



CHRONIFER® M-15X

1.4057/AISI 431 - Acier inoxydable martensitique - Produits ronds

Particularité et adéquations générales

L'acier CHRONIFER® M-15-X contenant une addition de N, est un acier inoxydable martensitique trempable, élaboré sous vide, issu de la métallurgie des poudres. Cette métallurgie particulière lui garantit une excellente propreté et homogénéité de sa microstructure couplée à un grain très fin. Ainsi, l'ensemble de ses propriétés est nettement amélioré par rapport à celui de l'acier 1.4057 - AISI 431 élaborés classiquement.

Domaine d'application et utilisation désignée

Le CHRONIFER® M-15-X permet de réaliser des états de surface exceptionnellement fins. Ses aptitudes à la déformation plastique et au formage, à la trempe et revenu et aux polissages, sont remarquables tout comme sa résistance à la corrosion. La régularité et la reproductibilité de l'ensemble de ses propriétés est unique et le désignent tout particulièrement pour la production d'instruments contendants pour la médecine et l'art dentaire, de composants de mouvements de l'industrie horlogère, de l'industrie automobile et en micro-engineering.

Normes

No. de Matière	EN	ASTM	NF	AISI	SUS
1.4057	X17CrNi16-2	F899-09	S94-090	431	≈431

Analyse de référence %

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	N
0.12	max	max	0.005	max	15.0	1.5	max
0.20	1.0	1.00	0.015	0.030	17.0	2.0	0.10

Dimensions et tolérances

- Fils et barres Ø 0.75-3.50 mm: étirés h5, Ra ≤ 0.2
- Barres Ø 3.50 à 16 mm: étirées, rectifiées h6
- Autres tolérances sur demande

Exécution, dimensions, conditionnement, et disponibilité

- Barres Ø 1.0 – 3.50 mm: redressées 3 m, Rm max ≈ 950 MPa pointées et chanfreinées
- Fils Ø 0.75 à 2.50 mm: torches pour Escomatic, Rm max 950 MPa
- Autres exécutions sur demande

Disponibilité

Dimensions standard en stock: [voir programme de vente](#)

Barres pour l'usinage dur

- Barres Ø > 2.5 – 3.0 mm: trempées-revenues HRc ≈ 45 – 55 Rm/dureté selon besoins

Conditions de coupe

- Usinabilité: passable à moyenne forme des longs copeaux
- Vitesse de coupe: $V_c \approx 25 - 100$ m/min.
- Huile de coupe: choix individuel
- L'usinabilité et les conditions de coupe du CHRONIFER M-15X se rapprochent de celles des aciers maraging.
 - Les conditions de coupe optimales sont fonction de la machine-outil, des outils de coupe, de la taille du copeau, du lubrifiant et des tolérances et/ou de l'état de surface à réaliser.

Formage à chaud

- Forgeage: Température: 900 – 1260°C, chauffage à 1040 – 1150°C
- Finition: 815 – 925°C, afin d'obtenir un grain fin et les propriétés mécaniques visées après traitement thermique de durcissement
- Refroidissement à l'air des pièces forgées puis recuit final avant trempe et revenu finaux.



CHRONIFER® M-15X

1.4057/AISI 431 - Acier inoxydable martensitique - Produits ronds

Formage à froid

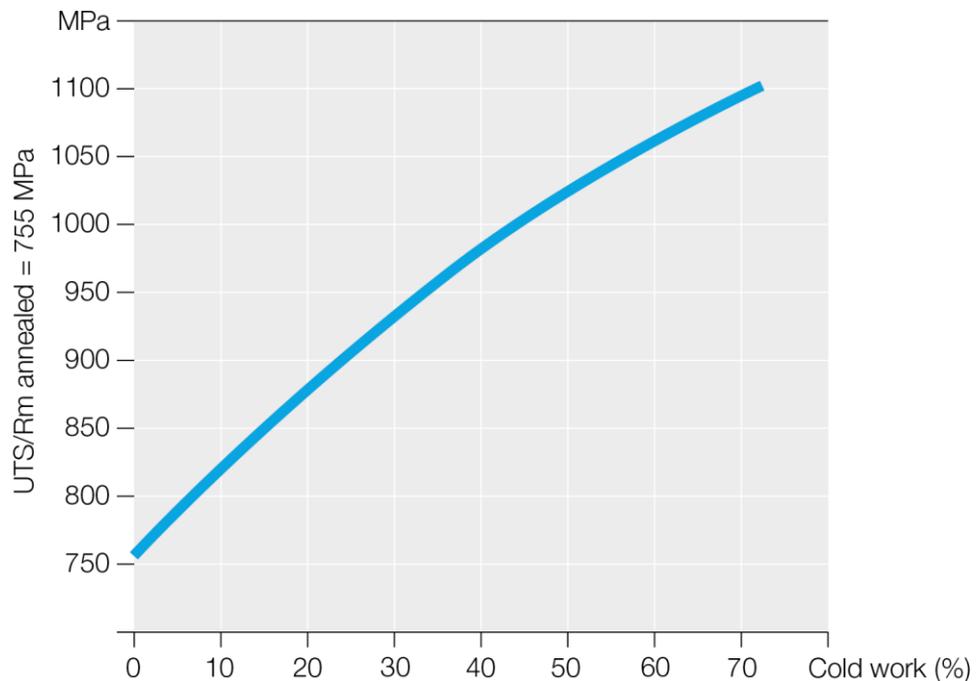
L'acier CHRONIFER® M-15X présente une ductilité remarquable dans tous ses états métallurgiques. Ceci permet à l'utilisateur de définir exactement la palette de propriétés la mieux appropriée pour le travail envisagé.

Après recuit, cet acier peut aisément être déformé par écrouissage à froid jusqu'à des taux de déformation élevés de 60-75% de réduction de section (déformation vraie de $\epsilon = 1.0-1.4$) sans recuit intermédiaire. Voir Figure 1

Recuit

Recuit mou: 680-730°C °C / 0.5 – 1h

Figure 1
Ecrouissage à froid par étirage après recuit 720-730°C



Réponse à la trempe

La réponse de l'acier CHRONIFER® M-15X aux traitements thermiques de trempe et revenu est excellente. Elle permet de réaliser facilement une palette de propriétés mécaniques capables de couvrir toutes les exigences. Voir Figures 2 et 3 page 3.

Température optimale de trempe

La trempe recommandée pour obtenir la résistance mécanique Rm et la dureté optimale est:

- Trempe primaire au gaz: 1025 ± 5°C/vide et N2/trempe par N2 sous pression. Cette température est une température limite, elle ne devrait pas être dépassée lors de la montée en température (over shoot). Elle permet de réaliser:
 - Le polissage le plus fin possible
 - La réalisation de décors et d'opérations d'écrouissage de finition comme le roulage après traitements thermiques.

Trempe sub-zéro cryogénique

Option additionnelle recommandée: Traitement sub-zéro / cryogénique: -80°C /12h

- Le traitement cryogénique doit être effectué le plus rapidement possible, moins de 2h après la tempe primaire, pour obtenir les meilleures performances, notamment avec des pièces de petites tailles.
- Ce traitement effectué dans les délais et durée optimaux, permet d'atteindre des valeurs de dureté jusqu'à plusieurs points HRc plus élevées.



CHRONIFER® M-15X

1.4057/AISI 431 - Acier inoxydable martensitique - Produits ronds

Grossissement du grain

Une trempe à 1050°C peut entraîner un fort grossissement du grain jusqu'à No ASTM 6-8 et, avec lui, une réduction sensible de l'excellente aptitude au polissage fin de cet acier.

- Dans ces cas les résistances Rm et la dureté maximum pouvant être obtenues sont de l'ordre de jusqu'à 7% plus faibles que celles que celles atteignables à l'aide d'une trempe au gaz optimale à 1025 ± 5°C.

Figure 2
Influence de la température de trempe

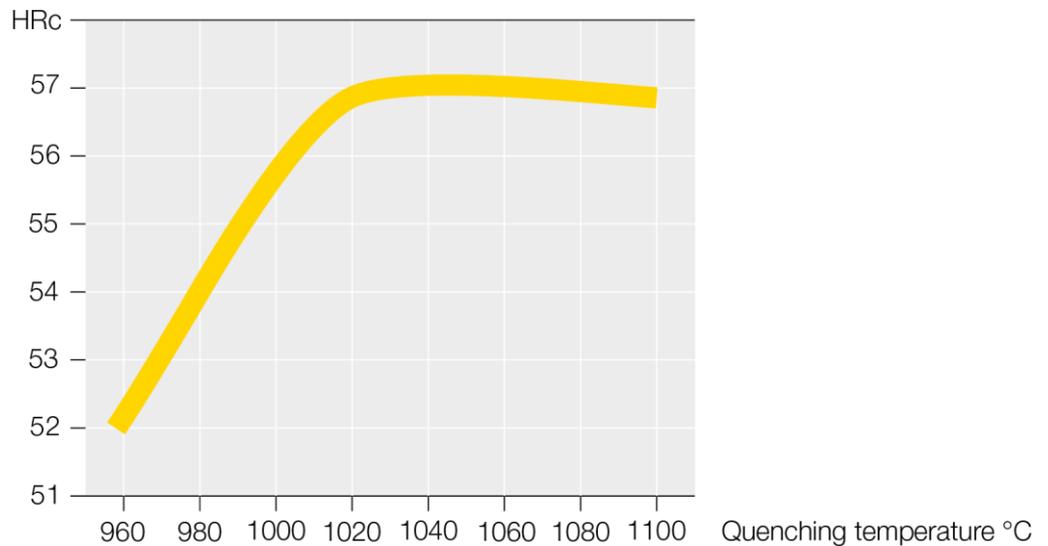
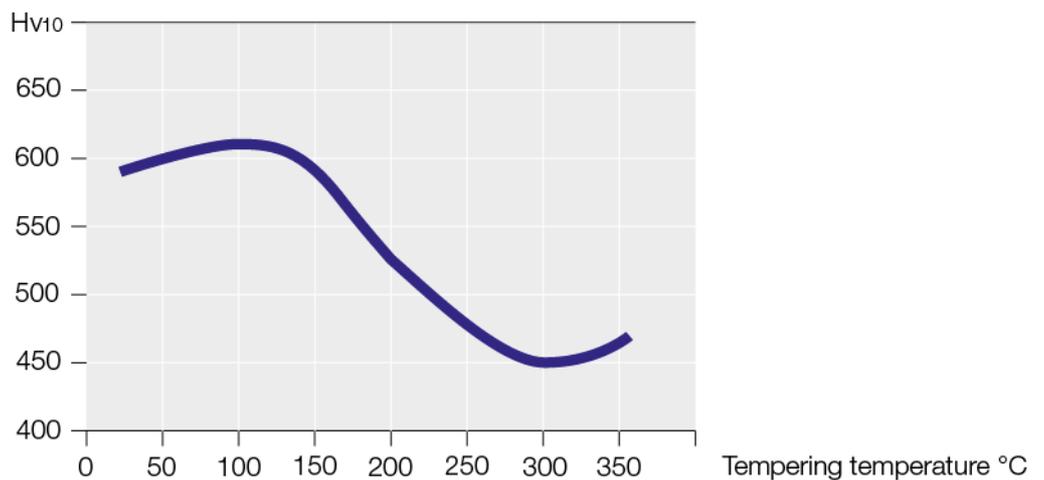


Figure 3
Influence de la température de revenu



REMARQUE IMPORTANTE: Les courbes ci-dessus ont été établies avec des éprouvettes de 5 et 6 mm. Elles ne sont qu'indicatives. Leur validité doit être vérifiée pour chaque taille et forme de pièces et leur risque de distorsion. L'observation diligente des plages de température recommandées permet d'éviter la formation de fissure.

Polissage

L'acier CHRONIFER® M-15X est très bien adapté à tous les modes de polissage exigeant une qualité supérieure, comme un poli-bloqué p.ex.

- La structure extrêmement fine à grains très fins, ASTM No >11 de cet acier, permet de réduire très significativement la durée et les coûts du polissage.



CHRONIFER® M-15X

1.4057/AISI 431 - Acier inoxydable martensitique - Produits ronds

Expansion de l'austénite

L'acier CHRONIFER® M-15X est adapté aux traitements thermiques d'expansion de phase de l'austénite, comme par exemple:

- Par chargement de la surface en N₂ simultanément au traitement de trempe dans les fours de trempe au gaz. Procédé SolNit p.ex.
- Par chargement de la surface en N₂+C à une température intermédiaire.
- Dans les deux cas, l'indice PREN de la résistance à la corrosion par piqûres augmente par suite de l'enrichissement en azote de la surface et la dureté en surface peut atteindre et dépasser ≈ 57 HRC (≈ ≥ 650 Hv₁).
- Un traitement d'expansion de phase peut modifier la réflectance, donc la couleur de la surface perçue par l'œil humain.

Soudage et marquage laser

- Un soudage ou marquage laser entraîne une perte d'azote en sursaturation. Cette déplétion locale en azote et peut abaisser localement la dureté et la résistance à la corrosion.

Résistance à la corrosion indicative

Milieu	Résistance	Milieu	Résistance
Acide nitrique	bonne	Acide sulfurique	limitée
Acide phosphorique	limitée	Acide acétique	limitée
Hydroxyde de Na	passable	Brouillard salin (NaCl)	passable
Eau de mer	limitée	Humidité	bonne

Etat de surface optimal

Optimum: Surface propre, état trempé - revenu + polissage fin + passivation

Décapage et passivation

Il est hautement recommandé de choisir des produits et des procédures de décapage et de passivation réellement adaptés aux aciers inoxydables martensitiques.

- Pour éviter un phénomène de "flash back" éventuel, il est toujours recommandé d'effectuer un décapage avant le traitement de passivation. [Plus d'info.](#)

Calamine et oxydation

Oxydation superficielle:

- La formation éventuelle d'oxydes colorés ou de calamine lors des traitements thermiques peut fortement réduire la résistance à la corrosion. Ces oxydations doivent être éliminées mécaniquement et ou chimiquement par décapage.

Précautions élémentaires

- La protection la plus simple est de constamment garder les surfaces propres, polies et passivées.
- Veiller à éviter le séchage de résidus d'emploi adhérent sur la surface avant le nettoyage des pièces ou des instruments.
- Veiller à n'employer que des solutions de désinfection, de nettoyage et de lavage ne contenant pas de chlore. [Plus d'info.](#)



CHRONIFER® M-15X

1.4057/AISI 431 - Acier inoxydable martensitique - Produits ronds

Traitements thermiques	Type de pièces:	Pièces courantes Traitements réalisables dans les fours usuels	Pièces hautement sollicitées Traitements recommandés pour les pièces très sollicitée
Température (°C)		1025 ± 5	1025 ± 5
Maintien (min)		30 - 40	30 - 40
Atmosphère		Ar ou H2	< ≈ 600°C: vide > ≈ 600°C: 100 - 200 mb N2
Milieu de trempe		rapide, huile par exemple	gaz: N2 ≥ 3b
Etat de surface		peut être oxydée (colorée)	blanc, non-oxydé
Température (°C)		-80	-80
Maintien (h)		recommandé 12	recommandé 12
Température (°C)		150 - 170	150 - 170 ou selon besoins
Maintien (h)		2	2
Atmosphère		H2 ou Ar	H2
Température (°C)		90 - 170	90 - 120 ou selon besoins
Maintien (h)		2	2
Atmosphère		H2 ou Ar	H2
HRc surface		max ≈ 52-53	jusqu'à 55 HRc
Hv ₁₀		max ≈ 550	max ≈ 600
Rm (MPa)		> ≈ 1750	≥ 1900
A (%)		> 10	≥ 8

Propriétés physiques

Propriétés	Unité	Température (°C)				
		20	200	300	400	500
Densité	g cm ⁻³	7.85				
Module d'élasticité E	GPa	200			190	
Coefficient de Poisson		0.28				
Résistance électrique	nΩ m	432				
Dilatation thermique	m m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻⁶	20-100°C	20-200°C	20-300°C	20-400°C	
		10.8	10.5	10.5	10.5	
Conductibilité thermique	W m ⁻¹ K ⁻¹	25	20.2		15.2	
Chaleur spécifique	J kg ⁻¹ K ⁻¹	460				
Fusion	°C	solidus		1450		
Magnétisme		Ferromagnétique, peut être magnétisé. Plus d'info.				

Magnétisme

Une température de revenu entre 220°C et 300-350°C rend l'alliage CHRONIFER® M-15X progressivement magnétiquement dur (analogue à un aimant permanent), donc de plus en plus difficile à démagnétiser. [Plus d'info.](#)

Renonciation: Les informations et données de cette fiche technique ne sont qu'indicatives. Elles ne sont pas un mode d'emploi. Celui-ci doit être établi dans chaque cas par l'utilisateur de la matière.