Perçage et fraisage de laiton sans plomb et d’autres matériaux élastiques-résistants

Sandro Tomasina, 18.01.2024

MIKRON TOOL

CONTENU

Perçage de laiton sans plomb

1. L’usinabilité du laiton sans plomb
2. Forets efficaces pour laiton sans plomb
3. Le résultat

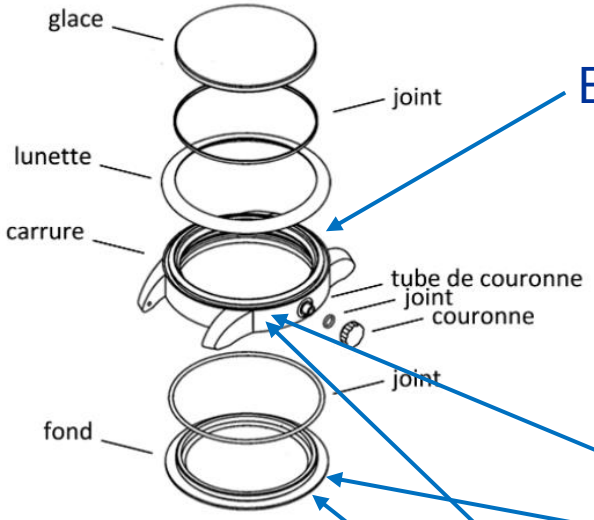
Micro-fraisage d’acier inoxydable et de titane

1. Usinage des super matériaux
2. Solutions
3. Le résultat

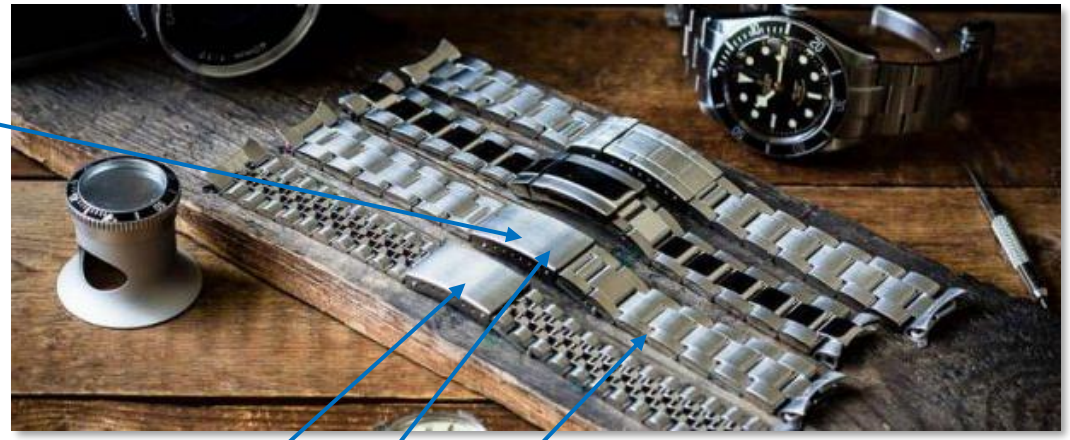
Résumé

MIKRON TOOL

Exemples d'utilisation de matériaux élastiques-résitants dans l'industrie horlogère



Eléments extérieurs d'une montre



En platine

En acier inoxydable

En titane

En or

En laiton

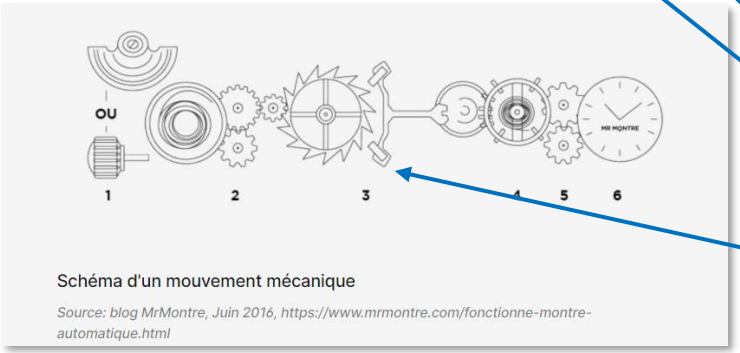
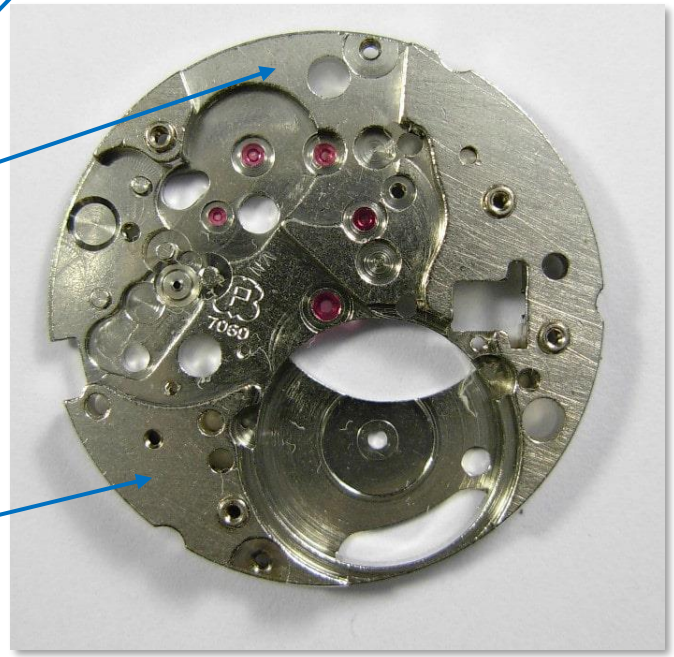


Schéma d'un mouvement mécanique

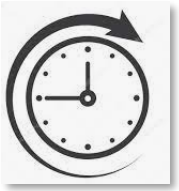
Source: blog MrMontre, Juin 2016, https://www.mrmontre.com/fonctionne-montre-automatique.html



MIKRON TOOL

Perçage de laiton sans plomb

La situation

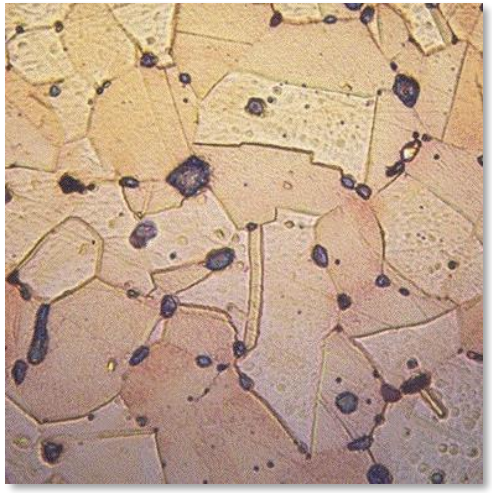


- Le laiton reste **l'alliage de cuivre le plus important** dans le secteur de l'horlogerie et de la joaillerie
- Les normes mondiales **n'autorisent plus l'utilisation du plomb comme élément d'alliage**
- **Transition du laiton au plomb au laiton sans plomb** en raison de la responsabilité envers les personnes et l'environnement
- **L'usinage du laiton sans plomb est un défi** lorsque vous omettez le plomb, qui est essentiel aide la formation des copeaux
- Selon le règlement européen REACH, la valeur limite pour l'industrie horlogère est de **0,05% par rapport aux 2–3% conventionnels**

Le défi

Laiton au plomb	DIN/EN	Cu%	Pb%	Zn%	Autres %	Dureté HV min-max	Rés.à la tract. Rm N/mm2 Min-max
Cu Zn 36 Pb1	CW600N	62-64	0.8-1.6	36		70-190	350-680
Cu Zn 37 Pb2	CW606N	61-62	1.5-2.0	37		80-200	340-700
Cu Zn 38 Pb2	CW608N	59.5-61	1.6-2.5	38	Traces de Pb, Fe, Al, Ni, Sn	90-200	340-700
Cu Zn 39 Pb2	CW612N	58.5-60	1.6-2.5	39		90-200	400-700
Cu Zn 39 Pb3	CW614N	57-59	2.5-3.5	39		90-200	430-700

Structure typique du laiton au plomb



L'avantage du plomb:

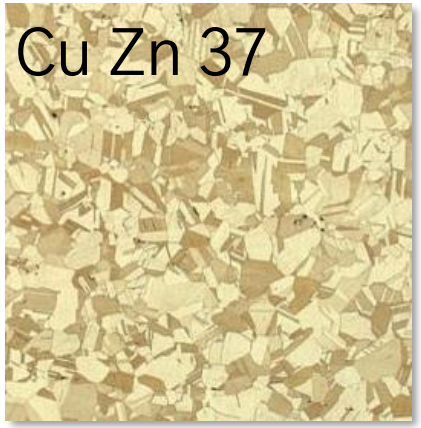
- Brise-copeaux
- Lubrifie la surface à travailler
- Bonne qualité de surface
- Très bonne durée de vie des outils

MIKRON TOOL

Le défi

Laiton sans plomb	DIN/EN	Cu%	Pb%	Zn%	Autres %	Dureté HV min-max	Rés.à la tract. Rm N/mm2 Min-max
Cu Zn 28	CW504L	71-73	0.8-1.6	~28		65-190	270-600
Cu Zn 30	CW505L	69-71	1.5-2.0	~30		65-190	270-630
Cu Zn 33	CW506L	67-68	1.6-2.5	~33		70-200	280-650
Cu Zn 35	CW507L	64-68.5	1.6-2.5	~35	Traces de Pb, Fe, Al, Ni, Sn	95-185	315-610
Cu Zn 37	CW508L	62-64		~37		70-200	300-700
Cu Zn 40	CW509L	59-61		~40		110-215	370-700
Cu Zn 42	CW510L	57-59		~42		90-150	425-700

Structure typique d'un laiton sans plomb



Le désavantage

Casse-copeaux difficile

Formation de la bavure

MIKRON TOOL

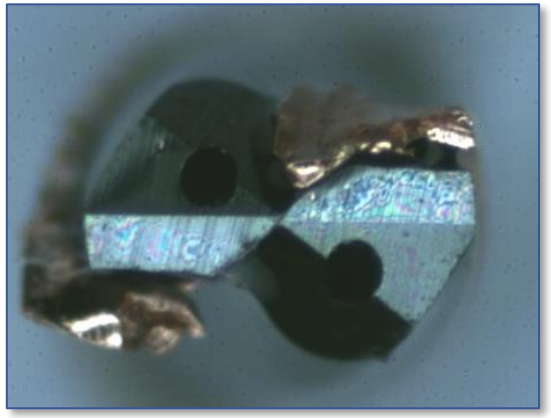
1

L’usinabilité du laiton sans plomb

L'usinabilité du laiton sans plomb

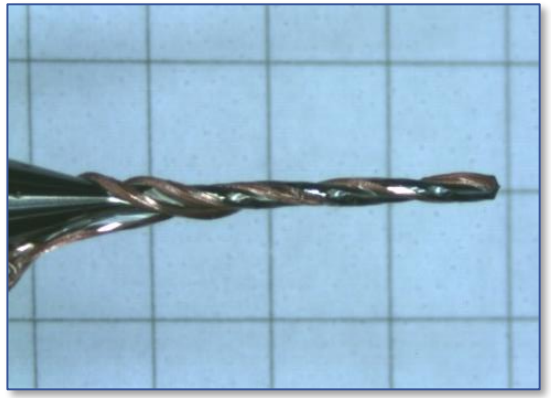
En n'utilisant pas de plomb, l'usinabilité de cet alliage est considérablement réduite:

- Copeaux longs
  - ➡ Gojures remplis avec des coupeaux
  - ➡ Casse du foret



- Collage de la matière sur le foret
  - ➡ Arrêtes de coupe rapportés
  - ➡ Casse des arêtes de coupe

- Augmentation de la formation de bavures sur la pièce
  - ➡ Besoin accru de post-traitement

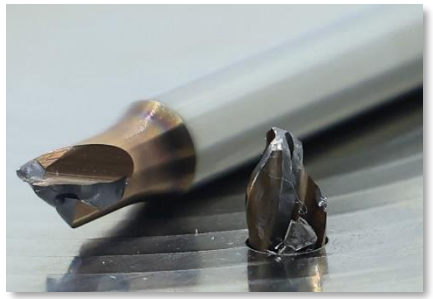


MIKRON TOOL

L’usinabilité du laiton sans plomb

Passer au laiton sans plomb, c’est pour l’industrie horlogère:

- Coûts d’outillage plus élevés
- Temps de cycle plus longs
- Casse d’outil et rebuts élevés



MIKRON TOOL

L’usinabilité du laiton sans plomb

Conclusion:

Développement d’outillages adaptés aux spécificités du matériau difficile ”laiton sans plomb” dans le but de :

- Produire des copeaux plus courtes et plus maniables
- Longue durée de vie
- Obtenir une bonne qualité de surface
- Précision de perçage
- Sécurité des processus

2

Forets efficaces pour laiton sans plomb

MIKRON TOOL

Perçage du laiton sans plomb

Propriétés spéciales du CrazyDrill SST-Inox (Type IN) :

Type IN

- Lubrification externe
- Revêtu

- Nouvelle géométrie de la pointe du foret avec préparation de l'arête de coupe
- Conception conique innovante
- Gojures dégressifs
- Gojures polis
- Revêtement haute performance
- Carbure spécialement développé

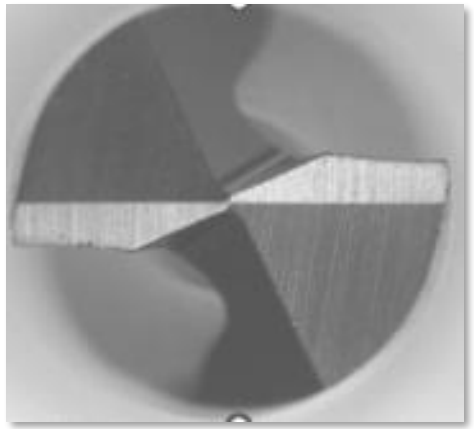
MIKRON TOOL

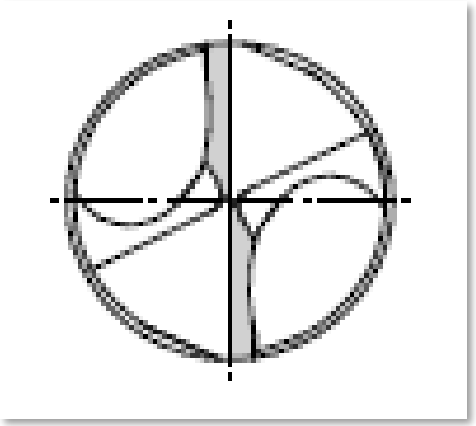
Perçage du laiton sans plomb

Propriétés spéciales du CrazyDrill SST-Inox (Type IN) :

- Nouvelle géométrie de pointe
  - → Le centre du foret réduit avec précision
  - → Bon autocentrage

  Géométrie innovante
  - → Brise-coupeaux



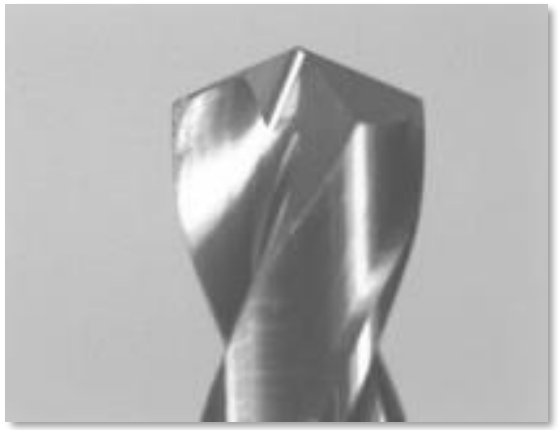


- Préparation de l'arête de coupe

  Le coin de coupe stable protège contre la casse

  - → Durée de vie plus longue
  - → Sécurité des processus

  Meilleure adhérence du revêtement



MIKRON TOOL

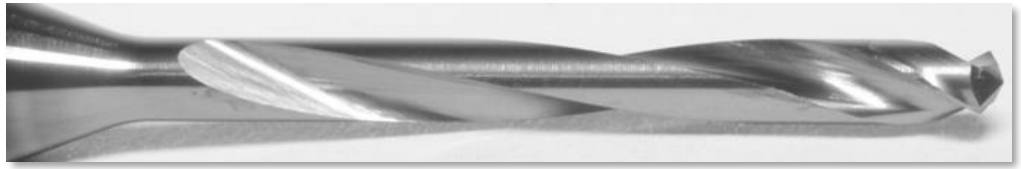
Perçage du laiton sans plomb

Propriétés spéciales du CrazyDrill TYPE IN :

- Gojures dégressifs
  Commence avec 32°
  → géométrie de coupe idéale pour le **laiton sans plomb**

- Gojures dégressifs
  pour finir à 12°
  → pas de bourrage de copeaux → Gojures propres

- Gojures polis
  Surface très lisse
  → Évacuation des coupeaux facile



- Section du foret constante (technologie innovante)
  → construction robuste → évite la casse

MIKRON TOOL

Perçage du laiton sans plomb

Propriétés spéciales du CrazyDrill TYPE IN :

- Carbure:
  Haute ténacité à la rupture, résistance à l'usure

- Revêtement
  Faible coefficient de frottement
  Faible adhérence du matériau, empêche le collage

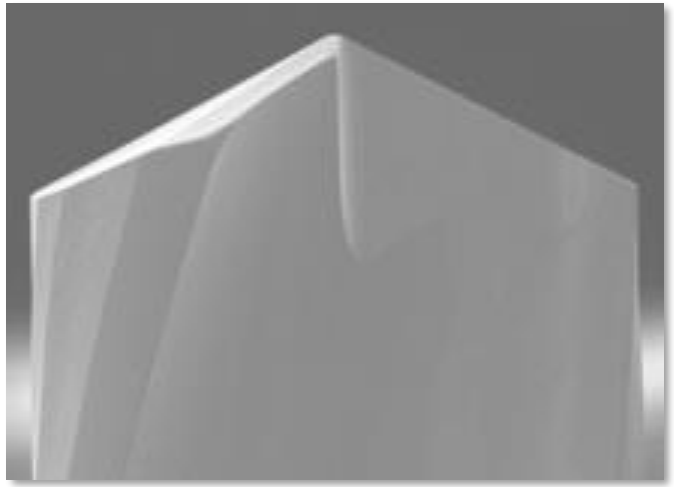


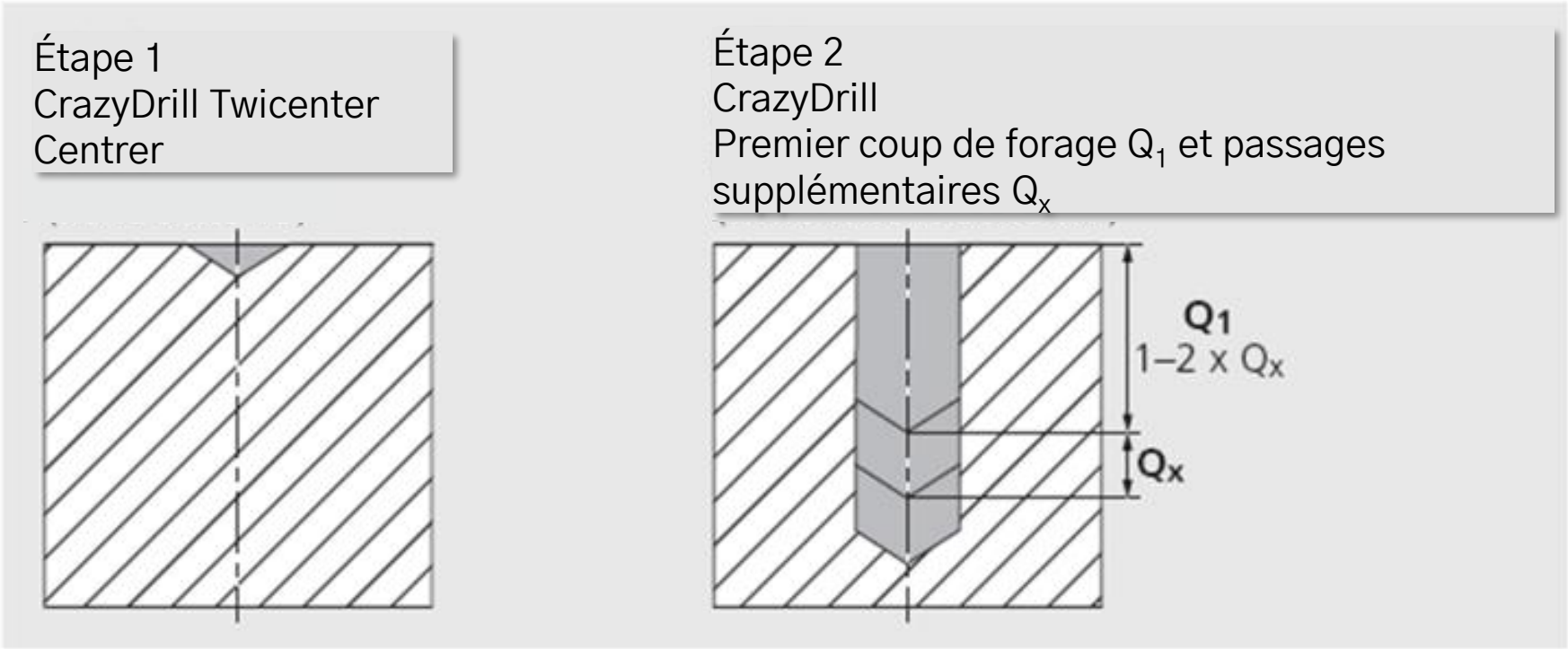
Image :
CrazyDrill ø 0.3 mm
Revêtement avec un lissé de couche extrême

MIKRON TOOL

Perçage du laiton sans plomb

Le processus de perçage :

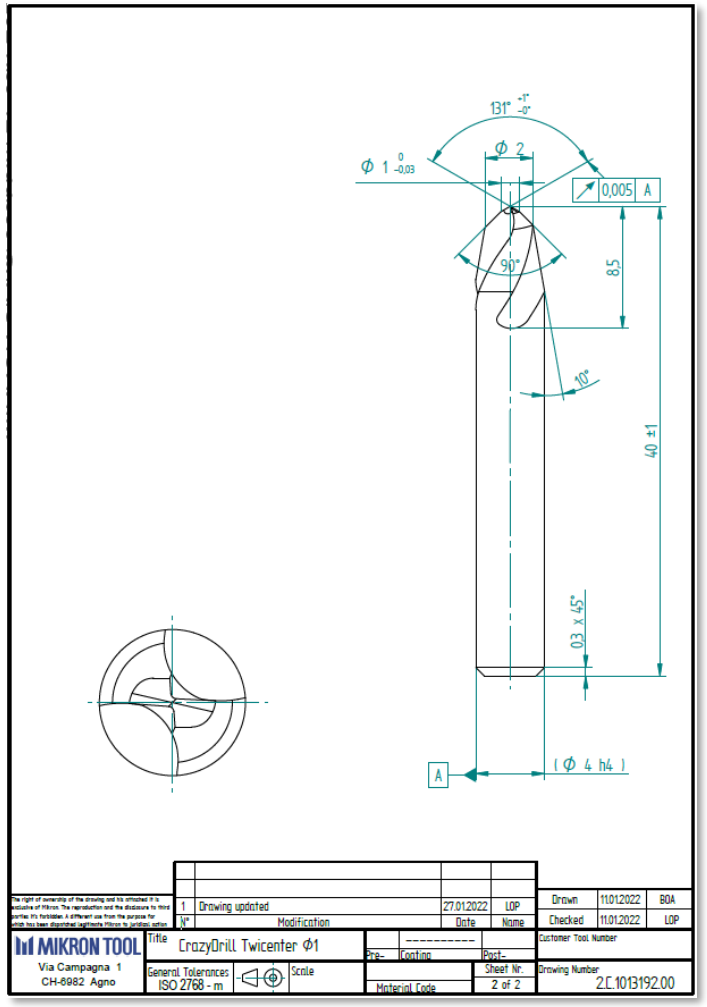
Perçage selon DIN 66025 / PAL
G83 Cycle de perçage profond avec brise-copeaux et débourrage
Q = profondeur de l'étape de perçage respective



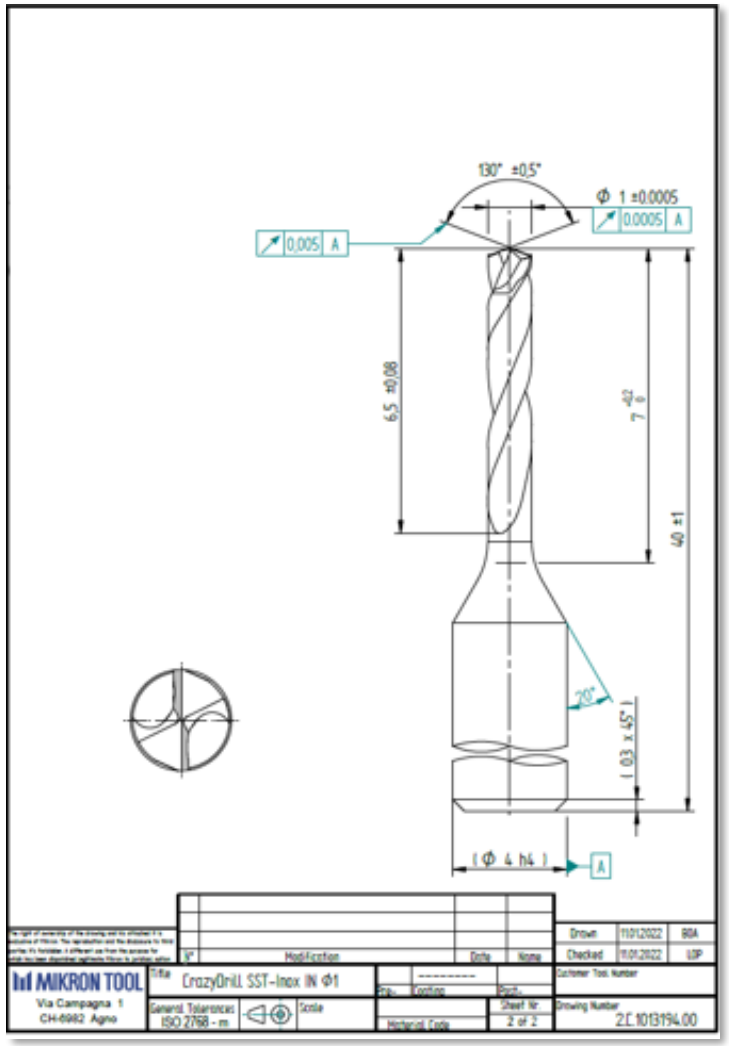
MIKRON TOOL

Le processus de perçage

Centreur



Foret Ø1



MIKRON TOOL

3

Le résultat

MIKRON TOOL

Le résultat

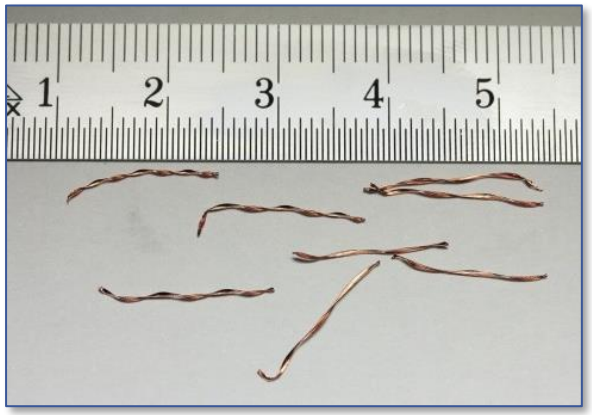
CRAZYDRILL by Mikron Tool SST-Inox

Matériaux à copeaux longs : Cuivre, laiton sans plomb

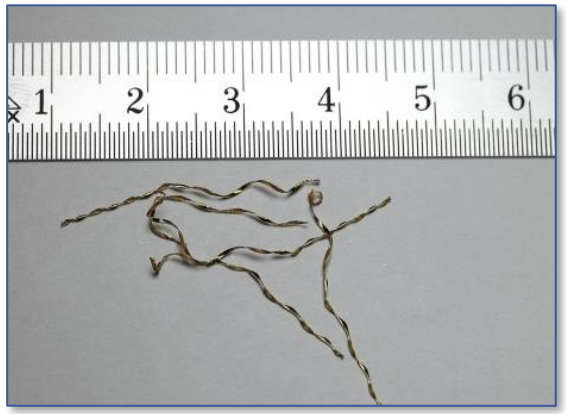
Avec CrazyDrill SST-Inox, **hélice de 12°**

- Aucun enroulement ou coincement des copeaux dans les goujures
- Copeaux «s'envolent» à la sortie du trou (à chaque débouchement)

Données de coupe recommandées :
v_c 50 m/min, f 0.1 mm/tour
Profondeur par passage 2 x d à 4 x d



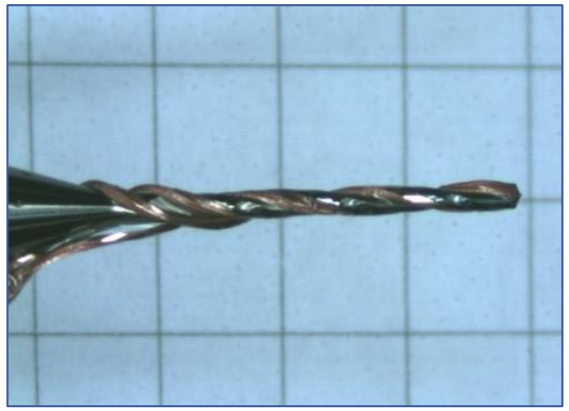
cuivre



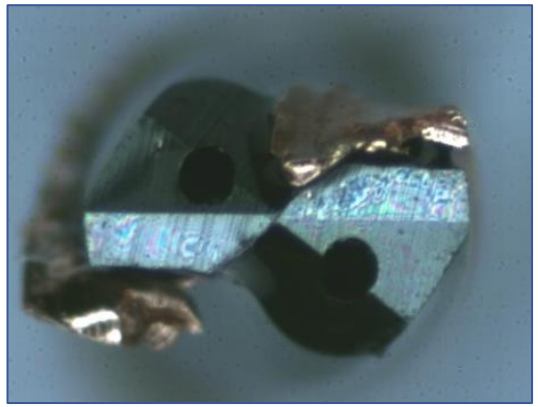
laiton sans plomb

Avec un foret **hélice 25°**

- Copeaux enroulés malgré un débourrement régulier
- Casse du foret sans débourrement



Enroulement des copeaux



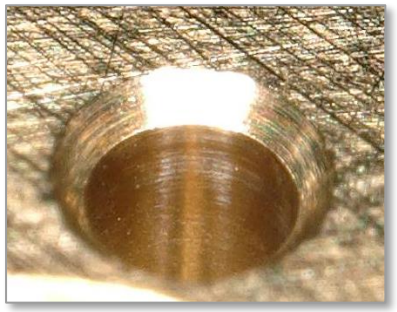
coincement des copeaux

MIKRON TOOL

CrazyDrill SST–Inox

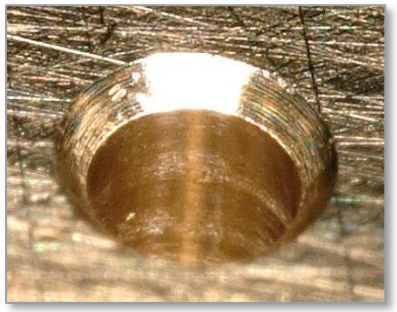
Le résultat : une très bonne qualité de perçage

Entrée 1° perçage



Sortie 1° perçage

Entrée 600° perçage



Sortie 600° perçage

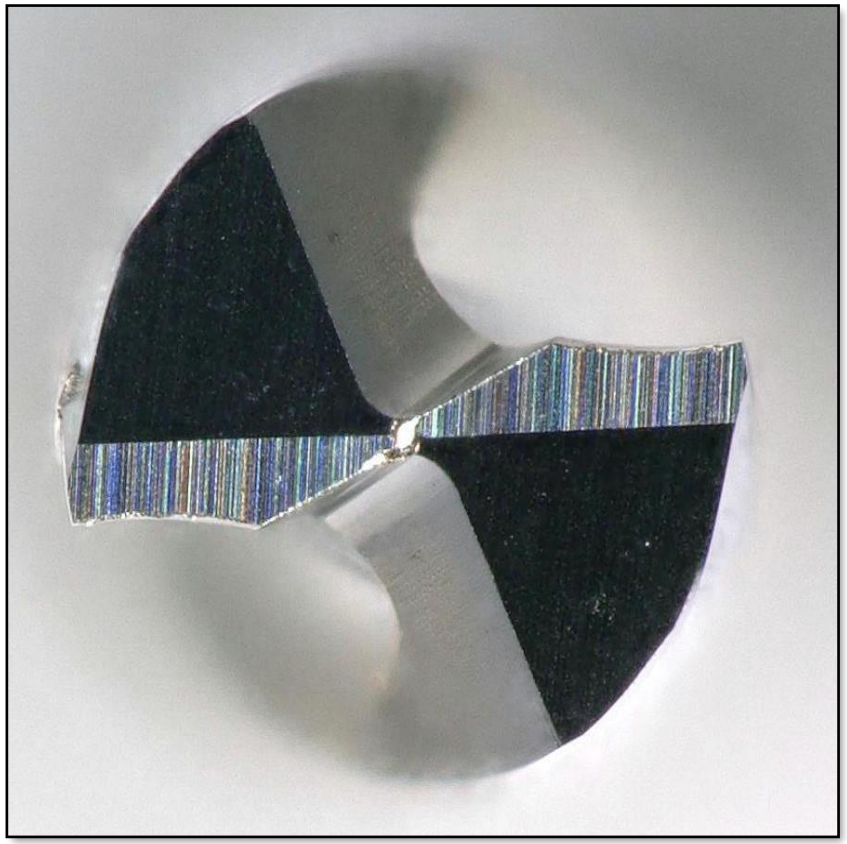
Entrée 3300° perçage

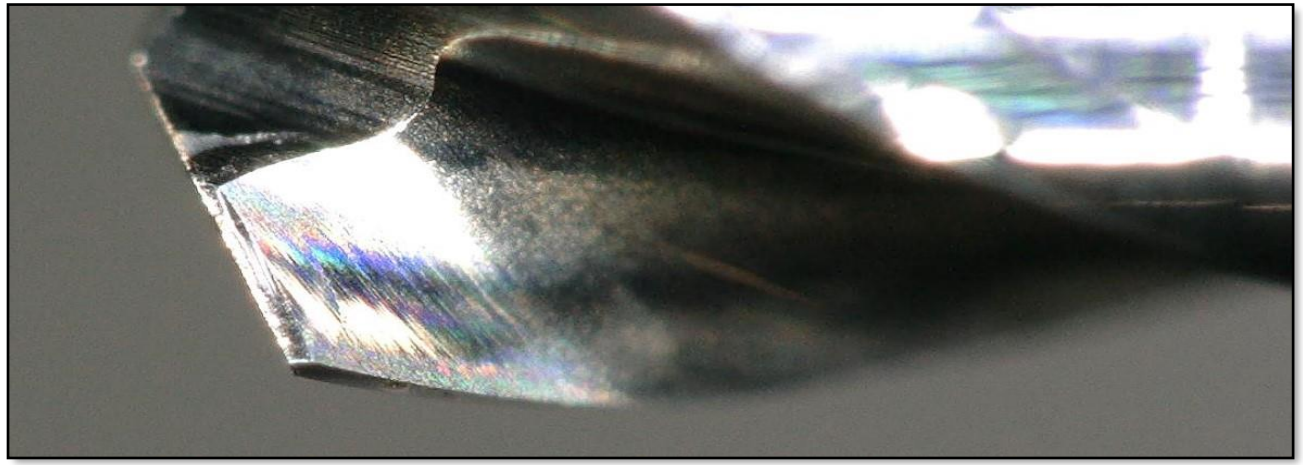
Sortie 3300° perçage

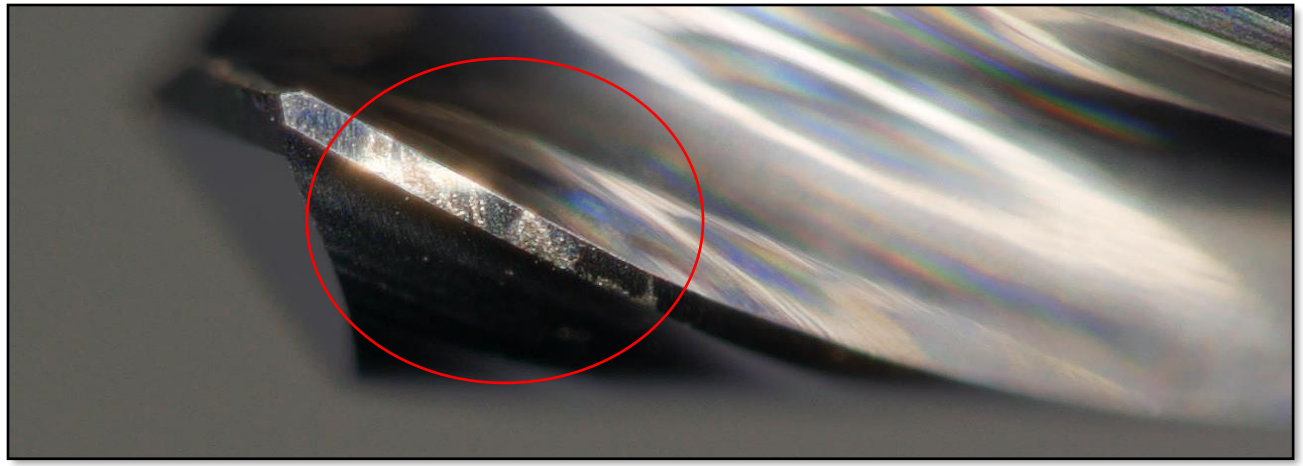
MIKRON TOOL

CrazyDrill SST-Inox

Résultat : état du foret après 3300 trous







Très bonne condition

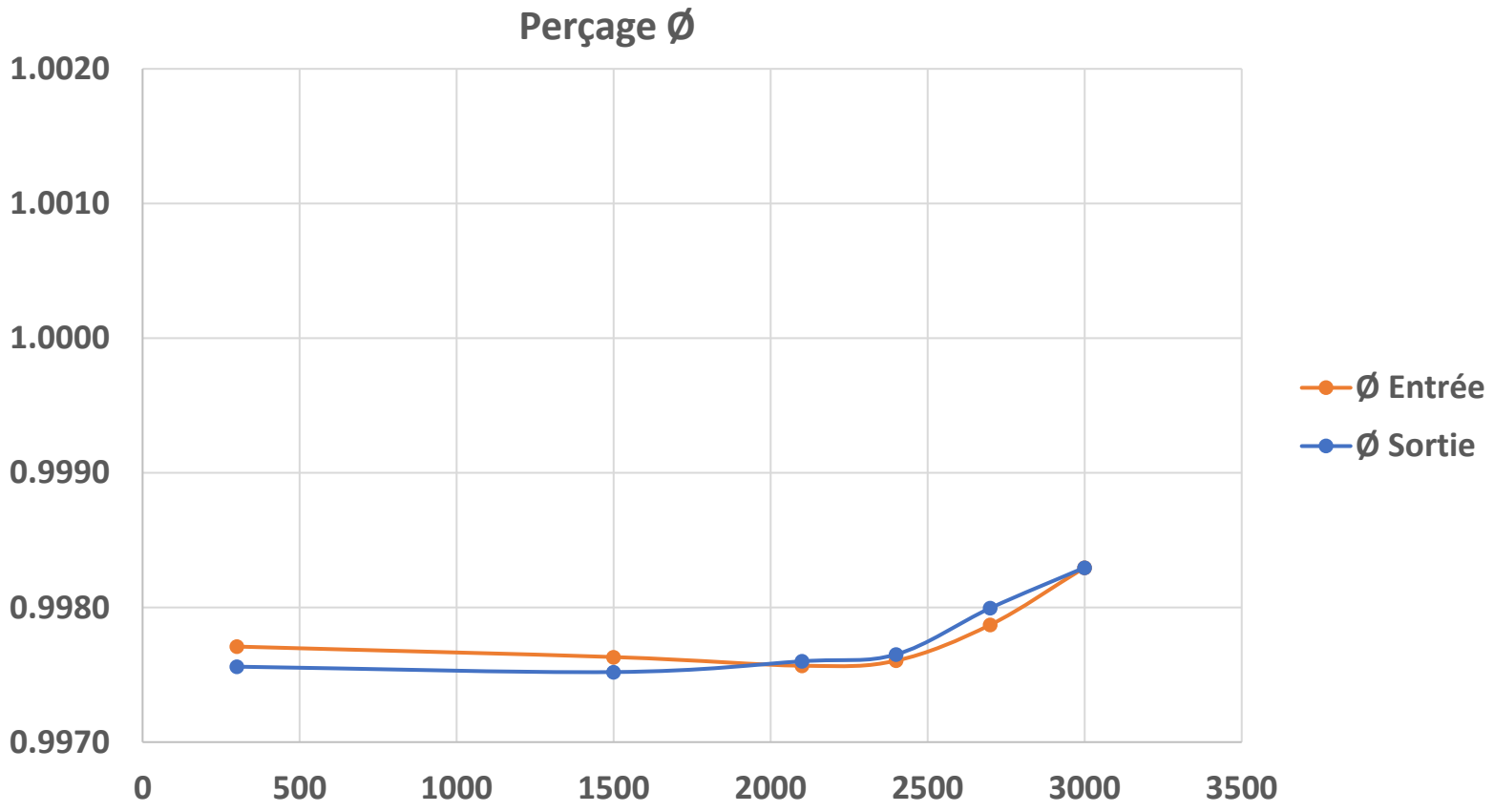
MIKRON TOOL

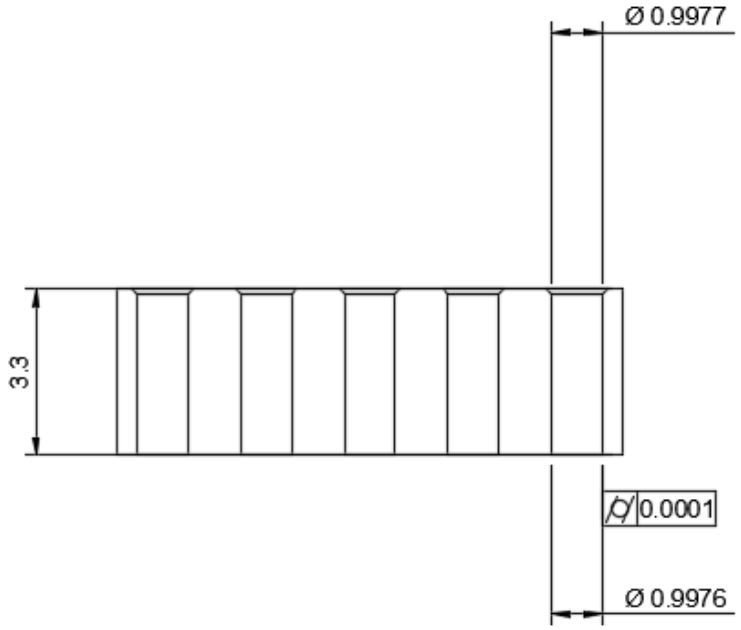
CrazyDrill SST-Inox

Très bonne condition :

Avec 3000 perçages, l'écart est inférieur à 1 µm

Diamètre entrée / sortie selon nombre d'alésages





MIKRON TOOL

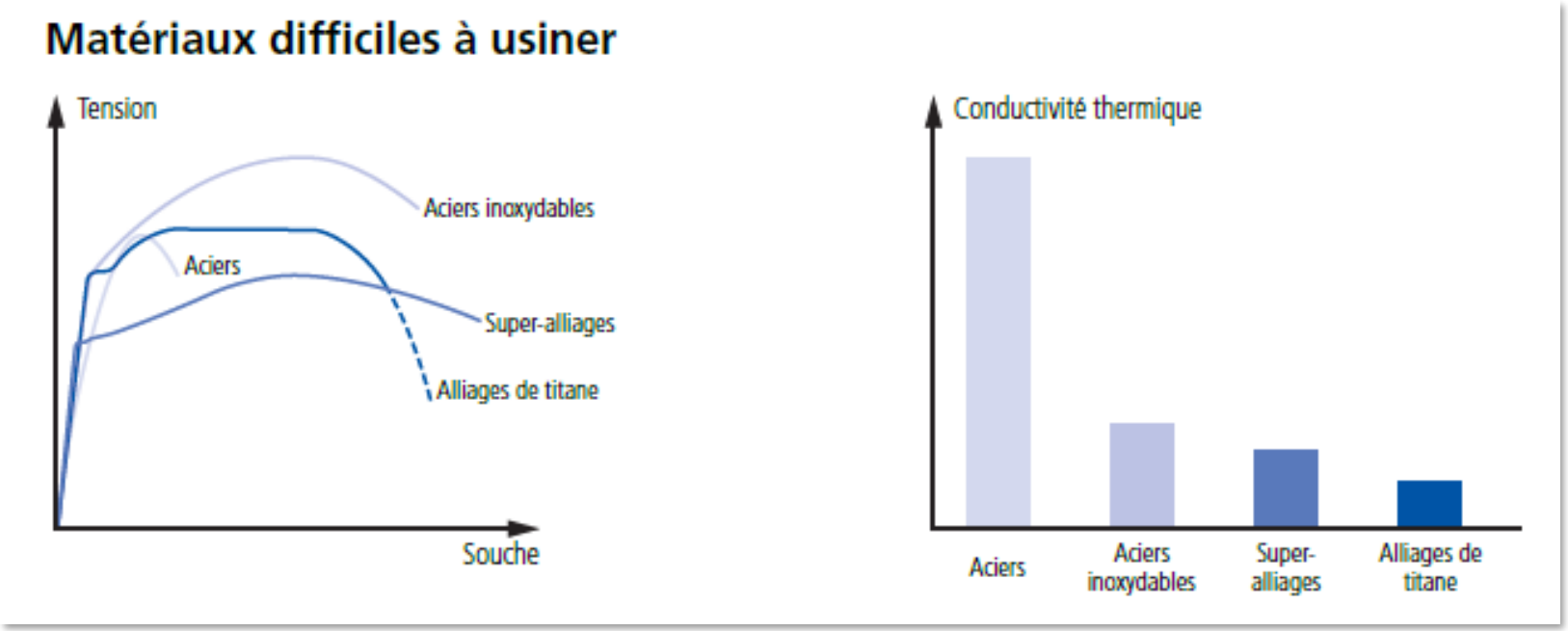
Micro–fraisage d’acier inoxydable et de titane

1

Usinage des super matériaux

Micro-fraisage d'acier inoxydable et de titane

Propriétés d'usinage des super matériaux



- Aciers inoxydables et titane : haute ténacité et faible conductivité thermique.
- Des températures extrêmes se produisent au niveau des arêtes de coupe lors de l'usinage.
- Le résultat:
  usure élevée de l'outil

MIKRON TOOL

2

Solutions

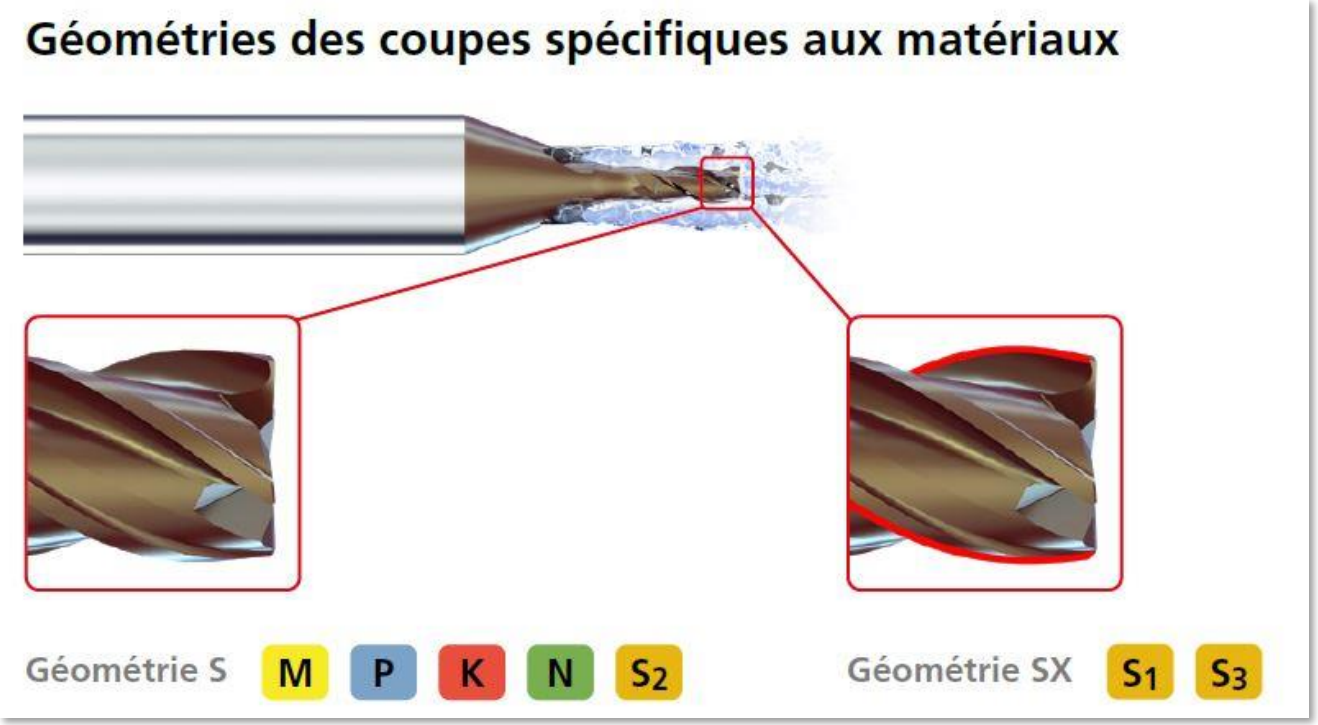
MIKRON TOOL

Micro-fraisage d'acier inoxydable et de titane

Solution 1: Géométries d'arête de coupe spécifiques au matériau S et SX

Géométrie S pour les aciers inoxydables, les aciers doux, la fonte, les métaux non ferreux (**comme le laiton sans plomb !)** et le titane.

Kc1.1 < 2250 N/mm²



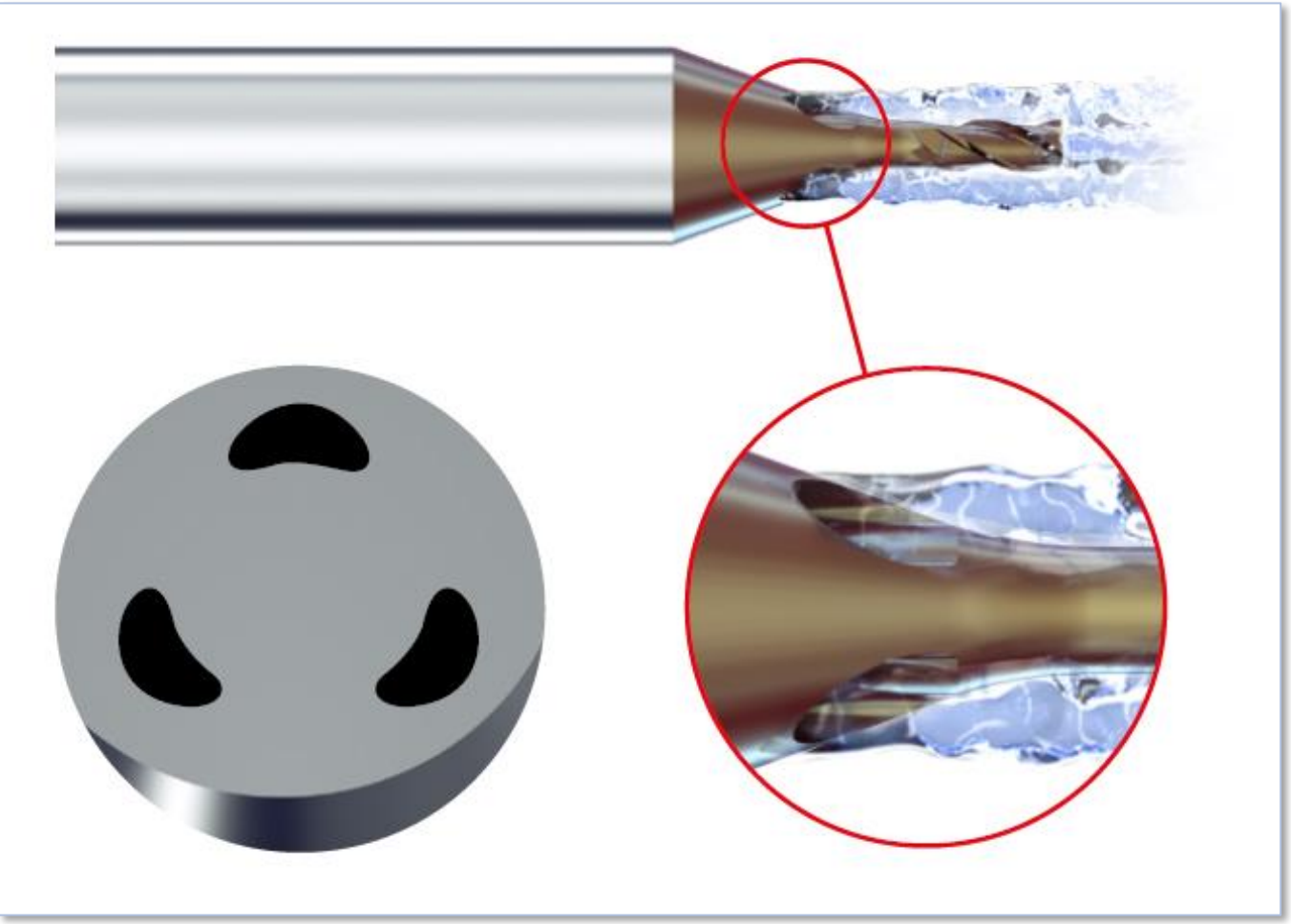
Géométrie SX pour alliages réfractaires (Inconel, Monel, Nilo, Hastelloy, etc.) et alliages CoCr.

Kc1.1 > 2250 N/mm²

MIKRON TOOL

Micro-fraisage d'acier inoxydable et de titane

Solution 2: Concept de refroidissement innovant même avec Ø 0,2 MM



Canaux de refroidissement intégrés dans la queue

- Refroidissement massif des tranchants

  → **vitesses de coupe élevées**
  → **volume copeaux plus élevé**

- Elimination constant des copeaux de la zone de fraisage

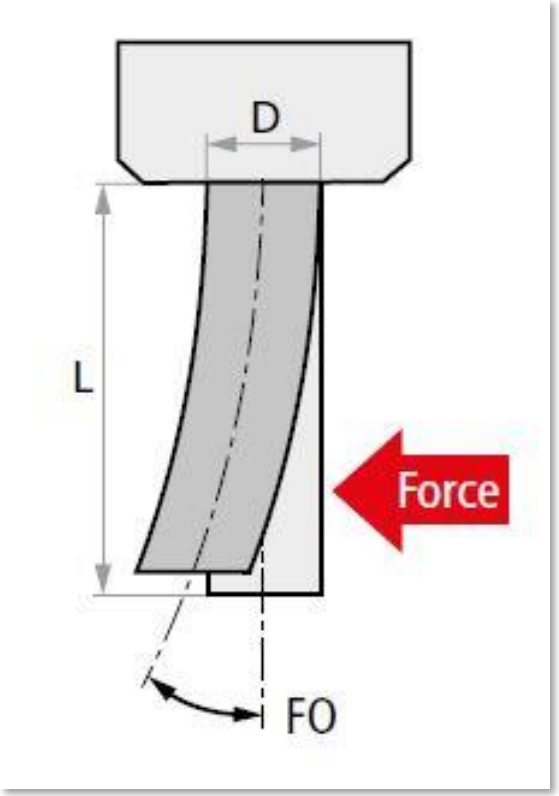
  → La fragmentation multiple est évitée
  → La fraise et la surface ne sont pas endommagées

  → **durée de vie élevée**
  → **excellent état de surface**

MIKRON TOOL

Micro-fraisage d'acier inoxydable et de titane

Défi : déviation de l'outil



- Avec de **petits diamètres d'outil**, la déviation de l'outil est un problème important.
- Les exigences élevées du micro-usinage exigent d'éviter **les écarts dimensionnels** causés par la déviation de l'outil.
- Dans le cas de matériaux difficiles à usiner, le problème est exacerbé en raison **des efforts de coupe plus élevés.**

Micro-fraisage d'acier inoxydable et de titane

Solution : Géométrie spéciale avec capacité de coupe et stabilité optimales

Type d'arête de coupe	Flexion	Stabilité de l'arête de coupe
Pointu	🟢	🔴
Arrondi	🔴	🟢
CrazyMill Cool Micro	🟢	🟢

- Une géométrie spécialement développée allie capacité de coupe et robustesse

  → minimiser la déviation de l'outil
  → meilleure stabilité de l'outil

  → **volume d'asportation plus élevé**
  → **haute fidélité de forme**
  → **durée de vie plus longue**

MIKRON TOOL

Micro-fraisage d'acier inoxydable et de titane

Défi : miniaturisation des outils

Plus la section transversale de l'outil est petite, plus il est difficile de rectifier des **géométries complexes** tout en respectant les exigences de qualité et les tolérances.

MIKRON TOOL

Micro-fraisage d'acier inoxydable et de titane

Solution : Nuance carbure ultra-fine et dernière technologie de revêtement

- **Nuances de carbure** ultra-fines avec une résistance à l'usure et une ténacité à la rupture élevées avec des tailles de grains inférieures à 0,5 µm.

- **Revêtement eXedur SNP** pour des températures de fonctionnement extrêmes

  → excellente résistance à l'usure
  → Surface polis du revêtement
  → Précision d'épaisseur du revêtement
  → Protection uniforme des contours

  → **grande sécurité de processus**
  → **durée de vie élevée**

Le résultat:

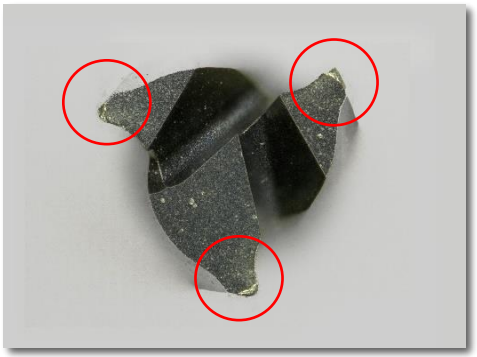
Mikron Tool Micro-fraise

Neuf

Usure des arêtes après 20 m en alliage CoCr

Micro-fraise standard

Neuf



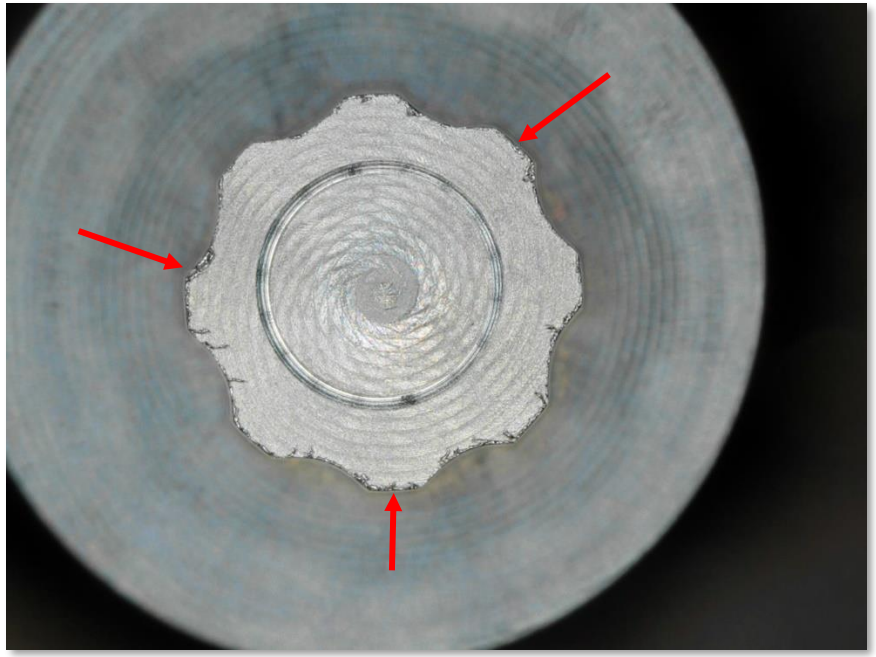
Usure des arêtes après 7 m en alliage CoCr

MIKRON TOOL

Micro-fraisage d'acier inoxydable et de titane

Défi : formation de bavures

→ Formation massive de bavures sur des matériaux durs avec des fraises conventionnelles



Solution Mikron Tool : Géométries spécifiques aux matériaux

→ Capacité de coupe parfaite
→ La formation de bavures est presque complètement évitée

→ Pas de post-traitement du composant
→ Excellente surface

MIKRON TOOL

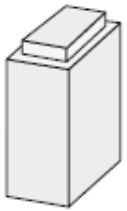
3

Le résultat

Test avec la CrazyMill Cool Micro

Durée de vie plus longue lors du fraisage d'un support

Usinage : Contournage
Profondeur de fraisage : 1.25 mm;
Largeur de fraisage : 1.0 mm;
Longueur totale : 60 mm;
Type de refroidissement : huile de coupe



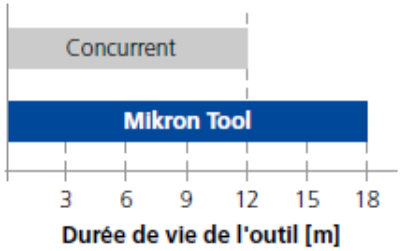
Alliage de titane : 3.7165 / TiAl6V4 / ASTM B348 S_2

Outil : CrazyMill Cool Micro - **Géométrie S**
Diamètre : 0.5 mm

Données de coupe :

Micro-fraise conventionnelle		CrazyMill Cool Micro	
v_c = 40 m/min	f_z = 0.008 mm	v_c = 60 m/min	f_z = 0.01 mm
a_p = 0.04 mm	a_e = 0.08 mm	a_p = 0.50 mm	a_e = 0.10 mm

Résultats :



	N° pièces
Micro-fraise conventionnelle	**50**
CrazyMill Cool Micro	**100**

2 x

CRAZYMILL™ by Mikron Tool
Cool Micro

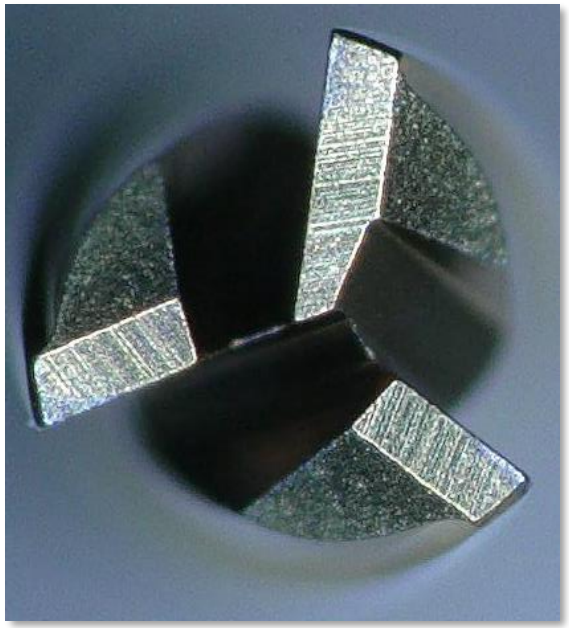
La géométrie d'arête de coupe S du CrazyMill Cool Micro conduit à des durées de vie nettement plus longues lors de l'usinage d'un alliage de titane de grade 5

MIKRON TOOL

Exemples d'application des micro-fraises hautes performances

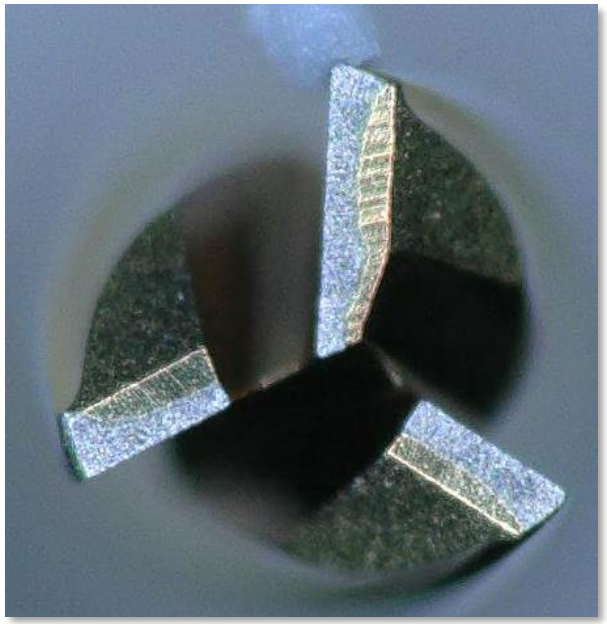
Test avec la CrazyMill Micro

Typ C (5xØ)



Matière:	**Ti gr 5 / 3.7165**
Ø outil:	0.5 mm
Typ	C (5xØ)
n:	38200 rpm
fz:	0.018 mm/z
Ap:	0.5 mm
Ae:	0.05 mm

Longueur usinée : 30 m



CRAZYMILL™ by Mikron Tool

Cool Micro

Matière:	**316L / 1.4435**
Tool Ø:	0.5 mm
Typ:	C (5xØ)
n:	38200 rpm
fz:	0.010 mm/z
Ap:	0.5 mm
Ae:	0.05 mm

Longueur usinée : 20 m

MIKRON TOOL

MIKRON TOOL

crazy about cool tools

Micro milling cutter

CrazyMill Cool Micro

MIKRON TOOL

Résumé

Résumé:

Perçage du laiton sans plomb

Forets efficaces pour laiton sans plomb

- Nouvelle géométrie de pointe
- Conception conique innovante
- Gojures dégressifs
- Gojures polis
- Revêtement haute performance

Le bénéfice pour l'utilisateur

- Produire des coupeaux plus courtes et plus maniables
- Longue durée de vie
- Très bonne qualité de surface
- Précision du trou
- Sécurité des processus

Forets efficaces pour laiton sans plomb

Nouvelles fraises hautes performances pour les matériaux exigeants

- Géométrie de coupe spécifique au matériau S et SX
- Grande stabilité et robustesse de l'arête de coupe
- Concept de refroidissement innovant et hautement efficace
- Nuance carbure ultra-fine et revêtement homogène

Le bénéfice pour l'utilisateur

- Excellente qualité de surface
- Processus de fraisage jusqu'à 3 fois plus court
- Durée de vie jusqu'à 2 fois plus longue
- Fiabilité maximale du processus dans les conditions les plus difficiles
- Pièce presque sans bavure

MIKRON TOOL

Sandro Tomasina
Head of Sales Switzerland
Mikron Switzerland AG
Division Tool
Via Campagna 1
6982 Agno
Tel. +41 91 610 40 00
mto@mikron.com
www.mikrontool.com

Merci pour votre attention !

MIKRON TOOL