

Notice technique

UGIMA® 4509

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Nb	Ti
≤ 0,03	≤ 1,0	≤ 1,0	17,5 – 18,5	≤ 0,030	≤ 0,015	≤ 0,03	0,30+(3xC) - 0,7	0,1 - 0,3

01-06-2012 – REV00

Présentation générale

L'UGIMA® 4509 est un acier inoxydable ferritique contenant environ 18% de chrome, stabilisé au niobium et au titane et à usinabilité améliorée.

Hormis une bonne tenue à la corrosion, cette nuance se caractérise par de bonnes aptitudes aux différents moyens de mise en œuvre que sont l'usinage, la frappe à froid et le soudage :

- Cette version UGIMA® du 4509 permet d'atteindre des productivités en usinage significativement supérieures à celles obtenues avec un 4509 standard, grâce à une réduction de l'usure des outils et à une meilleure fragmentation des copeaux.
- La stabilisation au niobium supprime les risques de sensibilisation au soudage et le titane permet de limiter la taille de grains des zones soudées.

- Elle possède d'excellentes propriétés pour la mise en forme par frappe à froid.

Elle offre, pour certaines applications, la possibilité d'une substitution économique à certaines nuances austénitiques telles que les 1.4307 ou 1.4305.

Sa structure ferritique lui confère d'excellentes propriétés ferromagnétiques, une bonne résistance à l'oxydation (en particulier aux cycles thermiques) et un coefficient de dilatation proche de celui d'un acier au carbone.

Classification

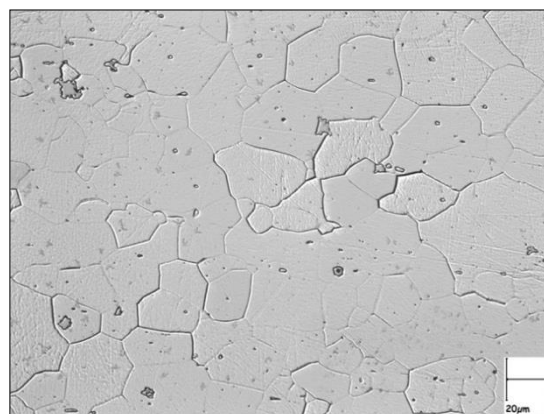
Acier Inoxydable ferritique stabilisé

Désignation

N° Matière					
Europe EN		USA ASTM	Japon SUS	Internat. ISO	
10088 – 3		A959		ISO 15510	
Numéro	Nom			Numéro	Nom
1.4509	X2CrNbTi18	S43940	SUS430LX	4509-439-40-X	X2CrNbTi18

Microstructure

La nuance UGIMA® 4509 présente à l'état de livraison une structure entièrement ferritique. Les principaux précipités sont des carbo-nitrides de Nb, des nitrides de Ti, et des sulfures ou carbo-sulfures de Ti.



Microstructure de l'UGIMA® 4509 (micrographie sens travers x500)



Swiss Steel Group

Sites de production : Ugitech SA
www.swisssteel-group.com

Notice technique

UGIMA® 4509

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Nb	Ti
≤ 0,03	≤ 1,0	≤ 1,0	17,5 – 18,5	≤ 0,030	≤ 0,015	≤ 0,03	0,30+(3xC) - 0,7	0,1 - 0,3

01-06-2012 – REV00

Propriétés mécaniques

Données de traction

État	Température T (°C)	Résistance à la traction Rm (MPa)	Limite d'élasticité Rp0,2% (MPa)	Allongement à rupture A (%)	Dureté Brinell (HB)
adouci	20	420 – 620	> 200	> 18	< 200
Ø ≤ 10mm écroui par étirage	20	500 – 750	> 320	> 8	
10mm < Ø ≤ 16mm écroui par étirage	20	480 – 750	> 300	> 10	
16mm < Ø ≤ 50mm écroui par étirage	20	400 – 700	> 240	> 15	

Propriétés physiques

Température (°C)	Densité (kg/dm³)	Module d'élasticité (GPa)	Conductivité thermique (W.m⁻¹.K⁻¹)	Coefficient de dilatation (10⁻⁶.K⁻¹)	Chaleur spécifique (J.kg⁻¹.K⁻¹)	Résistivité électrique (μΩ.cm)
20	7,7	220	25		460	60
100		215		10,0		
200		210		10,0		
300		205		10,5		
400		195		10,5		

Résistance à la corrosion

Corrosion localisée

— Corrosion par piqûres

Nous avons évalué ce mode de corrosion par le test du potentiel de piqûres : plus sa valeur en mV/ECS est élevée, meilleure est la résistance à la corrosion par piqûres ; un milieu à pH neutre et faiblement chloruré (0,02 moles/litre de chlorure de sodium) de type eau de ville potable a été choisi (à 23°C).

Le tableau suivant donne les valeurs du potentiel de piqûres mesurées sur des prélèvements dans des barres tournées en sens travers :

Nuances	Potentiel de piqûres en mV/ECS	Ecart type
UGI® 4509	484	3
UGIMA® 4509	447	8
UGIMA® 4511	360	20

Le comportement en résistance à la corrosion par piqûres de l'UGIMA® 4509 est donc semblable à celui de l'UGI® 4509.

Test de brouillard salin neutre suivant norme opératoire ISO 9227

Bien que dépendant, sur les inox, fortement de l'état de surface testé (présence de rayures...), ce test a été pratiqué sur des barres de diamètre 15 mm dans leur sens longitudinal après un polissage mécanique au papier SiC 1200. Après 500h de test, pour les deux nuances, UGIMA® 4509 et UGI® 4509, 90% de leurs surfaces est vierge de toute piqûre de corrosion. **Là aussi, l'UGIMA® 4509 a une résistance au brouillard salin identique à celle de l'UGI® 4509.**



Swiss Steel Group

Sites de production : Ugitech SA
www.swisssteel-group.com

Notice technique

UGIMA® 4509

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Nb	Ti
≤ 0,03	≤ 1,0	≤ 1,0	17,5 – 18,5	≤ 0,030	≤ 0,015	≤ 0,03	0,30+(3xC) - 0,7	0,1 - 0,3

01-06-2012 – REV00

Résistance à l'oxydation à chaud

Un test d'oxydation cyclique a été pratiqué à l'air avec un maintien à 900°C pendant 20 min puis refroidissement à l'air et ceci pendant 300 cycles ; le tableau suivant montre que **les épaisseurs des couches d'oxydes formées (fines et adhérentes) sont similaires pour les deux nuances UGIMA® 4509 et UGI® 4509.**

Nuance	Epaisseur des couches d'oxydes en mg/cm ² après 300 cycles* à 900°C
UGI® 4509	1,9
UGIMA® 4509	1,7
UGIMA® 4511	1,2

Transformation à chaud

La nuance UGIMA® 4509 possède une excellente forgeabilité, du fait de sa structure entièrement ferritique à toute température. Elle peut être mise en forme à chaud par forgeage ou laminage entre 800°C et 1150°C. La température de réchauffage ne doit pas excéder 1150°C pour éviter un grossissement de grain excessif.

Transformation à froid

La nuance UGIMA® 4509 est facile à mettre en œuvre par les procédés classiques de mise en forme à froid : tréfilage, profilage, formage, frappe à froid...

Elle s'écrouit modérément, les efforts sur les outils sont donc limités.

Usinabilité

Comparativement à un 1.4509 standard, l'UGIMA® 4509 permet des gains de productivité en usinage significatifs grâce à une usure des outils plus lente et surtout une meilleure fragmentation des copeaux à mêmes conditions de coupe.

Tournage

Des essais normalisés de type VB_{15/0,15} ont été réalisées à sec sur un tour à commande numérique et des Zones de Fragmentation des copeaux (ZFC) ont été définies. **Ils ont permis (voir tableau ci-dessous) de mettre en évidence, à usure d'outil identique, un gain de productivité potentiel avec l'UGIMA® 4509 d'environ 6% par rapport à un 1.4509 standard ainsi qu'une amélioration de la fragmentation des copeaux limitant les risques d'arrêt machine (pour évacuer des pelotes de copeaux qui pourraient se former et venir casser des outils ou rayer les pièces usinées).**

Opérations	Outils	1.4509 standard	UGIMA® 4509
Tournage VB _{15/0,15} (1) (ap = 1,5 mm ; f = 0,25 mm/tr)	SECO TM2000 CNMG 120408 – MF4	Vc = 390 m/min	Vc = 415 m/min
Tournage ZFC (2) (Vc = 150 m/min)	SECO TM2000 CNMG 120408 – MF4	38 conditions correctement fragmentées sur 56 testées	43 conditions correctement fragmentées sur 56 testées

(1) VB_{15/0,15} : vitesse de coupe pour laquelle on constate une usure de 0,15mm en dépouille en 15 min d'usinage effectif ;
(2) ZFC : balayage en avance (0,1 à 0,4 mm/tr par pas de 0,05 mm/tr) et en profondeur de passe (0,5 à 4 mm par pas de 0,5 mm) à vitesse de coupe constante, afin de définir le nombre de conditions avec fragmentation correcte des copeaux sur les 7 x 8 = 56 testées.



Swiss Steel Group

Sites de production : Ugitech SA
www.swisssteel-group.com

Notice technique

UGIMA® 4509

Analyse Chimique (%)

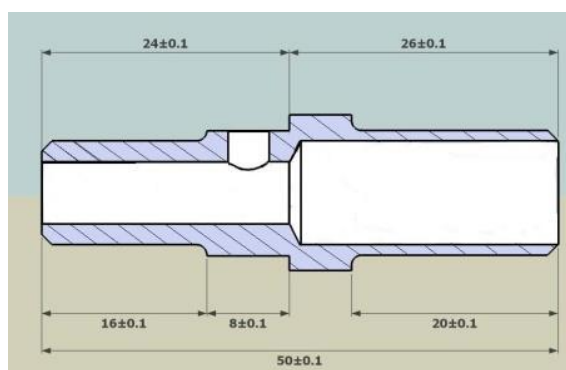
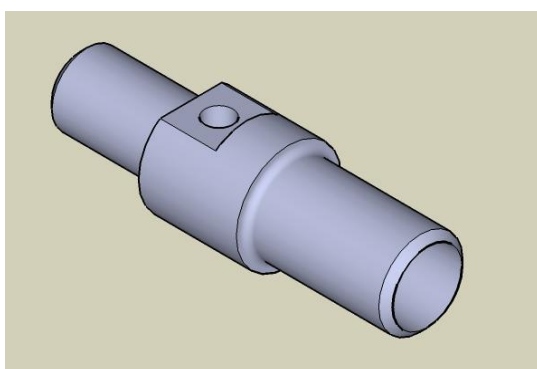
C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Nb	Ti
≤ 0,03	≤ 1,0	≤ 1,0	17,5 – 18,5	≤ 0,030	≤ 0,015	≤ 0,03	0,30+(3xC) - 0,7	0,1 - 0,3

01-06-2012 – REV00

Décolletage

Des essais sur une décolleteuse industrielle TORNOS SIGMA 32 ont été réalisés comparativement entre l'UGIMA® 4509 à un 1.4509 standard afin de quantifier ces écarts d'usinabilité.

L'essai a consisté, pour chaque nuance, à définir les conditions optimales de coupe pour différentes opérations, permettant de réaliser 1000 pièces (voir schéma ci-dessous) sans avoir à changer d'outil.



Pièce type réalisée lors de l'essai (hors chanfrein et perçage radial)

Chariotage (ébauche et finition)

Le tableau ci-dessous indique les conditions de coupe accessibles permettant de réaliser 1000 pièces sans avoir à changer d'outil pour chaque nuance en fonction des opérations (ébauche et finition) et des outils utilisés. Sont rajoutés à ce tableau les résultats d'un essai normalisé, le VB_{15/0,25}.

Pour les 3 opérations de tournage, des gains de productivité potentiels avec l'UGIMA® 4509 pouvant aller jusqu'à 30% par rapport à un 1.4509 Standard ont été mis en évidence.

Opérations	Outils	1.4509 standard	UGIMA® 4509
Tournage ébauche (ap = 2 mm ; f = 0,30 mm/tr)	SECO TM2000 CCMT09T308-F2	Vc = 150 ⁽¹⁾ m/min	Vc = 195 m/min
Tournage finition ⁽²⁾ (ap = 0,5 mm ; f = 0,10 mm/tr)	SECO TM2000 CCMT09T304-F1	Vc > 275 ⁽³⁾ m/min	Vc > 275 ⁽³⁾ m/min
Tournage VB _{15/0,25} ⁽⁴⁾ (ap = 1,5 mm ; f = 0,25 mm/tr)	SECO TM2000 CCMT09T308-F2	Vc = 220 ⁽⁵⁾ m/min	Vc = 265 m/min

(1) à 0,3 mm/tr d'avance, le 1.4509 standard génère des copeaux mal fragmentés qui imposent des arrêts machine fréquents ; à 0,35mm/tr d'avance et 130 m/min de vitesse de coupe, les 1000 pièces en 1.4509 standard sont obtenues, la fragmentation des copeaux est garantie mais les rugosités de surface Ra des pièces dépassent les 3,2µm ;
(2) conditions de coupe garantissant une rugosité < 1,6 µm sur les 1000 pièces usinées grâce à une usure d'outil limitée ;

(3) vitesse maximale accessible sur la TORNOS SIGMA 32 utilisée pour ces essais, ce qui n'a donc pas permis de différencier les deux nuances ;
(4) VB_{15/0,25} : vitesse de coupe pour laquelle on constate une usure de 0,25mm en dépouille en 15 min d'usinage effectif ;
(5) dans ces conditions extrêmes pour le 1.4509 standard, état de surface des pièces dégradé à cause de collages sur outils.



Swiss Steel Group

Sites de production : Ugitech SA
www.swisssteel-group.com

Notice technique

UGIMA® 4509

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Nb	Ti
≤ 0,03	≤ 1,0	≤ 1,0	17,5 – 18,5	≤ 0,030	≤ 0,015	≤ 0,03	0,30+(3xC) - 0,7	0,1 - 0,3

01-06-2012 – REV00

Tronçonnage

Le tableau ci-dessous indique, pour l'opération de tronçonnage, les conditions de coupe accessibles permettant de réaliser 1000 pièces sans avoir à changer d'outil pour chaque nuance.

En tronçonnage, on constate une augmentation de productivité avec l'UGIMA® 4509 supérieure à 80% par rapport à un 1.4509 standard.

Opérations	Outils	1.4509 standard	UGIMA® 4509
Tronçonnage	SANDVIK QD-NG-0300-0001-CF 1105	Vc = 100 m/min f = 0,07 mm/tr	Vc = 130 m/min f = 0,10 mm/tr

Soudage

Grâce à sa bi-stabilisation au niobium et au titane, l'UGIMA® 4509 est soudable, au même titre qu'un 1.4509 Standard, par la plupart des procédés de soudage à l'arc (MIG/TIG, avec ou sans apport, électrodes enrobées, plasma...), en Laser, par résistance (par point ou à la molette), par friction ou par faisceau d'électron...

Aucun traitement thermique ne doit être effectué avant ou après soudage afin d'éviter de faire grossir le grain ferritique de la nuance.

En cas d'utilisation de produit d'apport de soudage, on privilégiera un apport homogène (ferritique stabilisé) tel que l'EXHAUST® F1 (18LNb) afin de garantir à la zone soudée (Zone Fondue [ZF] et Zone Affectée Thermiquement [ZAT]) une structure homogène 100% ferritique ; dans le cas de réalisation de soudure épaisses (≥ 3mm), on lui préférera un apport austénitique tel que l'ER308L(Si) (1.4316) afin de supprimer le risque de fragilisation des ZF par grossissement de grains trop important.

En MIG, comme en TIG, le gaz de protection ne doit contenir ni hydrogène, ni d'azote. En MIG, on soudera sous Ar (+ éventuellement He) + 1 à 3% O₂ ou CO₂. En TIG, on soudera sous Ar (+ éventuellement He).

Traitement Thermique

Adoucissement

Pour restaurer la ductilité après déformation à froid, la nuance UGIMA® 4509 peut être traitée à une température comprise entre 750 et 900°C et refroidie à l'air.

Produits disponibles

Produit	Forme	Finition	Tolérance	Dimension
Barres	Rondes	Laminées décalaminées	k13 – k12	Ø 22 à 71 mm
		Tournées	10 + 11	Ø 22 à 70 mm
		Rectifiées	7+8+9+options	Ø 2 à 70 mm
		Etirées	9	Ø 2 à 30 mm
		Noires	± 1% du Ø	Ø 23 à 73 mm

Autres, nous consulter

Applications

- Energie, process (électrovannes)
- Automobile : support de sonde lambda, injection, électrovannes, applications magnétiques (solénoïdes)

Limitations d'emploi : applications cryogéniques (résilience trop faible), applications nécessitant un amagnétisme



Swiss Steel Group

Sites de production : Ugitech SA
www.swisssteel-group.com