



TITAN Grade 23 TiAl6V4 ELI

3.7165 – Titan Grade 23 EN TiAl6V4 / ASTM B348 et F 136

Alliage de Titane pour le medical, la micromécanique, l'horlogerie etc

Caractéristiques et Particularités

Le Titan Grade 23 est la version ELI (Extra Low Interstitials) modifiée du grade 5, l'alliage de titane le plus utilisé. Le Grade 23 l'étant pour les applications aux exigences les plus sévères, dont les implants. Outre ses teneurs très basses en interstitiels, sa teneur en Fe est également limitée. Le Grade 23 élaboré par fusion et refusions sous vide a une microstructure très propre. Sa résistance à la corrosion est excellente, en milieux chlorés notamment. Titan Grade 23 est biocompatible et ROHS conforme. L'oxydation anodique permet de développer un large spectre de couleurs d'interférence par formation de TiO₂ qui résiste bien aux frottements.

Utilisation

Le Titan Grade 23 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	3.7165
EN	TiAl6V4
ISO	5832-2
AFNOR	T 6 V
ASTM	B 348, F 136
UNS	R 56401

Composition chimique (%pds)

	C	Al	V	Y	Fe	O	N	H	Ti
max.		5.50	3.50	max.	max.	max.	max.	max.	solde
	0.08	6.50	4.50	0.005	0.25	0.13	0.05	0.012	

Dimensions et exécutions

- Barres: 3m (2m), étiré à froid, meulé poli; Rugosité: Ra ≤ 0.8 µm, N6
Tolérance: ISO h6 (h7), tolérances plus serrées sur demande
Ø > 2.0 mm: pointées et chanfreinées
Rectitude: max. 0.5 mm/m
Contrôle anti-fissures des barres selon DIN/EN 10277-1, Tab. 1
Ø < 2.00 mm: classe 1
Ø ≥ 2.00 mm: classe 3
SWISSLINE: Ø > 6.0 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 ≥ 900 MPa
Limite élastique Rp_{0.2}: ≥ 795 MPa
Allongement A: ≥ 10%

Usinage

Vitesse de coupe: Vc ≈ 20-40 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.

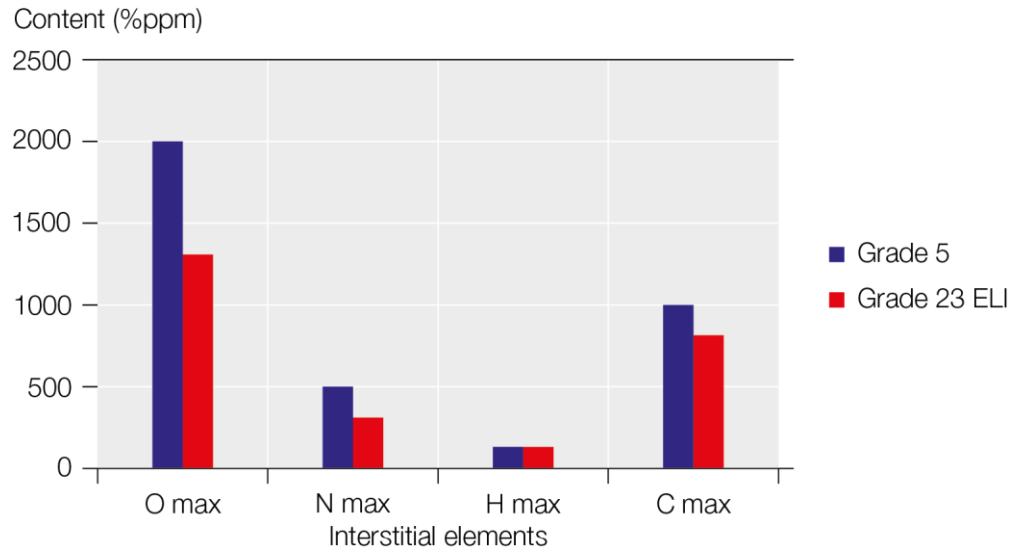


TITAN Grade 23 TiAl6V4 ELI

3.7165 – Titan Grade 23 EN TiAl6V4 / ASTM B348 et F 136

Alliage de Titane pour le medical, la micromécanique, l'horlogerie etc

Figure 1
Comparaison des alliages Ti6Al4V

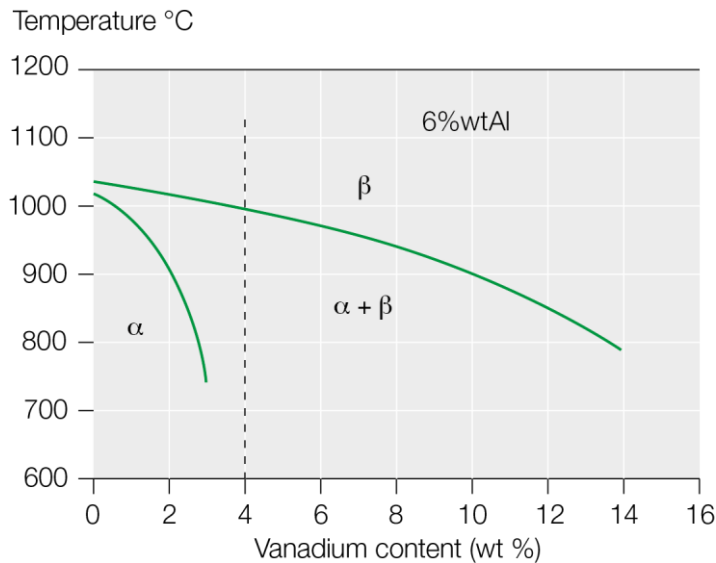


Teneurs en interstitiels

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

Figure 2
Diagramme d'équilibre

La ligne en pointillé de la Figure 2 représentant l'alliage Ti6Al4V sur le diagramme d'équilibre pseudo-binaire de cet alliage avec 6%Al, montre qu'une pluralité de microstructures peuvent être obtenues par traitement thermique.



Microstructure Au-dessus de 1000°C: β structure cubique centrée
 En-dessous de 1000°C: α structure hexagonale, structure α + β mixte
 α & β répartition des phases: selon la température de traitement thermique

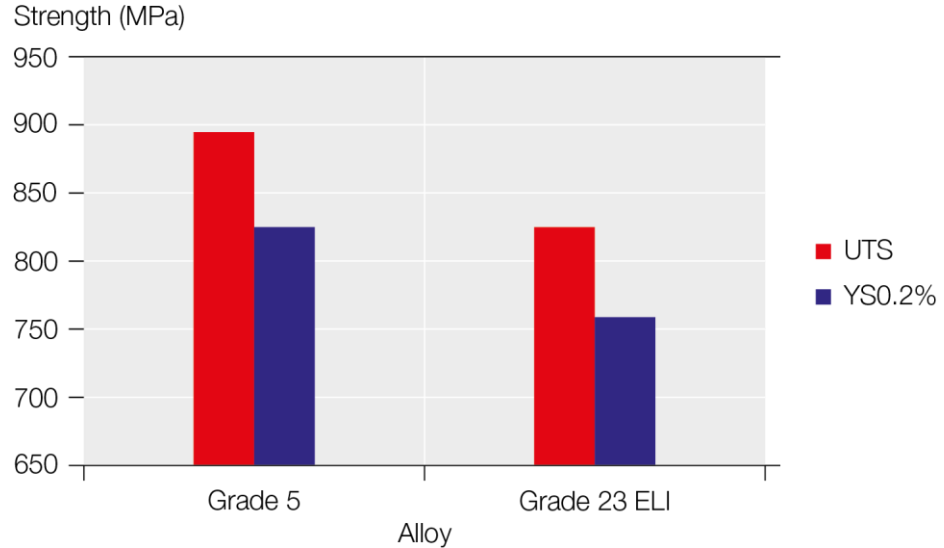
Valeur limite selon ISO 20160, 2006: A1-A2



TITAN Grade 23 TiAl6V4 ELI

3.7165 – Titan Grade 23 EN TiAl6V4 / ASTM B348 et F 136
Alliage de Titane pour le medical, la micromécanique, l'horlogerie etc

Figure 3
Exemples de propriétés mécaniques des Grades 5 et 23



Les valeurs de Rm et R_{0.2} sont indicatives seulement. La Figure 2 désire seulement montrer les valeurs relatives de chaque grade de titane non-allié. Ces valeurs peuvent être augmentée par formage et déformation à froid et par traitements thermiques avant, en cours et après travail à froid.

Formage	A chaud:	Forgeage d'ébauche: 950-980°C Forgeage de finition: 900-970°C
	A froid:	Réalisable mais 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)
Température de service		-196 – 400°C
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.
Passivation Résistance à la corrosion		L'épaisseur du film TiO ₂ de passivation naturelle spontanée du titane et de ses alliages en milieux oxydants, est <1-2 nm. Ce film d'oxyde suffit pour conférer au titane son excellente résistance à la corrosion et biocompatibilité. L'épaisseur de ce film peut être augmentée en effectuant une oxydation anodique de la surface.
Biocompatibilité		Bonne. L'addition de V de cet alliage peut en certaines circonstances et microstructures avoir une biocompatibilité inférieure. L'utilisation du titane TITAN Grade Nb (Ti6Al7Nb) est recommandée dans ces cas.



TITAN Grade 23 TiAl6V4 ELI

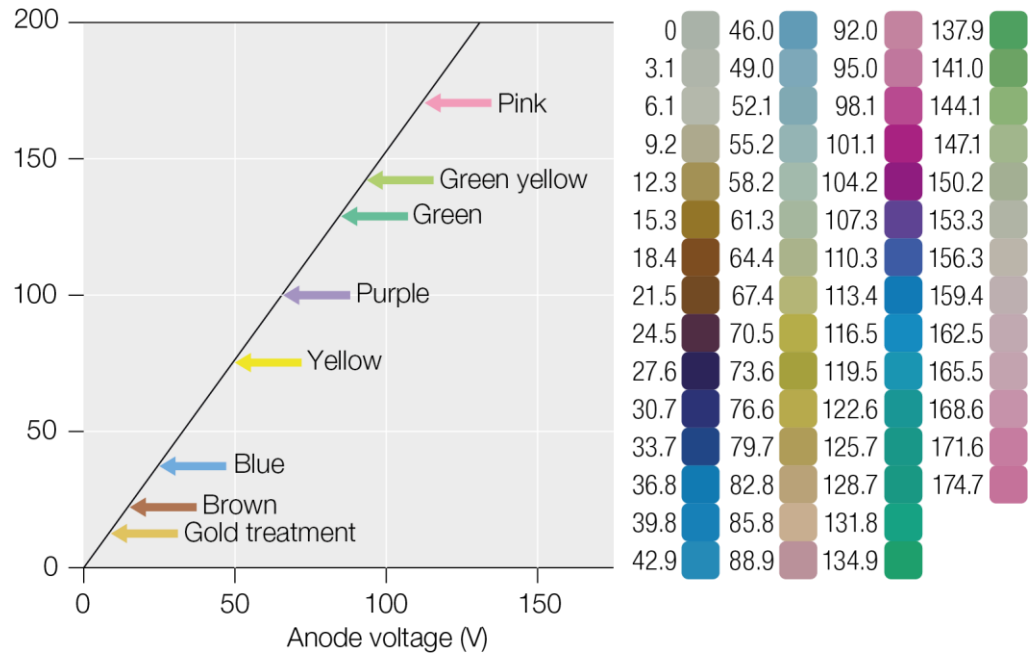
3.7165 – Titan Grade 23 EN TiAl6V4 / ASTM B348 et F 136

Alliage de Titane pour le medical, la micromécanique, l'horlogerie etc

Figure 4
Oxydation anodique

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

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



Le Titan grade 23 (TiAl6V4) 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 comme le montre la Figure 4 peut être créé. Aucun additif ou pigment de coloration n'est nécessaire.

Spectre de couleurs
Epaisseur du film
d'oxyde

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

Biocompatibilité

La biocompatibilité du Titan grade 23 repose sur la faculté intrinsèque de Ti et Al de se s'auto-passiver spontanément en présence d'oxygène pour former une couche d'oxyde d'oxydes mixtes de Ti et Al. Ce film de passivation est de l'ordre <1-2 nm.

Résistance à la corrosion

La présence d'une couche d'oxydation anodique sur la surface du Titan Grade 23 renforce sa résistance à la corrosion.

Résistance aux frottements

Le film d'oxydes produit par 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 de formage et d'écrouissage à froid du Titan Grade 23.

Exploitation du spectre

Le spectre de couleurs virtuelles du Titan Grade 23 oxydé anodiquement est utilisé à des fins décoratives, en bijouterie par exemple, et comme moyen de reconnaissance et d'identification, comme en médecine.



TITAN Grade 23 TiAl6V4 ELI

3.7165 – Titan Grade 23 EN TiAl6V4 / ASTM B348 et F 136

Alliage de Titane pour le medical, la micromécanique, l'horlogerie etc

Propriétés physiques

Propriétés	Unité	Température (°C)				
		20	200	300	400	500
Densité	g cm ⁻³	4.43-4.47				
Module E	GPa	113-115	92	85	78	72
Module de compression	GPa	107				
Module de cisaillement	GPa	44				
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	1605-1660				
Chaleur latente de fusion	kJ/kg	360-370				
Transus allotropique	°C	988±14				
Perméabilité magnétique à 1.6 kA/m	μr	1.00005				

Renonciation: 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.