

TITAN Grade Nb TiAl6Nb7

9.9367 – Titan Grade Nb / EN TiAl6Nb7 / ASTM F 1295

Alliage de Titane plus particulièrement pour implants et endo-prothèses

Caractéristiques et Particularités

Le Titan Grade Nb, est l'alliage de titane TiAl6Nb7. Il ne contient aucun élément d'alliage non totalement biocompatible en lui-même. Dans cet alliage TiAl6Nb7 le V a été remplacé par le Nb [niobium] parfaitement biocompatible à lui seul. Outre ses teneurs très basses en interstitiels, sa teneur en Fe est également limitée. Cet alliage élaboré par fusion et refusions sous vide a une microstructure très propre. La résistance à la corrosion du titane TiAl6Nb7 est excellente, supérieure à celle du Grade 23 TiAl6V4 ELI. Il est pleinement biocompatible et satisfait les exigences ROHS. Son oxydation anodique permet de développer un large spectre de couleurs d'interférence profondes par formation d'un film d'oxydes mixtes qui résiste bien à l'usure.

Utilisation

L'alliage TiAl6Nb7 est bien indiqué pour les implants et les applications médicales, chirurgicales et dentaires, la micromécanique de précision et certains composants de mouvements et de l'habillage horloger. Sa résistance à la corrosion en milieux salins le prédestine aux applications en milieux marins. Sa résistance à la corrosion en milieux très chlorés l'indique pour la chimie. L'exploitation du potentiel de son oxydation anodique, l'indique pour des applications décoratives, en bijouterie, à buts d'identification, ou pour augmenter la résistance aux frottements.

Normes

Numéro matière:	9.93767
EN	TiAl6Nb7
ISO	5832-11
ASTM	F 1295
UNS	R 56760

Composition chimique (%poids)

C	Al	Nb	Fe	Ta	O	N	H	Ti
max.	5.50.	6.50	max.	max.	max.	max.	max.	solde
0.08	6.50	7.50	0.25	0.50	0.05	0.009	0.50	

Dimensions et exécutions

- Barres: 3m (2m), étiré à froid, meulé poli, rugosité: $Ra \leq 0.8 \mu m$
Tolérance: ISO h6 (h7), tolérances plus serrées sur demande
 $\varnothing > 2.0 \text{ mm}$: barres pointées et chanfreinées
Rectitude: $< 0.4 \text{ mm/m}$

Contrôle anti-fissures des barres selon DIN/EN 10277-1, Tab. 1

$\varnothing < 2.00 \text{ mm}$:	classe 1
$\varnothing \geq 2.00 \text{ mm}$:	classe 3
SWISSLINE:	$\varnothing > 6.0 \text{ mm}$

Autre exécutions sur demande

Disponibilité

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

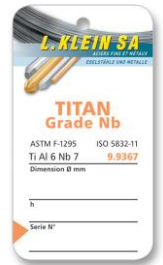
Propriétés mécaniques

Selon normes ISO et/ou ASTM:	
Charge de rupture Rm	$\geq 900 \text{ MPa}$
Limite élastique Rp0.2:	$\geq 795 \text{ MPa}$
Allongement A:	$\geq 10\%$

Usinage

Vitesse de coupe:	$Vc \approx 20-40 \text{ m/min}$
Avance:	0.08-0.15 mm/tour
Angle de coupe :	-100/120°
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.

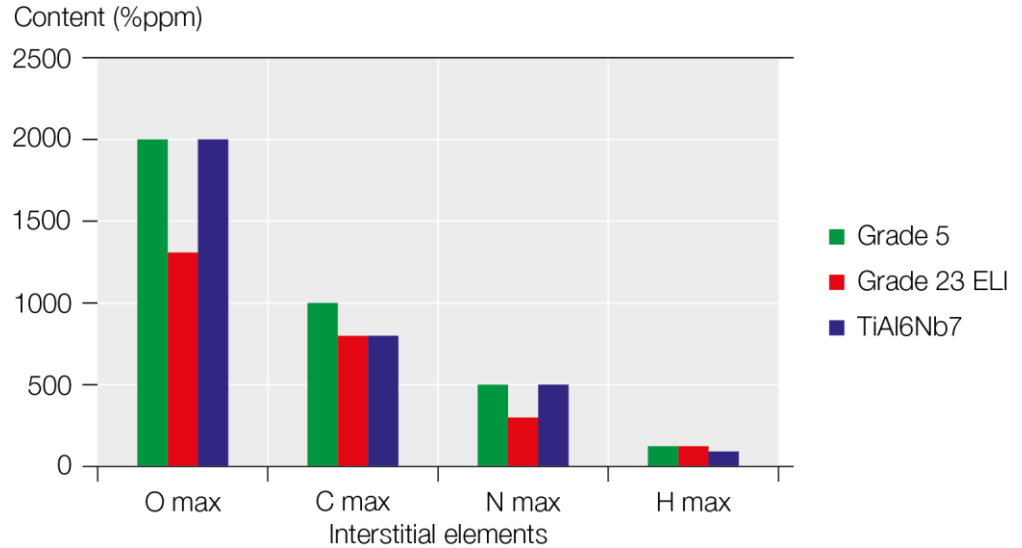


TITAN Grade Nb TiAl6Nb7

9.9367 – Titan Grade Nb / EN TiAl6Nb7 / ASTM F 1295

Alliage de Titane plus particulièrement pour implants et endo-prothèses

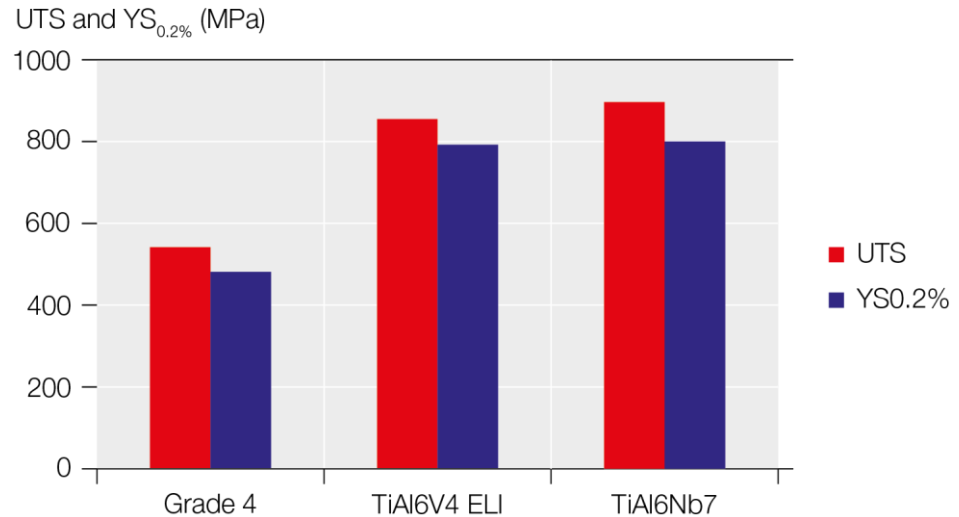
Figure 1
Comparaison des teneurs en éléments interstitiels



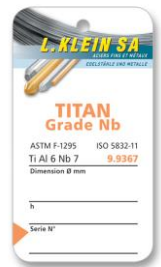
Teneurs en interstitiels

En plus des teneurs des éléments d’alliage métalliques Ti, Al et Nb, celles en interstitiels jouent un rôle très important. La Figure 1 compare les teneurs maximum tolérées des éléments interstitiels C, O, N et H de l’alliage Titan Grade Nb avec celles des l’alliage industriel Grade 5 et Grade 23 courants. Ces restrictions ont pour buts d’améliorer la résilience, l’aptitude au formage à froid et à l’usinage, ainsi que sa tenue supérieure en fatigue.

Figure 2
Comparaison des propriétés mécaniques



La Figure 2 montre les propriétés mécaniques types des titane pour implants. Cette figure illustre également le gain de ductilité que procure le TITAN Grade Nb face à l’alliage TITAN Grade 23. Ce gain est illustré par le rapport R₀₂/R_m plus favorable de l’alliage Grade Nb par rapport au Grade 23.



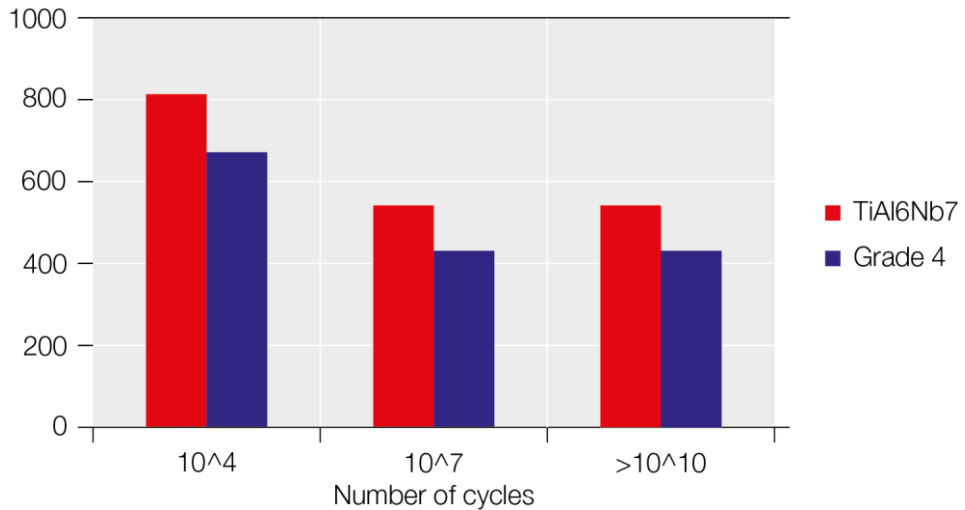
TITAN Grade Nb TiAl6Nb7

9.9367 – Titan Grade Nb / EN TiAl6Nb7 / ASTM F 1295

Alliage de Titane plus particulièrement pour implants et endo-prothèses

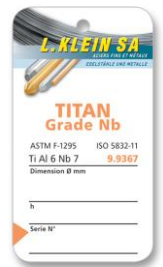
Figure 3
Comparaison des résistances à la fatigue en flexion rotative

Fatigue strength (MPa)



Le comportement à la fatigue est un élément primordial du choix de cet alliage pour des applications médicales et en micromécaniques pour des applications de hauts niveaux.

Formage	A chaud:	Forgeage d'ébauche: 950-980°C Forgeage de finition: 900-970°C
	A froid:	Réalisable, relativement difficile
Recuit	705-730°C/1-4h/refroidissement lent jusqu'à 565°C/air	
Durcissement	Vieillessement :	950-955°C/jusqu'à 5h/ refroidissement lent jusqu'à 565°C/air
Détente	480-650°C/jusqu'à 4h/air	
Traitement à basse température	Cryogénie	-196°C (azote liquide)
Rôle négatif de l'hydrogène	L'hydrogène diffuse aisément dans le titane et le fragilise. Sa présence doit être évitée par tous les moyens. Les sources de pollution en H sont notamment les atmosphères de protection, les réactions chimiques et électrochimiques libérant de l'hydrogène.	
Résistance à la corrosion	Excellente. La résistance à la corrosion est encore renforcée par la synergie des éléments d'alliages Al et Nb qui tous deux forment avec le titane	
Biocompatibilité	Bonne. L'addition de V peut en certaines circonstances et microstructures avoir une biocompatibilité inférieure. L'utilisation du titane TITAN Grade Nb (Ti6Al7Nb) est recommandée dans ces cas. L'épaisseur du film TiO ₂ de passivation naturelle spontanée du titane et de ses alliages en milieux oxydants, est <2-3 nm. Ce film d'oxyde suffit pour conférer au titane son excellente résistance à la corrosion et sa biocompatibilité. L'épaisseur de ce film peut être renforcée en effectuant une oxydation anodique de la surface.	



TITAN Grade Nb TiAl6Nb7

9.9367 – Titan Grade Nb / EN TiAl6Nb7 / ASTM F 1295

Alliage de Titane plus particulièrement pour implants et endo-prothèses

Figure 4
Oxydation anodique

Oxide film thickness (nm), 1 nm = 10 Å

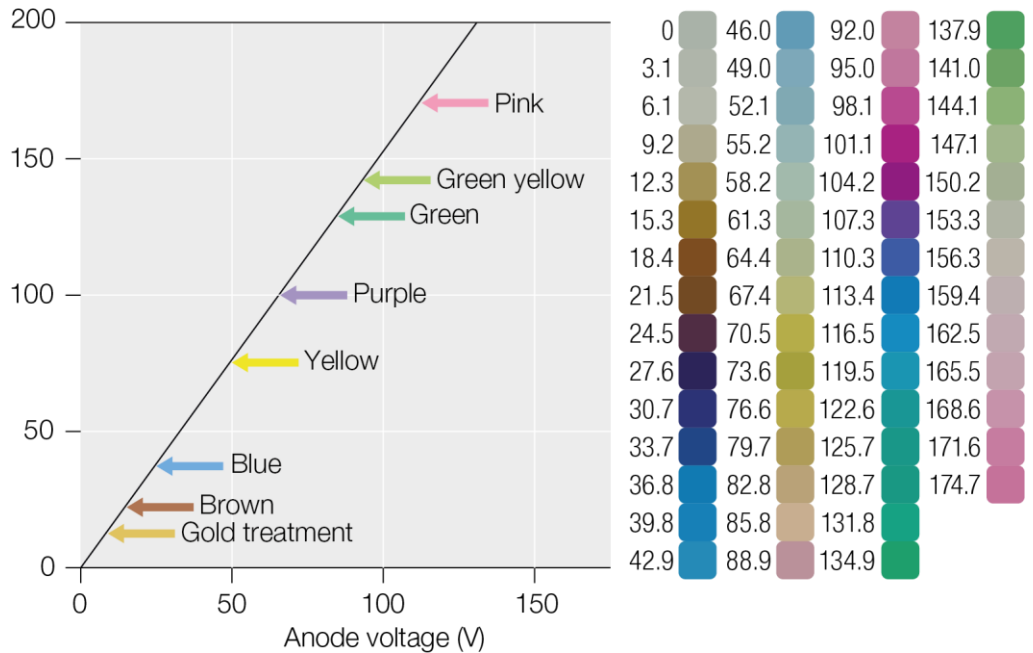


Tableau 1
Relation entre la couleur observée et l'épaisseur du film oxydé anodiquement

Spectre de couleurs

Le Titan grade Nb (TiAl6Nb7) peut aisément être oxydé anodiquement dans des bains d'acides oxydants, comme l'acide phosphorique (H₃PO₄) ou sulfurique (H₂SO₄). En fonction de la concentration du milieu oxydant (4M H₃PO₄ par exemple), de sa température et du voltage appliqué, un spectre de couleurs d'interférence peut être créé, comme le montre la Figure 4. Aucun additif ou pigment de coloration n'est nécessaire.

Biocompatibilité renforcée

Le Tableau 1 indique qu'à chaque épaisseur de la couche d'oxydes mixtes de Ti, Al et Nb formée correspond une couleur spécifique. Les couleurs perçues sont produites par l'interférence de la lumière visible incidente réfléchiée et réfractée par le film d'oxyde. Ces couleurs ne sont pas des colorations de la surface du métal. Elles ne sont que virtuelles.

Résistance à la corrosion

L'excellente biocompatibilité du Titan grade Nb repose sur la faculté intrinsèque du Ti, Al et Nb de s'auto-passiver spontanément en présence d'oxygène. Et dans le cas du Titan grade Nb de former une couche d'oxyde d'oxydes mixtes de Ti, Al et Nb. Ce film d'auto-passivation est de l'ordre du nm. Sa biocompatibilité de base est très bonne et peut encore être renforcée par une oxydation anodique.

Résistance à la corrosion

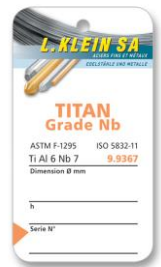
La présence d'une couche d'oxydation anodique sur la surface du Titan Grade Nb renforce également sa résistance à la corrosion.

Résistance aux frottements

Le film d'oxydes mixtes de l'oxydation anodique abaisse le coefficient de friction de la surface traitée. Ce comportement est mis à profit pour améliorer les propriétés de glissement lors du travail et de l'utilisation du Titan Grade Nb.

Exploitation du spectre de couleurs

Le spectre de couleurs virtuelles du Titan Grade Nb oxydé anodiquement est utilisé à fins décoratives, de bijouxeries et d'identification, comme en médecine par exemple.



TITAN Grade Nb TiAl6Nb7

9.9367 – Titan Grade Nb / EN TiAl6Nb7 / ASTM F 1295

Alliage de Titane plus particulièrement pour implants et endo-prothèses

Propriétés physiques

Propriétés	Unité	Température (°C)				
		20	200	300	400	500
Densité	g cm ⁻³	4.52				
Module E	GPa	105				
Module de compression	GPa	101				
Module de cisaillement	GPa	41				
Coefficient de Poisson	-	0.34				
Conductivité thermique	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	6.7		6.8		7.1
Résistance électrique	Ω.mm ² .m ⁻¹	0.55	0.58	0.595	0.605	0.615
Coefficient de dilatation	W.m ⁻¹ .K ⁻¹ 10 ⁻⁶	20–100°C	20–200°C	20–300°C	20–500°C	20–815°C
		8.6	9.2	9.5	10	11
Conductivité thermique	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	17	15	15	15	15
Susceptibilité magnétique	10 ⁻⁶	3.4	3.5	3.6	3.9	4.0
Chaleur spécifique	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹	560				
Emissivité (1-10) lumière visible	-	0.3				
Coefficient de réflexion	-	0.56				
Intervalle de fusion	°C	1650				
Chaleur latente de fusion	kJ/kg	360-370				
Transus allotropique	°C	1010±15				
Perméabilité magnétique	μr	1.00005				

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.