



1.4404/AISI 316L – Acier inoxydable austénitique à bas S

### Caractéristiques et particularités

Cet acier est un acier inoxydable austénitique du type 1.4404 (316L) à bas S de max. 0.015%. Sa faible teneur en C de max. 0.030% réduit considérablement le risque de sa sensibilisation en-dessous de 650°C environ. Lui assurant ainsi une bonne résistance à la corrosion inter-cristalline, un comportement satisfaisant au soudage et son aptitude favorable à tous les modes de polissage. Sa résistance à la corrosion est bonne, notamment en milieux acides non-oxydants ou contenant des halogènes. Cet acier peut être utilisé au continu jusqu'à 430°C. Son usinabilité est satisfaisante, bien que meilleure à l'état écroui. Cet acier ne peut être durci que par écrouissage. Son aptitude au travail à froid est similaire à celle de l'acier CHRONIFER® Special 35. Il peut présenter des traces de ferrite  $\partial$  (Delta), donc de ferromagnétisme.

#### Utilisations

Ses nombreux domaines d'utilisation vont des industries chimiques, pharmaceutiques, alimentaires et pétrochimiques aux travaux de la pâte à papier et de l'industrie textile. Il est également largement utilisé dans les industries de la micromécanique, de l'appareillage et de l'industrie horlogère.

#### **Normes**

 Numéro matière
 1.4404

 EN 10083-3
 X2CrNiMo 17-12-2

 ISO
 7153-1 (P)

 DIN /AFNOR
 X2CrNiMo 17-12-2

 ALSI/SAF
 2461

AISI/SAE 316L ASTM F 899 NF S 94-090 JIS SUS 316

#### Composition chimique

(%poids)

С Si Ρ S Cr Fe Mn Ni Mo Ν 16.5 solde max. max. max. max. max. 10.0 2.00 max. 0.030 1.00 2.00 0.045 0.015 18.0 13.0 2.50 0.10

### Dimensions et exécutions

Standard: barres de 3 m (+50/0 mm), torches pour Escomatic

Propriétés mécaniques : Rm 650-950 MPa

Barres Ø < 1.0 - 9.0 mm: ISO h8</li>
 Barres Ø ≥ 2.00 mm: ISO h6 (h7)

Fils Ø ≥ 0.80 max 3.00 mm: ISO fg7, torches pour Escomatic

Malrond max:
 ½ tolérance du diamètre

Autres tolérances sur demande

#### Conditionnement

Standard: barres de 3 m (+50/0 mm), torches pour Escomatic

Barres Ø ≥ 2.00 mm: étiré à froid, meulé, poli, Ra max 0.4 μm (N5)

pointées 60°, chanfreinées 45° état de surface: étiré à froid

Barres < 2.00 mm: état de surface: étiré à froid</li>
 Ø ≥ 6.00 mm: exécution SWISSLINE

• Fils Ø < max 3.00 mm: état de surface: étiré à froid, torches pour Escomatic

Autres exécutions sur demande

#### Disponibilité

Dimensions standards en stock, voir: Programme de livraison

#### Conditions de coupe

Usinabilité: relativement difficile, satisfaisante à l'état écroui

Vitesse de coupe:  $V_c \approx 40$  - 65 m/min. Lubrification: 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.





1.4404/AISI 316L – Acier inoxydable austénitique à bas S

#### Propreté de la structure

L'acier CHRONIFER® Special 04 est un acier relativement propre permettant de réaliser des états de surface polis satisfaisants.

#### Grosseur du grain

Selon ASTM E47:

Fils étirés à froid ASTM Nr. ≥ 7-8

#### Ferrite δ (Delta)

L'acier CHRONIFER® Special 04 peut contenir des traces de ferrite ∂(Delta). Les formules d'équivalence du Cr<sub>eq</sub> et Ni<sub>eq</sub> du diagramme de Schaeffler-De Long, tous revus et modifiés par Otokumpu, permettent de les calculer:

- Creq = 1.5Si + Cr + Mo + 2Ti + 0.5Nb
- $Ni_{eq} = 30(C + N) + 0.5Mn + Ni + 0.5(Cu + Co)$
- Ferrite Number FN ou  $\%_{\text{vol}}$  Ferrite  $\delta$  (Delta) FN = ([{1.375 (Creq 16} + 10] Nieq) 2.586

Des valeurs négatives de FN indiquent l'absence de ferrite δ (Delta).

#### **PREN**

- PREN = %Cr + 3.3%Mo + 18%N
- Valeurs clés calculées: min. 23.1 / max. 28.0

#### **Formage**

À chaud, forgeage p. ex.: 950 – 1120°C, trempe/refroidissement rapide

• Si la température devrait chuter en-dessous de 800°C, un recuit de remise en solution devrait être effectué préventivement.

À froid: sans limitations, diagramme de durcissement par écrouissage p. 3.

#### Recuit de mise en solution

Recuit de mise en solution: 1040-1070°C, trempe/refroidissement rapide

- Un taux d'écrouissage supérieur à 10 15% est recommandé, afin de réduire le risque d'un grossissement du grain trop intense et rapide.
- Le domaine de température inférieure à 650°C doit être évité, car il peut conduire à la précipitation de carbures aux joints des grains, phase σ(Sigma).
- La formation de la phase σ(Sigma) conduit à une fragilité, réduction de la ductilité et de la résistance à la corrosion. Dans ce cas, un recuit de mise en solution à 1040-1070°C est recommandé.
- Dans le cas d'une sensibilisation indésirable, il est recommandé d'effectuer un traitement de remise en solution à 1040-1070°C.

#### **Durcissement**

L'acier CHRONIFER® Special 04 ne peut pas être durci thermiquement. Il ne peut l'être que par écrouissage à froid. Voir courbes de durcissement p. 3.

#### Microstructures

Pour l'usinage et le polissage: barres et fils de décolletage écrouis à froid: austénite à l'état recuit et écroui à froid

#### **Polissage**

L'acier CHRONIFER® Special 04 est approprié à tous les modes de polissage. Polissage électrolytique: La ferrite  $\partial(Delta)$  et/ou la phase  $\sigma(Sigma)$  sont mises en relief lors d'un polissage électrolytique.

- Cet acier peut contenir des traces de ferrite ∂(Delta).
- Dans le cas d'une formation involontaire de la Phase  $\sigma(Sigma)$ , un traitement de remise en solution à 1040-1070°C peut être nécessaire afin de na pas compromettre tant la qualité du polissage que la résistance à la corrosion

Plus d'info.

Soudage

Facilement réalisable





1.4404/AISI 316L – Acier inoxydable austénitique à bas S

Figure 1
Durcissement par
déformation plastique
à froid

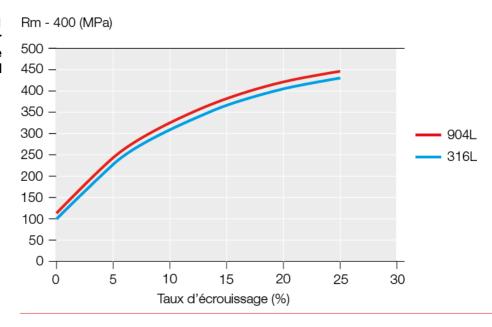
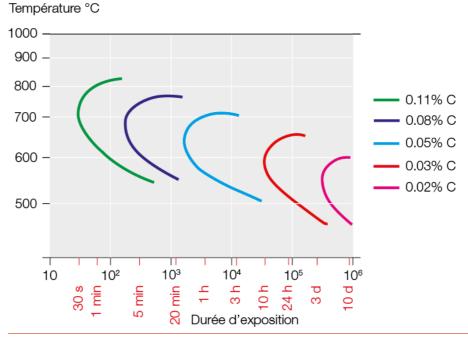


Figure 2 Sensibilisation



Précipitation de carbures aux joints de grains La sensibilisation de la microstructure par précipitation de carbures aux joints des grains - précipitation inter-granulaire - a lieu dans des domaines de température fonction de la teneur en C de l'acier. Ces domaines de température doivent être évités, car les zones entourant ces carbures inter-granulaires sont le site de la corrosion intergranulaire, en milieux chlorés notamment. Ils induisent également une perte de ductilité et conduisent à des problèmes lors de tous les modes de polissage fins, y compris le polissage électrolytique.

Dans le cas du CHRONIFER<sup>®</sup> Special 04, le domaine de température de sensibilisation est compris entre 650 à 400°C. La durée d'exposition critique est ≥10 heures.





1.4404/AISI 316L – Acier inoxydable austénitique à bas S

#### Marquage laser

L'échauffement dans la zone affectée par la chaleur HAZ (Heat Affected Zone) d'un marquage laser normal ne devrait pas affecter la microstructure. Marquage laser: Plus d'info.

#### Oxydation superficielle

Une oxydation thermique produit des oxydes superficiels qui doivent être éliminés mécaniquement ou chimiquement par décapage.

 Les oxydes colorés ou la calamine peuvent réduire considérablement la résistance à la corrosion.

#### **Décapage - Passivation**

Les procédés et produits utilisés doivent être adaptés aux exigences des aciers inoxydables austénitiques. <u>Plus d'info.</u>

- Une réaction "Flash back" potentielle peut être évitée en effectuent toujours un décapage avant la passivation.
- Un traitement de passivation n'est pas nécessaire après un polissage électrolytique.

### Résistance à la corrosion

- Etat de surface optimal: Surface propre, polie et passivée. Plus d'info.
- La résistance à la corrosion indicative de l'acier CHRONIFER<sup>®</sup> Special 04 dans quelques milieux types d'utilisation comme ceux de composants de l'habillage de la montre sont indiqués ci-dessous.

Type de corrosion	Etat de la matière Résistance à la corr			
Corrosion par piqûres	tous	bonne		
Brouillard salin	tous	satisfaisante à moyenne		
Eau de mer	tous	satisfaisante à moyenne		
Corrosion sous tension	recuit	bonne		
	écroui	sensibilité croissant avec ɛ		

#### Corrosion galvanique

 Cet acier est moins noble que les aciers CHRONIFER<sup>®</sup> Special 35 et Special 35 P, il peut dans certains assemblages et montages être sujet à des phénomènes de corrosion galvanique en leur présence.

### Précautions élémentaires

- La protection la plus simple et efficace et de toujours s'assurer que la surface soit propre et polie.
- Bien nettoyer les pièces et composants (ne pas tolérer de résidus d'utilisation) et les sécher.
- N'utiliser que des solutions de nettoyage, lavage et de désinfection ne contenant pas de chlore.

#### Magnétisme

Ferromagnétisme dû à la présence de ferrite ∂ (Delta):

- Cet acier peut suivant sa composition exacte présenter des traces de ferrite ∂
   (Delta) ferromagnétique de teneur ≥ 0.5%vol.
- Dans ce cas, l'acier CHRONIFER® Special 04 peut présenter une perméabilité relative ≥ 1.003

Ferromagnétisme dû à la formation de martensite  $\alpha(Alpha)$  ferromagnétique à taux d'écrouissage élevés :

Cet acier fortement écroui peut suivant sa composition et la présence de ferrite ∂
 (Delta), présenter des traces de martensite α (Alpha) ferromagnétique de perméabilité relative > 1.005.

Plus d'info.





1.4404/AISI 316L – Acier inoxydable austénitique à bas S

#### Propriétés physiques

Propriétés	Unité	Température (°C)				
		20	200	300	400	500
Densité	g cm <sup>-3</sup>	7.98				
Module élastique E	GPa	200	186	179	172	165
Module de torsion G*	GPa	117				
Coefficient de Poisson V		0.27-0.28				
Résistance électrique	$\Omega$ .mm <sup>2</sup> .m <sup>-1</sup>	0.75				
Dilatation thermique	m m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	20-100°C	20-200°C	20-300°C	20-400°C	20-500°C
	10 <sup>-6</sup>	16	16.5	17	17.5	18
Conductibilité thermique	W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>	15			15.2	
Chaleur spécifique	J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>	500				
Intervalle de fusion	°C	1375-1400				
Magnétisme	Etat recuit: présence de ferrite ∂ (Delta) ferromagnétique Perméabilité relative: ≥ 1.003 Etat écroui: présence possible de martensite α (Alpha) ferromagnétique. Perméabilité relative: > 1.005					

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.