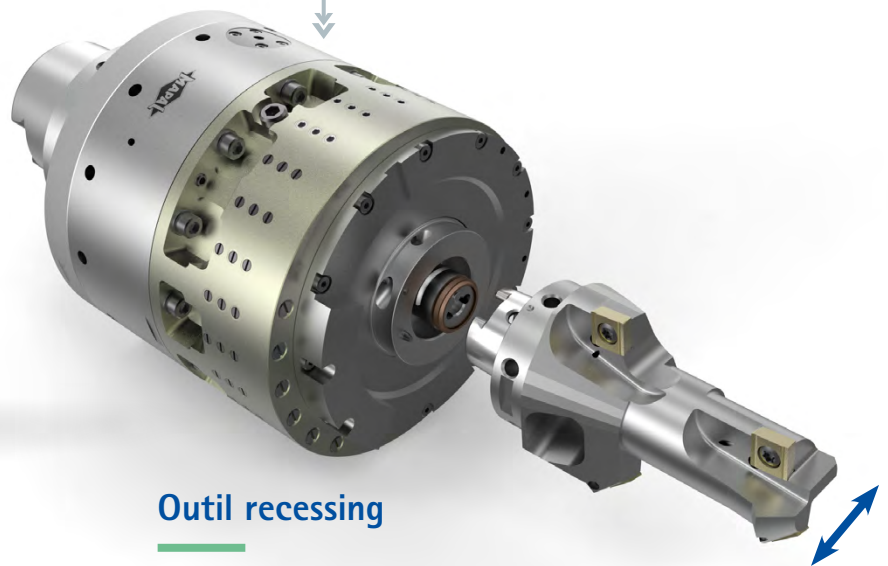


3. Usinage final



Forme cylindrique

Forme en trompette



Outil d'alésage de précision

Étage de pré-découpe et étage d'usinage final réglable à plaquettes amovibles pour des exigences de qualité extrêmes et un nombre maximal de pièces fabriquées.

Outil recessing

Axe U supplémentaire pour la semi-finition et l'usinage final du pied et de la tête de bielle. Souplesse maximale des profils et profils d'usure simples.



Bielle – Tête de bielle

CONDITIONS DU PROCESSUS

- Carbure résistant à l'usure au niveau de l'entaille de fissure
- Différentes situations dimensionnelles
- Exigences de qualité maximales en matière de géométrie de perçage
- Circularités de 5 – 8 μm
- Tolérances de diamètre de 10 μm
- Valeurs de surface définies de \sim Rz 6 μm à Rz 11 μm



P TÊTE DE BIELLE

1. Ébauche



Outil d'ébauche

Design d'outil résistant et à plusieurs arêtes pour combiner plusieurs étapes d'un processus (ébauche, alésage, chanfreinage).



2. Usinage final



Outil d'alésage de précision

Forage et alésage de précision pour une surépaisseur définie, un nombre de pièces fabriquées maximal et des exigences de qualité extrêmes.



Bielle – Appui de tête de vis / Alésage de trou de vis

CONDITIONS DU PROCESSUS

- Précision de positionnement de +/-0,10 mm
- Exigences de surface de Rz 3,2 µm
- Concentricité 0,20 mm
- Tolérances de diamètre 0,05 mm – 0,10 mm
- Réalisation de perçage avec plusieurs étages
- Matériaux difficilement usinables avec une couche externe forgée dure supplémentaire



P APPUI DE TÊTE DE VIS

1. Pointage/Fraisage



Outil de fraisage en carbure monobloc

Géométrie frontale découpant à partir du milieu pour fraisage et pointage des surfaces de contact.



P ALÉSAGE DE TROU DE VIS

1. Pré-usinage et usinage final



Foret étagé en carbure monobloc

Conception à plusieurs étages pour un usinage en une fois avec fractionnement optimal des copeaux au niveau des étages de forage.



Vilebrequin

La forme de base du vilebrequin est déterminée par le nombre de cylindres et la conception du moteur. Les vilebrequins en acier, généralement forgés, doivent être de plus en plus légers pour réduire les émissions, ce qui implique

des étapes d'usinage supplémentaires pour des composants déjà complexes. Par ailleurs, l'augmentation des pressions de combustion provoque un accroissement des contraintes de flexion et de torsion et, par conséquent, un renforcement des exigences de qualité en matière de stabilité dimensionnelle, de résistance et d'état des surfaces.

CONDITIONS DU PROCESSUS

Exemple de perçage central d'allègement :

- Centrage multiple
- Profondeur de perçage allant jusqu'à 800 mm
- Paramètres du processus adaptés à un perçage et un ébavurage simultanés
- Coaxialité
- Conditions d'usinage fluctuantes en raison des variations de la fonte

P VILEBREQUIN



Surface de bride et de tenon NeoMill-16-Face

Nombre maximal de dents et plaquettes amovibles avec 16 arêtes de coupe utilisables pour un coût unitaire réduit.



Trou de graissage MEGA-Deep-Drill-Steel

Géométrie optimisée et revêtement HiPIMS pour un processus de perçage profond fiable avec des avances élevées.





Plus d'infos sur le perçage pleine matière et le chanfreinage



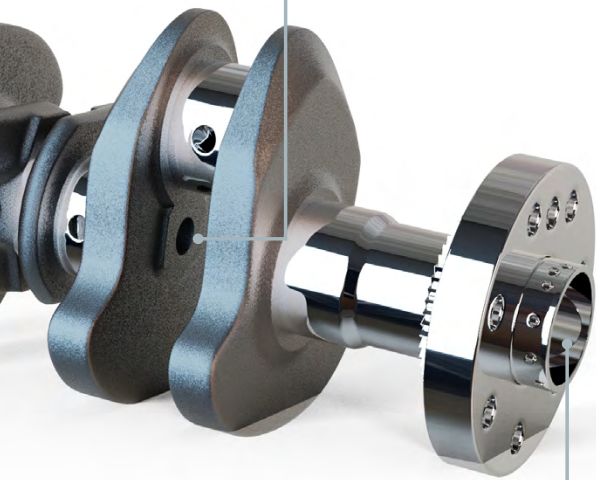
Perçage central d'allègement Outil de perçage-ébavurage TTD

Système à tête amovible avec interface TTS et arête de chanfreinage interchangeable pour chanfreinage vers l'avant et/ou vers l'arrière.



FONCTION

Système à tête amovible MAPAL et arête de chanfreinage de l'entreprise HEULE pour l'entrée et la sortie de perçage.



P ALÉSAGE DE PALIER FRONTAL

1. Ébauche

2. Usinage final



Alésoir haute performance

Alésoir plug-and-play à plusieurs arêtes pour un usinage de finition du diamètre et du chanfrein.

Foret à plaquettes amovibles

Outil court et stable avec plusieurs étapes de processus intégrées dans un outil (ébauche, alésage, chanfreinage).



Culbuteur / Culbuteur à galet

Le contrôle précis des soupapes d'admission et d'échappement est essentiel pour la puissance et l'efficacité des moteurs thermiques modernes. L'ingénierie automobile opte généralement pour quatre soupapes par cylindres,

deux pour l'alimentation en air frais ou en mélange air-carburant et deux pour évacuer les gaz d'échappement. Selon la motorisation, les culbuteurs (à galet) ou leviers oscillants servent à activer la soupape. L'objectif consiste à minimiser les frottements et l'usure des composants mobiles. Des rondelles de réglage intégrées permettent de régler avec précision le jeu des soupapes afin de garantir un processus de combustion stable et de prévenir d'éventuels dommages au niveau du moteur.

CONDITIONS DU PROCESSUS

Exemple d'alésage de palier :

- Tolérances de diamètre dans la plage H7
- Exigence de surface dans la plage Rz 3 µm
- Circularité dans une plage de quelques µm
- Qualité variable de la fonte

P ALÉSAGE D'AJUSTEMENT

1. Usinage final

Outil d'alésage de précision à plaquettes amovibles

Outil d'alésage de précision avec guide et arêtes de coupe réglables pour des exigences de qualité maximales.



La bonne solution pour chaque besoin

Productivité maximale



Alésage à tête amovible HPR

Alésage à plusieurs arêtes et affûtable avec interface HFS pour faciliter le changement d'outil.



P ALÉSAGE DE PALIER

1. Usinage final



Productivité maximale



Alésoir à tête amovible HPR

Alésoir à tête amovible, affûtable, à plusieurs arêtes avec système HFS permettant un changement rapide d'outil dans la machine.



La bonne solution pour chaque besoin

Précision extrême



Outil d'alésage de précision à plaquettes amovibles

Outil avec patin de guidage et plaquettes amovibles réglable pour satisfaire les exigences de qualité les plus strictes.



Rail

À l'instar du système Common Rail dans les moteurs diesel, le carburant est de plus en plus souvent injecté directement dans la chambre de combustion des moteurs essence modernes. Le mélange se forme uniquement dans la

chambre de combustion, ce qui augmente les performances et l'efficacité tout en réduisant les émissions. L'augmentation des pressions d'injection (jusqu'à 2 500 bar) met les composants et les matériaux à rude épreuve. Des matériaux difficilement usinables comme l'acier moulé ou l'acier inoxydable sont utilisés ici, ce qui implique des processus d'usinage complexes.

CONDITIONS DU PROCESSUS

Exemple de perçage central du rail :

- Couche de laminage extérieure extrêmement dure
- Profondeurs de perçage extrêmes jusqu'à 25xD
- Tolérances de diamètre de 0,20 mm
- Matériaux formant de longs copeaux

Raccord haute pression Forets pleins

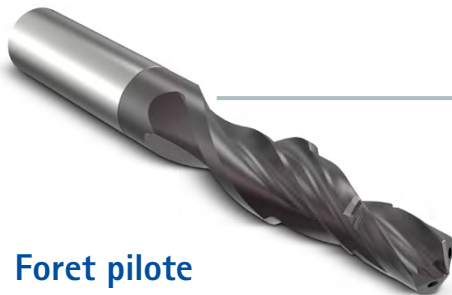
Foret en carbure monobloc pour des perçages à des diamètres infimes.



P RAIL

P ALÉSAGE CENTRAL DU RAIL

1. Ébauche



Foret pilote

Géométrie spéciale pour des couches de laminage extérieures difficilement usinables, parfaitement adaptée au foret pour perçage profond utilisé ensuite.



2. Perçage en pleine matière



Foret pour perçage profond

Géométrie et revêtement optimisés pour des performances maximales et un flux de copeaux optimal, également à des profondeurs de perçage extrêmes.

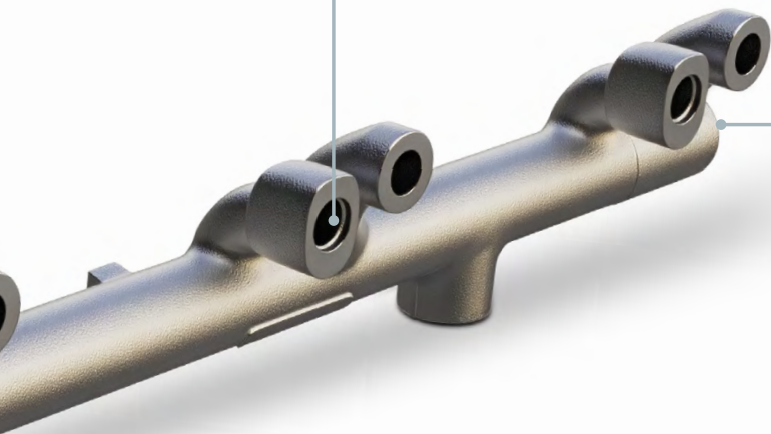




Alésage d'injecteur

Alésoir étagé en carbure monobloc revêtu

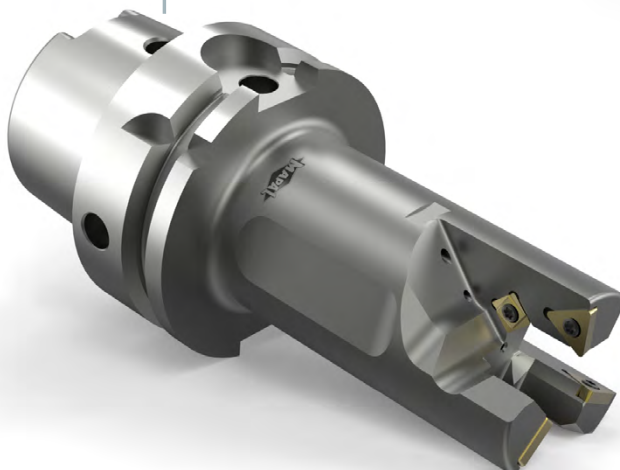
Conception spéciale de l'outil pour une répartition optimale de la découpe et une maîtrise des copeaux au niveau des changements d'étage.



Usinage des extrémités

Insert à surfacer

Outil combiné à plusieurs arêtes pour surfacer et pré-percer les chanfreins frontaux.



Usinage des liaisons

Fraises frontales

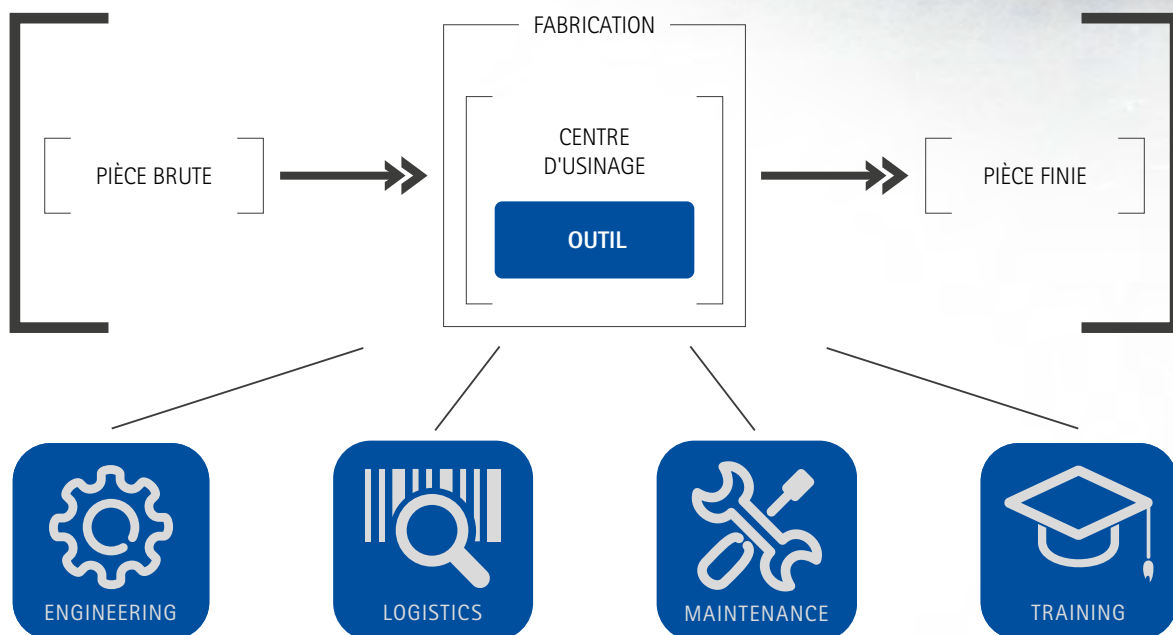
Design d'outil monolithique avec plaquettes amovibles pour l'usinage du diamètre et du chanfrein.



Service individuel adapté aux besoins

Les racines de MAPAL se trouvent dans la fabrication d'outils spéciaux. L'accent est donc toujours mis sur le conseil et le soutien holistiques pour les opérations d'usinage et les processus.































Grâce à une gamme complète de services, MAPAL fournit une assistance dans toutes les phases et tous les domaines de production, qu'il s'agisse de mettre en place une nouvelle installation de production, d'optimiser les processus, d'introduire de nouvelles technologies, de convertir des machines en nouveaux composants, d'optimiser le stock d'outils ou de développer les compétences des employés.



Avec le module de service d'ingénierie, MAPAL garantit une production rapide, précise et sûre. D'autres potentiels d'économie peuvent être exploités dans le domaine de la logistique et de la maintenance. Dans le domaine de la formation, MAPAL veille à ce que le savoir-faire spécialisé accumulé soit mis à la disposition du client de manière transparente et complète, ce qui donne aux clients un avantage décisif sur leurs concurrents.

Tous les services offerts par MAPAL se concentrent sur des processus optimaux et une assistance complète. Toujours dans le but d'apporter une contribution significative à une production fluide, productive et économique chez le client.

Pictogrammes

Procédé de fabrication	➤		Fraisage		Perçage		Alésage et alésage de précision		Recessing
Arrosage	➤		MQL Micropulvérisation Réduit la consommation de lubrifiant et assure des processus propres et durables – parfait pour les concepts de fabrication modernes.						
Technologie de coupe	➤		Arêtes de coupe fixes Fiabilité des process maximale grâce à une résistance et à une concentricité extrêmes – parfaite pour la fabrication en série avec des conditions de coupe élevées et de longues durées de vie.		Arêtes de coupe interchangeables Le fait de pouvoir changer plus rapidement les arêtes de coupe sans avoir besoin de les régler permet d'aller plus vite et de réduire les coûts – particulièrement rentable en cas de nombre élevé de pièces et de changements de matériau.		Réglable – Porte-outils court Réglage de précision simple et à la main de plaquettes amovibles pour un alésage et un alésage de précision – universel et rentable.		Réglable – Insert de fraisage Les inserts de fraisage PCD réglables permettent un ajustage précis sur l'axe Z pour une surface plane parfaite – en option également pour la réalisation de profils de surface définis.
			Réglable – Principe MAPAL Réglage extrêmement précis du diamètre et de l'effilement pour une stabilité dimensionnelle maximale – parfait pour les perçages exigeants avec de faibles tolérances et une répétabilité élevée.		Réglable – Système EA Réglage simple et précis du diamètre – l'effilement est déjà intégré à la cassette. Minimise les erreurs d'utilisation et réduit les besoins en formation.				
Matériau de coupe	➤		PCD Garantit une résistance à l'usure maximale et des surfaces optimales pour les métaux non ferreux – parfait pour les grandes séries.		PcBN Idéalement adapté à l'usinage de matériaux résistant à l'usure et abrasifs – parfait pour les processus de perçage avec des tolérances faibles et une stabilité dimensionnelle élevée.		SC Carbure monobloc Utilisation universelle – parfaite pour les séries moyennes avec un rapport coût-performance équilibré.		CERMET Idéal pour une stabilité dimensionnelle élevée et des surfaces avec finition – parfait pour les usinages de finition dans l'acier.
Nombre d'arêtes de coupe principales	➤		Une arête de coupe principale		Deux arêtes de coupe principales		Trois arêtes de coupe principales		Quatre arêtes de coupe principales
			Cinq arêtes de coupe principales		Six arêtes de coupe principales		Huit arêtes de coupe principales		Dix arêtes de coupe principales
Interface	➤		Système HFS pour alésoirs à tête amovible Précision de concentricité et d'interchangeabilité fiable < 3 µm, manipulation simple en cas de changement d'outil.		Système TTS pour tête amovible Forme de la denture adaptée à une transmission de couple optimale – parfaite pour un usinage dynamique avec une géométrie d'outil flexible.		Adaptateur modulaire Réglage au µ près de la compensation des erreurs de broche et d'outil – parfait pour les longueurs de saillie importantes et les composants complexes.		Technique d'expansion hydraulique Précision de concentricité et d'interchangeabilité pérenne < 3 µm avec amortissement des vibrations – parfaite pour des processus précis et durables.
			Technique de frettage Concentricité initiale très élevée – parfaite pour les applications à des vitesses élevées et nécessitant peu de remplacement d'outil.		Technique mécanique de l'outil Fixation élevée qui évite la perte de l'outil – parfaite pour un fraisage stable dans les zones limites.		Mandrin à pince Fixation solide pour de grands outils de fraisage – a fait ses preuves pour l'usinage lourd et en cas de sollicitation élevée.		



Découvrez maintenant les solutions d'outillage et les formules de services qui vous font progresser :

PERÇAGE ET ALÉSAGE

ALÉSAGE À L'ALÉSOIR | ALÉSAGE DE PRÉCISION

PERÇAGE EN PLEINE MATIÈRE | ALÉSAGE | CHANFREINAGE

FRAISAGE

SERRAGE

TOURNAGE

RECESSING

RÉGLAGE | MESURE | DISTRIBUTION

SERVICES

FOLLOW US

