



PHYNOX® KL

2.4711/ASTM F 1058 - Alliage à base Co à haute résistance mécanique et à la corrosion, biocompatible

Caractéristiques et Particularités

L'alliage PHYNOX® KL à base Co fondu VIM et refondu ESR permet d'atteindre par écrouissage et traitement thermique, des résistances mécaniques très élevées, tout en préservant sa très bonne résistance à la corrosion dans les milieux salins notamment. Cet alliage est biocompatible, amagnétique et implantable. Sa résistance à la fatigue élevée l'indique pour l'aérospatial et la médecine. En médecine il est utilisé pour des prothèses de remplacement des articulations. Sous forme de fils, pour des stents et des lignes et électrodes de stimulation et de forage. Ses propriétés élastiques élevées l'indiquent pour des pièces horlogères et en micromécanique.

Utilisation

Le PHYNOX® KL est l'alliage de choix lorsque la ténacité, la ductilité, la résistance à la fatigue et à la corrosion et à l'usure sont demandées, notamment en médecine, aérospatial et en milieux marins. Par contre, il est relativement difficile à usiner.

Normes

No. de matière	2.4711
AFNOR	K13C20N16Fe15D07
ASTM	F 1058
AMS	5833, 5834
ISO	5832-7
UNS	R30003 R30008

Composition chimique (%poids)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Co	autres	Fe
max.	max.	1.50	max.	max.	19.00	6.50	15.00	39.00	max.	solde
0.15	1.20	2.50	0.015	0.015	21.00	7.50	18.00	41.00	1.00	

Exécutions Dimensions Etat de livraison

- Barres rondes: tréfilées, redressées à froid par traction, étiré ISO h6 (h8), de 3 m, Rm 1000 -1150 MPa, allongement jusqu'à 55%
- Barres rondes: étirées à froid de 3 m redressées et meulées h6 Rm et A% voir Figure 2
- Fils ronds: étirés à froid, en torches (couronne) pour Escomatic Rm > 1100 MPa, A% selon taux d'écrouissage appliqué

Tolérance

- Standard: ISO h8-h6

Disponibilité

Dimensions standard en stock, voir: [Programme de livraison](#)

Usinage

- L'usinage du Phynox requiert des machines-outils et des outillages les plus rigides possibles.
- Le Phynox développe une intense déformation plastique et durcissement au front de coupe
 Usinabilité: difficile
 Vitesse de coupe: lente, Vc ≈ 20-40 m/min
 Avance: modérée à forte
 Huile-lubrifiant de coupe: choix individuel
- Les conditions de coupe optimales sont fonction de la machine-outil, des outils de coupe, de la taille du copeau, du lubrifiant et des tolérances et/ou de l'état de surface à réaliser.



PHYNOX® KL

2.4711/ASTM F 1058 - Alliage à base Co à haute résistance mécanique et à la corrosion, biocompatible

**Fusion
Refusion**

VIM Vacuum Induction Melting (Four à vide à Induction)
ESR Electroslag Remelting (Refusion sous laitier électroconducteur)

Propreté de la structure

selon ISO 5832/7, AFNOR NF S90-4

Inclusions non-métalliques			
Type A	Type B	Type C	Type D
sulfures	aluminates	silicates	oxydes globulaires
1	3	1	1

Figure 1
Ecroissage à froid

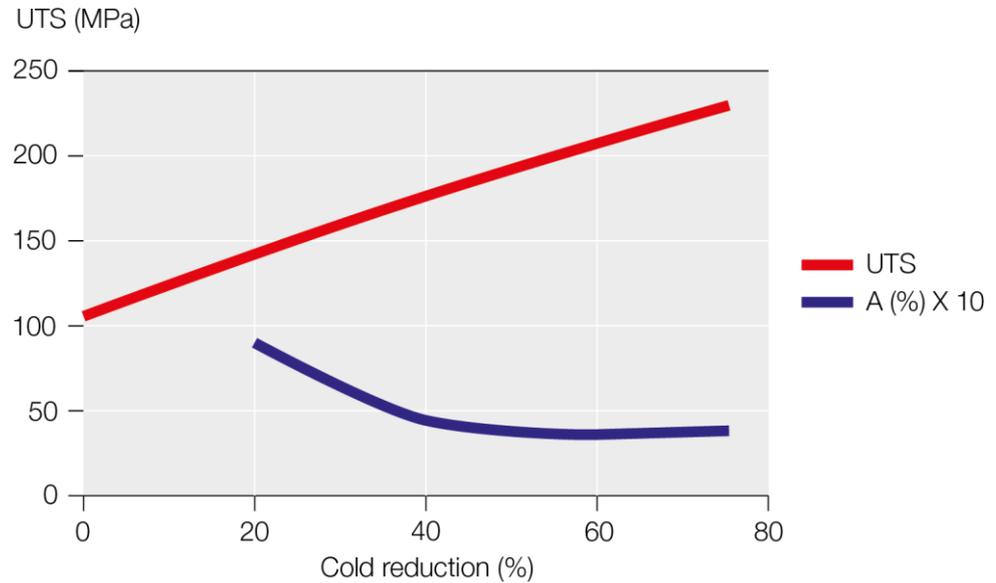
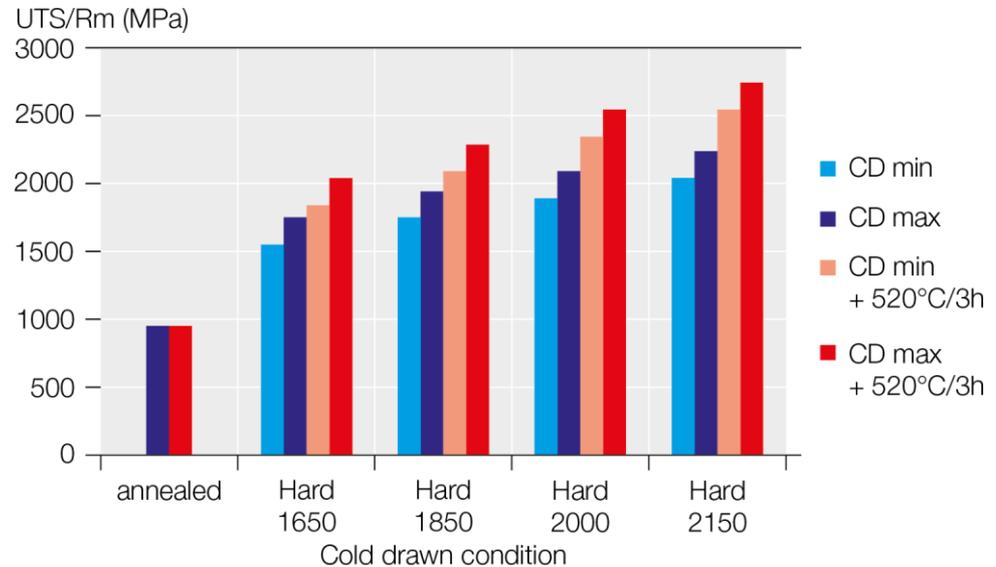


Figure 2
Rm / UTS
Ecroissage à froid
et Réponse au
vieillissement

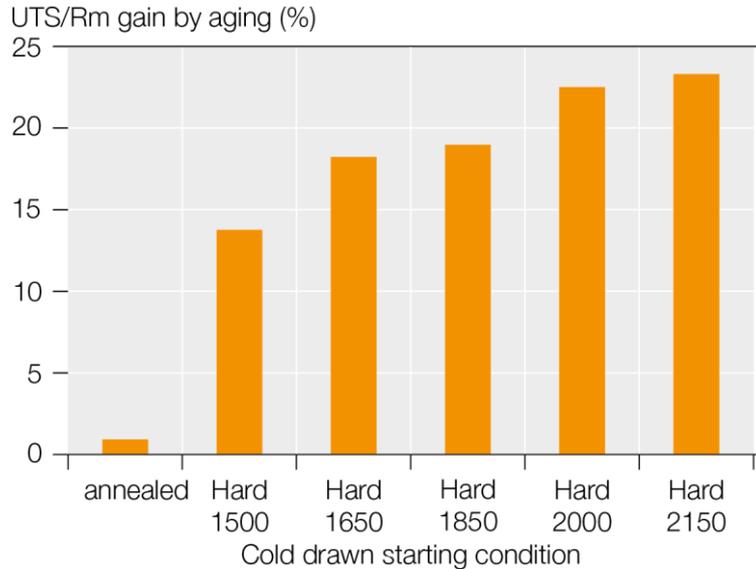




PHYNOX® KL

2.4711/ASTM F 1058 - Alliage à base Co à haute résistance mécanique et à la corrosion, biocompatible

Figure 3
Gain de résistance par vieillissement



Vieillissement

- L'activation de la réaction de vieillissement du Phynox est dépendante du taux d'écroissage. A l'état recuit le Phynox ne peut pas être durci thermiquement. La Figure 3 montre l'évolution du gain de résistance mécanique en % en fonction de Rm avant vieillissement. L'état dur 1500 (Hard 1500) correspond à un taux de réduction par étirage à froid de 30%. La dureté Hv = 2.44 Rm.
- La réaction de vieillissement n'est pas un vrai durcissement structural. Un taux de déformation à froid avant traitement de vieillissement est nécessaire pour activer la réaction de durcissement. Plus ce taux est élevé, le plus élevé est le gain de Rm réalisable.

Traitements thermiques

Recuit: 1050°C/0.5h/refroidissement rapide air, gaz ou eau
 Vieillissement: 480-540°C / 2-5h préférablement sous vide 10⁻⁵ T ou argon.
 Un traitement à l'air forme une couche d'oxyde jaunâtre.
 Détente: < 250-300°C/1-2h

- Il est recommandé de faire un traitement de détente des produits écrouis à froid.
- La conversion de Hv en Rm est: Dureté Hv = 2.44 Rm.
- Un traitement de détente d'égalisation des tensions internes des produits écrouis à froid avant leur usinage, est recommandé.

Atmosphère de protection

- Par précaution élémentaire, les traitements thermiques sous atmosphères de protection contenant de l'hydrogène, doivent si possible être évités.



PHYNOX® KL

2.4711/ASTM F 1058 - Alliage à base Co à haute résistance mécanique et à la corrosion, biocompatible

Microstructure	État de livraison, recuit et recuit + écroui à froid: Austénite: cubique à faces centrées Microstructure d'usinage classique: Austénite à l'état recuit ou écroui à froid Microstructure optimale pour le polissage: Austénite à l'état écroui
Polissage	<ul style="list-style-type: none">• Bien adapté aux exigences du polissage horloger haut de gamme.• Le polissage mécanique est plus aisé à effectuer à l'état écroui. Plus d'info.
Marquage laser	<ul style="list-style-type: none">• L'échauffement de la Zone Affectée Thermiquement (ZAT) dû à un marquage laser normal, sans surchauffe, ne devrait pas affecter la microstructure et les propriétés mécaniques, de fatigue notamment. Plus d'info.
Décapage	<ul style="list-style-type: none">• Il est hautement recommandé de choisir des produits et procédures de décapage et de passivation bien adaptées aux alliages à base Co.• Solution de décapage intensif: 5% acide fluorhydrique + 12% acide nitrique / à ébullition + rinçage intensif à l'eau chaude ou froide et séchage• Solutions de décapage final pour pièces terminées:<ol style="list-style-type: none">1. Acide phosphorique 6%/ 70°C /15-20 minutes2. Acide nitrique 30%/40°C/2 to 3 minutes3. Acide chlorhydrique 40% + acide nitrique 5%/ température ambiante4. Passivation: acide nitrique 40%/température ambiante1-4. + rinçage intensif à l'eau chaude ou froide et séchage
Résistance à la corrosion	L'alliage Phynox possède une bonne résistance à la corrosion dans plusieurs milieux.
Biocompatibilité	L'alliage Phynox possède une biocompatible éprouvée.
Perméabilité magnétique	La perméabilité magnétique relative basse, $\mu_r > 1.005$, de cet alliage Phynox, permet d'exposer des pièces ou implants faits en cet alliage, aux champs magnétiques élevés de l'imagerie magnétique par résonance, sans encourir le danger de leur déplacement éventuel.
Domaine d'utilisation	<ul style="list-style-type: none">• de -269°C (helium liquide) à max 400°C en exposition permanente• Exposition de courte durée jusqu'à max 500°C



PHYNOX[®] KL

2.4711/ASTM F 1058 - Alliage à base Co à haute résistance mécanique et à la corrosion, biocompatible

Propriétés physiques

Propriétés	Unité	Température (°C)				
		20	200	300	400	500
Densité	g cm ⁻³	8.30				
Module E						
recuit	GPa	198				
écroui		182				
écroui + 520°C/3h		208	205	203	201	197
Coefficient thermique de E			20-50°C 4.10 ⁻⁴			
Module G de cisaillement						
recuit	GPa	77				
écroui		75				
écroui + 520°C/3h		82	79.5	78	75	72
Coefficient de Poisson	-	0.34				
Conductivité thermique	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	12.5				
Résistance électrique	μΩ.cm	0.95				
Coefficient de dilatation	m/m ⁻¹ .K ⁻¹ 10 ⁻⁶	20-100°C 12.5	20-200°C	20-300°C	20-500°C	20-815°C
Coefficient thermique de la résistivité	μΩ.cm.K ⁻¹			20-300°C 4.10 ⁻⁴		
recuit				4.10 ⁻⁴		
écroui				4.3.10 ⁻⁴		
Chaleur spécifique	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹	450				
Perméabilité magnétique						
5.10 ² -10 ³ Oe, recuit	μr	<1.002				
5.10 ² -10 ³ Oe, écroui	μr	<1.005				

Renoncation: Les informations et données de cette fiche technique ne sont qu'indicatives. Elles ne sont pas un mode d'emploi. Celui-ci doit être établi dans chaque cas par l'utilisateur de la matière.