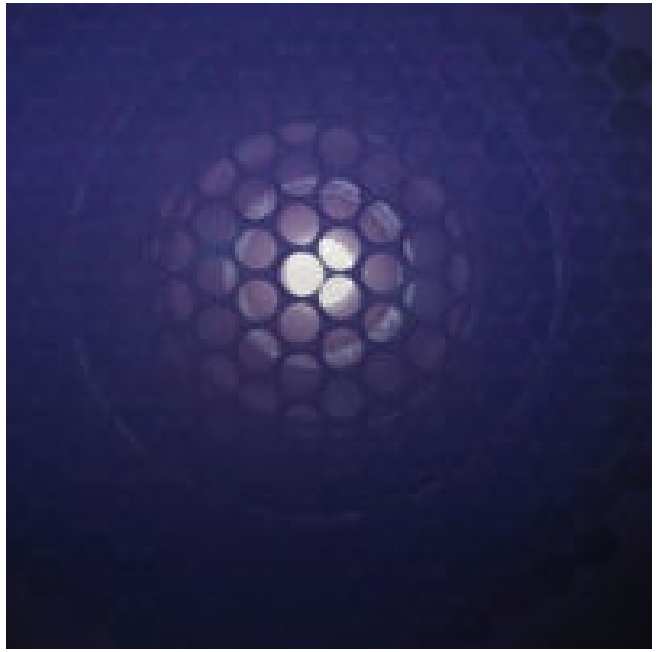
ta-C DLC: une réussite technique

14ÈME SÉMINAIRE D'USINAGE SWISSMEM

«La rencontre des spécialistes du micro-usinage»

LAUSANNE
11.5.2022
AQUATIS HÔTEL
(FRANÇAIS)



Dr. Ing. Claudio Ghielmetti
Argor -Aljba SA
Sales & Marketing Manager

ARGOR-ALJBA
DLC & Superior coatings

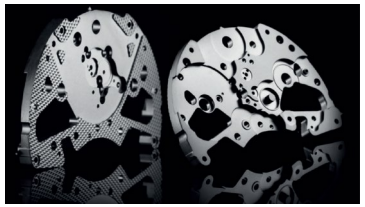
SWISSMEM

ta-C DLC: une réussite technique

- **Argor-Aljba** est le partenaire compétent pour le conseil et la production de revêtements nanotechnologiques dans les secteurs de l'industrie et du luxe
- **Argor-Aljba** est spécialisé dans les revêtements DLC.

BU Outils / Mécanique

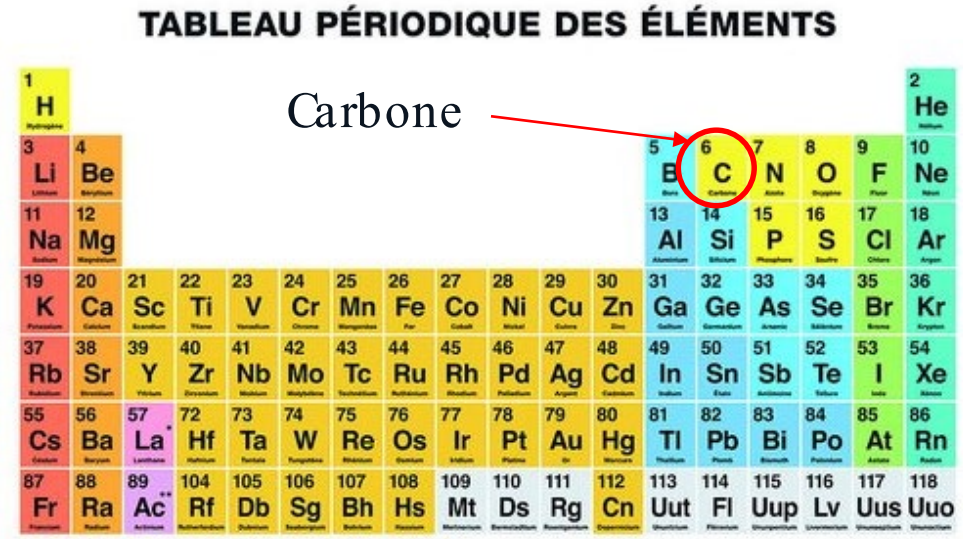
BU Horlogerie / Joaillerie

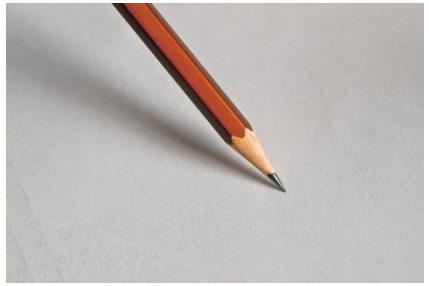


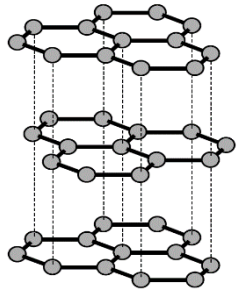
ta-C DLC: une réussite technique

- Défi
  - Les réglementations environnementales, les industries médicales et du luxe posent de nouveaux défis techniques à la transformation des matériaux et au revêtement esthétique et fonctionnel des composants finis
- Solution
  - Les derniers revêtements ta-C DLC avec technologie de dépôt brevetée sont la solution efficace

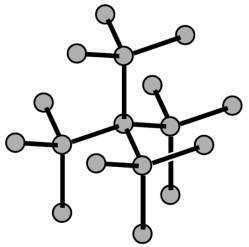
Informations générales sur Diamond-Like Carbon (DLC)



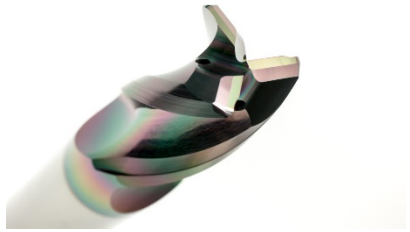


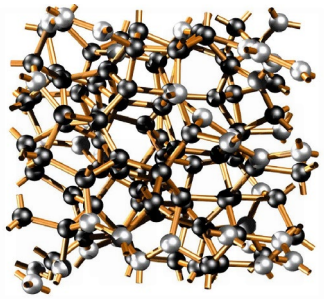


Graphite



Diamant



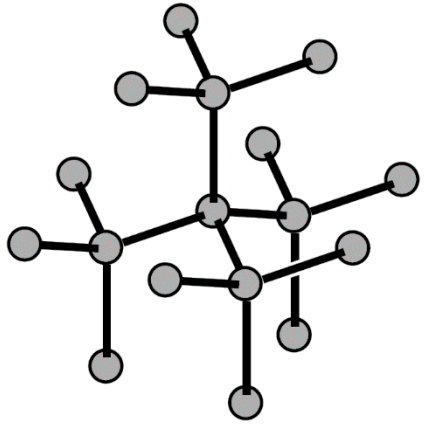


ta-C

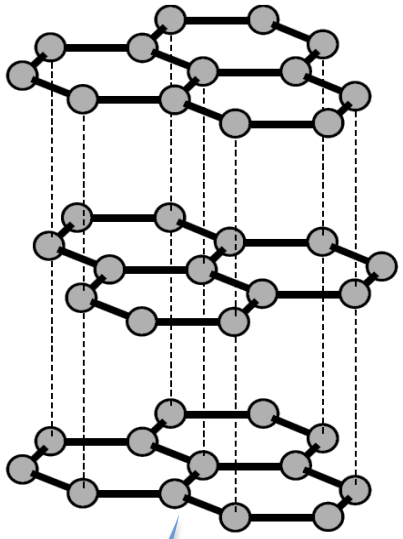
Informations générales sur Diamond-Like Carbon (DLC)

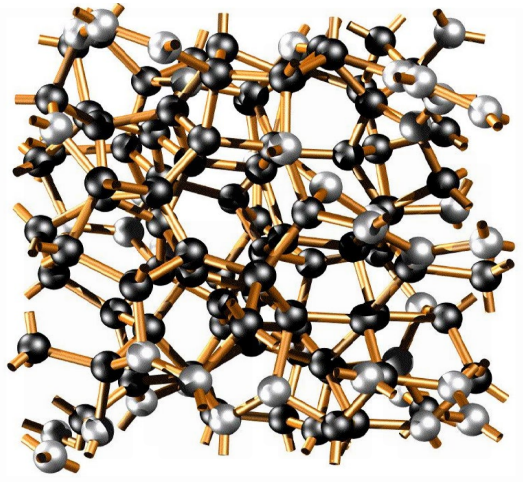
Structure atomique des couches de carbone

Diamant
(cristalline)
sp3-Hybride



Graphite
(structure cristallines hexagonales) sp2





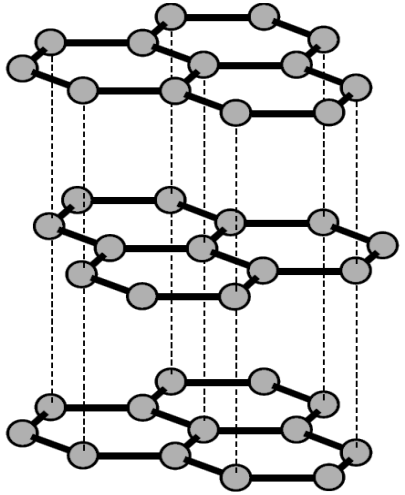
Couche de carbone amorphe
hybridation sp2/sp3

ARGOR-ALJBA
DLC & Superior coatings

SWISSMEM

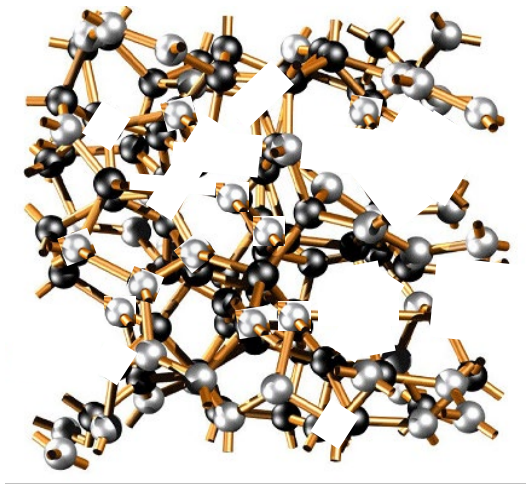
Structure des couches de carbone amorphe

Graphite



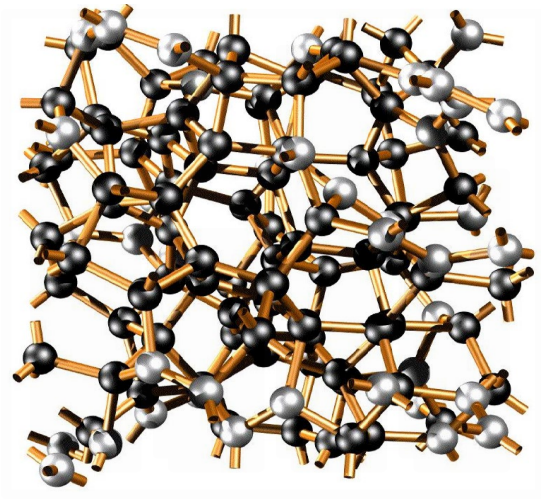
0 % sp^3
Densité 2,26 g/cm^3

Carboneamorphe
a-C



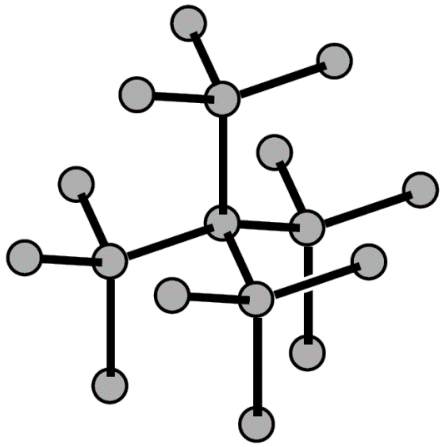
19 % sp^3
Densité 2 g/cm^3

Carbone amorphe tétraédrique
ta-C



70 % sp^3
Densité 3,0 g/cm^3

Diamant



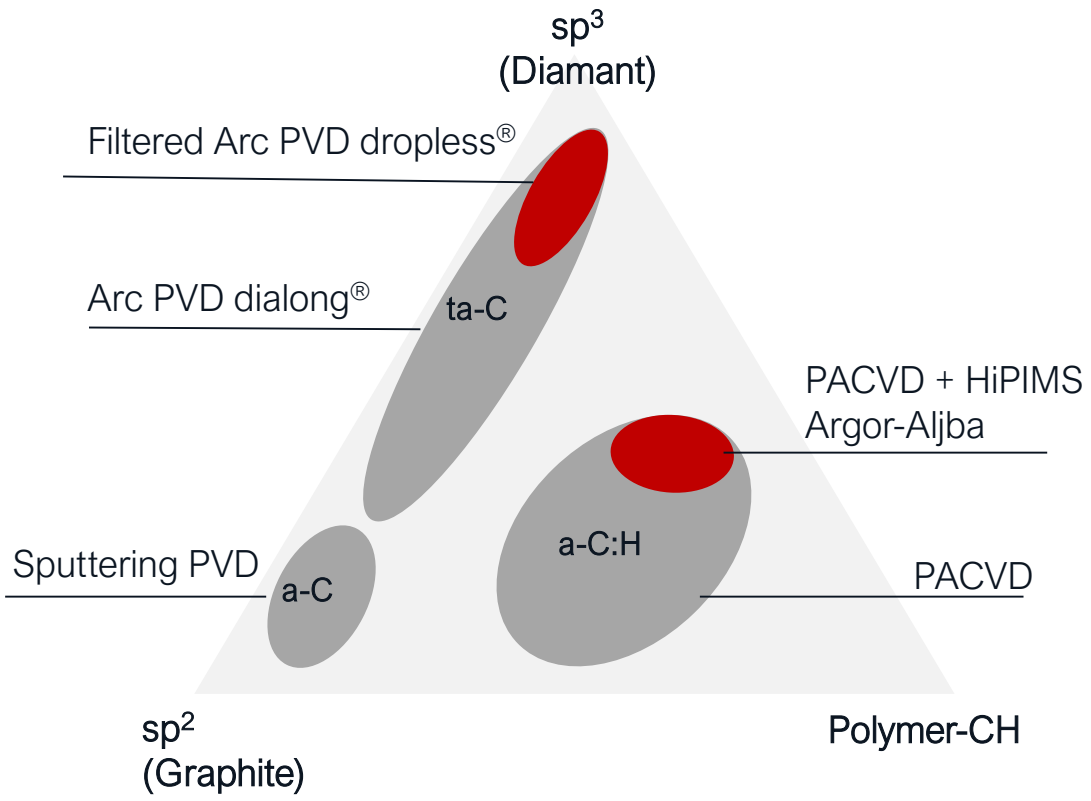
100 % sp^3
Densité 3,52 g/cm^3

Informations générales sur Diamond-Like Carbon (DLC)

sp3 - (Diamant): le carbone configuré sp3 est du diamant pur, connu pour son extrême dureté

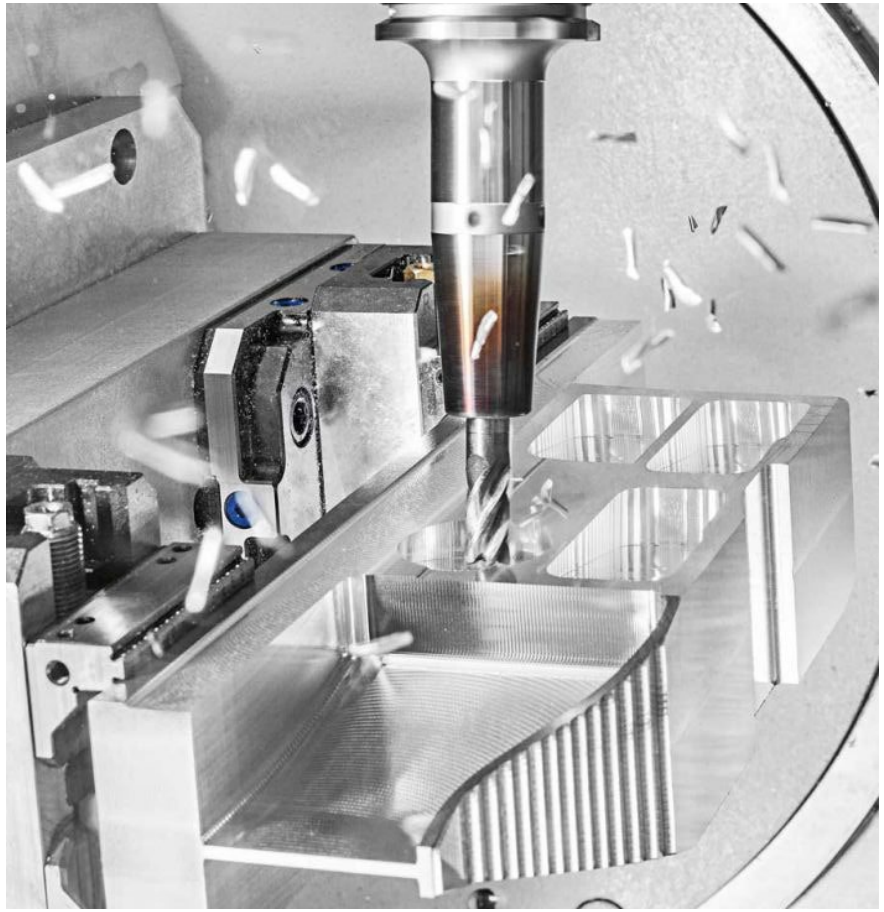
Polymer-CH: le procédé PACVD incorpore de l'hydrogène dans la couche de film de carbone. En conséquence, la dureté de la couche diminue et conduit à des températures d'application basses

sp2 - (Graphite): le carbone configuré sp2 est un matériau noir et très doux. Plus la proportion de cette forme de carbone dans le revêtement est grande, plus la couche devient molle



Domaines d'application

- Usinage des alliages non ferreux
- Réduction des frottements
- Protection contre la corrosion
- Usinage du graphite et des composites renforcés
- Protection des outils médicaux
- Revêtement décoratifs



Défis lors de l'usinage de matériaux non ferreux

- Lors de l'usinage de matériaux non ferreux, les mécanismes d'usure de l'outil diffèrent de l'usinage de l'acier
- L'un des principaux défis est de garder les arêtes de coupe propre et de réduire la formation d'arêtes rapportées
- Il est donc important de garder l'épaisseur de la couche la plus fine possible
- Ces exigences sont satisfaites en déposant des revêtements ta-C sur des outils de coupe spécifiques à l'usinage des métaux non ferreux et des plastiques

Avantages des revêtements ta-C

- Les revêtements ta-C aident à réduire l'adhérence de l'aluminium aux arêtes de coupe
- En raison de la dureté élevée du revêtement, une épaisseur de revêtement inférieure à 1 µm (généralement entre 0,3 et 0,8 µm) est généralement suffisante pour les outils de coupe tels que les forets, les fraises en bout, les alésoirs, les plaquettes de fraisage

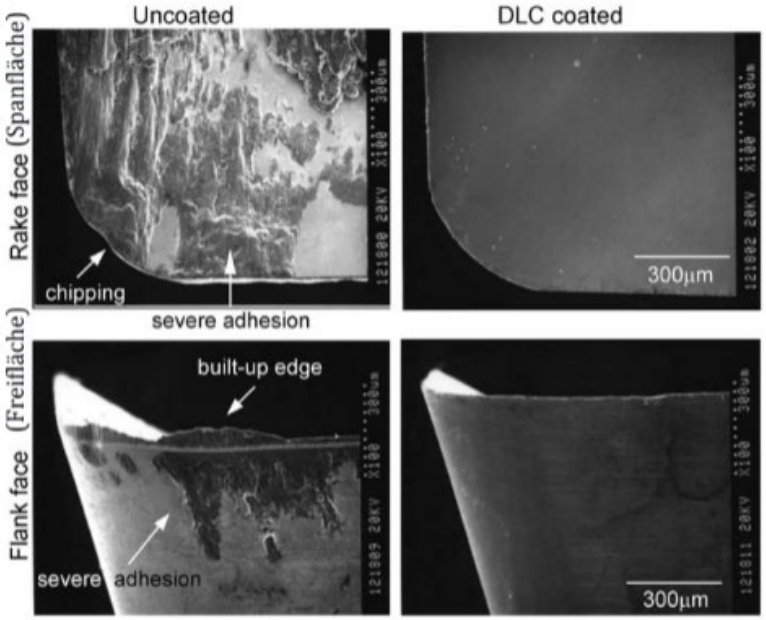
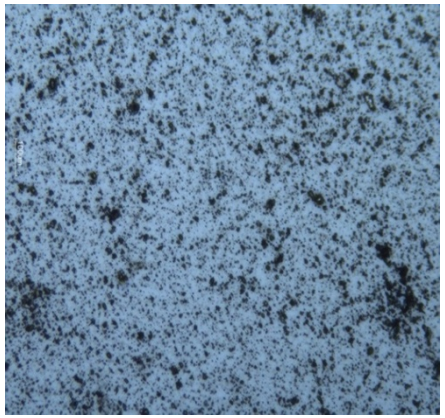


Fig. 4. SEM Aufnahme der Spanfläche und der Freifläche nach dem trocken Fräs- Test von einer AlCu2.5Si18 Legierung (Schneidlänge 36 m).

Processus de dépôt

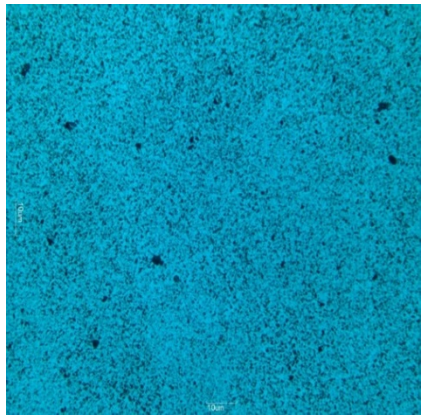
- L'effet négatif de l'évaporation à l'arc est la génération de macroparticules ou de gouttelettes et donc d'un revêtement rugueux



10um

Concurrent 1
ta-C

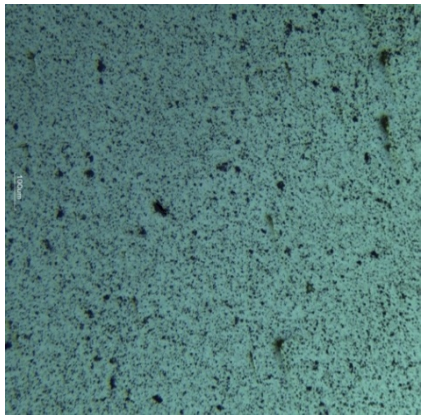
32%



10um

Concurrent 2
ta-C

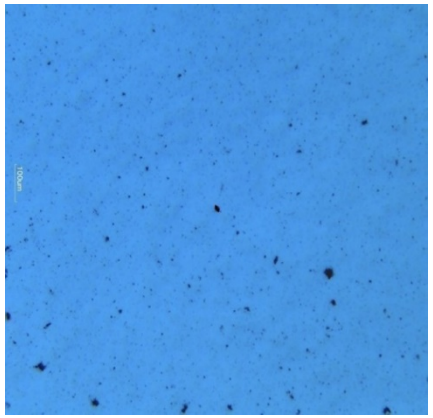
28%



10um

Argor-Aljba
dialong®

18%



10um

Argor-Aljba
dropless®

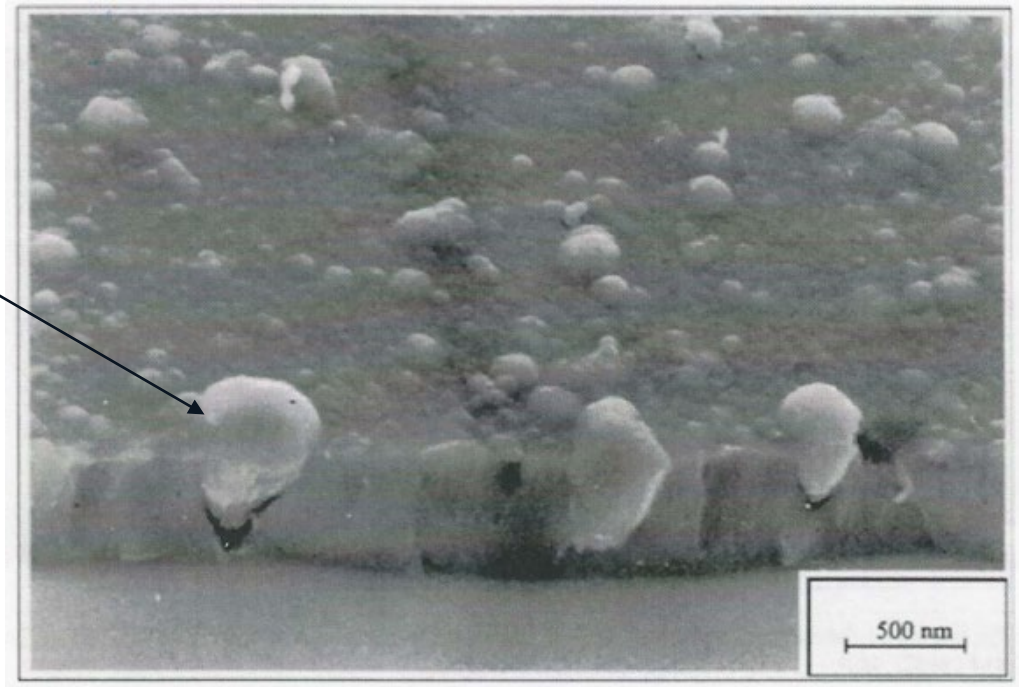
2%

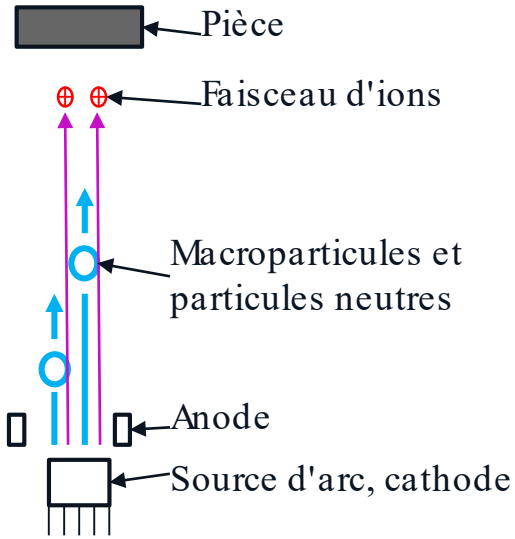
Pourcentage = surface couverte de gouttelettes

Évaporation à l'arc : méthode traditionnelle

- Le dépôt de revêtements durs ta-Ca traditionnellement été effectué à l'aide de la technologie d'évaporation à l'arc cathodique

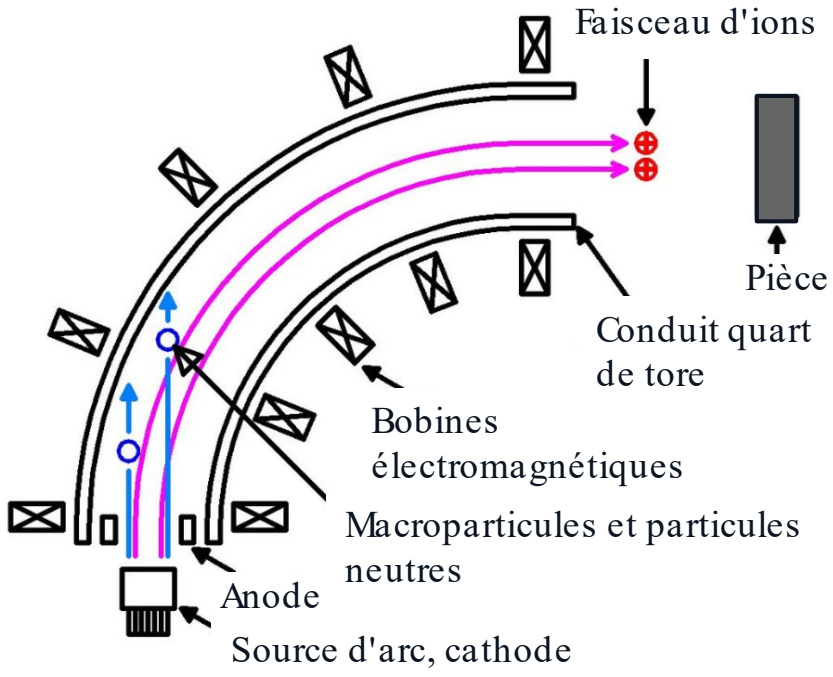
Macroparticules





Évaporation à l'arc : méthode de filtrage

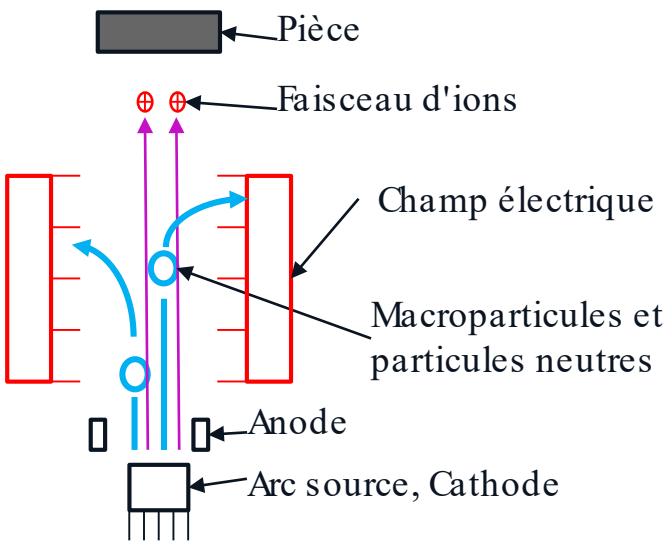
- La solution pour réduire les macroparticules est l'évaporation à l'arc filtré depuis de nombreuses années
- Un filtre magnétique est utilisé pour diriger les ions carbone vers les outils tandis que les macroparticules de carbone neutre ne sont pas dirigées et bombardent le canal magnétique
- Les inconvénients de cette solution sont une vitesse de dépôt relativement lente et une petite surface de dépôt, ainsi que des coûts d'équipement élevés.



Aksenov's quater-torus macroparticle filter

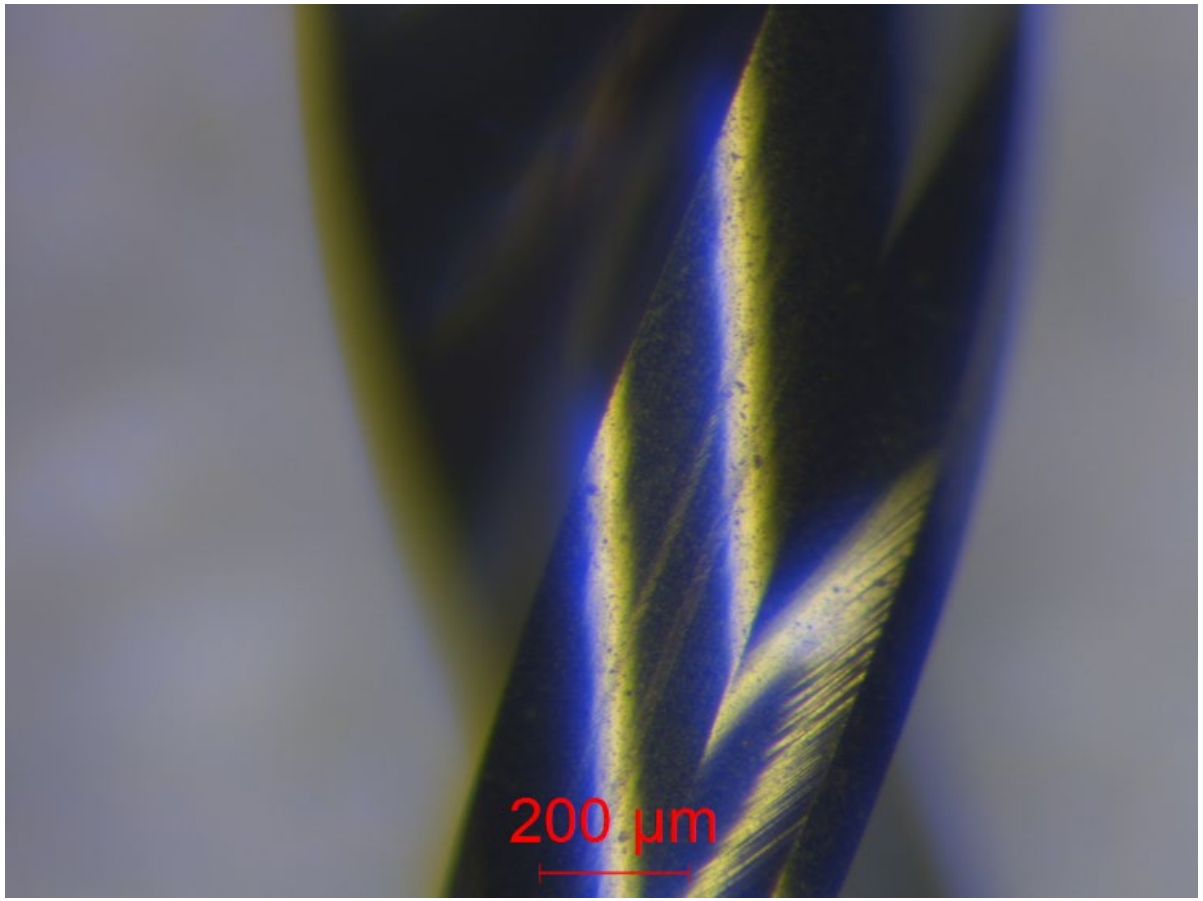
Argor-Aljba: Technologie Dropless® brevetée

- La technologie d'évaporation à l'arc du filtre a été améliorée avec la technologie brevetée dropless®
- Un champ électrique, également appelé champ de retardement ou de déviation, est appliqué le long du trajet des macroparticules de la source au substrat à revêtir
- Le champ électrique repousse ou dévie électrostatiquement les macroparticules chargées
- Le résultat est une surface lisse et très dure (jusqu'à 7000 HV) avec une excellente adhérence et un film de revêtement dense

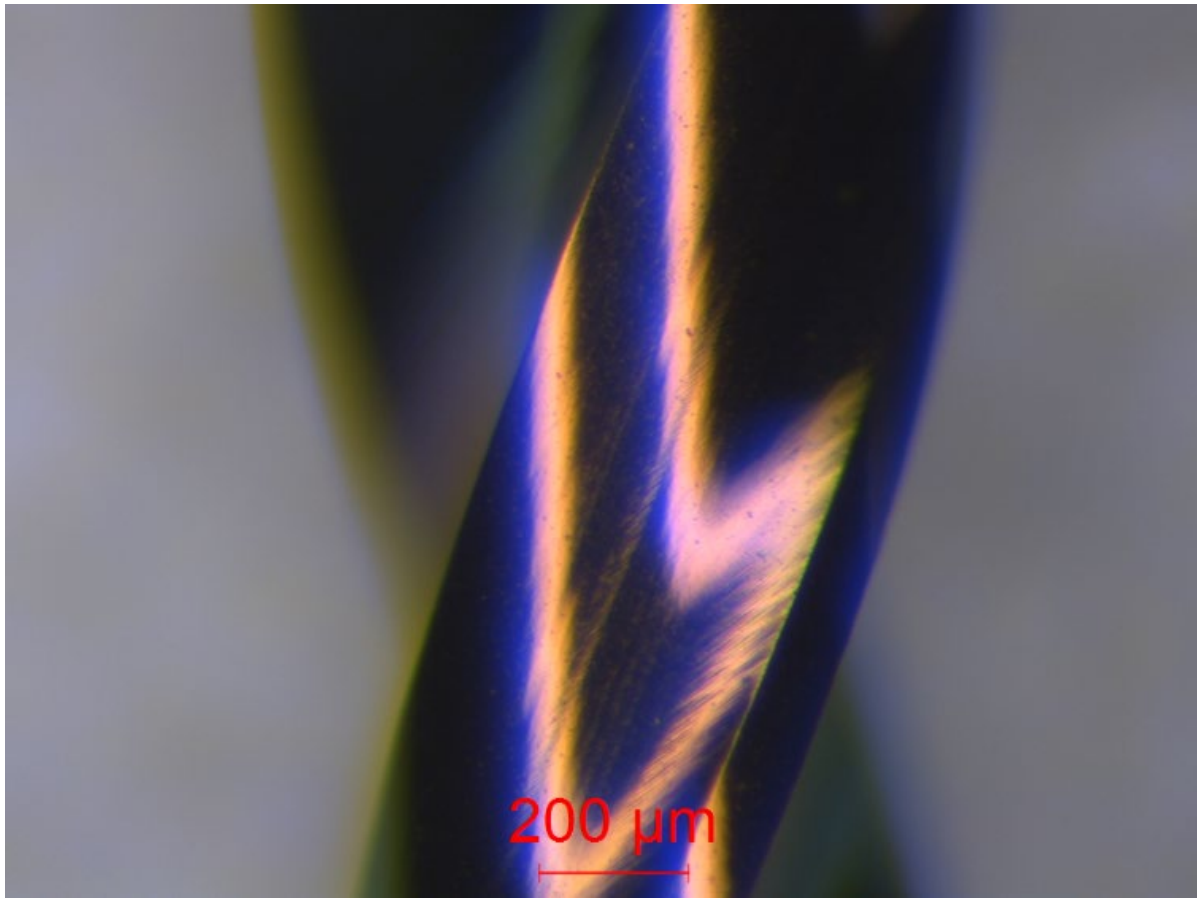


Argor-Aljba: Technologie Dropless® brevetée

Traditionnel ta-C DLC



dropless® 7000



Argor-Aljba: Technologie Dropless® brevetée

En environ 50% réduction des forces de coupe

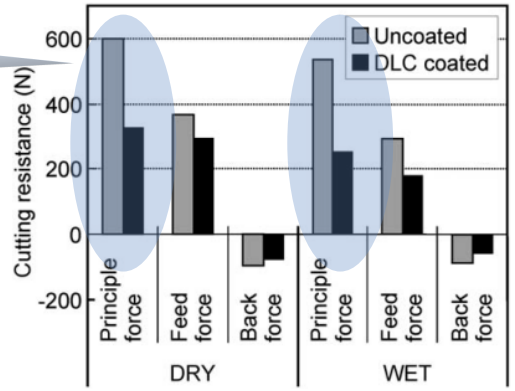


Fig. 6. Cutting forces was obtained by averaging the cutting force signals for three teeth during AlMg2.5 alloy machining ($V = 300$ m/min, $f = 0.15$ mm/rev., $A_d = R_d = 5$ mm, lubrication: dry).

H. Fukui et al. / Surface & Coatings Technology 187 (2004) 70–76

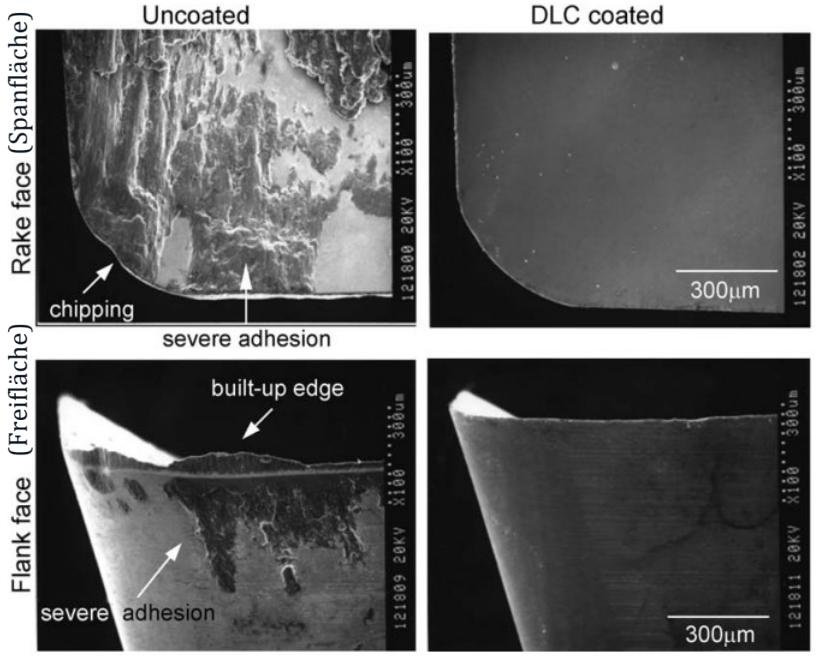


Fig. 4. SEM Enregistrement de la face de coupe et du flanc après l'essai de fraisage à sec d'un alliage AlCu2.5Si18 (longueur de coupe 36 m).

En environ 50% réduction de la rugosité de la surface

dropless®
Rugosité de surface réduite d'environ 75 %

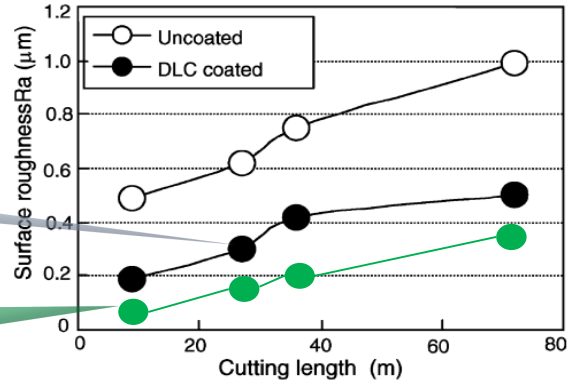


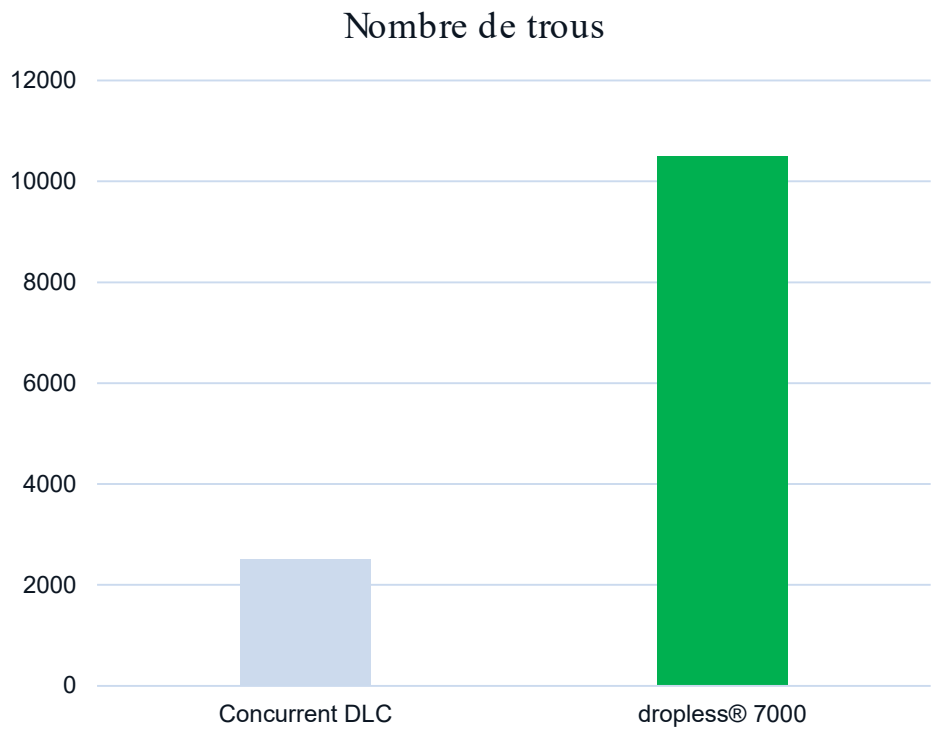
Fig. 8. Changes of machined surface roughness of work material (AlCu2.5Si18 alloy) as a function of cutting length with uncoated and DLC coated inserts under dry machining.

Argor-Aljba: Technologie Dropless® brevetée

- Opération: perçage
- Matière : titane grade 1
- Outil : foret en carbure
- Diamètre : 0,130 mm

La durée de vie des outils a été considérablement améliorée grâce à la technologie dropless®

	Nombre de trous
Concurrent DLC	2500
dropless® 7000	10500



technologie dropless® : conclusion

- La surface lisse de l'outil (Ra 0,01 µm) avec un faible coefficient de frottement (0,1) avec d'excellentes propriétés antiadhésive est responsable de la prévention des arêtes rapportées
- Dans des conditions sèches, la rugosité de surface des deux matériaux testés AlMg2.5 et AlCu4.5Si12 a pu être réduite de 75 %
- La durée de vie des outils a été considérablement améliorée grâce à la technologie dropless®. Moins de frottement sur la surface de coupe se traduit par un meilleur écoulement des copeaux et une meilleure surface de la pièce

technologie dropless® : conclusion

- Argor-Aljba fournit l'état de l'art des revêtements ta-C DLC Arc filtrés

- Disponible en 3 versions différentes : dropless® 5000, dropless® 5000 Plus, dropless® 7000
- Dureté jusqu'à 7000 HV0.05
- Proportion encore plus élevée de diamants dans le DLC (sp3 ≈ 85%)
- Convient aux outils de coupe pour le tournage, le fraisage, le perçage, le fraisage, l'alésage de matériaux non ferreux
- Excellent choix pour les micro-outils en carbure et en céramique
- Réduction des gouttelettes et donc amélioration de la rugosité de surface
- Couches extrêmement fines : le profil et la forme des outils sont conservés

Contact

Merci beaucoup pour votre attention

argor-aljba.com