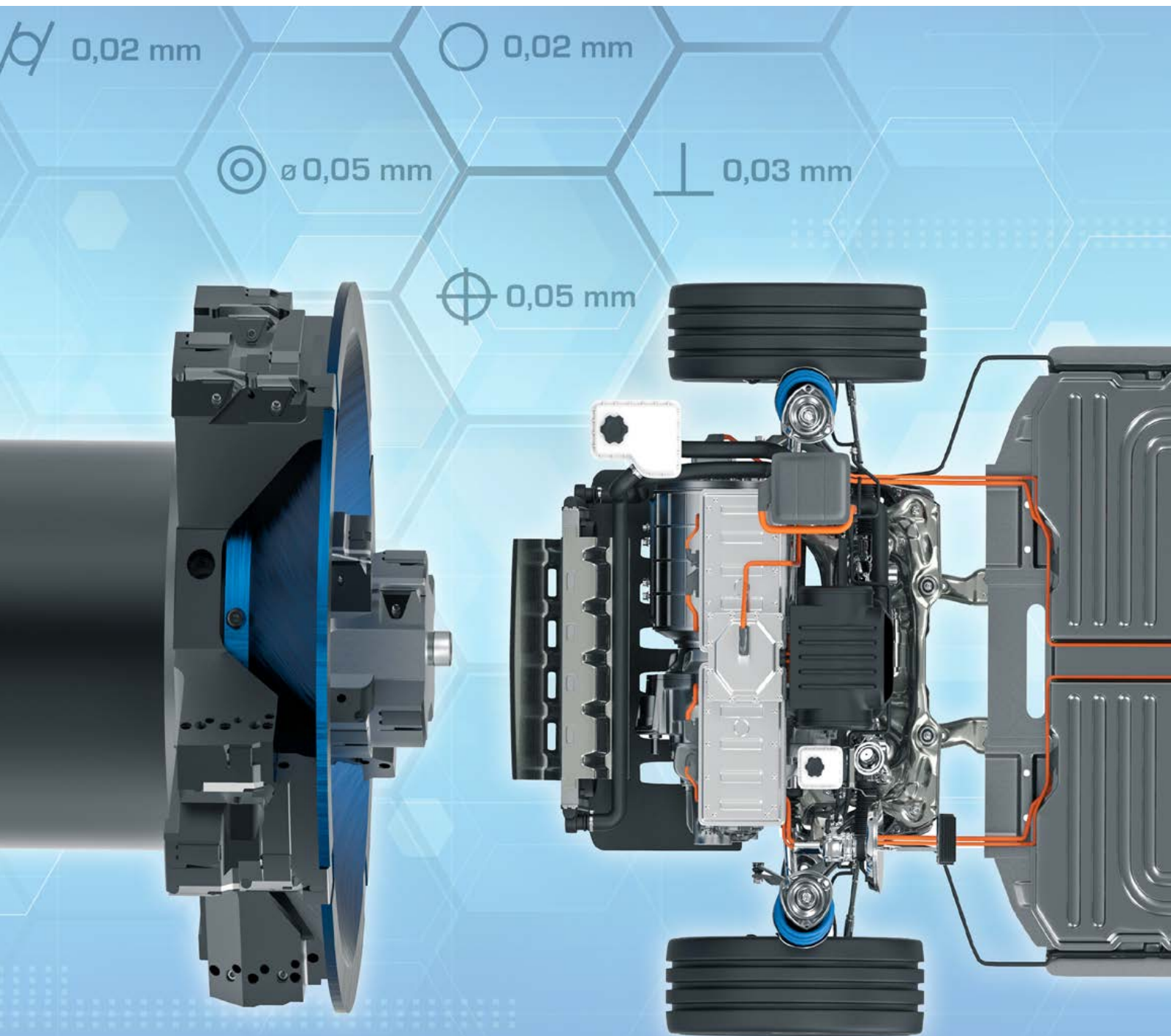




Votre partenaire technologique pour un usinage économique
MOBILITÉ ÉLECTRIQUE



Marchés et branches

Grâce aux nombreuses années de collaborations avec ses clients, MAPAL a acquis une grande expérience dans tous les domaines de l'usinage. Les domaines d'applications des outils Mapal sont aujourd'hui présents dans tous les secteurs d'activités.

MAPAL a toujours accompagné et relevé les défis de l'industrie automobile et de la production en grande série. Les innovations MAPAL sont utilisées avec succès par tous les fabricants de renom et leurs fournisseurs, tant dans le domaine des châssis et des groupes motopropulseurs que dans l'électromobilité. Grâce à des solutions fiables, MAPAL est également un partenaire accrédité de l'industrie aérospatiale et définit les tendances ainsi que les normes en matière de technique de fabrication et d'usinage. Une gamme complète de produits est également disponible pour les domaines de compétences les plus récents comme la fabrication d'outils pour les moules.





Allemagne
Siège social du groupe d'entreprises

Proche du client, partout dans le monde

Un dialogue constant avec ces clients, permet une parfaite maîtrise des exigences technologiques et des approches en matières d'innovations qui en font les piliers essentiels de la politique d'entreprise . En conséquence, MAPAL est ainsi représentée dans 25 pays avec des sites de productions et des ventes . Une proximité qui permet d'avoir un service et des partenariats à long terme .

Outre les principaux sites de production en Allemagne, des sites de productions installés au coeur des marchés mondiaux garantissent des délais de livraison courts . Ces sites sont responsables de la fabrication, réparation ainsi que des services commerciaux pour les clients locaux .

En plus de ses propres filiales, les produits MAPAL sont disponibles dans 19 autres pays par l'intermédiaire de représentants commerciaux.



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

5 000

collaborateurs dans le monde.



- 1 Électromobilité
- 2 Automobile
- 3 Aérospatiale
- 4 Génie mécanique
- 5 Production d'énergie
- 6 Technique médicale
- 7 Fabrication d'outils pour moulistes
- 8 Construction navale
- 9 Transport ferroviaire

Mobilité électrique – des solutions d'outillage pour chaque concept

Évolution de la mobilité – l'objectif : un avenir neutre en CO2

En ce qui concerne l'industrie automobile, il s'agit de développer des concepts de propulsion alternatifs. Une approche consiste à délaissier le moteur à combustion pour se tourner vers les entraînements électriques. Ce changement ne se fait toutefois pas du jour au lendemain. Les composants d'entraînement conventionnel sont en cours de développement et l'utilisation de véhicules équipés de systèmes hybrides augmente. Néanmoins, tôt ou tard, les véhicules entièrement électriques devraient occuper la majeure partie des routes.

En tant que fournisseur d'outils d'usinage pour l'industrie automobile, MAPAL a intégré très tôt cette thématique dans l'orientation stratégique de l'entreprise et transféré ses compétences en matière d'usinage de moteurs thermiques aux composants à usiner dans les véhicules à entraînement électrique.



SOMMAIRE

Introduction

Nouveaux systèmes et composants pour la mobilité électrique	6
---	---

Entraînements électriques

Exigences et processus d'usinage	8
Exigences d'usinage et caractéristiques des différents types de boîtier	10
Solutions d'usinage pour les boîtiers de moteurs électriques	
Alésage du stator	12 – 16
Alésages de palier et de positionnement, surfaces d'étanchéité et de contact	18

Dispositifs auxiliaires électriques

Solutions d'usinage pour les compresseurs à spirale	20
---	----

Production d'énergie

Solutions d'usinage pour les boîtiers de batterie et l'électronique de puissance	22
--	----

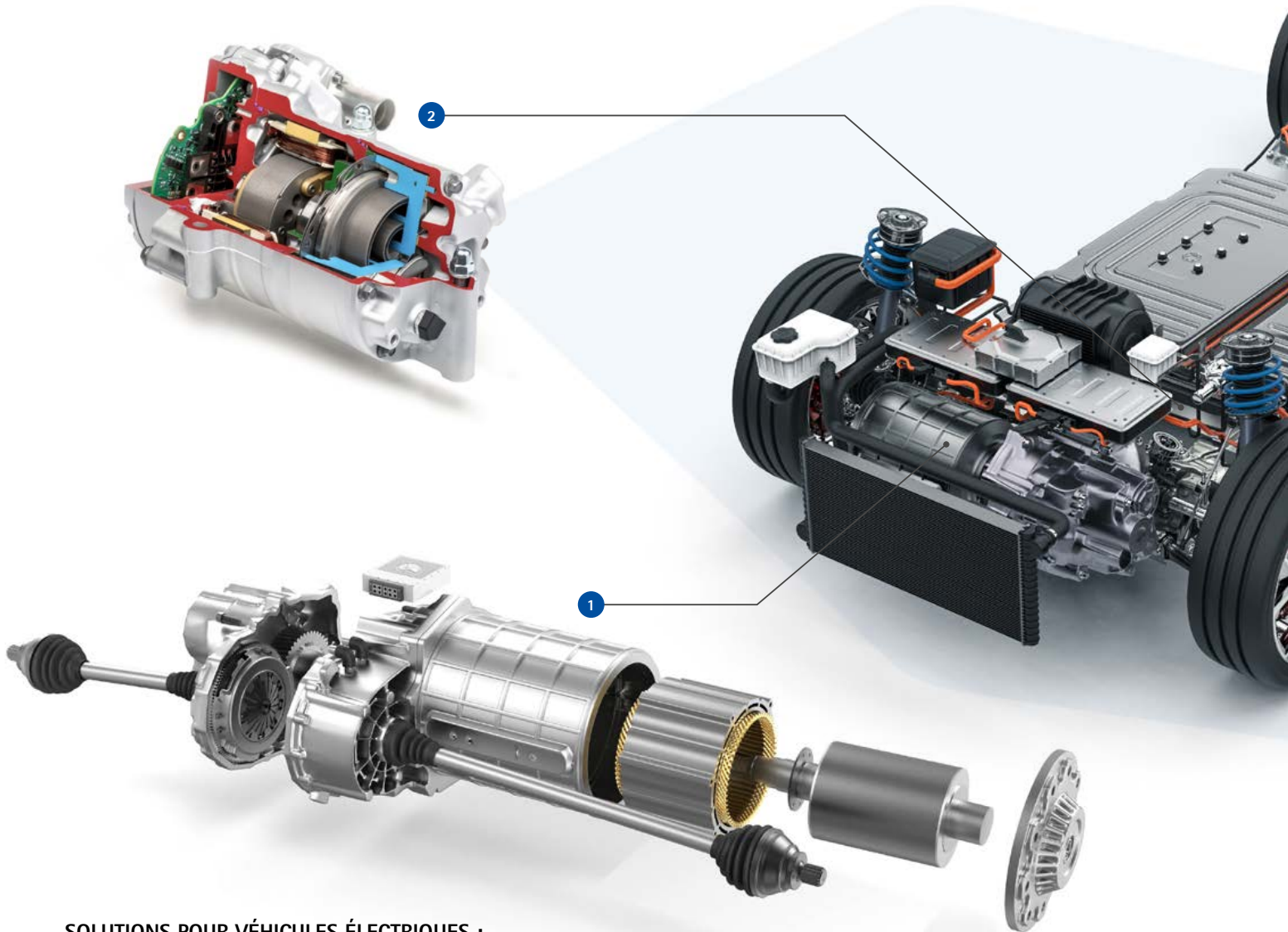
Micromobilité électrique

Solutions d'usinage pour les petits boîtiers de moteurs	24
---	----

Ingénierie

MAPAL comme partenaire technologique	26
--------------------------------------	----

Nouveaux systèmes et composants pour la mobilité électrique



SOLUTIONS POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES :

1

Entraînements électriques

(Hybrides et véhicules 100% électriques)

Haute précision pour les grands diamètres

Différents carters de moteur électrique sont utilisés dans les véhicules à propulsion électrique. On différencie trois types d'architectures. MAPAL présente des solutions d'outillage innovantes pour les tâches d'usinage des différents types de carters.

>> Plus d'infos à partir de la page 8

2

Dispositifs auxiliaires électriques

(Gestion thermique)

Pièces en spirale avec des tolérances dans la plage μm

Le moteur et la batterie sont concernés par l'électrification des véhicules, mais aussi certaines pièces. Le compresseur de climatisation électrique (compresseur à spirale) en est un exemple.

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

3

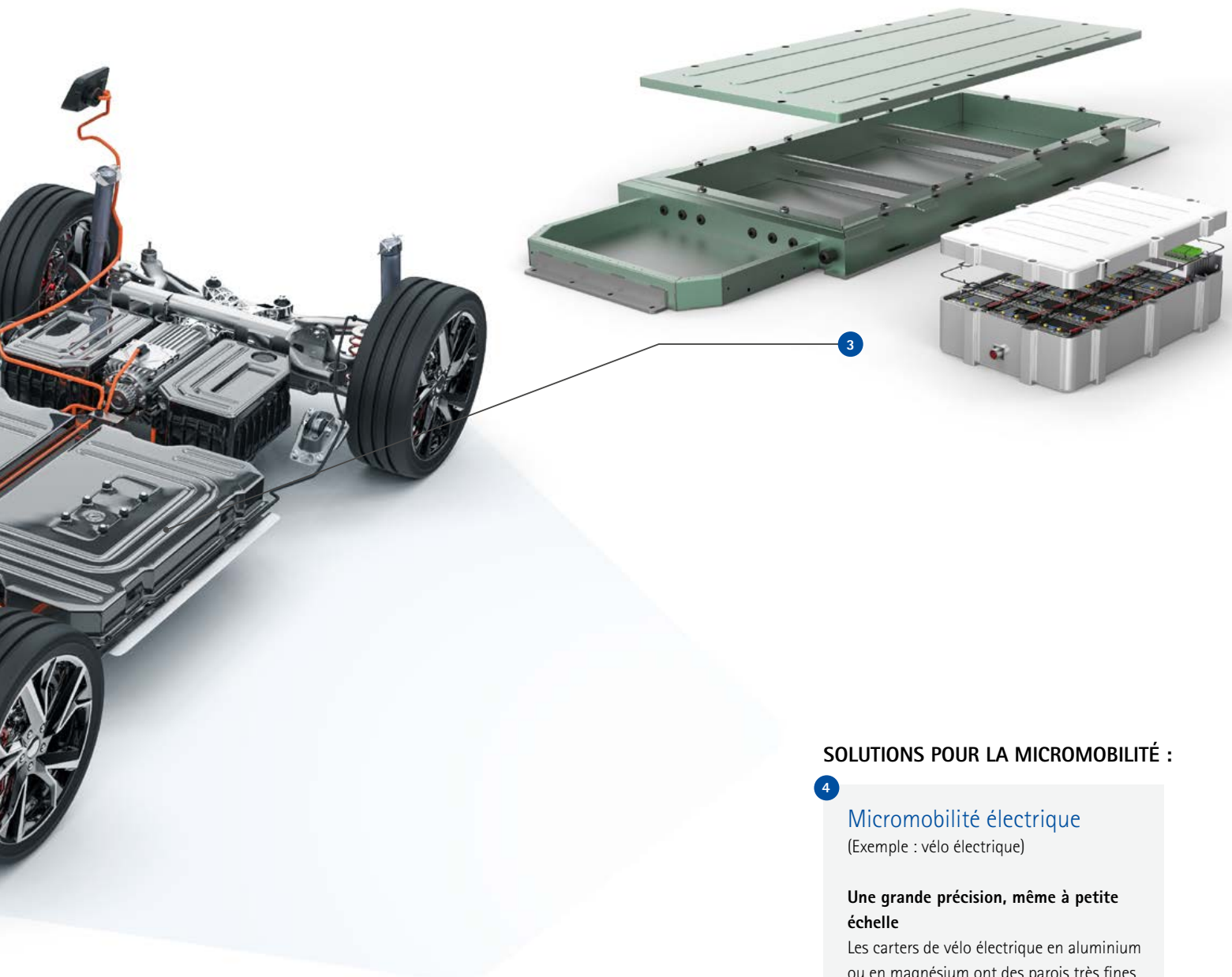
Production d'énergie

(Accumulateur, système de commande, chargement)

Usage sans vibrations de carters complexes à parois minces

MAPAL propose l'outillage approprié associé à la stratégie d'usinage optimale pour les différentes variantes de carters de batterie et l'électronique de puissance. La gamme d'outillage performante comprend des outils en PCD et en carbure monobloc.

>> Plus d'infos à partir de la page 22



3

SOLUTIONS POUR LA MICROMOBILITÉ :

4

Micromobilité électrique

(Exemple : vélo électrique)

Une grande précision, même à petite échelle

Les carters de vélo électrique en aluminium ou en magnésium ont des parois très fines et requiert des tolérances de fabrications précises afin de garantir la fiabilité et le confort d'utilisation .

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



4


Entraînements électriques

Les constructeurs et fournisseurs automobiles sont confrontés à de nouveaux défis en ce qui concerne les composants pour moteurs électriques. Le carter d'un moteur électrique constitue un exemple de la complexité de ces défis : par rapport à un carter de boîte de vitesse, celui-ci doit être fabriqué dans des tolérances beaucoup plus restreintes, car la précision a une influence décisive sur le rendement du moteur.

De plus, les parois d'un carter de moteur électrique sont généralement nettement plus minces que celles d'un carter de boîte de vitesses en raison de sa conception spécifique (canaux de refroidissement intégrés, par exemple). En outre, des coussinets de palier en acier sont pressés dans certains de ces boîtiers. Des boucliers de protection spéciaux dans l'outil empêchent les copeaux d'acier d'entrer en contact avec les surfaces en aluminium lors de l'usinage et de les endommager.

Tolérances dimensionnelles requises

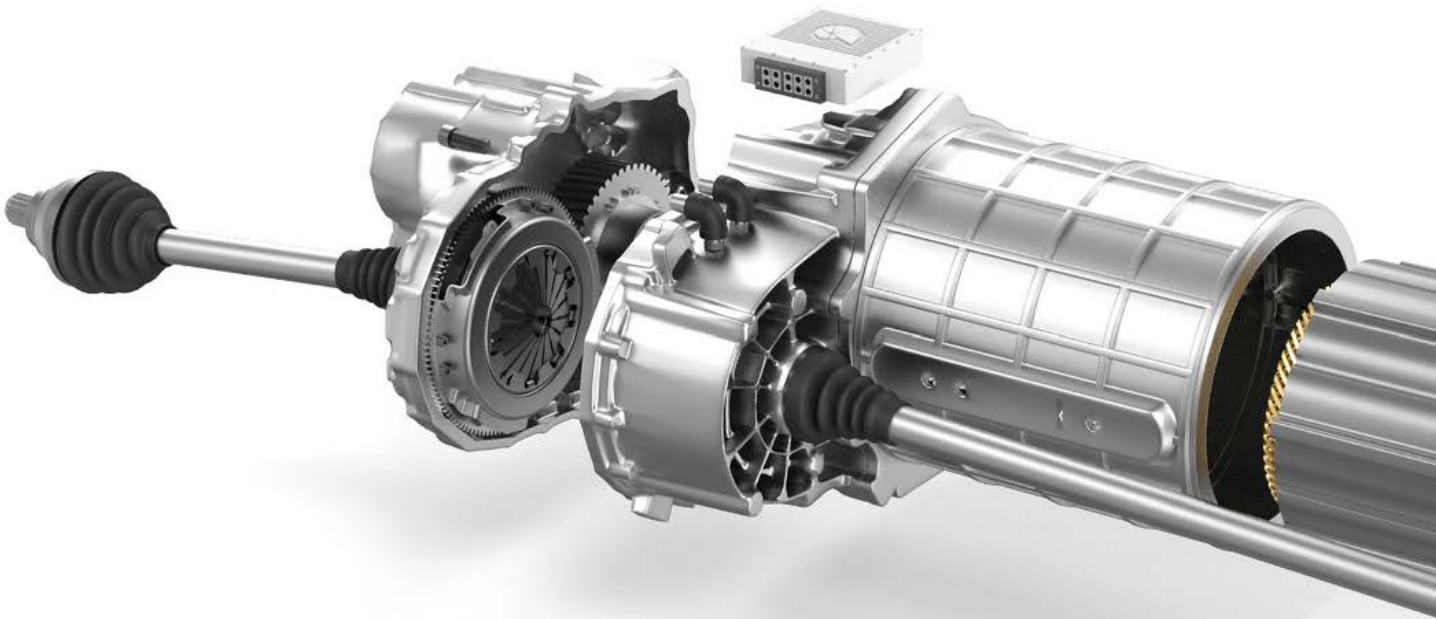
 0,02 mm

 \varnothing 0,05 mm

 0,05 mm

 0,02 mm

 0,03 mm



SOLUTIONS POUR...

... des outils hautement productifs pour la production en grande série

MAPAL prend en charge la planification de projets de pièces complètes et instaure un processus fiable pour la production en grande série. Le client peut se concentrer sur sa compétence principale, et cela de manière rapide, flexible et transparente.

... des outils au poids optimisé pour la fabrication en série avec HSK-A63

Continuer à utiliser les machines existantes permet d'économiser du temps et de l'argent. Avec le savoir-faire nécessaire, MAPAL assiste ses clients dans la modernisation des processus pour la production en série en s'adaptant aux besoins de chaque application.

... des solutions d'outils flexibles et économiques pour la production en petite série

Les outils ajustables permettent un usinage flexible, ce qui est particulièrement pertinent pour les petites séries et les prototypes en raison de l'évolution des exigences. Pour cela, MAPAL propose des solutions simples, flexibles et rentables parfaitement adaptées à toutes les exigences.

Procédure de base pour l'usinage des boîtiers de moteurs électriques

Le processus d'usinage ainsi que les outils sont conçus individuellement en fonction de la dimension de la pièce, de la machine et du bridage pièce. Cela permet de maintenir les forces de coupe agissant sur la pièce aussi faibles que possible. Outre les exigences de la pièce, la performance de la machine d'usinage est dans la plupart des cas déterminante pour la conception des outils.

L'usinage de l'alésage du stator est divisé en 3 étapes :

Pour le pré-usinage, un outil d'alésage représente le choix optimal. Ce concept permet des vitesses de coupe et des avances élevées pour un enlèvement de matière rapide et économique.

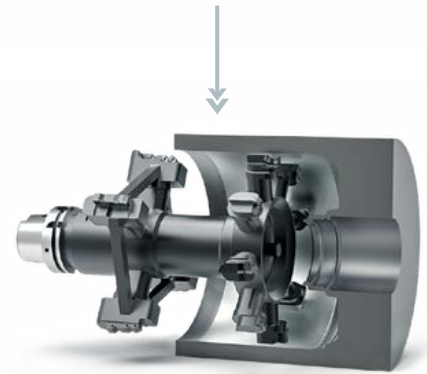
Dans le cas de la semi-finition, le contour complexe du boîtier du moteur électrique est pré-usiné de manière à ce que le contour complet avec chanfreins et transitions radiales puisse être produit dans la qualité requise lors de l'usinage final.

Lors de l'usinage final, l'alésage du stator est usiné à quelques μm en utilisant un outil de précision avec des plaquettes de finition et des patins de guidage finement ajustables.

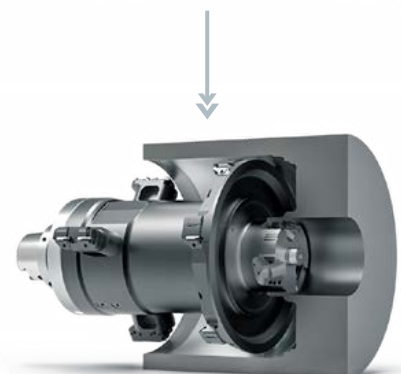
Par rapport à un processus d'alésage conventionnel, les temps de cycles sont nettement réduits (voir tableau ci-dessous).



1. Pré-usinage



2. Semi-finition



3. Usinage final



Concepts	Séquence de travail	Z	ϕ [mm]	n [1/mm]	f_z [mm/Z]	v_f [mm/min]	a_p [mm]	t_H [mm]	Comparaison des temps principaux
Alésage	Ébauche	1	219,0	600	0,2	120	1,7	1,67	5 min
	Finition	1	220,0	600	0,1	60	0,5	3,33	
Forage et perçage fin	Forage	4	215,7	1476	0,2	1180	7,0 max.	0,17	0,48 min
	Semi-finition	8	219,7	1083	0,3	2600	2,0	0,08	
	Finition	4	220,0	1083	0,2	866	0,15	0,23	

Valeurs déterminées à partir de l'exemple concret d'un composant pour la comparaison des possibilités d'usinage

Exigences d'usinage et caractéristiques des différents types de carters

Carters de moteur électrique hautement intégrés



Description :

Carters complexes hautement intégrés avec support de stator, support de boîte de vitesses et raccordement pour l'électronique de puissance. Une haute intégration fonctionnelle permet de réduire les coûts de montage. La conception est compacte, d'où la complexité du carter moulé.

CARACTÉRISTIQUES

- Stator monté directement dans le carter ou via le support de stator/l'enveloppe de refroidissement
- Alésage du stator avec niveaux et surfaces planes comme surfaces fonctionnelles
- Un alésage de palier de rotor intégré dans le carter de manière coaxiale par rapport à l'alésage de stator
- Positionnement du deuxième couvercle de palier via des goupilles ou des surfaces d'ajustement ; le deuxième alésage de palier doit être coaxial
- Alésages des paliers d'engrenages intégrés dans le carter ; grande concentricité et précision de positionnement requises
- Canaux de refroidissement partiellement intégrés dans le carter
- Carter complexe en fonte d'aluminium

EXIGENCES D'USINAGE

- Profils de contours complexes avec plusieurs niveaux de diamètre (→ forces de coupe élevées et volume de copeaux important)
- Usinage mixte (→ séparation/enlèvement des copeaux)
- Coupes interrompues (→ contact, circuit de refroidissement)
- Chanfreins d'introduction 15-30° (→ formation de copeaux réguliers et forces radiales élevées)

Carters de moteur électrique en forme de fût



Description :

Afin de réduire la complexité, en particulier pour réaliser une construction plus simple de l'enveloppe de refroidissement, des carters en forme de fût ou de cloche ou des supports de stator sont utilisés.

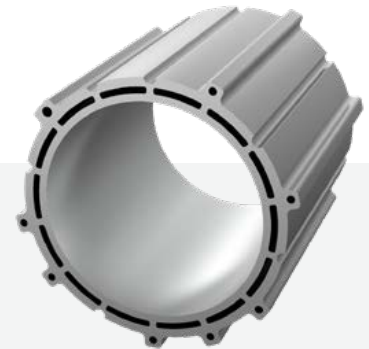
CARACTÉRISTIQUES

- Comme carter intermédiaire pour l'intégration dans le système global
- Alésage du stator avec niveaux et surfaces planes comme surfaces fonctionnelles
- Un alésage de palier de rotor intégré dans le carter de manière coaxiale par rapport à l'alésage de stator
- Positionnement via des surfaces d'ajustement sur la face extérieure
- Canaux de refroidissement sous forme de nervures à l'extérieur
- Paroi mince, sensible aux vibrations
- Serrage problématique

EXIGENCES D'USINAGE

- Composants à paroi extrêmement mince (→ a_p correspond à l'épaisseur de paroi)
- Les ailettes de refroidissement extérieures doivent être usinées
- Forme de fût ou de cloche (→ favorise les vibrations, les concepts de serrage spéciaux et les amortisseurs de vibrations)
- Chanfreins d'introduction 15-30° (→ formation de copeaux réguliers et forces radiales élevées)

Carter de moteur électrique tubulaire



Description :

La conception la plus simple des carters de moteur est tubulaire. La longueur du carter, et donc de la machine électrique, peut être facilement modifiée pour obtenir des performances différentes. L'effort de montage augmente alors en raison de la faible intégration fonctionnelle.

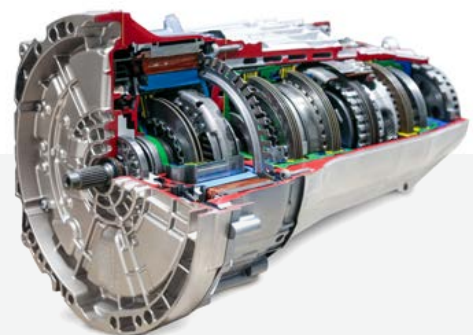
CARACTÉRISTIQUES

- Aucun alésage de palier du rotor intégré dans le carter
- Deux couvercles de palier pour loger le rotor
- Positionnement des deux couvercles de palier via des surfaces d'ajustement pour la coaxialité des paliers
- Moindre complexité
- Pratiquement symétrique sur le plan rotationnel
- Paroi mince, sensible aux vibrations
- Serrage problématique

EXIGENCES D'USINAGE

- Composants plus stables, principalement avec une structure de refroidissement interne
- Profilés extrudés également possibles (AISI1 → copeaux réguliers)
- Sans sangles de serrage (→ concepts de serrage spéciaux)
- Partiellement avec des ajustements des deux côtés dans la tolérance IT6

Carters de transmission hybride et module hybride/boîtier intermédiaire



Description :

Intégration de la machine électrique dans l'architecture de transmission existante au moyen de modules hybrides ou de boîtiers intermédiaires en forme de disque. Des superstructures neutres sur le plan spatial sont également réalisées avec des carters en partie en forme de pot comme pièces encastrables.

CARACTÉRISTIQUES

Module hybride/carter intermédiaire

- Logement du stator, principalement
- Aucun palier de rotor pour la structure en forme de disque
- Palier de rotor intégré pour la structure en forme de pot

Carter de transmission hybride

- Rapports longueur-diamètre extrêmes
- Paroi mince, sensible aux vibrations
- Tracés de contour précis
- Coupe interrompue

EXIGENCES D'USINAGE

Carter de transmission hybride

- Tolérance IT6
- Exigences élevées en matière de coaxialité et de dimensions de paliers
- Limitation du poids maximal et du couple de basculement

Solutions pour les carters de moteurs électriques

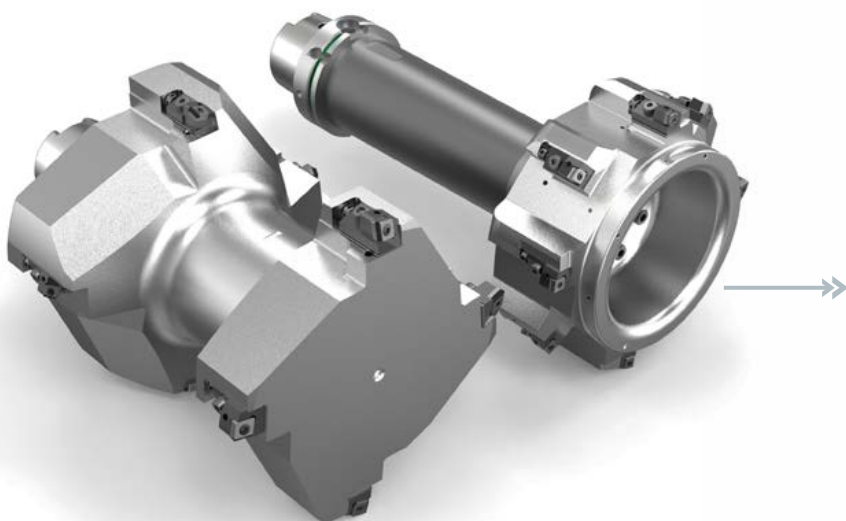
Solution en série avec HSK-100

Hautement productive pour les grands diamètres

- Processus en trois étapes (pré-usinage, semi-finition et usinage final)
- Grand diamètre d'usinage > 220 mm
- Performance et précision maximales
- Procédé idéal pour les grandes séries et les temps de cycle courts

1. Pré-usinage

Ébauche efficace avec des profondeurs de coupe élevées

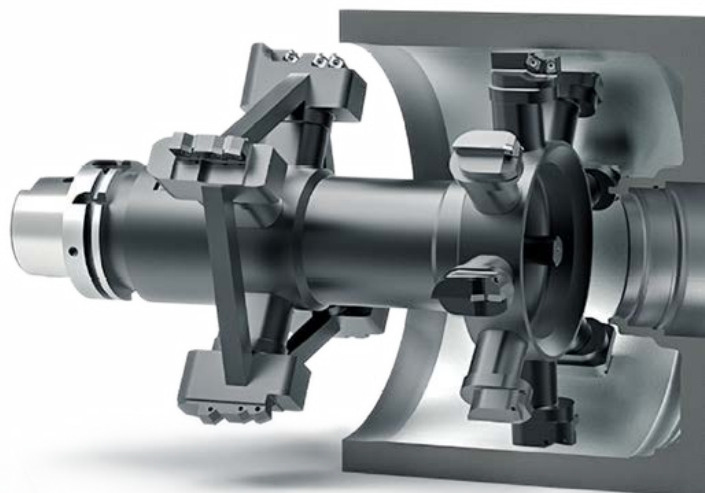


OUTIL TYPE ISO CORPS EN ALUMINIUM

- \varnothing 250/258 mm
- Plaquettes de coupe à insert en PCD
- Emplacement de plaquettes ISO
- Conception en une ou plusieurs étapes
- Poids : 21 kg max.

2. Semi-finition

Formation de contours pour obtenir le contour final approximatif

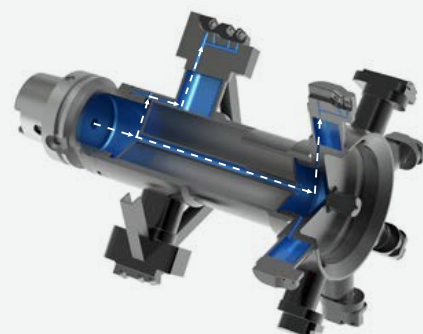
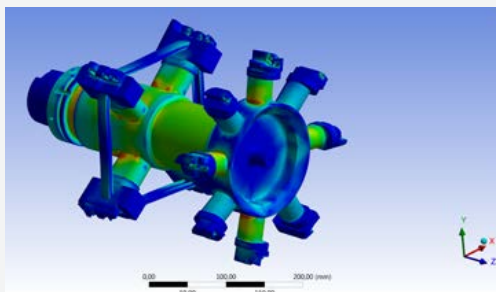


OUTIL D'ALÉSAGE DE PRÉCISION

- \varnothing 272/278 mm
- Plaquettes de coupe à insert en PCD
- Conception sous forme de construction soudée ou avec corps de base en aluminium
- Poids : 17,3 kg max.

Conception d'outils individuels adaptés aux exigences spécifiques

- Simulation des composants de la force de coupe
- Calcul du poids et du couple de basculement
- Calcul FEM des fréquences propres du système et de la souplesse sous force axiale/charge de torsion
- Calcul de la distribution du liquide de refroidissement et des flux volumétriques





3.1 Usinage final

Innovations pour une précision maximale

ALÉSEUSE DE PRÉCISION EN ACIER LÉGER AVEC BOUCLIER DE PROTECTION POUR L'USINAGE MIXTE DE L'ALÉSAGE DE PALIER

- \varnothing 70/156/250/260 mm
- Plaquettes de coupe à insert en PCD pour boîtier alu
- A = 362 mm | z = 2+4
- Plaquettes de coupe en cermet pour l'usinage de coussinets de palier en acier
- Ajustage précis et stabilité de température
- Technologie avec patins de guidage
- Poids : 21 kg max.

En détail :

La définition technique a fait l'objet d'une étude spécifique pour la gestion des copeaux. Les copeaux d'aluminium sont évacués vers l'arrière grâce au système et canaux de lubrification. Les copeaux d'acier sont évacués par l'avant sans risque de remonter grâce au déflecteur de protection.

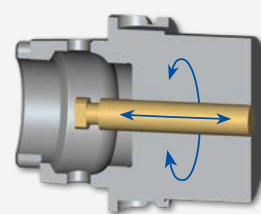
3.2 Usinage final

Usinage flexible du contour intérieur

OUTIL D'ACTIONNEMENT POUR LES SYSTÈMES D'AXE U

- \varnothing 80/220 mm
- Adapté pour l'usinage de variantes de carter
- Pour la compensation de l'usure des arêtes de coupe
- Poids : 23 kg max.

En détail :



AXE U (rotation/translation)

Les glissières mobiles sont déplacées via l'axe U (barre de traction ou de rotation) de la machine d'usinage, sont commandées par le système de commande de la machine et réglées via le système de commande numérique de la machine. Il s'agit d'un axe à commande numérique entièrement intégré qui peut être utilisé pour l'usinage des contours.

Solutions pour les carters de moteurs électriques

Solution en série avec HSK-63

Pour les petits et moyens diamètres

- Pré-requis : outils particulièrement légers
- Diamètre d'alésage du stator < 220 mm recommandé
- Des outils adaptés à des exigences de performance et d'espace réduites
- Convient également pour la modernisation de machines et d'installations existantes

1. Pré-usinage

Flexible pour différents diamètres



FRAISE HÉLICOÏDALE AVEC PLAQUETTES DE COUPE AMOVIBLES ISO

- Plaquettes de coupe amovibles ISO avec revêtement carbure ou plaquettes de coupe à insert en PCD
- Réduction des forces de coupe
- Produit standard
- Extension HSK pour différentes profondeurs d'usinage

2. Semi-finition

Formation de contours pour obtenir le contour final approximatif

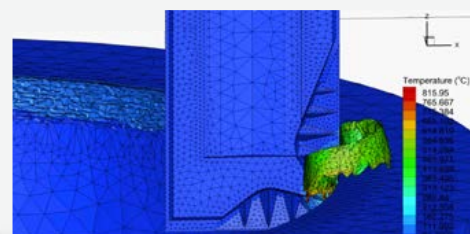
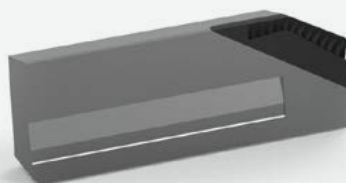


OUTIL D'ALÉSAGE DE PRÉCISION

- \varnothing 182/185 mm
- Supports de serrage courts ISO
- Plaquettes de coupe ISO à insert en PCD
- Corps d'outil en aluminium
- Poids : 9,5 kg max.

Fiabilité des processus grâce au contrôle des copeaux – brise copeaux pour l'usinage fin des alliages AISi

MAPAL a développé un nouveau brise-copeaux PCD permettant une formation de copeaux définie et répétable lors du perçage et de l'alésage dans de l'aluminium à faible teneur en silicium. Sa géométrie spéciale, qui a été développée à l'aide de simulations 3D, assure une coupe définie des copeaux et crée donc des copeaux courts. Même en cas de faible avance et de faibles dimensions, une coupe et une forme définies des copeaux sont garanties. Cet outil garantit une performance maximale et la fiabilité des processus.





3.1 Usinage final

OUTIL D'ALÉSAGE DE PRÉCISION EN ACIER LÉGER

- \varnothing 70/176/185 mm
- Plaquettes de coupe à insert en PCD
- A = 198 mm | z = 2+4+2
- Plaquettes de coupe en cermet pour l'usinage de coussinets de palier en acier
- Ajustage précis et stabilité de température
- Technologie de patins de guidage avec système EA
- Poids : 11,5 kg max.



3.2 Usinage final

OUTIL D'ALÉSAGE EN CONSTRUCTION MÉTALLIQUE ULTRALÉGÈRE

- \varnothing 219/222/225 mm
- Plaquettes de coupe à insert en PCD
- A = 257 mm | z = 2+4+2
- Ajustage précis et stabilité de température
- Technologie de patins de guidage
- Poids : 8,5 kg max.



Solutions pour les carters de moteurs électriques

Prototypage, présérie et production en petite série

Des solutions d'outillage simples, flexibles et rentables

- Usinage sur machines existantes
- Outils standard ou spéciaux simples
- Solutions de compromis → petite machine – grand outil
- La durée de cycle n'est pas le point central
- Grande flexibilité souhaitée
- Application universelle
- Indépendant des contours

1. Pré-usinage

Flexible pour différents diamètres

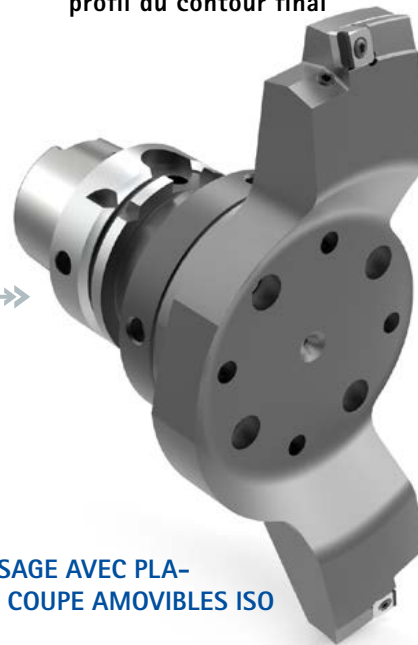


FRAISE HÉLICOÏDALE AVEC PLAQUETTES DE COUPE AMOVIBLES ISO

- Plaquettes de coupe amovibles ISO carbure avec revêtement ou plaquettes de coupe à insert en PCD
- Réduction des forces de coupe
- Produit standard
- Extension HSK pour différentes profondeurs d'usinage

2. Semi-finition

Formation de contours pour obtenir le profil du contour final



OUTIL D'ALÉSAGE AVEC PLAQUETTES DE COUPE AMOVIBLES ISO

- \varnothing 210 mm
- Forme d'outil adaptée au système de changement de chargeur
- Plaquettes de coupe amovibles ISO carbure avec revêtement ou plaquettes de coupe à insert en PCD
- Poids : 3,5 kg max.

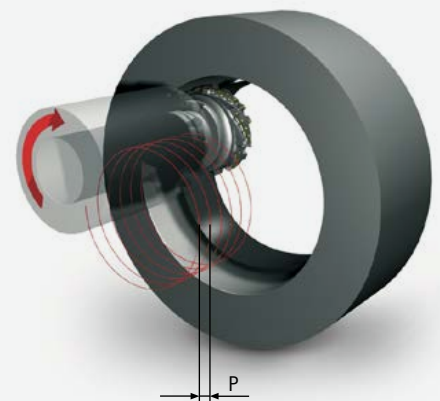
Fraisage hélicoïdal – plongée inclinée en spirale

La plongée inclinée en spirale est une alternative au forage. Cela implique un mouvement circulaire avec une avance axiale simultanée. En raison du trajet d'usinage plus important, le temps d'usinage est plus long par rapport au forage. D'autre part, les forces de coupe qui se produisent sont nettement plus faibles, autorisant l'usinage de l'alésage du stator avec des machines à faible couple et à faible puissance.

De plus, l'utilisation d'une fraise hélicoïdale permet de réaliser des pré-usinages de différents diamètres.

Pas (P) :

Le pas (P) correspond à l'avance axiale par tour, qui dépend de la pièce, de la longueur d'outil, du matériau et de la machine.





3. Usinage final

Avec outils spéciaux simples

OUTIL D'ALÉSAGE DE PRÉCISION AVEC PATINS DE GUIDAGE

- \varnothing 210 mm
- Plaquettes de coupe à insert en PCD
- Ajustage fin
- Patins de guidage en PCD
- Forme d'outil adaptée au système de changement de chargeur
- Poids : 5,5 kg max.

Pré-usinage et usinage final

Alternativement avec des outils standard

MODULBORE – GRANDE FLEXIBILITÉ DANS LE FORAGE ET LE PERÇAGE FIN

- Système pour les travaux de pré-usinage et d'usinage final
- Structure modulaire
- Programme standard à partir de \varnothing 87 mm – 1 000 mm
- Supports de serrage courts à alésage fin réglables dans la plage μ m
- Manipulation simple

Têtes de forage avec module de pontage
et supports de serrage courts ISO



Têtes de forage avec module de
pontage et supports de serrage
courts à alésage fin

En détail :

Les têtes de perçage de précision avec module de pontage et supports de serrage courts à alésage fin permettent une grande flexibilité dans les petites séries. Les modules de pontage comportent des glissières, qui sont équipées de supports de serrage courts à alésage fin réglables. Une glissière opposée sert à compenser le déséquilibre.

Solutions pour les carters de moteurs électriques

Alésages de palier et de positionnement

Avec la plus grande concentricité et la plus grande circularité

Un parfait positionnement entre le rotor et le stator constitue le facteur décisif pour le fonctionnement et l'efficacité du moteur électrique. Outre la coaxialité des alésages de palier et de stator, la circularité du siège de palier sont déterminantes. Afin de répondre aux exigences élevées en matière de coaxialité, il est avantageux d'usiner le siège de palier en une seule opération de serrage (usinage par retrait). Dans la conception du boîtier tubulaire ou en forme de fût, au moins une position de palier est située dans un couvercle de palier séparé, qui est positionné sur le boîtier du moteur électrique via des alésages de positionnement ou des surfaces d'ajustement.



1. Pré-usinage

Forage d'alésages de palier et de positionnement



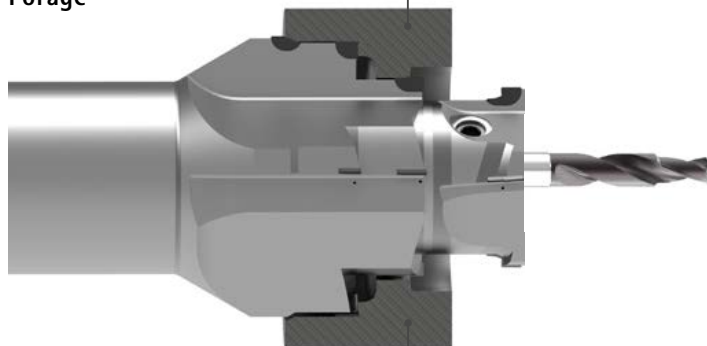
OUTIL SPECIAL ISO

- Outil combiné avec foret en carbure monobloc
- Plaquettes de coupe ISO à insert en PCD

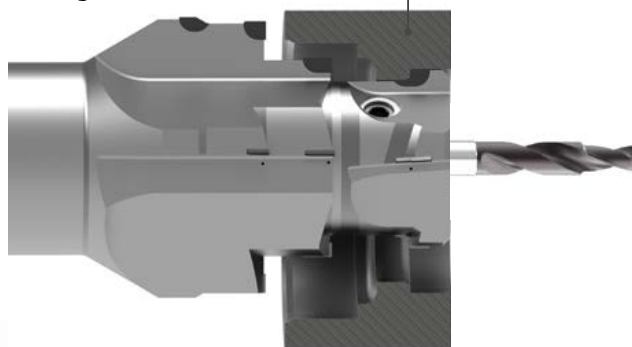
OUTIL DE PERÇAGE ET DE FRAISAGE EN PCD

- Outil combiné perçage / fraisage special
- Perçage et fraisage circulaire en un seul outil
- Coupes PCD brasées

Forage



Fraisage circulaire



2. Usinage final

OUTIL ISO COMBINÉ

- Forage de l'alésage de palier
- Finition de surfaces planes et encoche radiale

OUTIL MONOCOUBE DE PRÉCISION AVEC SYSTÈME WP

- Plaquettes de coupe à insert en PCD
- Réglable
- Patins de guidage
- Usinage à l'envers

ALÉSOIR DE PRÉCISION

- Outil combiné multi-niveaux avec alésoir étagé brasé
- Usinage final de l'alésage de palier et de positionnement
- Plaquettes de coupe PCD brasées

OUTIL D'ALÉSAGE DE PRÉCISION AVEC SYSTÈME WP

- Plaquettes de coupe à insert en PCD
- Réglable
- Patins de guidage
- Usinage à l'envers

Surfaces d'étanchéité et de contact



FRAISE À PLANER AVEC INSERTS DE FRAISAGE EN PCD

- Génération de profils de surface définis pour les surfaces d'étanchéité et de contact (p. ex., structures transversales)
- Qualité de surface $R_z < 1$



FRAISE À PLANER MONOBLOC AVEC INSERTS DE FRAISAGE EN PCD

- De longues saillies permettent l'usinage de zones difficiles d'accès

Usinage extérieur de l'alésage de palier



ALÉSOIR EXTERNE AVEC SYSTÈME EA

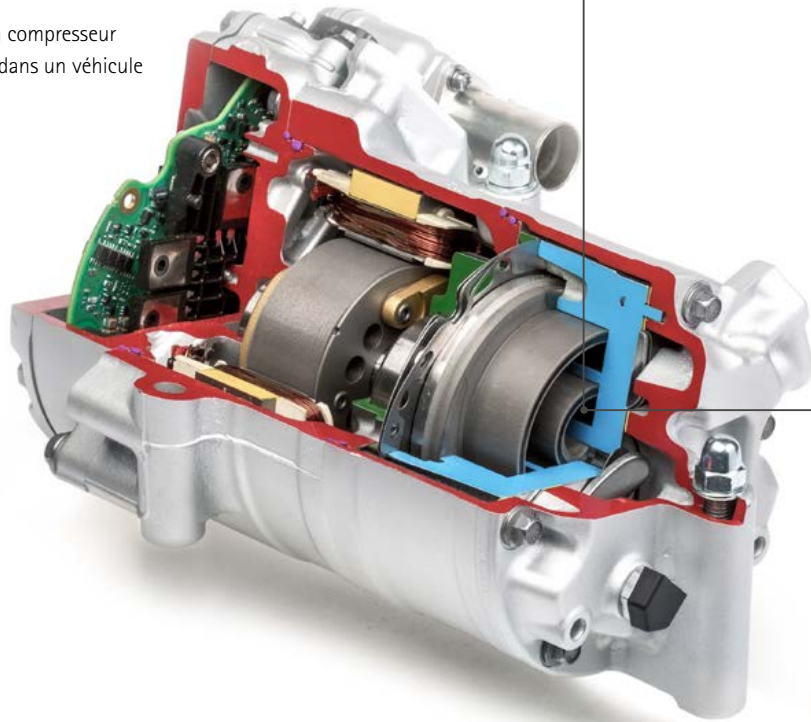
- Usinage extérieur de l'alésage de palier

Dispositifs auxiliaires électriques

En raison de l'électrification dans l'industrie automobile, de plus en plus de tâches dans l'entraînement des moteurs à combustion sont également prises en charge par des composants électriques. En électrifiant les dispositifs auxiliaires, ces composants peuvent être utilisés en fonction des besoins et de la charge, contribuant ainsi à réduire la consommation d'énergie. Ils se caractérisent par une grande fiabilité et de faibles émissions sonores ainsi qu'une excellente efficacité énergétique.

Un exemple, le compresseur à spirale qui est utilisé comme compresseur frigorifique électrique dans la gestion thermique.

Trois opérations d'usinage spécifiques sur un compresseur à spirale en aluminium destiné à être utilisé dans un véhicule électrique sont présentées à titre d'exemple.



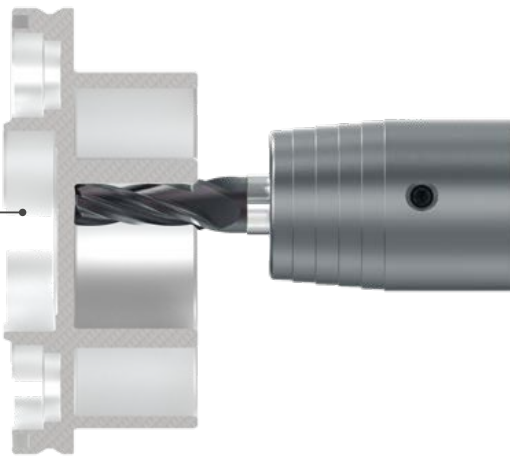
CARACTÉRISTIQUES

- Pièces centrales Orbit et Fixed Scroll
- Précision de géométrie et logement déterminants
- Positionnement exact des spirales les unes par rapport aux autres

EXIGENCES D'USINAGE

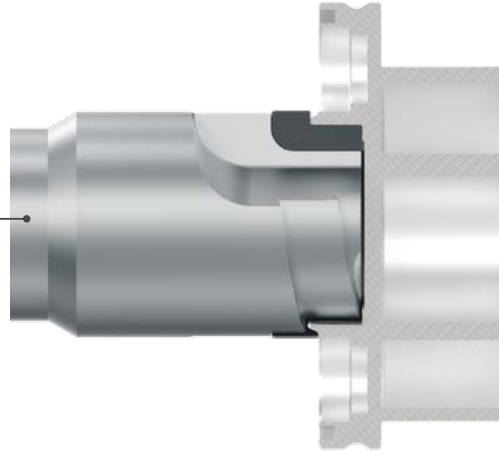
- Précision de forme des spirales ($\leq 20 \mu\text{m}$)
- Grande perpendicularité des flancs par rapport à la surface de base ($\leq 20 \mu\text{m}$)
- Parallélisme et planéité $\leq 10 \mu\text{m}$
- Rugosité de surface (R_z) précisée
- Interaction parfaite entre la machine et l'outil





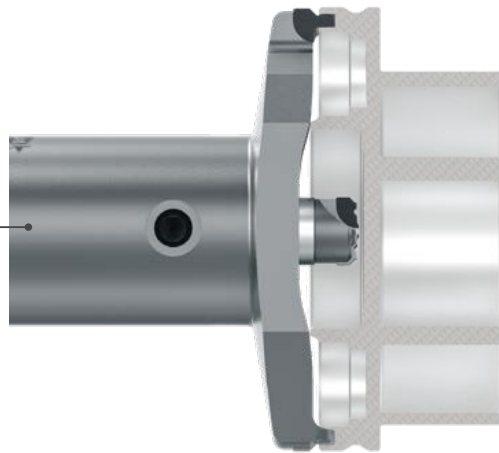
1 PIÈCES EN SPIRALE HAUTE PRÉCISION

- Pré-usinage et usinage final avec fraises en carbure monobloc
- Des coupes extrêmement tranchantes assurent une grande stabilité dimensionnelle



2 ALÉSAGE PRÉCIS DES PALIERS

- Pré-usinage par fraisage circulaire avec des fraises en PCD à trois lames
- Usinage final avec outil d'alésage combiné en PCD, avec une division de coupe pour réduire les forces de coupe



3 RAINURES POUR ÉLÉMENTS D'ÉTANCHÉITÉ

- Pré-usinage et usinage final des rainures avec outil d'alésage extérieur PCD
- L'outil combiné permet en outre l'usinage des alésages de raccordement
- La répartition de la coupe réduit les forces de coupe et assure une formation optimale des copeaux



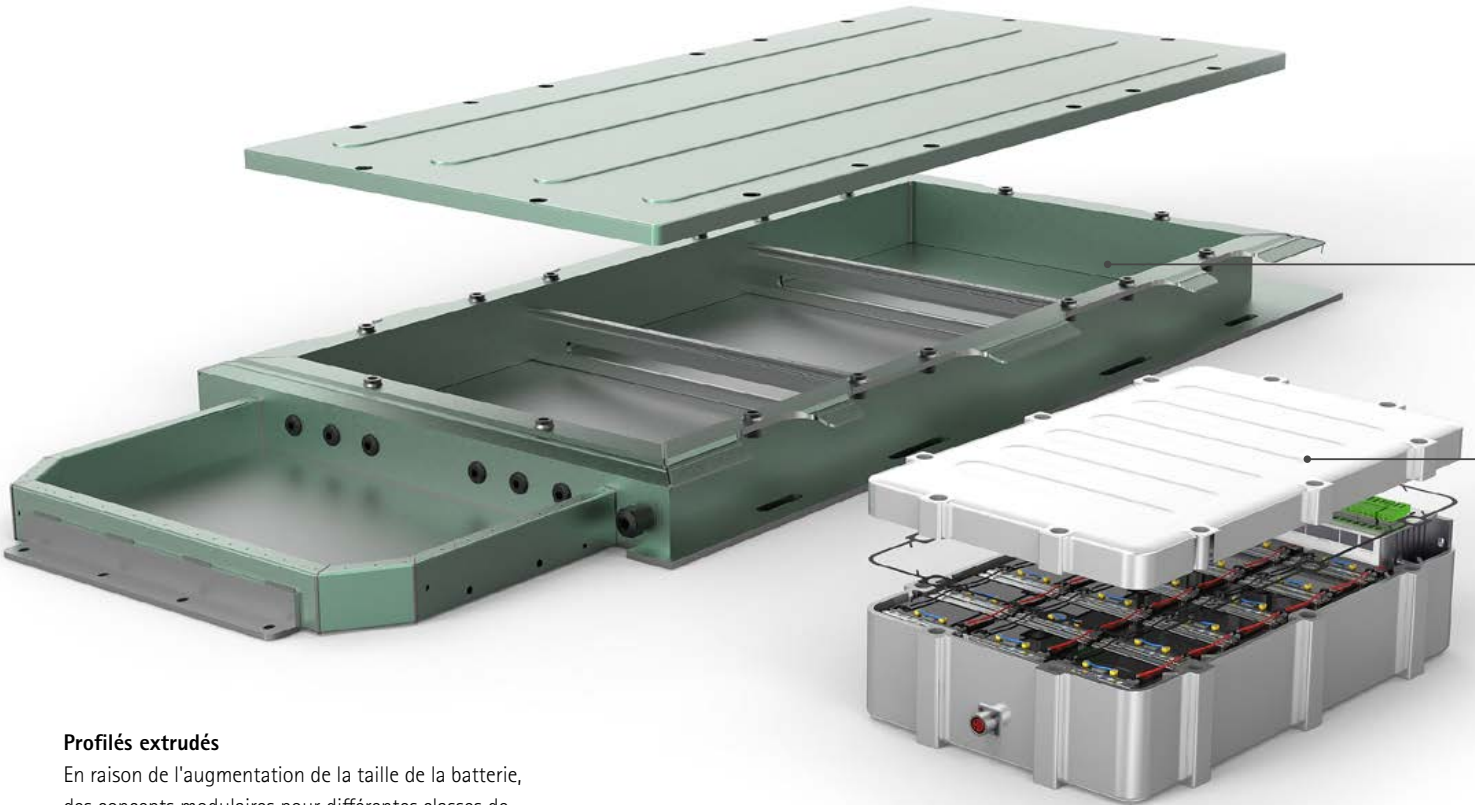
MAPAL propose le processus complet d'usinage des compresseurs à spirale à partir d'une source unique.

Carter pour l'alimentation électrique

Les carters sont utilisés pour protéger les composants électroniques, tels que le système de batterie ou l'électronique de puissance, contre l'environnement extérieur. Ils permettent également l'assemblage intérieur des composants et d'assurer leur parfait fonctionnement pendant l'utilisation du véhicule. Les exigences relatives aux carters dépendent du système électronique et du concept d'entraînement. Actuellement, différents matériaux et procédés de fabrication sont utilisés.

CARACTÉRISTIQUES

- Composants fragiles à parois minces (sensibles aux vibrations)
- Structure en cuve coulée ou construction à cadre en profilés creux
- Aluminium partiellement pauvre en silicium
- Grandes dimensions (2 x 3 m)
- Opérations de forage, de fraisage et de filetage, principalement
- Exigences de précision et de surface pour les passages de câble et les raccords de refroidissement



Profilés extrudés

En raison de l'augmentation de la taille de la batterie, des concepts modulaires pour différentes classes de performance et gammes sont utilisés. À cette fin, des profilés en aluminium extrudé sont soudés ensemble pour former un carter.

EXIGENCES D'USINAGE

- Matériau mince à couches multiples
- **Perçage** : vibrations et formation de bavures formation d'opercule sur l'outil
→ Le fraisage hélicoïdal/forage orbital empêche la formation de bavures et d'opercules
- **Fraisage** : les matériaux minces ont tendance à « sauter »
→ Réduction des vibrations grâce à une géométrie de coupe optimisée

Boîtiers moulés sous pression

Pour l'intégration de l'électronique de puissance ou de systèmes de batteries plus petits pour les véhicules hybrides, des boîtiers en aluminium moulé sous pression sont généralement utilisés. Les structures de boîtier complexes sont conçues avec des canaux de refroidissement intégrés.

EXIGENCES D'USINAGE

- Fraisage de surfaces d'étanchéité (exigences de surface en partie spécifiques)
- Forage de carottes (> 50 alésages par composant)
- Fraisage des surfaces de prise pour l'électronique et les cellules de batterie en cas de longue saillie d'outil



1.1

1.2

1.3

2

OptiMill-SPM

Programme standard pour l'usinage de composants structurels en aluminium

- Géométrie de coupe très positive
- Réduction des forces de coupe
- Coupe à faible vibration

1.1 OptiMill-SPM-Rough

- Ébauche à faible vibration et grande profondeur de coupe

1.2 OptiMill-SPM

- Idéal pour la réalisation de percées ou de poches
- Conception en carbure monobloc ou PCD brasé

1.3 OptiMill-SPM-Finish

- Finition en profondeur en un seul passage
- D'excellentes performances à vitesse de coupes élevées

2 TRITAN-DRILL-ALU

- Fabrication de carottages
- Trois coupes pour des vitesses d'avance maximales
- Précision de positionnement maximale grâce à une arête transversale autocentrée



3

4

5

6

3 FRAISE EN PCD AVEC COUPES DISPOSÉES EN ALTERNANCE

- Faibles forces de coupe sur toute la profondeur d'usinage

4 FRAISE À SPIRALES EN PCD

- Finition des structures à paroi mince

5 FRAISE HÉLICOÏDALE EN PCD

- Rognage en profondeur

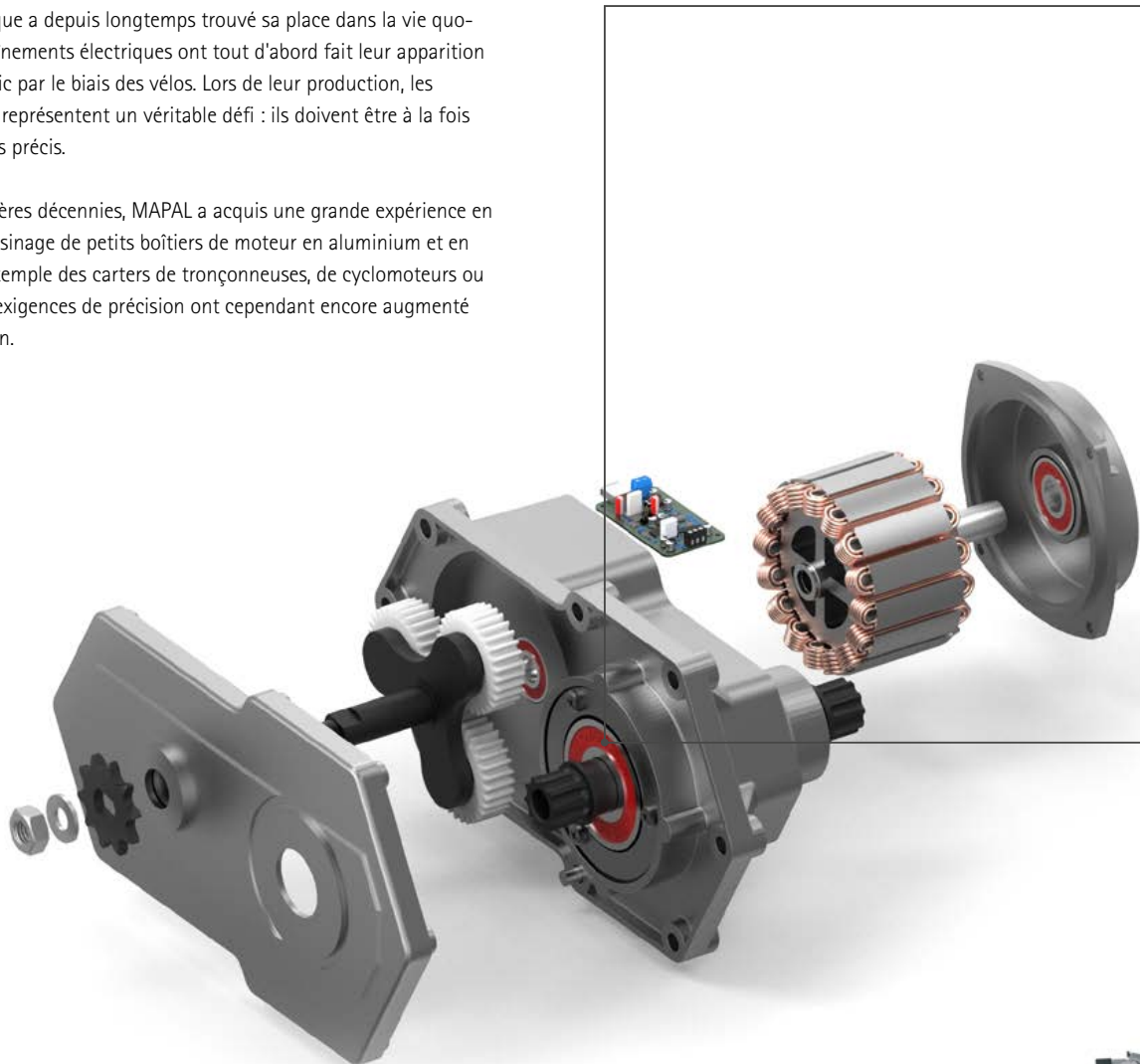
6 FRAISE À PLANER EN PCD

- Surfaçage avec profondeurs de coupe allant jusqu'à 10 mm
- Génération de profils de surface définis pour les surfaces d'étanchéité et de contact

Petits carters de moteur sur un système d'entraînement pour vélo électrique à titre d'exemple

La mobilité électrique a depuis longtemps trouvé sa place dans la vie quotidienne. Les entraînements électriques ont tout d'abord fait leur apparition dans le grand public par le biais des vélos. Lors de leur production, les boîtiers de moteur représentent un véritable défi : ils doivent être à la fois petits, légers et très précis.

Au cours des dernières décennies, MAPAL a acquis une grande expérience en ce qui concerne l'usinage de petits boîtiers de moteur en aluminium et en magnésium, par exemple des carters de tronçonneuses, de cyclomoteurs ou de tondeuses. Les exigences de précision ont cependant encore augmenté avec l'électrification.



CARACTÉRISTIQUES

- En deux ou trois parties (carter et couvercle)
- Boîtier moulé sous pression en aluminium ou en magnésium
- Composants fragiles à parois minces (sensibles aux vibrations)
- Tracés de contour sur plusieurs niveaux
- Hautes exigences géométriques et dimensionnelles (tolérances de forme, de fonctionnement et de position)

EXIGENCES D'USINAGE

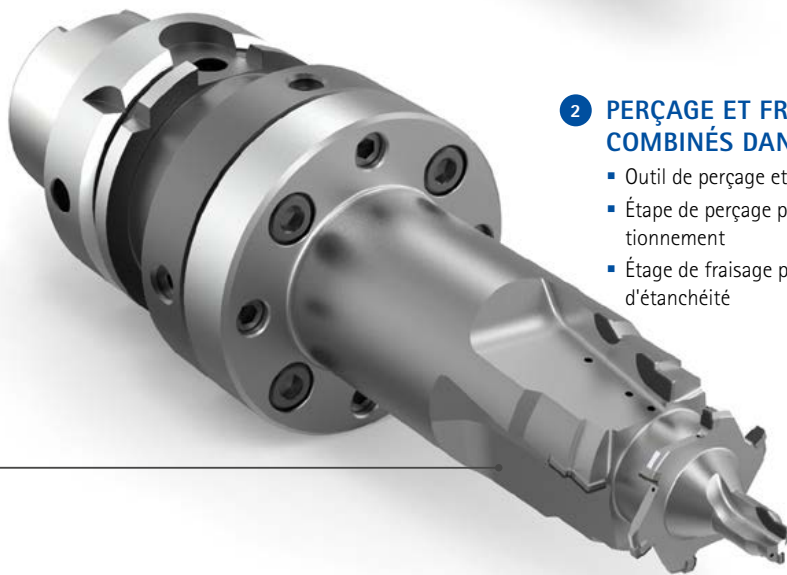
- Rondeur < 0,01 mm
- Tolérance de diamètre IT7
- Rugosité moyenne $R_z < 10 \mu\text{m}$





1 ALÉSAGES PRÉCIS DE PALIER ET DE POSITIONNEMENT EN UNE SEULE ÉTAPE

- Outil combiné multi-niveaux en PCD
- Usinage des alésages de palier et de positionnement en une seule étape



2 PERÇAGE ET FRAISAGE COMBINÉS DANS UN SEUL OUTIL

- Outil de perçage et de fraisage multi-niveaux en PCD
- Étape de perçage pour l'alésage de palier et de positionnement
- Étape de fraisage pour la fabrication de rainures d'étanchéité

MAPAL propose un ensemble complet pour l'usinage de petits boîtiers en aluminium ou en magnésium.

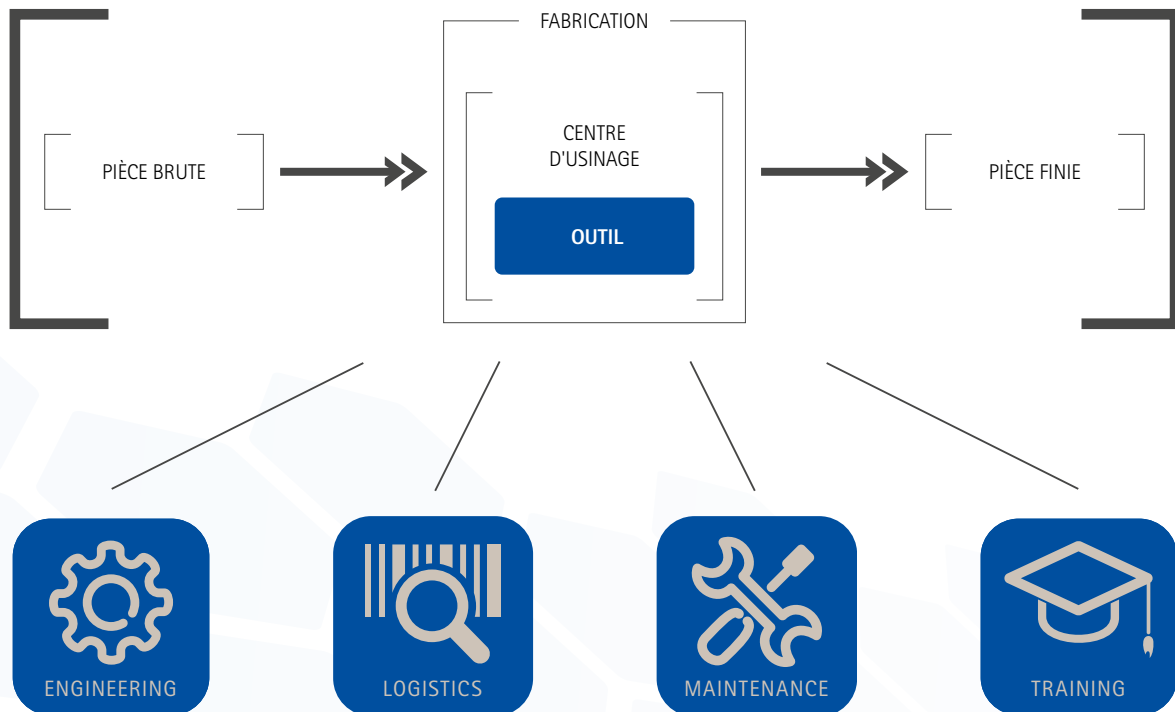
Les outils en PCD et en carbure monobloc sont parfaitement adaptés à l'usinage de ces deux matériaux. En fonction des besoins et de la complexité, MAPAL conçoit le concept approprié, outils et mandrins inclus. Des outils combinés, couvrant chacun plusieurs étapes de travail, rendent le processus particulièrement économique.



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 technique pour les tâches 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 orientée sur l'industrie 4.0. Toujours dans le but d'apporter une contribution significative à une production fluide, productive et économique chez le client.

AVANTAGES

- Solutions pour des pièces complètes incluant les outils, les dispositifs, le programme numérique et la mise en service
- Conception et mise en œuvre complètes des processus à partir d'une source unique
- Assistance rapide et flexible sur site dans le monde entier
- Technologie d'outils efficace avec optimisation des coûts
- Adaptation optimale de l'outil, de la pièce, du dispositif et de la machine
- Qualité de produit, fiabilité des processus et rentabilité maximales dès le départ
- Passage rapide de la planification à la mise en œuvre avec une sécurité de planification maximale



Découvrez dès maintenant des solutions d'outils et de services pour vous aider à aller de l'avant :

ALÉSAGE | PERÇAGE FIN
PERÇAGE EN PLEINE MATIÈRE | FORAGE | CREUSAGE
FRAISAGE
TOURNAGE
SERRAGE
EXTRACTION
RÉGLAGE | MESURE | DISTRIBUTION
SERVICES

www.mapal.com