

## Recommandations d'usinage pour les alliages AMPCO® et AMPCOLOY®



### Directives générales

Les recommandations d'usinage pour les alliages AMPCO® et AMPCOLOY® sont basées sur des tests extensifs effectués dans les usines AMPCO METAL, qui corroborent aussi les valeurs adoptées par un grand nombre de clients AMPCO METAL.

Les alliages AMPCO® et AMPCOLOY® sont en principe faciles à usiner. Pour l'usinage des alliages AMPCO® 21, AMPCO® 22, AMPCO® 25 et AMPCO® 26, une attention toute particulière est requise, due au fait que ces alliages comparés à des aciers à outils de même dureté présentent un allongement et une ductilité plus faibles. Des procédures inappropriées peuvent conduire à des fractures.

Etant donné que les vitesses d'usinage dépendent énormément du type d'outil de coupe utilisé, ainsi que de la rigidité de la machine-outil et des lubrifiants servant aussi de refroidissement en présence, nous recommandons ci-dessous des vitesses de coupe pour les alliages AMPCO® et AMPCOLOY® en valeurs relatives comparées et exprimées en pourcentage de celles utilisées pour l'usinage de l'acier à outil 1.7225 (DIN 42 Cr Mo 4), les correspondances de cet acier dans d'autres pays étant indiquées dans le tableau ci-dessous.

Germany	Great Britain	U.S.A.	Italy	Japan	France	Spain
W-Nr DIN	BS970	AISI/SAE	UNI	JIS	AFNOR	UNE
1.7225 42CrMo4	709M40 708M40	4140 4142	42CrMo4 G40CrMo4	SCM440(H) SNB7	42CD4 42CrMo40	F.8332 F.8232
Matière	Dureté Brinell HB 30/10		Vitesse de coupe			
1.7225 (DIN 42 Cr Mo 4)	Max. 250		100 %			
Ampco® 8	109 - 124		125 %			
Ampco® 18	159 - 183		130 %			
Ampco® M4	270 - 305		120 %			
Ampco® 21	285 - 311		115 %			
Ampco® 22	321 - 352		110 %			
Ampco® 25	356 - 394		100 %			
Ampco® 26	395 - 450		75 %			
Ampcoloy® 940,95,972	180 - 255		125 %			
Ampcoloy® 83	340-390		100 %			
Ampcoloy® 88	260-280		120 %			

130 % pour l'alliage AMPCOO® 18 signifie par exemple, que vous pouvez usiner cet alliage à une vitesse de coupe 30 % supérieure à celle utilisée normalement pour de l'acier 1.7225 (même avance et même profondeur de la passe). Cette analogie est

valable pour des machines-outils conventionnelles, aussi bien que pour des centres d'usinage CNC et HSC (UGV, usinage à grande vitesse). Indépendamment de ceci, les variables telles que la rigidité de la machine, le refroidissement optimal, l'état de l'outil de coupe etc. jouent un rôle important dans l'usinage des alliages AMPCO®, encore plus marqué lors de l'usinage des alliages AMPCO® durs.

Il faut bien prendre note que la longévité des outils de coupe est fortement réduite lors de l'usinage des nuances d'alliages AMPCO®.

En général, pour les nuances d'alliages AMPCO® dures (à partir de l'alliage AMPCO® 21), il y a lieu d'usiner toujours de l'extérieur vers l'intérieur, afin de ne pas briser les arêtes de la pièce. En variante, il est possible aussi d'usiner la pièce en ayant pris soin auparavant de bien chanfreiner l'arête sous un angle de 45°. L'inobservation de cette règle conduit à des cassures des arêtes dans la plupart des cas.

### Les outils de coupe

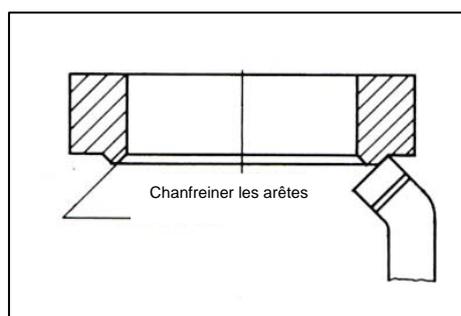
L'angle de dépouille  $\alpha$  pour tous les alliages AMPCO® et AMPCOLOY® doit être fixé à 6°. Le refroidissement est plus important que la lubrification lorsqu'on usine du matériel AMPCO®, spécialement pour les nuances dures telles que les alliages AMPCO® M4, 21, 22, 25, 26. Il est recommandé d'utiliser des liquides lubrifiants et refroidissants mélangeables à l'eau, où l'émulsion contient en règle générale 5 à 10% de lubrifiant réfrigérant.

Pour des pièces nécessitant une haute précision, il est recommandé de les préusiner d'abord, puis d'attendre 48 heures avant d'exécuter l'usinage final. Dans des cas particuliers où les pièces requièrent des tolérances très serrées ou pour des pièces à parois fines, un revenu de détente peut être fait au préalable ou même mieux après le préusinage, avant l'usinage final. Pour plus d'information contacter votre site AMPCO METAL le plus proche.

### Sciage

Les alliages AMPCO® plus tendres jusqu'à la nuance AMPCO® 18 peuvent être sciés avec des lames de scie bimétalliques. Les nuances plus dures AMPCO 21 jusqu'à la nuance AMPCO® 26 et M4 sont à scier avec des lames munies de plaquettes de carbure ou métal dur. Suivant la section de la pièce à scier, le nombre de dents de la lame varie entre 2.5 et 3 dents par pouce.

Recommandation d'un fournisseur: lames de scie de LENOX.



### Tournage

Il est recommandé de bien placer l'outil au centre de la pièce à usiner, ou alors légèrement en dessous de ce centre jusqu'à 0,4 mm au maximum.

Pour l'ébauche ou la finition il est plus avantageux d'utiliser des outils à plaquettes en métal dur dans

la qualité K10 / K20. Pour une finition vraiment fine (ajustage arbre-alésage) il est possible d'atteindre un très bon état de surface (N3) avec un outillage au diamant (PKD).

Afin d'éviter des cassures des bords/arêtes de la pièce à la sortie de l'outil, il faut toujours tourner de l'extérieur vers l'intérieur de la bague surtout à partir des alliages plus durs dès l'alliage AMPCO® 21. Alternativement un chanfrein généreux à 45 degrés peut être usiné auparavant à l'arête de sortie de l'outil.

### Paramètres pour tourner les alliages Ampco

Alliages	AMPCO®		AMPCO® 8, 18.136, 18, 18.23, 45, M4	AMPCO® 21, 22	AMPCO® 25, 26
Ebauche	Vitesse de coupe	vc (m/min)	Voir tableau ci- dessus	Voir tableau ci- dessus	Voir tableau ci-dessus
	Avance	f (mm/tour)	0,15 – 0,2	0,15 – 0,2	0,1 – 0,15
	Passe	a (mm)	Jusqu'à approx. 4	Jusqu'à approx. 3,5	Jusqu'à approx.. 3,5
	Plaquettes		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Finition	Vitesse de coupe	vc (m/min)	Voir tableau ci- dessus	Voir tableau ci- dessus	Voir tableau ci-dessus
	Avance	f (mm/tour)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1	0,05
	Passe	a (mm)	0,25 – 0,5	0,25 - 0,5	0,25- 0,5
	Plaquettes		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Finition au diamant PKD	Vitesse de coupe	vc (m/min)	200 – 600	180 – 400	150 – 300
	Avance	f (mm/tour)	0,05 – 0,08	0,05 – 0,08	0,05 – 0,08
	Passe	a (mm)	0,25 – 0,3	0,25 – 0,3	0,25 – 0,3

#### Recommandation de fabricants:

Société Seco,  
CNMG 120408-MF1 en CP500  
DCMT 11T304-F2 en CP200  
VBMT 160404-F1 en CP500

Société Sumitomo,  
DCGT 11 T3 04 N-SC en ACZ 310  
CNMG 12 04 08 N-EX en EH 510Z  
VBMT 16 04 08 N-SK en EH10Z

## Paramètres pour le tournage des alliages AMPCOLOY®

Alliages	AMPCOLOY®		AMPCOLOY® 95, 940, 972	AMPCOLOY® 83, 88
Ebauche	Vitesse de coupe	vc (m/min)	Voir tableau ci-dessus	Voir tableau ci-dessus
	Avance	f (mm/tour)	0,15 – 0,2	0,15 – 0,2
	Passe	a (mm)	Jusqu'à approx. 4 mm	Jusqu'à approx. 3,5 mm
	Plaquettes		P10 – P20	P10 – P20
Finition	Vitesse de coupe	vc (m/min)	Voir tableau ci-dessus	Voir tableau ci-dessus
	Avance	f (mm/tour)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1
	Passe	a (mm)	0,25 – 0,5	0,25 - 0,5
	Plaquettes		P10 – P20	P10 – P20

Recommandation de fournisseur:

Société Seco,  
CNMG 120408-MF1 en CP500  
DCMT 11T304-F2 en CP200  
VBMT 160404-F1 en CP500

Société Sumitomo type DCMT 11 T3 04 N-SU en AC700G

Société WNT [www.wnt.de](http://www.wnt.de)  
DCGT 11 T3 02 – Al en CWK15  
CCGT 12 04 04 FN – Al en CWK15

### Recommandations importantes:

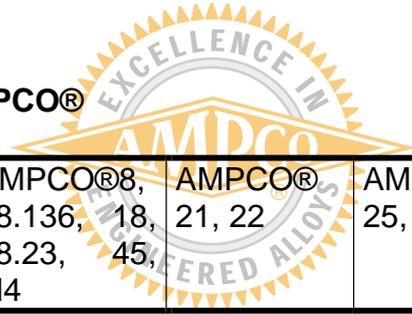
- Pour les alliages AMPCO® 21 et au-dessus tourner depuis l'arête vers l'intérieur de la pièce
- Un lubrifiant réfrigérant est recommandé

### Fraisage

Pour le fraisage des alliages AMPCO®, des plaquettes en métal dur type K10 – K20 sont les mieux appropriées. Pour usiner des contours et des cavités, les plaquettes à rayons standards en métal dur type K10 – K20 sont le meilleur choix.

Lors d'utilisation de fraises à queue, de fraises en bout et de fraises à deux lèvres munies de plaquettes de carbure ou métal dur, il est absolument nécessaire de fraiser de l'extérieur vers l'intérieur de la pièce ou alors de chanfreiner auparavant les arêtes de sortie sous un angle de 45° afin d'éviter toute cassure.

## Paramètres de fraisage pour les alliages AMPCO®



Alliages	AMPCO®		AMPCO®8, 18.136, 18, 18.23, 45, M4	AMPCO® 21, 22	AMPCO® 25, 26
Ebauche	Vitesse de coupe	vc (m/min)	Voir tableau ci-dessus	Voir tableau ci-dessus	Voir tableau ci-dessus
	Avance	f (mm/tour)	0,1 – 0,25	0,1 – 0,25	0,1 – 0,2
	Passe	a (mm)	Jusqu'à approx. 5	Jusqu'à approx. 5	Jusqu'à approx. 4
	Plaquettes		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Finition	Vitesse de coupe	vc (m/min)	Voir tableau ci-dessus	Voir tableau ci-dessus	Voir tableau ci-dessus
	Avance	f (mm/tour)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1	0,05
	Passe	a (mm)	0,1 – 0,5	0,2 - 0,5	0,2- 0,8
	Plaquettes		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Finition au diamant PKD	Vitesse de coupe	vc (m/min)	600 – 800	500 – 550	465 – 500
	Avance	f (mm/tour)	0,03 – 0,08	0,03 – 0,08	0,03 – 0,08
	Passe	a (mm)	0,05 – 0,3	0,05 – 0,3	0,05 – 0,3

Recommandation de fournisseur:

### Fraisage

Société Ingersoll

PNCU 0805 GNTRJ en IN1030

Société Jongen, [www.jongen.de](http://www.jongen.de)

FP 528 HT35

### Fraisage cylindrique

Société Gühring, [www.guehring.de](http://www.guehring.de) (toutes les fraises type N pos.)

Fraise Ratio RF 100 art. no. 3732 et no. 3627 pour ébaucher / finir

Fraise Ratio RF 100 art. no. 3631 (pour finition fine)

Fa. WNT, HPC, Art. Nr. 50959200 (pour finition fine)

Société Ingersoll

Fraise cylindrique de taille SDMT 080305 N en IN1030

et SDCT 080305 FN-P en IN1030



## Paramètres de fraisage pour les alliages AMPCOLOY®

Alliages	AMPCOLOY®		AMPCOLOY® 95, 940, 972	AMPCOLOY® 83, 88
Ebauche	Vitesse de coupe	vc (m/min)	Voir tableau ci-dessus	Voir tableau ci-dessus
	Avance	f (mm/tour)	0,1 – 0,25	0,1 – 0,25
	Passe	a (mm)	Jusqu'à approx. 5 mm	Jusqu'à approx. 4 mm
	Plaquettes		P10 – K20	P10 – K20
Finition	Vitesse de coupe	vc (m/min)	Voir tableau ci-dessus	Voir tableau ci-dessus
	Avance	f (mm/tour)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1
	Passe	a (mm)	0,1 – 0,5	0,25 - 0,8
	Plaquettes		P10 – K20	P10 – K20

Recommandation de fournisseur:

### Fraisage

Société Ingersoll

PNCU 0805 GNTRJ en IN1030

Société Widia

SEKR 1203 AFN – MS THR

Société Hoffmann [www.hoffmann-group.com](http://www.hoffmann-group.com)

MPHX 11 K10/20

### Fraisage cylindrique

Société Ingersoll

Fraise cylindrique de taille SDMT 080305 N en IN1030

et SDCT 080305 FN-P en IN1030

Société Gühring [www.guehring.de](http://www.guehring.de)

No.3310 et 3126 et 3286

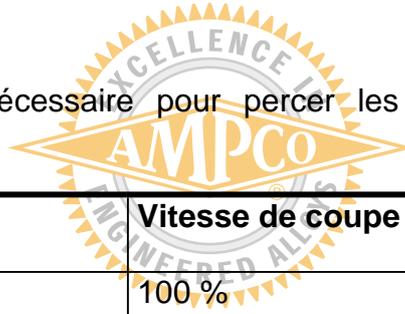
### Recommandations importantes:

- Pour les alliages à partir de l'alliage AMPCO® 21 et au-dessus, fraiser de l'extérieur vers l'intérieur de la pièce.
- Il est recommandé d'utiliser des fraises plaquettes de carbure ou métal dur à angle de coupe positif.
- Il est recommandé d'utiliser du lubrifiant de coupe réfrigérant.

### Perçage, enfonçage et alésage

Pour les nuances AMPCO® 18 à 26, des forets à plaquettes de carbure en métal dur ou des forets métal dur monobloc doivent être utilisées. Etant donné que les alliages AMPCO® ne produisent pas de copeaux se brisant facilement, Il est important de veiller à un bon dégagement des copeaux. Pour les trous profonds, il est recommandé de retirer le foret et de dégager les copeaux de temps en temps. Pour les trous traversants dans les nuances AMPCO® 21 jusqu'à AMPCO® 26, il est nécessaire de placer une plaque en acier sous la pièce à percer de part en part ou alors de percer le trou en partant une fois d'un côté puis en terminant de l'autre. Un

refroidissement irréprochable du foret est nécessaire pour percer les alliages AMPCO® et AMPCOLOY®.



Matière	Dureté Brinell HB 30/10	Vitesse de coupe
1.7225 (DIN 42 Cr Mo 4)	Max. 250	100 %
AMPCO® 8	109 - 124	125 %
AMPCO® 18	159 - 183	130 %
AMPCO® M4	270 - 305	120 %
AMPCO® 21	285 - 311	115 %
AMPCO® 22	321 - 352	110 %
AMPCO® 25	356 - 394	100 %
AMPCO® 26	395 - 450	75 %
AMPCOLOY® 940, 95, 97	180 – 255	125 %
AMPCOLOY® 83	340-390	100 %
AMPCOLOY® 88	260-280	120 %

Recommandation de fournisseur:

Société Gühring [www.guehring.de](http://www.guehring.de)

Pour les alliages Ampco: RT 100 U art. no. 2471, 1243, 730, 732 et 305

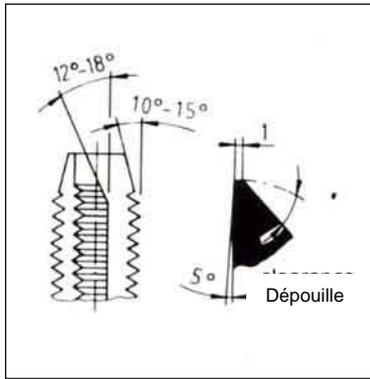
Pour les Ampcoloy: RT 100 F art. no.1660, 1662 et 620

#### Recommandations importantes:

- Pour les trous traversants en alliages AMPCO® 21, 22, 25 et 26, percer des 2 côtés
- Une bonne évacuation des copeaux doit être garantie
- Refroidissement avec du lubrifiant réfrigérant
- Si la profondeur du copeau est trop faible, l'alésoir va coincer
- Alésoirs à plaquettes métal dur à division inégale
- Lorsque l'on perce avec des mèches à canal interne de refroidissement, respecter les paramètres de coupe du fabricant

#### Taraudage

Pour les nuances moyennement dures et dures allant de l'alliage AMPCO® 18 à l'alliage AMPCO® 26, il est recommandé d'utiliser des tarauds à dépouille. Les tarauds en métal dur permettent des vitesses de coupe plus élevées et ont une durée de vie nettement plus longue.



### Ci après quelques indications de tarauds :

Taraud carbure, monobloc marque EMUGE, à hélice et détalonné à l'arrière avec deux filets en contact ; existe pour trous borgnes et trous débouchants ; peut se monter sur un centre d'usinage ou machine à tarauder à faible vitesse 5 m/nm

Exemple : M6 réf : 6HX HM 1FK 3 lèvres  
 144 taraudages sans usure et 400 assurés pour le 25  
 Perçage : M2 à M8 ----- + 1/10  
 M8 à M20 ----- + 15/100

Autres tarauds plus économiques  
 Marque NORIS HSS PS  
 Exemple : M12 réf : CM12 6104 SF 3 lèvres  
 100 à 150 taraudages assurés pour le A25  
 Lubrifiant : Pétrole conseillé

Société Gühring [www.guehring.de](http://www.guehring.de)  
 Art. no. 969, 2506, 809 et 821

### Recommandations importantes:

- Pour les alliages durs AMPCO® 25 et 26, le diamètre de perçage de l'avant trou doit être de 0,15 à 0,25 mm plus grand que la valeur du diamètre de l'avant trou déterminé par la norme.
- Le trou doit être chanfreiné des deux côtés avant de tarauder lorsque le trou à fileter est traversant.

### Pierrage (Honing)

Lors d'une opération de finition par pierrage, les alliages AMPCO® atteignent des tolérances comprises entre 0.0002 et 0.015 mm et un état de surface compris entre 0,5 µm et 1,5 µm suivant la taille et la forme de la pièce. Pour des pièces avec un diamètre de 25 à 130 mm, les surépaisseurs recommandées sont de l'ordre de 0.01 à 0.038 mm et de 0.038 mm à 0.063 mm pour des pièces de diamètre compris entre 130 mm et 280 mm.

### Rodage

Les résultats de rodage sur des alliages AMPCO® sont généralement remarquables. Les précisions atteignables se situent entre 0,1 µm et 2 µm. La poudre à roder utilisée est le corindon.



### **Rectifiage et polissage**

Une des supériorités des alliages AMPCO® est incontestablement l'état de surface atteignable lors de la finition ainsi que la facilité de polissage supérieure à l'acier. Tous les alliages AMPCO® peuvent être rectifiés avec des avances comme elles sont habituelles pour de l'acier. La vitesse de meulage est de l'ordre de 30 à 45 m/s lors de l'ébavurage, lors de la rectification plane ou circulaire, elle est de l'ordre de 24 à 25 m/s. Pour la rectification plane ou circulaire, des meules au carbure de silicium seront utilisées. Des résultats optimaux sont atteints à des vitesses de meules de l'ordre de 5000 à 6000 t/min et lors de la rectification de surfaces cylindriques avec des vitesses de rotation de la pièce de l'ordre de 25 à 150 t/min. Il est recommandé de rectifier en arrosant.

Le **polissage** des alliages AMPCO® est similaire à celui de l'acier. Les pièces à polir sont tout d'abord préparées par une finition fine (par exemple en rectification plane) ou alors à l'aide d'un papier émeri grosseur de grain de 320 à 500 manuellement ou à la machine jusqu'à ce que plus aucune strie ou rayure ne soit visible à l'oeil nu. Ensuite, on polit jusqu'à l'état poli super brillant à l'aide d'un outil feutrant entraîné par une perceuse ou une machine à polir prévue à cet effet en utilisant de la pâte à roder ou à polir.

### **Usinage par électroérosion**

Le groupe des alliages AMPCO® peut être facilement usiné par électroérosion avec des paramètres de réglage, des taux d'enlèvement de la matière et des temps d'usinage tout à fait comparables avec ceux utilisés dans la fabrication d'outillages ou de moules en acier.

L'électroérosion par fil des alliages AMPCO® et AMPCOLOY® se fait tout à fait normalement, les temps d'usinage étant toutefois un peu plus long. On utilise pour cela les fils au laiton habituels, par exemple de diamètre 0.2 mm.

C'est pour cette raison que nous nous concentrons ci-dessous sur l'**électroérosion par enfonçage** des alliages à haute conductivité AMPCOLOY® 940 et AMPCOLOY® 944 (ces recommandations sont aussi valables pour les autres alliages du groupe AMPCOLOY®).

Les alliages AMPCOLOY® 940 et AMPCOLOY® 944 ont une très bonne conductibilité thermique et électrique. Cette propriété amène des avantages pratiques importants lorsque ces alliages sont utilisés dans des moules à injection de plastique, permettant des temps de cycle réduits dus à un refroidissement plus rapide du plastique. Cependant, cette propriété est moins avantageuse lors de l'électroérosion. Il faut donc tenir compte, vu la bonne conductibilité de l'alliage AMPCOLOY® 940 et de l'alliage AMPCOLOY® 944, du fait que les temps d'usinage seront un peu plus long et l'usure des électrodes plus élevées.

La grandeur de ces différences lors de l'électroérosion des alliages AMPCOLOY® comparées aux aciers dépend avant tout:

- a) Des valeurs des réglages, dépendant du type de machines, spécialement du type de générateur
- b) Du type des électrodes utilisées



## a) Réglages

Selon les informations dont nous disposons, les réglages de base fournis par le fabricant de la machine à électroérosion peuvent être utilisés, dépendant de la qualité de surface désirée, selon que l'on ébauche ou usine la pièce en phase terminale de finition.

### **Intensité du courant:**

En correspondance avec les exigences mentionnées ci-dessus, des courants élevés sont nécessaires pour l'ébauche et des courants plus faibles pour la finition. Les grandes surfaces d'électrodes nécessitent des courants importants, tandis que les électrodes plus petites en demandent moins.

Vu la bonne conductibilité électrique de l'alliage AMPCOLOY® 940 et l'alliage AMPCOLOY® 944, il est possible d'utiliser la plupart du temps des intensités de courant plus élevées qu'avec de l'acier.

### **Polarité:**

Avec les machines à électroérosion modernes, il est possible d'utiliser la polarité normale, c'est-à-dire plus (+) sur l'électrode et moins (-) sur la pièce à éroder. Au cas par cas, il peut être nécessaire d'inverser la polarité sur certaines machines à électroérosion, c'est-à-dire moins (-) sur l'électrode et plus (+) sur la pièce à éroder, aussi lors de l'utilisation d'électrodes en graphite.

### **Temps d'enclenchement des différents niveaux de puissance (On time):**

Le réglage de ces temps d'enclenchement (On time) dépend du type de matériel de l'électrode; les électrodes en cuivre tungstène et en graphite premium permettent des durées d'enclenchement (On time) plus élevées que les électrodes en cuivre. Lors de l'utilisation d'électrodes en cuivre, la durée des périodes d'enclenchement (On time) doit être raccourcie afin d'éviter une usure élevée de l'électrode.

## b) Matériau d'électrode

Le premier choix pour l'électroérosion par enfonçage des alliages AMPCOLOY 940 et AMPCOLOY 944 est l'emploi d'électrodes au cuivre tungstène. Il y a cependant certaines limitations dues à la disponibilité de cet alliage fritté ainsi que par son usinage qui n'est pas toujours évident. Les frais de matière et d'usinage plus élevés peuvent très souvent être amortis lorsque les formes géométriques sont bien

adaptées, par exemple des contours simples tels que des électrodes rondes ou carrées qui permettent des taux d'enlèvement de matière plus élevés.

Le graphite premium, respectivement le graphite cuivré sont généralement moins appréciés en raison de leur usinage occasionnant plus d'inconvénients en terme de moins grande propreté que les autres alliages. Ces électrodes graphitées sont cependant utilisables pour l'étincelage de l'alliage AMPCOLOY® 940 et l'alliage AMPCOLOY® 944, le taux d'usure est plus bas que celui des électrodes en cuivre.

Le cuivre électrolytique est pour sûr l'alliage le plus utilisé en tant qu'électrode pour l'électroérosion par enfonçage, mais c'est aussi celui qui se rapproche le plus des alliages AMPCOLOY® 940 et AMPCOLOY® 944. Ceci constitue l'essence même des difficultés mentionnées auparavant, notamment l'usure accrue des électrodes.

Il est possible d'influencer l'usure de l'électrode par le réglage optimal de la machine, par exemple en utilisant des impulsions "On time" courtes, ce qui va rallonger le temps d'usinage mais diminuer l'usure de l'électrode. Il est aussi important d'utiliser un rinçage efficace de la surface à usiner dans le but de diminuer l'usure de l'électrode.

Les électrodes en alliage AMPCOLOY® 972 sont particulièrement appréciées de nos clients, notamment du fait qu'elles sont plus faciles à usiner que celles en cuivre électrolytique. D'autre part, couplées avec les technologies "cuivre-cuivre" ou "cuivre-AMPCOLOY®" des programmes de réglage des paramètres de travail des fabricants de machines à électroérosion, ces électrodes en alliage AMPCOLOY 972® donnent d'excellents résultats.

L'alliage AMPCOLOY® 972 est disponible de notre stock en de nombreuses dimensions.