

Offre inox ferritique KARA nuance **K44M**



Composition chimique

Eléments	C	N	Si	Mn	Cr	Nb	Mo
%	0,015	0,015	0,40	0,30	19	0,6	1,9

Valeurs typiques

Désignation Européenne⁽¹⁾

X2CrMoTi18-2

1.4521

⁽¹⁾ selon la norme EN 10088-2

Désignation Américaine⁽²⁾

type 444 UNS S44400

IMDS n° 336853368

⁽²⁾ selon l'ASTM A240

Cette nuance est conforme à :

- > La Fiche de Données Sécurité Stainless Europe Materials 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.

Caractéristiques générales

Les principales caractéristiques de notre nuance K44M sont:

- > Des caractéristiques mécaniques à chaud élevées sans risque de formation de phase σ à des températures intermédiaires.
- > Une bonne résistance à l'oxydation à chaud et au fluage jusqu'à 1050°C.
- > Une très bonne durabilité en fatigue thermique.
- > Une très bonne résistance à la corrosion dans un environnement de chaudières et de brûleurs à gaz.
- > Une plus grande conductivité thermique que celle des austénitiques et un coefficient de dilatation plus faible.
- > Une bonne soudabilité.
- > Facilité de conformation.

Applications

- > Brûleurs pour chauffage domestique
- > Piles à combustible
- > Brûleurs pour cuisines collectives
- > Fours
- > Composants pour brûleurs industriels

Possibilités de livraison

Formes: feuilles, flans, bobines, feuillards, tubes

Épaisseurs: de 0,2 à 4mm

Largeur: nous consulter selon l'épaisseur

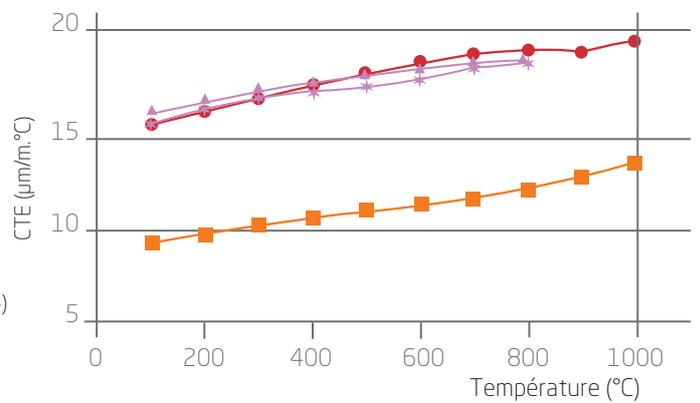
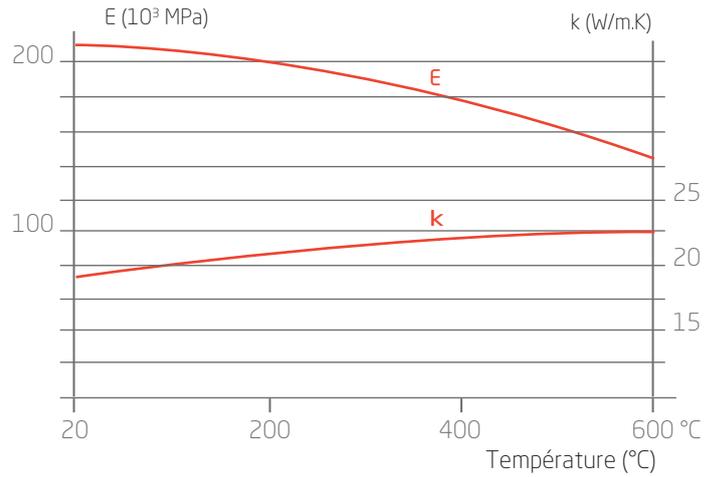
Fini: laminé à froid

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	Liquidus	1447
Chaleur spécifique	c	J/kg.K	20 °C	452
Conductivité linéique	k	W/m.K	20 °C	19,7
			600 °C	22,8
Coefficient moyen de dilatation linéique	α	10 ⁻⁶ /K	20-200 °C	10,6
			20-400 °C	11,0
			20-600 °C	11,4
			20-800 °C	11,9
Résistivité électrique	ρ	Ω mm ² /m	20 °C	0,66
Perméabilité magnétique	μ	à 0,8 kA/m DC ou AC	20 °C	751
Module de Young	E	10 ³ .MPa	Sens de laminage 20 °C	215

- K44M (1.4521)
- 309 - R20-12 (1.4828)
- ▲ 316L - 18-11ML (1.4404)
- * 304D - 18-9ED (1.4301)



Caractéristiques mécaniques

Caractéristiques mécaniques

A l'état de recuit

Selon la norme ISO 6892-1 éprouvette perpendiculaire au sens du laminage

Eprouvette

L = 80 mm (épaisseur < 3 mm)

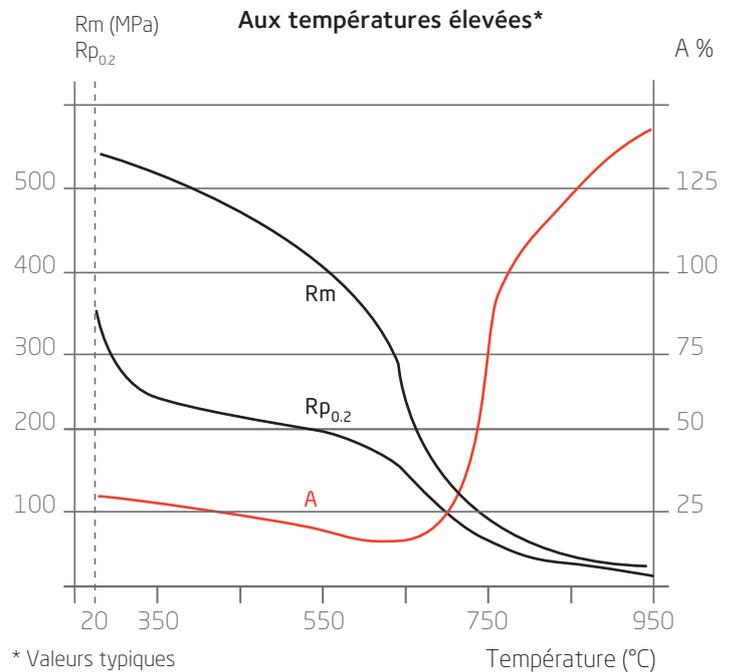
L = 5,65 \sqrt{So} (épaisseur \geq 3 mm)

Présentation	R _m ⁽¹⁾ (MPa)	R _{p0,2} ⁽²⁾ (MPa)	A ⁽³⁾ (%)	HRB
Laminé à froid*	540	370	29	86

1 Mpa = 1 N/mm².

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

*Valeurs typiques



Caractéristiques à haute température

La composition chimique du K44M a été optimisée afin d'obtenir les caractéristiques requises pour les composants fonctionnant à température élevée, comme des brûleurs de chaudière domestique ou des piles à combustible. En effet de tels dispositifs subissent de nombreux cycles marche/arrêt. Les critères à retenir dans ces conditions sont la résistance au fluage, la résistance à la fatigue thermique et la capacité du matériau à développer une couche d'oxyde protectrice.

Fluage - Sag-test à 1000°C

Épaisseur = 1,5mm

Le dosage du niobium présent dans le K44M confère à la nuance une bonne résistance mécanique à chaud associée à une résistance optimisée au fluage comme le montre le tableau ci-contre avec un test effectué à une température de 1000°C.

Fluage - Sag-test 1000°C - durée 100h	K44M	1.4509 K41	1.4828 309 (R20-12)
Flèche (mm)	6	35	>17

Résistance à l'oxydation

Environnement : air

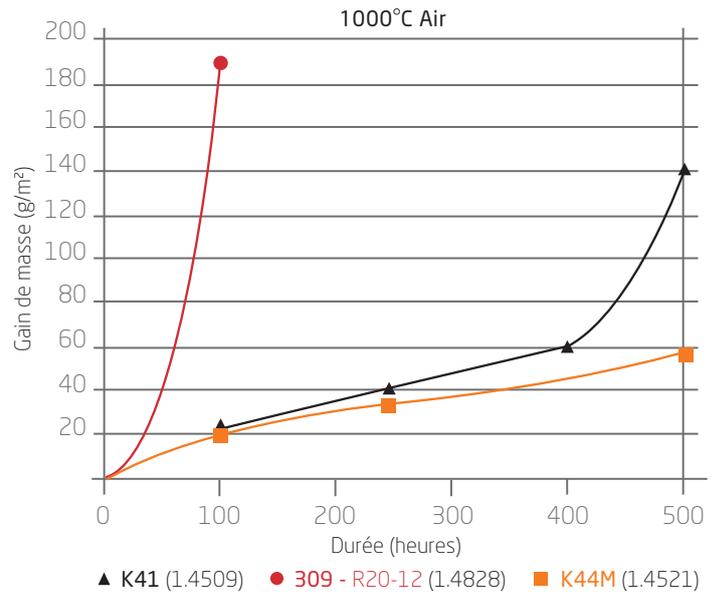
Épaisseur échantillon : 1,5mm

La diffusion du chrome est facilitée dans la matrice ferritique du K44M par rapport à une matrice austénitique. Ceci permet d'éviter l'appauvrissement en chrome et favorise la formation d'une couche d'oxyde protectrice riche en chrome.

Le coefficient de dilatation thermique du K44M est plus proche de celui de la couche d'oxyde qu'il développe, comparativement aux nuances austénitiques.

Les contraintes thermiques sont de ce fait beaucoup plus faibles, pratiquement aucun écaillage de la couche n'est enregistré. Cela se traduit par une faible perte de masse.

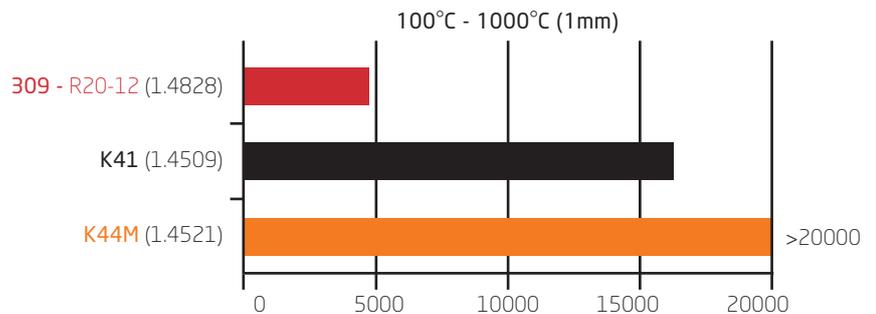
A chaud, notre K44M présente une tenue élevée à l'oxydation et en particulier en oxydation cyclique permettant son emploi jusqu'à 1050°C.



Fatigue thermique

Épaisseur échantillon : 1mm

Nos tests réalisés sur éprouvettes en V pour un cycle 100-1000°C montrent un très bon comportement du K44M par rapport à la nuance austénitique 1.4828 et au 1.4509.

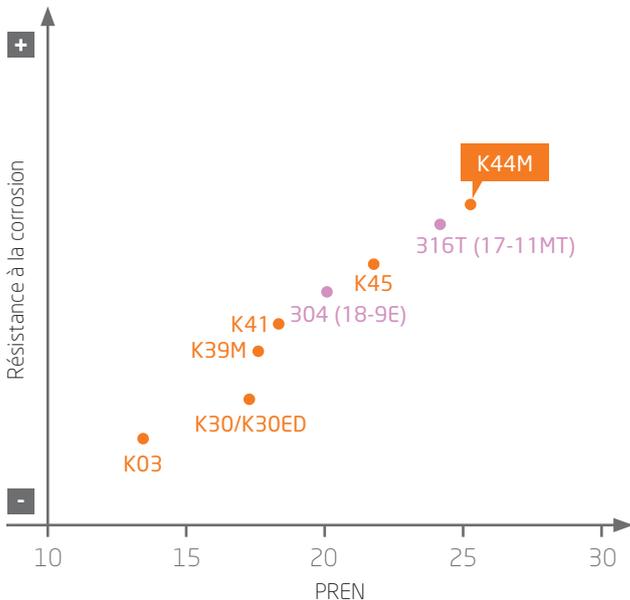


Résistance la corrosion

Résistance à la corrosion par piqûre

Le K44M présente une très bonne tenue à tous les types de corrosion grâce à ses teneurs en Cr, en Mo et à sa stabilisation au Nb. Son PREN est de 26, et ses valeurs de potentiels de piqûration traduisent une très bonne résistance à la corrosion par piqûres, meilleure que celle des aciers austénitiques 304D (18-9ED), type 304, 1.4301.

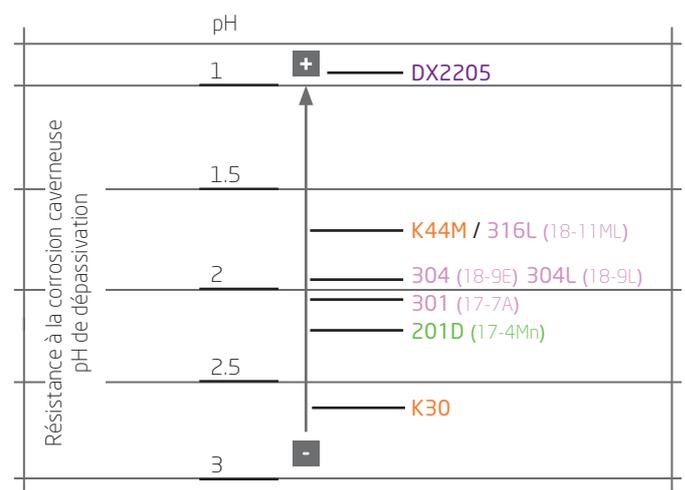
Valeurs typiques de potentiel de corrosion par piqûres dans du NaCl à 0,02M, 23 °C, pH6, en fonction du PREN (%Cr+3,3%Mo+16%N)



Corrosion caverneuse

Grâce à sa teneur en molybdène, notre nuance K44M offre une bonne résistance à l'initiation de la corrosion caverneuse : elle est du même niveau que celle de la nuance austénitique 316L (18-11ML). Le pH de dépassivation mesure cette propriété : il est de l'ordre de 1,8 pour le K44M et est faiblement influencé par la température.

pH de dépassivation dans une solution désaérée de NaCl 2M à 23 °C



Conformation

Notre K44M se prête bien aux exigences de conformation à froid (pliage, profilage, cintrage, emboutissage, etc.). Nous conseillons de conformer les ferritiques comme le K44M en favorisant le mode en rétreint (performance reflétée par le LDR-Limit Drawing Ratio) Dans ce cas, l'alimentation du métal sous l'outil est facilitée et l'apparition de plis évitée grâce à l'optimisation de la pression serre-flan.

Cintrage du tube roulé soudé

Cintrage	Ra=R/Dmini
Tube Ø 35 x 1.5	1,1

Résultats en laboratoire

Ra: Rapport de cintrage
D: Diamètre du tube
R: Rayon de cintrage

Emboutissage en expansion (test Erichsen)

Nuance	EN	Flèche Erichsen (mm)*
K44M	1.4521	10
K41	1.4509	9,9

* Sur des échantillons en épaisseur 1,5mm avec du lubrifiant mobilux EP00

Emboutissage en rétreint (test Swift)

Nuance	EN	LDR*
K44M	1.4521	2,05
K41	1.4509	2,08

*LDR (Limit Drawing Ratio), rapport du diamètre critique au diamètre de la matrice.

Soudage

Notre nuance K44M 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.

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.

A 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.

Notre K44M présente par ailleurs une très bonne soudabilité par induction, haute et moyenne fréquence.

Il n'est généralement pas nécessaire d'effectuer de traitement thermique après soudure. Les soudures doivent être mécaniquement ou chimiquement décapées et ensuite passivées et décontaminées. La soudure au chalumeau oxyacétylénique doit être évitée.

Procédé de soudage	Sans apport de métal	Avec apport de métal		Gaz de protection*	
	Epaisseurs indicatives	Epaisseurs:	Métal d'apport		* Hydrogène et azote prohibés dans tous les cas
			Baguette	Fil	
Résistance : point, molette	≤ 2 mm				
TIG	< 1,5 mm	> 0,5 mm	G 19 12 3L ou G 18 LNb		Argon Argon + Hélium
PLASMA	< 1,5 mm	> 0,5 mm		G 19 12 3L ou G 18 LNb	Argon Argon + Helium
MIG		> 0,8 mm		G 19 12 3L (Si) ou G 18 LNb	Argon + 2% CO ₂ Argon + 2% O ₂ Argon + 2% CO ₂ + Hélium
Electrode		Réparation	E 19 12 3L		
Laser	< 5 mm				Hélium Sous conditions : Argon

G 18LNb selon EN ISO 14343 A ou 430LNb selon EN ISO 14343 B, 1.4511 selon EN 1600: application nécessitant une tenue à la fatigue thermique.

G 19 12 3L (Si) selon EN ISO 14343 A ou ER 316L (Si) selon ISO 14343B, 1.4430 selon ISO 1600 : application nécessitant une tenue à la corrosion accrue.