

Notice technique

UGIMA® 4511

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Nb
≤ 0,030	≤ 1,0	≤ 1,0	16,0 – 18,0	≤ 0,040	≤ 0,030	≤ 0,030	12xC – 0,6

01-06-2012 – REV00

Présentation générale

La nuance UGIMA® 4511 est un acier inoxydable ferritique contenant entre 16 et 17% de chrome, stabilisé au niobium 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 4511 permet d'atteindre des productivités en décolletage significativement supérieures à celles obtenues avec un 4511 standard, ainsi qu'une bonne fragmentation des copeaux.
- La stabilisation au niobium supprime les risques de sensibilisation au soudage.
- 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 au 1.4307.

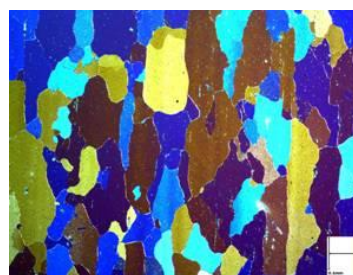
Sa structure ferritique lui confère d'excellentes propriétés ferromagnétiques, une bonne résistance à l'oxydation (en particulier aux cycles thermiques) et un coefficient de dilatation proche de celui d'un acier au carbone.

Classification

Acier inoxydable ferritique

Désignation

N° Matière		
Europe EN	USA ASTM	Japon JIS
1.4511	-	-
USA AISI	France AFNOR	Allemagne DIN
430	X3CrNb17	-



Microstructure de l'UGIMA® 4511 (micrographie sens long x100)

Microstructure

La nuance UGIMA® 4511 présente à l'état de livraison une structure entièrement ferritique. Les principaux précipités sont des carbo-nitrides de Nb et des sulfures de Mn.

Propriétés mécaniques

Données de traction

État	Température	Résistance à la traction	Limite d'élasticité	Allongement à rupture
	T (°C)	Rm (MPa)	Rp0,2% (MPa)	A (%)
Adouci	20	420 à 620	≥ 200	≥ 20
Ø ≤ 16 mm écroui par étirage	20	480 à 750	≥ 300	≥ 10
Ø > 16 mm écroui par étirage	20	450 à 700	≥ 240	≥ 15

Données de dureté

Température	Dureté Brinell
(°C)	(HB)
20	≤ 200



Swiss Steel Group

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

Notice technique

UGIMA® 4511

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Nb
≤ 0,030	≤ 1,0	≤ 1,0	16,0 – 18,0	≤ 0,040	≤ 0,030	≤ 0,030	12xC – 0,6

01-06-2012 – REV00

Propriétés physiques

Température (°C)	Densité (kg/dm ³)	Module d'élasticité (GPa)	Conductivité thermique (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	Coefficient de dilatation (10 ⁻⁶ .K ⁻¹)	Résistivité électrique (μΩ.cm)	Chaleur spécifique (J.kg ⁻¹ .K ⁻¹)
20	7,7	220	25	-	60	460
100		215		10,0		
200		210		10,0		
300		205		10,5		
400		195		10,5		
500				11,0		

Propriétés magnétiques

La nuance UGIMA® 4511 est un matériau ferromagnétique doux (il prend l'aimant). Un recuit magnétique permet d'optimiser ses propriétés magnétiques et donc d'atteindre de fortes perméabilités relatives et de bas champs coercitifs. Ce traitement peut s'effectuer sur les barres produites par Ugitech ou sur pièces usinées.

Les propriétés magnétiques de différentes nuances ferritiques, à l'état de barres étirées recuites, sont comparées dans le tableau suivant :

Nuance	UGIMA® 4511	IMRE	UGI® 4105Si	Ugiper® 12FM	UGI® 4016L
Aimantation à saturation (T)	1.67	1.60	1.60	1.70	1.65
Champ coercitif* (A/m)	100 à 150	150 à 200	130 à 200	100 à 125	150 à 200
Perméabilité maximum	2000 à 3000	1100 à 2000	1200 à 2200	2000 à 3000	1000 à 2000
Champ rémanent (T)	0.5 à 1	0.25 à 0.8	0.5 à 0.9	0.5 à 0.7	0.5 à 1
Résistivité (μΩ.cm)	60	76	77	78	60

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 est élevée, meilleure sera 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
UGIMA® 4511	358	18
UGI® 4511	366	15
UGI® 4016L	361	40

Les comportements en résistance à la corrosion par piqûres des nuances UGIMA® 4511 et UGI® 4511 sont donc identiques.

– Corrosion intergranulaire

Comme l'UGI® 4511, la nuance UGIMA® 4511 résiste à la corrosion intergranulaire après un soudage, ou après un traitement thermique de sensibilisation, dont les conditions sont précisées dans les normes (test fait suivant ASTM A262-75 Practice E ; test réalisé suivant DIN EN ISO 3651-2).



Swiss Steel Group

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

Notice technique

UGIMA® 4511

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Nb
≤ 0,030	≤ 1,0	≤ 1,0	16,0 – 18,0	≤ 0,040	≤ 0,030	≤ 0,030	12xC – 0,6

01-06-2012 – REV00

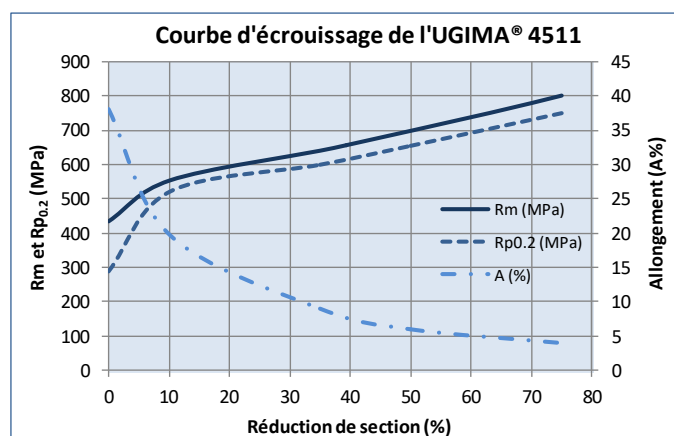
Transformation à chaud

La nuance UGIMA® 4511 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® 4511 est facile à mettre en œuvre par les procédés classiques de mise en forme à froid : tréfilage, profilage, formage, frappe à froid...

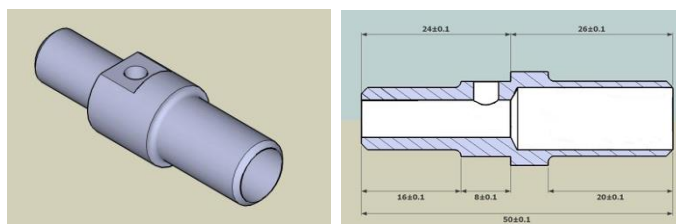
Elle s'écroute modérément, les efforts sur les outils sont donc limités.



Usinabilité

Comparativement à un 1.4511 standard, l'UGIMA® 4511 permet des gains de productivité en décolletage importants grâce à une usure des outils plus lente et surtout une bien meilleure fragmentation des copeaux à mêmes conditions de coupe.

Des essais sur une décolleteuse industrielle TORNOS SIGMA 32 ont été réalisés comparativement entre l'UGIMA® 4511 à un 1.4511 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)

Tournage (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 VB15/0,15.

Opérations	Outils	1.4511 standard	UGIMA® 4511
Tournage ébauche (ap = 2 mm ; f = 0,30 mm/tr)	SECO TM2000 CCMT09T308-F2	V _c = 280 m/min	V _c = 300 m/min
Tournage finition (1) (ap = 0,5 mm ; f = 0,10 mm/tr)	SECO TM2000 CCMT09T304-F1	V _c = 240 m/min	V _c = 250 m/min
Tournage VB15/0,15 (2) (ap = 1,5 mm ; f = 0,25 mm/tr)	SECO TM2000 CCMT09T308-F2	V _c < 200 m/min	V _c = 205 m/min

(1) conditions de coupe garantissant une rugosité < 1,6 µm sur les 1000 pièces usinées grâce à une usure d'outil limitée

(2) VB15/0,15 : vitesse de coupe pour laquelle on constate une usure de 0,15mm en dépouille en 15 min d'usinage effectif.

Pour les 3 opérations de tournage, on constate, à usure d'outil équivalente, un gain de productivité potentiel de 5 à 10% avec l'UGIMA® 4511 par rapport au 1.4511 Std.



Swiss Steel Group

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

Notice technique

UGIMA® 4511

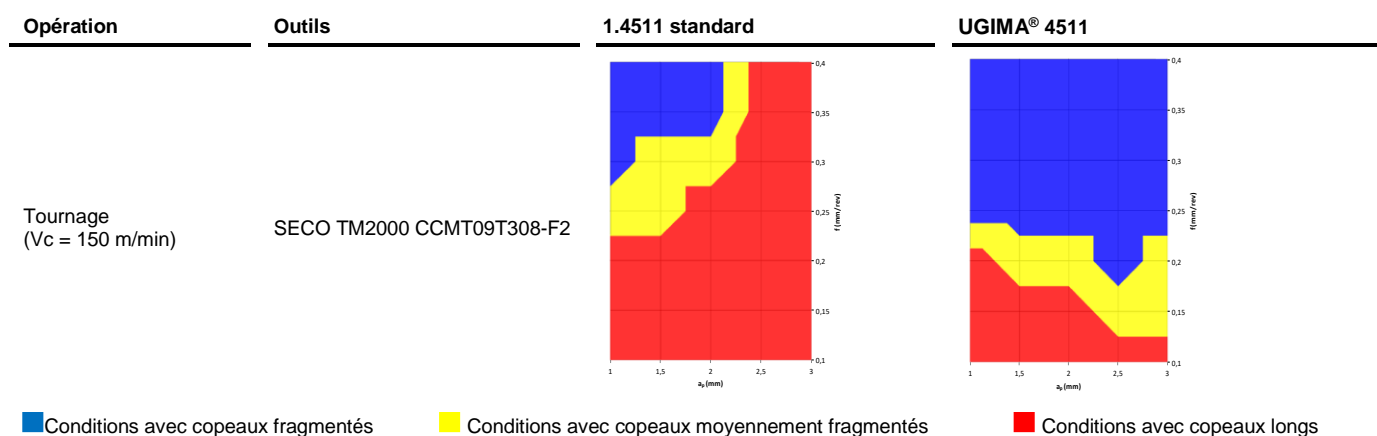
Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Nb
≤ 0,030	≤ 1,0	≤ 1,0	16,0 – 18,0	≤ 0,040	≤ 0,030	≤ 0,030	12xC – 0,6

01-06-2012 – REV00

Par ailleurs, on constate (voir tableau ci-dessous) une amélioration spectaculaire de la fragmentation des copeaux de l'UGIMA® 4511 par rapport à celle d'un 1.4511 Std.

Ceci est de nature à éviter les risques fréquemment rencontrés sur 1.4511 de formation de pelotes de copeaux enchevêtrés ne s'évacuant plus et obligeant des arrêts fréquents de production pour les évacuer manuellement.



Perçage axial et tronçonnage

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 et des outils utilisés.

Opérations	Outils	1.4511 standard	UGIMA® 4511
Perçage axial	GÜHRING RT100F Ø 6mm – DK460UF	V _c = 80 m/min - f = 0,125 mm/tr	V _c = 100 m/min - f = 0,125 mm/tr
	ISCAR IC908 Ø 9,9mm – ICM099	V _c = 80 m/min - f = 0,10 mm/tr	V _c = 100 m/min - f = 0,10 mm/tr
Tronçonnage *	ISCAR IC830 DGN3102JT	V _c = 250 m/min - f = 0,15 mm/tr	V _c = 250 m/min - f = 0,15 mm/tr

* conditions limite de la décolleteuse atteintes en termes de puissance à la broche → ne permet pas de différencier les 2 nuances

En perçage axial avec le foret carbure monobloc GÜHRING comme en perçage avec foret à embout ISCAR, l'UGIMA® 4511 permet des gains de productivité d'environ 25% sur ces

opérations. Cette différence importante est en grande partie à relier aux copeaux plus courts obtenus avec l'UGIMA® 4511 (voir photo ci-dessous), copeaux qui, de ce fait, s'évacuent mieux et évite les casses de foret par blocage de leur rotation en cours d'opération de perçage.



Copeaux obtenus en perçage avec foret à embout ISCAR IC908 Ø9,9mm – ICM099 à V_c = 90 m/min et f = 0,1 mm/tr



Swiss Steel Group

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

Notice technique

UGIMA® 4511

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	P	S	N	Nb
≤ 0,030	≤ 1,0	≤ 1,0	16,0 – 18,0	≤ 0,040	≤ 0,030	≤ 0,030	12xC – 0,6

01-06-2012 – REV00

En tronçonnage, les conditions de coupe accessibles sont tellement élevées que l'on est en limite de capacité de la décolleteuse TORNOS SIGMA32, ce qui ne permet pas de quantifier la différence entre UGIMA® 4511 et 1.4511 Std. On notera cependant que ces conditions de coupe très élevées ne sont accessibles qu'à condition de travailler en vitesse de coupe constante et non en vitesse de rotation constante.

Soudage

Grâce à sa stabilisation au niobium, l'UGIMA® 4511 est soudable, au même titre que qu'un 1.4511 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 ($\geq 3\text{mm}$), 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® 4511 peut être traitée à une température comprise entre 750 et 850°C et refroidie à l'air.

Produits disponibles

Produit	Forme	Finition	Tolérance	Dimension
Barre	Ronde	Laminé Décalaminé	k13	Ø 22 à 70 mm
		Tourné	10 + 11	Ø 22 à 70 mm
		Rectifié	7 + 8 + 9 + options	Ø 2 à 70 mm
		Etiré	9	Ø 2 à 30 mm
		Barre Noire	$\pm 1\%$ du Ø	Ø 23 à 73 mm
Billette	Carré			50 à 120 mm

Autres options possibles. Nous consulter.

Applications

- Énergie, process (électrovannes)
- Automobile : support de sonde, injection, électrovannes, vannes
- Agro-alimentaire
- Cosmétique

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



Swiss Steel Group

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