

Notice technique UGIMA®-X 4460

Analyse chimique (%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	N
≤ 0,03	≤ 0,75	≤ 1,0	4,5 – 5,0	25,0 – 27,0	1,3 – 1,8	≤ 0,035	0,02 – 0,03	0,05 – 0,20

14-10-2024 – REV 00

Présentation générale

L'UGIMA®-X 4460 est un acier inoxydable austéno-ferritique, autrement appelé duplex, en tous points identiques à un 1.4460 excepté en ce qui concerne son usinabilité qui est nettement améliorée par l'application du process UGIMA®-X :

- Par rapport aux nuances 1.4460 disponibles sur le marché, des gains de productivité de 20 à 30 % ont été obtenus et la fragmentation des copeaux de l'UGIMA®-X 4460 est nettement meilleure.
- L'UGIMA®-X 4460 présente une usinabilité meilleure que celle de la nuance austénitique 1.4404 / AISI 316L, y compris l'UGIMA®-X 4404 notamment grâce sa bonne fragmentation de copeaux.

Classification

Acier Inoxydable austéno-ferritique (duplex) contentant du soufre

Désignation

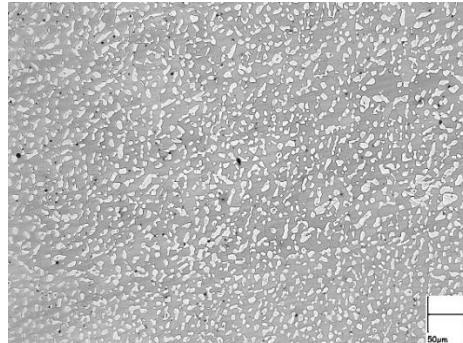
N° Matière

Europe	USA	Japon
EN 10088-1	AISI	UNS
1.4660	X3CrNiMoN 27-5-2	329

Microstructure

L'UGIMA®-X 4460 a une structure biphasée composée d'une matrice ferritique avec des îlots d'austénite. Sur la photo ci-contre, prises en sens-travers, les îlots d'austénite sont gris clair et la matrice ferritique est gris foncé.

Les oxydes UGIMA® sont les fines particules noires réparties dans toute la matrice.



Micrographie en sens travers

Propriétés mécaniques

Valeurs obtenues à température ambiante.

Produits	Résistance à la traction (MPa)	Limite d'élasticité (MPa)	Allongement à rupture (%)	Striction (%)	Résilience KV (J) à 20°C min.
Barres hypertremées	655	530	31	77	150
Barres étirées (10% de réduction de section)	920	810	20	64	120



Swiss Steel Group

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

Notice technique

UGIMA®-X 4460

Analyse chimique (%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	N
≤ 0,03	≤ 0,75	≤ 1,0	4,5 – 5,0	25,0 – 27,0	1,3 – 1,8	≤ 0,035	0,02 – 0,03	0,05 – 0,20

14-10-2024 – REV 00

Propriétés physiques

Température	Densité	Module d'élasticité	Conductivité thermique	Coefficient de dilatation (entre 20°C et T°)	Résistivité électrique
(°C)	(kg/dm ³)	(GPa)	(W/m.°C)	(10 ⁻⁶ /°C)	(μΩ.mm)
20	7,8	200	15		800
100		194		13,0	
200		186		13,5	
300		180		14,0	

L'emploi de l'UGIMA®-X 4460, comme toutes les autres nuances austéno-ferritiques, est déconseillée au-dessus de 300°C du fait du risque de formation de phases fragilisantes qui détériorent la résilience et affectent les propriétés de tenue à la corrosion (phases alpha', chi, et sigma à plus hautes températures)

A basse température, la résilience de l'UGIMA®-X 4460 demeure bonne jusqu'à -20°C (KV > 120J) et la transition ductile fragile ne démarre qu'à partir de - 40°C.

L'UGIMA®-X 4460 contient autour de 65% de phase ferritique, ce qui lui confère les propriétés magnétiques suivantes :

Perméabilité relative : $\mu_r = 125$

Champ rémanent : $B_r = 0,11 \text{ T}$

Polarisations à saturation : $J_{sat} = 0,825 \text{ T}$

Champ coercitif : $H_c = 450 \text{ A/m}$

Résistance à la corrosion

L'UGIMA®-X 4460 présente une très bonne résistance à la corrosion dans des milieux très fortement chlorurés comme l'eau de mer, et dans des tests accélérés comme le brouillard salin suivant l'ISO 9227 (2022), ainsi que dans de nombreux milieux initiateurs de piqûres, de corrosion caverneuse ou de corrosion sous tension. Le tableau ci-dessous donne à titre indicatif une échelle de comportements dans différents milieux ou tests accélérés :

Milieu	Comportement
Acide nitrique	Bon
Acide phosphorique	Bon
Acide sulfurique	Modéré
Acide acétique	Bon
Soude	Bon
NaCl (brouillard salin)	Excellent
Humidité	Excellent
Eau de mer	Bon
Petrole / Gaz	Bon



Swiss Steel Group

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

Notice technique UGIMA®-X 4460

Analyse chimique (%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	N
≤ 0,03	≤ 0,75	≤ 1,0	4,5 – 5,0	25,0 – 27,0	1,3 – 1,8	≤ 0,035	0,02 – 0,03	0,05 – 0,20

14-10-2024 – REV 00

La résistance à la corrosion par piqûre en milieu chloruré (NaCl) de l'UGIMA®-X 44060 est nettement meilleure que la nuance 1.4404 / AISI 316L. Cela a été vérifié par des mesures de potentiel de piqûre suivant l'ISO 15158 (2014) ou plus simplement et uniquement à titre d'information au travers du PREN (Pitting Resistance Equivalent Number = Cr % + 3,3 x Mo % + 16 x N %)

	UGIMA®-X 4404	UGIMA®-X 4460
Potentiel de piqûres (mV/ECS) NaCl 0,86 M, pH 6,6 à 35°C (sens travers des barres)	305	500
PREN (Pitting Resistance Equivalent Number)	24	30

Transformation à chaud

La forgeabilité de l'UGIMA®-X 4460 est inférieure à celle des aciers austénitiques courants de types 1.4307/1.4404. Les règles pratiques de transformation à chaud sont :

- **Préchauffage** : n'est pas nécessaire sauf peut-être pour les grosses pièces à seule fin d'homogénéisation ($T^{\circ} > 900^{\circ}\text{C}$)
- **Forgeage** : se pratique entre 1200 et 900°C mais les meilleurs résultats sont obtenus entre 1200 et 1100°C. A ces températures, le métal devenant plus ferritique, il est plus malléable.
- **Refroidissement** : il est conseillé d'effectuer un refroidissement rapide à l'eau ou à l'huile, afin d'éviter la formation de phases fragilisantes, notamment de la phase sigma entre 900 et 600°C.

Transformation à froid

Les caractéristiques mécaniques de l'UGIMA®-X 4460 à l'état hypertrempe sont nettement supérieures à celles de l'UGIMA®-X 4404 tout particulièrement sa limite d'élasticité, donnée essentielle pour le dimensionnement des pièces.

Produit Hypertrempé	Résistance à la traction (MPa)	Limite d'élasticité (MPa)	Allongement à rupture (%)	Striction (%)	Résilience KV (J) à 20°C min.
UGIMA-X 4404	550	260	45	75	180
UGIMA-X 4460	650	530	31	75	150

L'UGIMA®-X 4460 étant une nuance dopée à l'azote, ses caractéristiques mécaniques augmentent fortement lors de la transformation à froid par étirage ou par tréfilage. C'est une nuance qui s'écroule fortement et dont la résistance à la traction après transformation à froid peut dépasser 800 MPa et la limite d'élasticité dépasser 650 MPa.



Swiss Steel Group

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

Notice technique UGIMA®-X 4460

Analyse chimique (%)

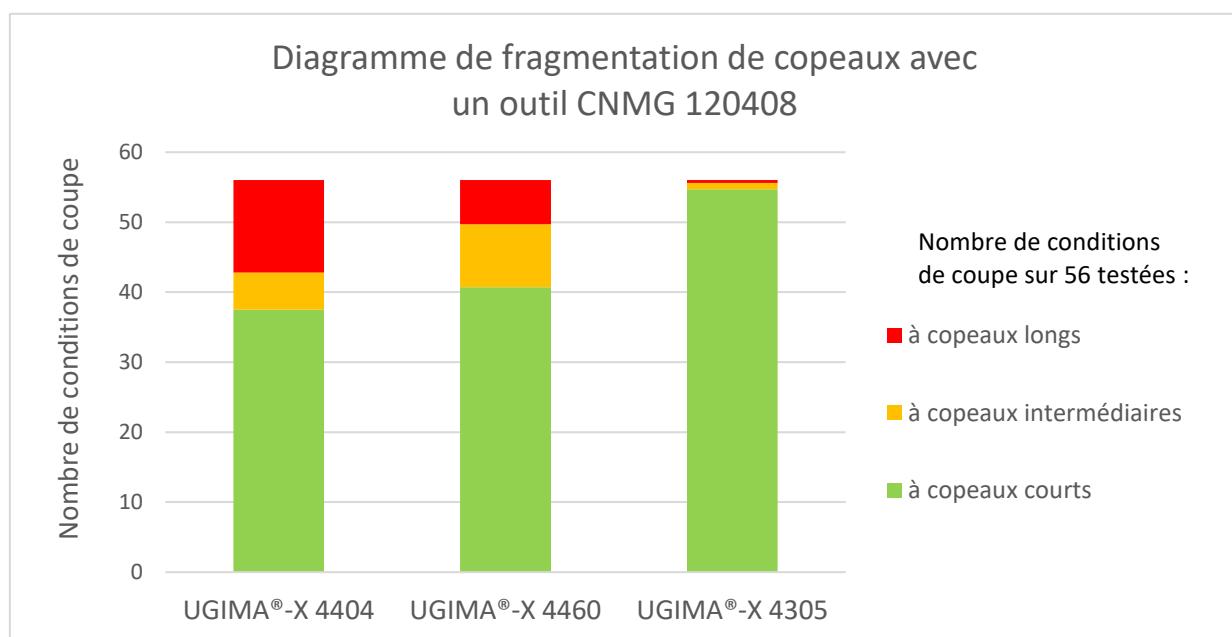
C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	N
≤0.03	≤ 0.75	≤ 1,0	4,5 – 5,0	25,0 – 27,0	1,3 – 1,8	≤ 0,035	0,02 – 0,03	0,05 – 0,20

14-10-2024 – REV 00

Usinabilité

Les aciers duplex sont souvent considérés comme difficile à usiner du fait de leurs caractéristiques mécaniques élevées, de la forte écrouissabilité de l'austénite qu'ils contiennent et de leur très bas taux de soufre. Mais, ce n'est pas le cas de l'UGIMA®-X 4460 qui bénéficie d'un taux de soufre entre 0,02 et 0,03% et surtout du process UGIMA®-X qui permet d'avoir des performances en usinage similaires voire supérieure à celles des nuances austénitiques 1.4404 / 316L. Ainsi, les productivités en tournage d'un UGIMA®-X 4460 sont au niveau de celles d'un UGIMA®-X 4404.

Par ailleurs, la fragmentation des copeaux de l'UGIMA®-X 4460 a été fortement améliorée. Elle est meilleure que celle d'un UGIMA®-X 4404 et tend à se rapprocher de celle d'un UGIMA®-X 4305 comme le montre le graphe ci-dessous.



Traitement thermique

L'état hypertrempe de la nuance 1.4460 est obtenu après un chauffage autour de 1030/1100°C suivi d'un refroidissement rapide à l'huile ou à l'eau. Ce traitement thermique permet :

- d'aboutir à un équilibre des phases en présence (ferrite + austénite),
- de garantir l'absence de phases fragilisantes indésirables telle la phase sigma qui viendrait à détériorer la résilience ainsi que les propriétés de tenue à la corrosion.

Traitement de surface

Le décapage de l'UGIMA®-X 4460 se pratique en utilisant des mélanges fluo - nitriques dont les proportions peuvent varier dans les limites suivantes :

- Acide nitrique HNO₃ - 20 à 25 % en volume - (densité de l'acide avant dilution : 1.43)
- Acide fluorhydrique HF - 1 à 4% en volume - (densité de l'acide avant dilution : 1.18)



Swiss Steel Group

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

Notice technique UGIMA®-X 4460

Analyse chimique (%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	N
≤ 0,03	≤ 0,75	≤ 1,0	4,5 – 5,0	25,0 – 27,0	1,3 – 1,8	≤ 0,035	0,02 – 0,03	0,05 – 0,20

14-10-2024 – REV 00

Ces bains sont utilisés de manière optimale à des températures de l'ordre de 60°C ; au-delà, il y a des risques notables d'évaporation de l'acide fluorhydrique et un accroissement des risques pour l'environnement.

A basse température, les temps de décapage sont nettement augmentés au détriment de la productivité des lignes industrielles.

Soudage

L'UGIMA®-X 4460 présente un taux de ferrite plus élevé dans les zones fondues lorsque le métal d'apport est de même composition que le métal de base. Cette particularité est à prendre en compte lors de la détermination des compositions optimales du métal d'apport. De plus, les zones affectées par la chaleur sont également susceptibles de présenter plus de ferrite que le métal de base. Pour limiter cette différence, on préférera des énergies linéaires de soudage élevées pour induire un refroidissement plus lent. Il faudra cependant se limiter à des énergies n'induisant pas de formation de phase sigma. Il existe ainsi un domaine d'énergie linéaire de soudage minimisant les 2 risques cités. Ce domaine est situé à d'autant plus forte énergie que les pièces à souder sont épaisses (i.e. le refroidissement au soudage rapide).

Le préchauffage des pièces avant soudage n'est pas souhaité.

Aucun traitement thermique ne doit être effectué après soudage, à l'exception, si besoin est, d'un traitement d'hypertrempe décrit au paragraphe "Traitements thermiques".

Dans le cas d'une soudure MIG, on pourra s'orienter vers des métaux d'apport base Nickel tel que le Ni 6660 pour assurer ductilité et résistance à la corrosion en zone fondue.

Produits disponibles

Produit	Forme	Finition	Tolérance	Dimensions
Barre	Ronde	Laminée et décalaminée	11 à 13	20 à 120 mm
	Ronde	Tournée et polie	9 à 11	20 à 120 mm
	Ronde	Étirée	9	5 à 55 mm
	Ronde	Rectifiée	7 à 9	20 à 80 mm
Fil machine	Rond	Décapé		5,5 à 32 mm

Autres dimensions: nous consulter.

Applications

- Industrie mécanique – tiges de vérins
- Industrie chimique
- Industrie pétrolière et pétrochimique



Swiss Steel Group

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