

Offre inox ferritique KARA : nuance **K41X**



Chemical composition

Eléments	C	N	Si	Mn	Cr	Ti+Nb
%	0,015	0,015	0,60	0,30	17,80	0,65

Valeurs typiques

Désignation européenne ⁽¹⁾

X2CrTiNb18

1. 4509

⁽¹⁾Selon la norma EN 10088-2

Désignation américaine ⁽²⁾

S43932 / S43940

Type 441

⁽²⁾ Conformément à ASTM A 240

IMDS n°

336816606

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.

Caractéristiques générales

Les principales caractéristiques de notre nuance K41X sont :

- > Une bonne soudabilité.
- > Sa facilité de conformation.
- > Sa bonne résistance à la corrosion par piqûres.
- > Ses caractéristiques mécaniques à chaud élevées sans risque de formation de phase σ aux températures intermédiaires.
- > Sa résistance à l'oxydation à chaud jusqu'à 950 °C.
- > Sa bonne tenue à la corrosion dans les parties froides de l'échappement automobile.
- > Une conductivité thermique supérieure aux austénitiques et un coefficient de dilatation plus faible.

"X" pour l'échappement = la garantie:
> des livraisons en juste à temps
> d'une qualité fiable
> de l'amélioration continue comme exigée par le marché automobile.

Applications

- > Différentes parties des lignes d'échappement des véhicules (collecteur, tube de liaison, enveloppe de catalyseur, enveloppe de silencieux).

Possibilités de livraison

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

Épaisseurs : 0,4 à 6 mm.

Largeur : suivant épaisseur, nous consulter.

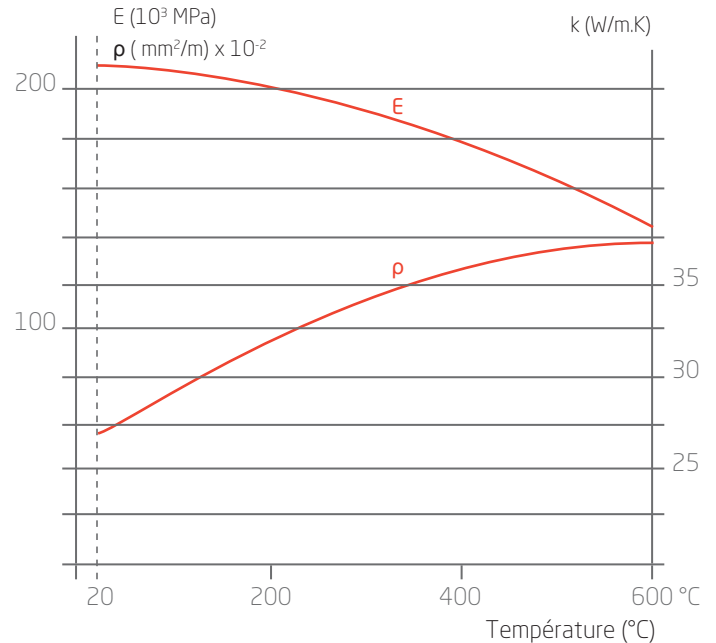
Finitions : laminé à froid, laminé à chaud suivant épaisseur.

Caractéristiques physiques

Sur tôle laminée à froid. A l'état recuit.*

Densité	d	kg/dm ³	20 °C	7,7
Point de fusion		°C	Liquidus	1505
Chaleur spécifique	c	J/kg.K	20 °C	460
Conductivité thermique	k	W/m.K	20 °C 500 °C	25 26,3
Coefficient moyen de dilatation linéique	α	10 ⁻⁶ /K	20-200 °C 20-400 °C 20-600 °C 20-800 °C	11,0 11,5 12,1 12,8
Résistivité électrique	ρ	Ω mm ² /m	20 °C	0,60
Perméabilité magnétique	μ	à 0,8 kA/m DC ou AC	20 °C	850
Module d'élasticité	E	10 ³ .MPa	20 °C	220

* Valeurs typiques

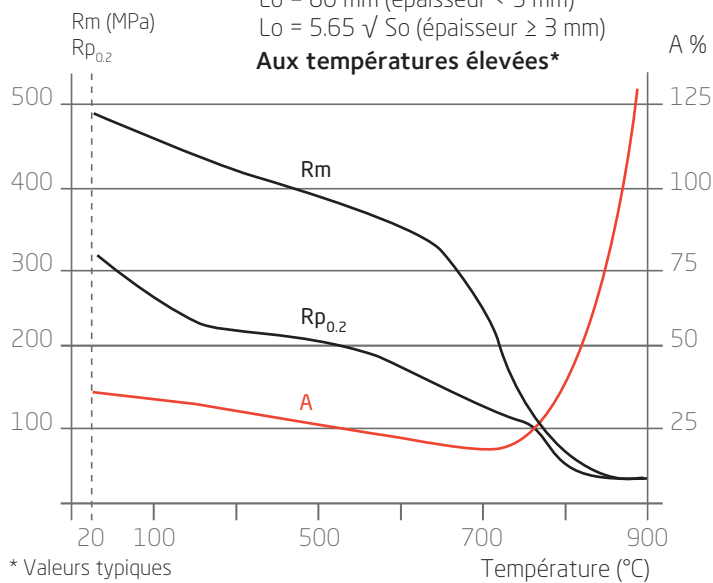


Caractéristiques mécaniques

A l'état recuit

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

Eprouvette
Lo = 80 mm (épaisseur < 3 mm)
Lo = 5.65 $\sqrt{S_0}$ (épaisseur \geq 3 mm)
Aux températures élevées*



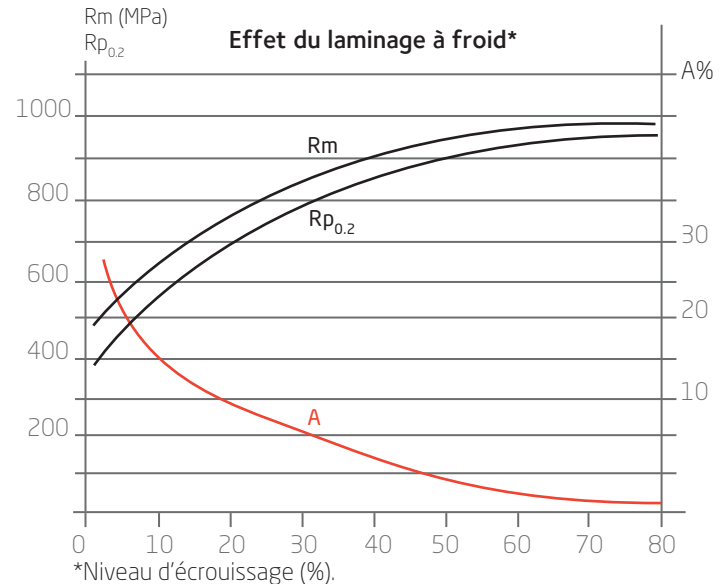
* Valeurs typiques

Présentation	R _m ⁽¹⁾ (MPa)	R _{p0.2} ⁽²⁾ (MPa)	A ⁽³⁾ (%)	HRB
Laminé à froid*	490	310	30	78

1 MPa = 1 N/mm²

* Valeurs typiques

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

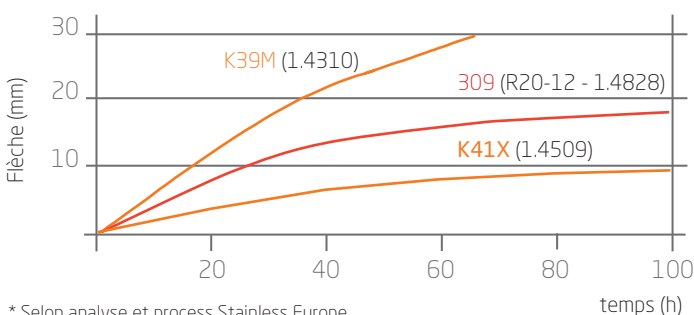


*Niveau d'écrasement (%).

Résistance à l'oxydation et à la fatigue thermique

Caractéristiques de de la nuance à haute température

Fluage Sag-Test à 950°C* (épaisseur 2 mm)

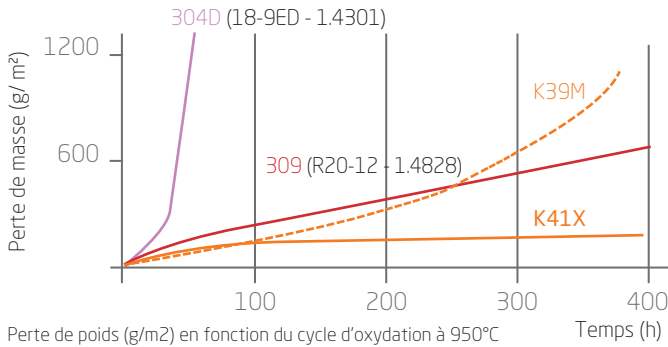


* Selon analyse et process Stainless Europe

La composition chimique du K41X a été optimisée afin de répondre aux caractéristiques requises sur les différentes pièces du système d'échappement telles que collecteur ou catalyseur par exemple. Ces pièces sont soumises à de nombreux cycles de démarrage et d'arrêt du véhicule. Ainsi les premiers critères pris en considération ont été les résistances à la fatigue thermique et la capacité à développer une couche d'oxyde protectrice.

Le dosage des stabilisants tels que le titane et le niobium présents dans le K41X confère à la nuance une bonne ductilité à toutes températures et une résistance optimisée au fluage comme le montre la figure suivante avec un test effectué à une température de 950°C.

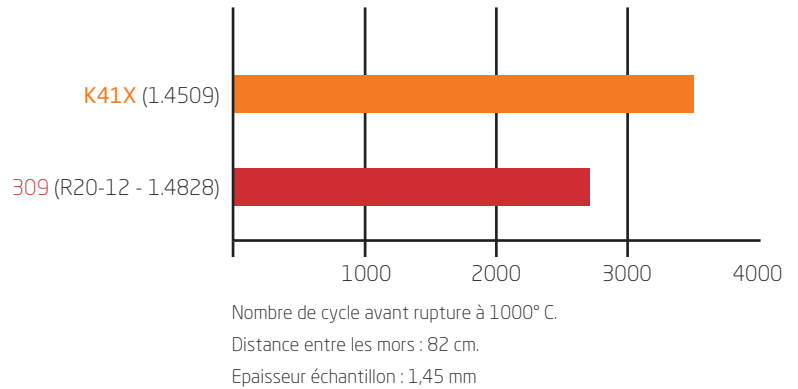
La diffusion du chrome est facilitée dans la matrice ferritique du K41X par rapport à une matrice austénitique. Ceci permet d'éviter l'appauvrissement en chrome et favorise la formation d'une couche d'oxyde protectrice riche en chrome. Le coefficient de dilatation thermique du K41X est plus proche de 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 K41X présente une tenue élevée à l'oxydation et en particulier en oxydation cyclique permettant son emploi jusqu'à 950 °C.

Fatigue thermique

Nos tests réalisés sur éprouvettes en V pour un cycle 100-1000°C montrent un très bon comportement par rapport à l'austénitique 1.4828



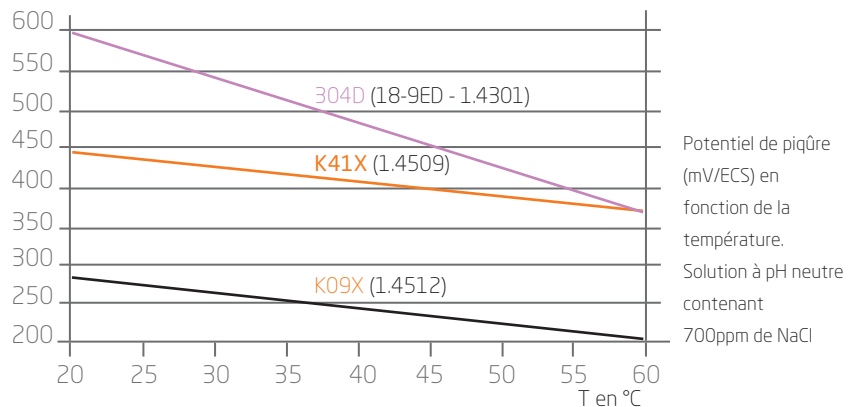
Résistance à la corrosion

Résistance à la corrosion par piqure.

Notre nuance K41X est insensible à la corrosion sous contrainte, La résistance à la corrosion par piqure diminue en fonction de la température. La diminution du potentiel de piqure est plus forte pour les nuances austénitiques que ferritiques. La nuance K41X enregistre une bonne tenue à la corrosion par piqure lorsque la température est élevée.

Résistance à la corrosion localisée

Appellations commerciales	Normes		
	ASTM	UNS	EN
K09X	409	S40900	1.4512
K39M	430Ti	S43036	1.4510
K41X	441	S43936	1.4509
304D	304	S30400	1.4301
309	309		1.4828



Résistance à la corrosion aux condensats

La qualification de la résistance à la corrosion par les condensats dans l'échappement automobile s'effectue par des cycles d'immersion/émersion alternés dans des condensats choisis avec des passages réguliers au four pour simuler un cycle routier essais Dip-Dry. Notre nuance K41X résiste à la corrosion par les condensats acides dans les échappements des moteurs à essence ou diesel suivant les tests de simulation des constructeurs.

Appellations commerciales	Essais de simulation accéléré "DIP-DRY"						
	Essais cycliques dans un condensat synthétique - passage au four à 300°C, pH4						
	Profondeur maxi de corrosion, en µm						
	Pleine tôle		Corrosion caverneuse		Corrosion sous dépôt		
	500 h	1000 h	30 j	90 j	30 j	30 j	5 j
K09X	1,2	3,6	36	100	3,6	21,6	100
K39M	1,2	2,4	7,2	70	2,5	19,2	54
K41X (1.4521)	-	-	3,6	8,5	-	-	-

Résistance au brouillard salin avec traitement thermique associé à 300°C

Le K41 X présente un très bon compromis «propriété coût» au niveau de la résistance à la corrosion externe par rapport au 304D 1.4301, type 304.

Appellations commerciales	Insuffisant	Acceptable	Moyen	Bon	Très bon
K09X					
K39M					
304D					
K41X					
K33X					
K09X Al ⁽¹⁾					
K44X ⁽²⁾					



Aspect des nuances après exposition aux conditions routières.
Durée du cycle : 24h
Durée du test : 500h
Traitement thermique : 300°C

⁽¹⁾ EN 1.4512 Alusi®, type 409Al, ⁽²⁾ EN 1.4521, Type 444

Conformation

Notre K41X se prête bien aux exigences de conformation à froid. Pour les silencieux, les cônes de catalyseurs, mais aussi les collecteurs, dont les formes se complexifient, le K41X offre de très bons résultats.

Le K41X présente de meilleurs résultats que l'austénitique Type 1.4301 en rétreint. Les designs des lignes se complexifiant également, les tubes doivent pouvoir présenter des rayons de cintrage les plus faibles possibles.

L'aptitude de cette capacité au cintrage est mesurée par le Limit Bending Ratio qui est le rapport entre le rayon moyen de cintrage et le diamètre du tube.

Appellation commerciale	Désignation européenne	Flèche Erichsen* (mm)	LDR*
K41X	1.4509	10,1	2,31
309 (R20-12 - 1.4828)	1.4301	12,0	2,14

* Sur tôle d'épaisseur 1,0mm

Cintrage des tubes roulés soudés

Cintrage	Ra = R/D mini*
Tube de 50 mm ø x 1,5 mm	1,3

* Ra = rapport de cintrage, D = diamètre tube, R = rayon de cintrage.

Soudage

Notre nuance K41X 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*
	Typical thicknesses	Epaisseurs	Métal d'apport		
			Baguettes	Fils	
Résistance : Point, Molette	≤ 2 mm				
TIG	< 1,5 mm	> 0,5 mm	G 19 9L ⁽¹⁾ ou 18L Nb ⁽¹⁾ ER 308L ⁽²⁾ ou 430LNb 1.4316 ou 1.4511 ⁽⁵⁾		Argon Argon + Hélium
PLASMA		> 0,5 mm		G 19 9LSi ⁽¹⁾ ou 18L Nb ⁽¹⁾ ER 308LSi ⁽²⁾ ou 430LNb 1.4316 ou 1.4511 ⁽⁵⁾	Argon Argon + Hélium
MIG		> 0,8 mm		G 19 9LSi ⁽¹⁾ ou 18L Nb ⁽¹⁾ ER 308LSi ⁽²⁾ ou 430LNb 1.4316 ou 1.4511 ⁽⁵⁾	Argon + 2% CO ₂ Argon + 2% O ₂ Argon + 2% CO ₂ + Hélium
Electrode		Réparation	E 19 9 L ⁽³⁾ E 308 L ⁽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). Le K41X 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 décapées mécaniquement ou chimiquement et passivées, décontaminées après décapage. Le soudage au chalumeau oxyacétylénique est à proscrire.

Traitements

Recuit

960 °C suivi d'un refroidissement à l'air.

Eviter de dépasser 1 000°C. Les pièces doivent être dégraissées et décapées avant toute opération de traitement thermique.

Décapage

Mélange fluonitrique (10% HNO₃ + 2% HF). Pâtes décapantes pour soudure.

Passivation

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