



Offre inox ferritique KARA : nuance **K44**

Composition chimique

Éléments	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ti+Nb
%	0,015	0,55	0,3	17,7	1,85	0,45

Valeurs typiques

Désignation européenne	Désignation américaine
X2CrMoTi18-2 1. 4521 ⁽¹⁾	Type 444 ⁽²⁾

(1) Selon la EN 10088-2

(2) Selon l'ASTM A 240

Cette nuance est conforme à :

- ▶ La fiche de donnée sécurité Stainless Europe n° 1 : aciers inoxydables (Directive européenne 2001 /58/EC).
- ▶ La directive européenne 2000/53/EC relative aux véhicules hors d'usage et à son annexe II du 27 juin 2002.
- ▶ La norme NFA 36 711 «Acier inox destinés à entrer au contact des denrées, produits et boissons pour l'alimentation de l'homme et des animaux» (hors emballage).
- ▶ La NSF/ANSI 51 – 2007 édition internationale Standard pour «Matériaux pour équipements alimentaires» et celles de la F.D.A. (United States Food and Drug Administration) portant sur les matériaux utilisés en contact avec les aliments.
- ▶ Le décret français n° 92-631 daté du 8 juillet 1992 et la Réglementation n° 1 935/2004 du Parlement européen et du conseil du 27 octobre 2004 sur les matériaux et articles prévus pour être au contact de la nourriture (et les directives abrogatoires 80/590/EEC et 89/109/EEC).
- ▶ L'arrêté français en date du 13 janvier 1976 portant sur les matériaux et articles fabriqués en acier inoxydable entrant au contact des denrées alimentaires.
- ▶ La norme EN 10028-7 « Produit plats en aciers pour appareils à pression

Caractéristiques générales

Les principales caractéristiques de notre nuance **K44** sont :

- ▶ Une très bonne résistance à la corrosion par piqûres en milieu chloruré, supérieure à celle du 18-9L (1.4301, Type 304L) et du 18-11ML (1.4404, Type 316L).
- ▶ Une insensibilité à la corrosion sous contrainte et intergranulaire.
- ▶ Une basse température de transition y compris en zone soudée.
- ▶ Une bonne aptitude à l'emboutissage.
- ▶ Une bonne soudabilité.
- ▶ Une conductivité thermique supérieure aux nuances austénitiques et un coefficient de dilatation deux fois plus faible.

Applications

- ▶ Industries agro-alimentaires.
- ▶ Ballons d'eau chaude.
- ▶ Chaudières.
- ▶ Conduits de fumée.
- ▶ Echangeurs.
- ▶ Tubes sucrerie et sanitaires.
- ▶ Panneaux solaires.
- ▶ Cuisson et équipements de la restauration hors foyer.
- ▶ Réservoirs d'eau.

Possibilités de livraison

Formes : tôles, flans, bobines, feuillards, disques.

Épaisseurs : 0,3 à 4,0 mm (autres épaisseurs : nous consulter).

Largeur : suivant épaisseur, nous consulter.

Finitions : laminé à froid, recuit brillant et glacé (autres finitions : nous consulter).

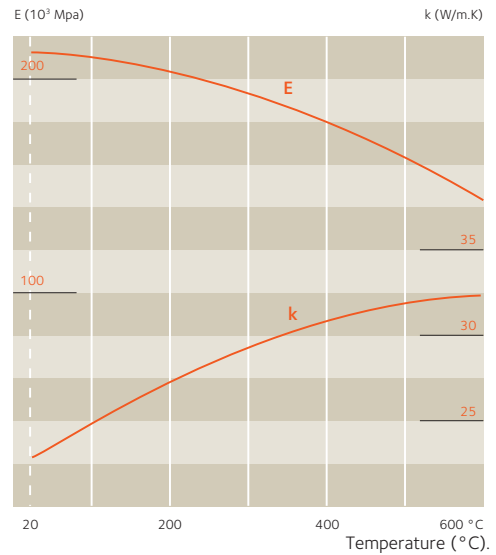


Caractéristiques physiques

Sur tôle laminée à froid. A l'état adouci
(Valeurs typiques)

Densité	d	kg/dm ³	20 °C	7,7
Point de fusion		°C		1495
Chaleur spécifique	c	J/kg.K	20 °C	430
Conductivité thermique	k	W/m.K	20 °C	23
Coefficient moyen de dilatation linéique	α	10 ⁻⁶ /K	20-200 °C	10,8
			20-400 °C	11,6
			20-600 °C	12,0
			20-800 °C	12,5
Résistivité électrique	ρ	Ω mm ² /m	20 °C	0,8
Perméabilité magnétique	μ	à 0,8 kA/m DC ou AC	20 °C	800
Module d'élasticité	E	MPa.10 ³	20 °C	220

Point de Curie : 650 °C.
Remarques : La conductivité thermique de **K44** est supérieure à celle des austénitiques de type 304L - 316L ($k = 15W/m^{\circ}C$) et le coefficient moyen de dilatation est plus faible ($\alpha = 17 \times 10^{-6}$ de 20 °C à 200 °C pour un 304L ou 316L).



Caractéristiques mécaniques

A l'état de recuit

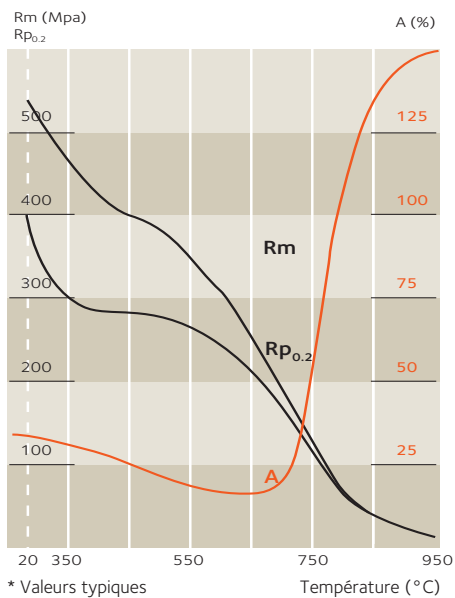
Selon la norme EN 1002-1 (Juillet 2001), éprouvette perpendiculaire au sens du laminage

Éprouvette

$L_0 = 80$ mm (épaisseur < 3 mm)

$L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ (épaisseur ≥ 3 mm)

Aux températures élevées*



* Valeurs typiques

Présentation	$R_m^{(1)}$ (Mpa)	$R_{p0,2}^{(2)}$ (Mpa)	$A^{(3)}$ (%)	HRB
Laminé à froid*	520	380	28	84

1 Mpa = 1 N/mm².

* Valeurs typiques

(1) Résistance à la traction (UTS) (2) Limite d'élasticité (3) Allongement

A à 100 °C le $R_{p0,2}$ du **K44** est > à 300 Mpa

Appellations commerciale	$R_{p0,2}$ à 20 °C (Mpa)	$R_{p0,2}$ à 100 °C (Mpa)
K44/444	380	330
304L	320	260
316L	320	170

* Valeurs typiques

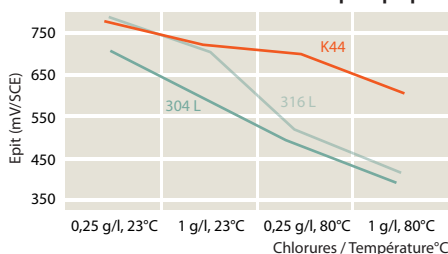
La limite d'élasticité des aciers ferritiques est plus élevée que pour celle des austénitiques. Cette caractéristique des ferritiques et notamment du K44 est importante à prendre en considération dans certains cas de calcul de structure comme par exemple pour les ballons d'eau chaude. En effet cette limite élastique supérieure à température ambiante qui subsiste aux températures de fonctionnement type de cette application, permet pour des mêmes niveaux de contrainte appliquée et liés à la prévention du risque d'explosion, d'en limiter l'épaisseur. Les codes de construction des appareils à pression qui régissent le dimensionnement de ces appareils sont l'EN13445, le CODAP 2005, l'ASME.

Résistance à la corrosion

Résistance à la corrosion localisée

K44 présente une très bonne tenue à tous les types de corrosion grâce à sa teneur en Cr, en Mo et à sa bi-stabilisation au Nb et Ti. Son PREN* est de 24/25 traduisant une très bonne résistance à la corrosion par piqûres, meilleure que celle des aciers austénitiques de type 304 L, 316 L et 316 Ti.

Effet de la température et de la concentration en Cl⁻ sur la résistance à la corrosion par piqûres.



En brouillard salin

Après 2000h de BS selon NFX 41002, K44 à l'état 2B ou 2R ne présente aucune amorce de corrosion.

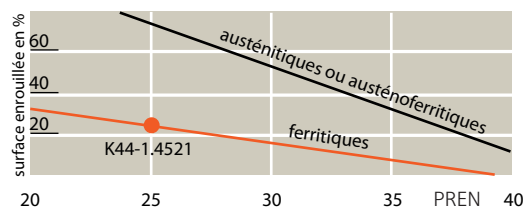
Corrosion intergranulaire

K44 résiste bien à la corrosion intergranulaire (test Strauss) du fait de la stabilisation du carbone et de l'azote par ajout de titane et niobium. Du fait de la présence de molybdène et d'une forte teneur en chrome, des précipités (phases de Laves) peuvent apparaître après un chauffage entre 600 et 900 °C. Cette précipitation altère la résistance à la corrosion intergranulaire en milieu très oxydant (test de Huey) mais ne modifie pas son comportement dans le test habituel de l'essai Strauss. Dans le cas d'utilisation en conditions sévères un tel traitement thermique doit être évité.

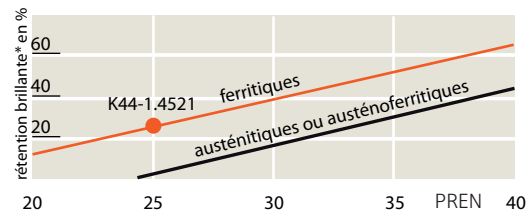
*PREN = %Cr+3.3%Mo+16%N.

Corrosion atmosphérique

Des études internationales (1) indiquent qu'après 3 années d'exposition en atmosphère marine/industrielle les aciers ferritiques sont plus résistants à la corrosion atmosphérique que les aciers austénitiques ou austéno-ferritiques de même PREN. En particulier en ce qui concerne l'enrouillement et la permanence de la brillance.



(1) Source : atmospheric corrosion resistance of high Cr ferritic stainless steels for architectural exterior applications Y.Yazawa, T.Ujiro, K.Yamato, H.Kalto. Stainless steels 96, Dusseldorf.



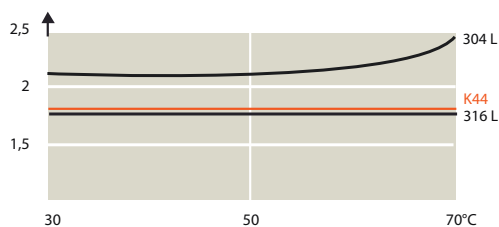
Corrosion acide

Bien que, de manière générale, la vitesse de corrosion soit plus élevée avec les aciers inoxydables ferritiques qu'avec les aciers inoxydables austénitiques de même teneur en molybdène, **K44** convient pour de nombreux acides minéraux ou organiques, voir ci-dessous. Il est d'autre part très résistant aux condensats de fumées de gaz (gaz de condensation) et est homologué pour les chaudières fioul domestique haut rendement par le Centre Scientifique de Bâtiment (CSTB - France)



Corrosion caverneuse

Grace au Mo, **K44** présente une bonne résistance à l'amorçage de la corrosion caverneuse, analogue à celle d'un acier 316 L. Elle est évaluée par le pH de dépassement dans une solution à NaCl 2M Ce pH est d'environ 1,8 et peu sensible à l'effet de la température.



Corrosion sous contrainte

Comme toutes les nuances ferritiques, **K44** est insensible à la corrosion sous contrainte. En eau de mer chaude, échantillon maintenu à 95 % de sa limite élastique : pas de rupture après 3000 h.

	304	316	K44
42% MgCl ₂ bouillant	< 2	< 16	> 1700 pas de fissures
42 % CaCl ₂ à 100°C	< 25	< 75	> 1700 pas de fissures

Conformation

K44 se prête bien aux travaux courants de conformation à froid (pliage, profilage, cintrage, emboutissage, etc.). Nous conseillons de conformer les ferritiques dont le K44 en favorisant le mode rétreint (performance reflétée par le LDR) c'est à dire en laissant le métal être avalé en minimisant la force de serrage au juste nécessaire de façon à éviter l'apparition de plis.

Emboutissage en expansion (test Erichsen)

Appellation commerciale	Désignation	ASTM A 240	Flèche* (mm)
K44	1.4521	Type 444	8.6

* tôle d'épaisseur 0,8 mm.

Soudage

Notre nuance **K44** est soudable par résistance par point ou à la molette. On obtient de bons résultats sans traitement ultérieur si le forgeage de la soudure est suffisant.

Procédé de soudage	Sans apport		Avec apport		Gaz de protection*
	Epaisseurs indicatives	Epaisseurs	Métal d'apport		
			Baguettes	Fils	
Résistance : Point, Molette	≤ 2 mm				
TIG	< 1,5 mm	> 0,5 mm	G 19 12 3L (1) ER 316L (2) n° 1.4430 (5)		Argon Argon + Hélium
PLASMA	< 1,5 mm	> 0,5 mm		G 19 12 3L Si (1) ER 316L Si (2) n° 1.4430 (5)	Argon Argon + Hélium
MIG		> 0,8 mm		G 19 12 3L Si (1) ER 316L Si (2) n° 1.4430 (5)	Argon + 2% CO ₂ Argon + 2% O ₂ Argon + 2% CO ₂ + Hélium
Electrode		Réparation	E 19 12 3L (3) E 316L (4)		
Laser	< 5 mm				Hélium Sous conditions: Argon

(1) Selon EN ISO 14343, (2) selon AWS A5.9, (3) selon EN 1600, (4) selon AWS A5.4, (5) selon VDEH

L'addition d'hydrogène ou d'azote dans l'argon est à proscrire car elle diminue la ductilité des soudures. Pour des raisons analogues, l'utilisation d'azote est interdite, celle du CO₂ limitée à 3 %. Pour limiter le grossissement du grain en ZAT, il convient d'éviter les énergies de soudage excessives. À titre d'exemple, en TIG automatique, pour une épaisseur de 1,5 mm, l'énergie de soudage ne dépassera pas 2,5 kJ/cm. Autre exemple, le MIG/MAG pulsé permettra de mieux contrôler la géométrie des cordons et la taille du grain (l'énergie de soudage est inférieure à celle utilisée en MIG conventionnel). Il n'est généralement pas nécessaire d'effectuer de traitement thermique après soudure. Les soudures doivent être décapées mécaniquement ou chimiquement et passivées après décapage. Le soudage au chalumeau oxyacétylénique est à proscrire.

Traitements

Polissage

Les aciers inoxydables ferritiques stabilisés et **K44** en particulier sont aptes au polissage avec des bandes abrasives : polis 3 à 6. Cependant, du fait de leur teneur en stabilisants Ti, Nb... ils ne permettent pas d'obtenir de poli miroir de bonne qualité. Le polissage avec des abrasifs contenant des sels de fer est interdit. Dans le cas où l'acier inoxydable aura été pollué par du fer ou des sels ferreux, un traitement final de décontamination devra être effectué. Avant tout traitement thermique, le métal doit être soigneusement dégraissé.

Recuit

A 925 °C après écrouissage, suivi d'un refroidissement à l'air, en aucun cas il ne faut dépasser 1000 °C pour des traitements de longue durée (> 5 minutes).

Décapage

Mélange nitrique fluorhydrique (20% HNO₃ + 1% HF). Pâtes décapantes pour soudure.

Passivation / Décontamination

Bain d'acide nitrique de 20 à 25 % à froid. Pâtes passivantes pour cordons de soudure.

Emboutissage en rétreint (test de Swift)

Appellation commerciale	Désignation	ASTM A 240	LDR* (mm)
K44	1.4521	Type 444	2,10-2,15

* rapport limite d'emboutissage

Pliage

Le pliage peut être à bloc pour les épaisseurs inférieures à 0,8 mm. Au-delà de 0,8 mm, pliage avec un rayon de courbure supérieur ou égal à la moitié de l'épaisseur.

Siège Social

ArcelorMittal Paris
Stainless Europe
1-5 rue Luigi Cherubini
FR-93212 La Plaine Saint-Denis Cedex

www.arcelormittal.com/stainlesseurope
www.stainlesseurope.com/stainlesseurope
stainlesseurope@arcelormittal.com

Renseignements

Tél. : (33) 1 71 92 06 52
Fax: (33) 1 71 92 07 97