

INOX - GENERALITES

INOX
Stainless Steel



L'histoire du fer et des aciers a été confrontée dès son origine à un problème majeur de résistance à la corrosion.

En 1798 le Français Nicolas Louis **Vauquelin** parvient à isoler un nouvel élément, dénommé "chrome" en raison des teintes vives de ses dérivés. Il constate que lorsqu'on ajoute des quantités croissantes de chrome au fer, la résistance à la corrosion atmosphérique augmente. Les premières publications sur ces travaux datent de 1820 mais il faut cependant attendre le début du 20^e siècle pour que les premières applications industrielles voient le jour. En 1912 en Allemagne, Krupp dépose son brevet pour le premier INOX, le fameux Chrome Nickel 18 / 8 et les appellations V2A et V4A (V = "Versuch" et A = "Austenit") voient le jour.

En 1913 l'INOX commence à être utilisé en **coutellerie** à Sheffield par l'anglais Brearley qui appelle son acier d'abord "rustless" (sans rouille) et ensuite "stainless" ("sans tache" ou "pur"). Les fabricants allemands Krupp et Thyssen introduisent leurs marques "Nirosta" (**Nichtrostender Stahl**) et "Remanit".

1930 voit la première réalisation dans le domaine de la construction : la flèche du **Chrysler Building** à New York.



L'INOX connaîtra ensuite une expansion énorme entre 1950 et 1985.

Aujourd'hui, l'INOX joue un rôle primordial dans notre existence :

- les industries mécanique, agroalimentaire et chimique
- les transports
- la médecine et la chirurgie
- notre vie quotidienne



INOX - GENERALITES

INOX AUSTENITIQUES série 300

Ce sont les plus connus et les plus utilisés, ils sont amagnétiques, ne prennent pas la trempe et possèdent une meilleure soudabilité que les INOX ferritiques.

L'austénitique "classique" contient 18 % chrome et 8 % nickel.

Leur teneur en carbone est très basse ; on leur adjoint parfois du molybdène, cuivre, titane, niobium pour fixer les résidus de carbone. Ils contiennent généralement de 15 à 26 % de chrome et de 5 à 25 % de nickel ce qui améliore leur ductilité (le double comparés aux INOX ferritiques) et facilite leur formage et leur usinabilité.

Ils ont une bonne résistance à la corrosion et à la chaleur.

Leurs propriétés mécaniques sont relativement faibles, mais elles peuvent être améliorées par écrouissage et / ou addition d'azote.

Ils sont moins fragiles que les ferritiques.

Ils conviennent bien pour les emplois cryogéniques.

Classes US : 301 / 302 / 303 / 304 / 304L / 305 / 309 / 310 / 316 / 316L / 316 Ti / 317 / 317L / 321 / 325 / 347

Classes allemandes : A1 / A2 / A3 / A4 / A5

INOX 301 :

Contient 17 % de chrome et 7 % de nickel. Peut être formé.

Applications : surtout rondelles-ressorts, des plaques de friction et de protection.

INOX 302 :

Contient 18 % de chrome et 9 % de nickel. Bon pour le formage, les ressorts ; très identique au 304.

INOX 303 ou A 1 :

Ajout de soufre. Bonne résistance à la corrosion.

Meilleur que le 302 pour usinages en série : tournage, fraisage.

INOX 304 ou A 2 (18 / 10) :

L'INOX de base 18 % de chrome et 10 % de nickel, le plus courant.

Bonne soudabilité, bonne résistance à la corrosion et bon formage.

Aussi pour basses température jusqu'à - 200°C.

Applications : l'industrie agro-alimentaire, l'industrie de la construction, l'architecture, les éviers, la coutellerie, la vaissellerie, les tuyaux, les échappements automobiles, la mécanique en général, les hôpitaux, les blanchisseries, Surtout pour des applications "à l'intérieur".

INOX 304 L (low carbon) :

C'est un produit élaboré en France contenant moins de carbone que le 304 pour une meilleure soudabilité.

Applications : brasseries, laiteries, industries alimentaires et pharmaceutiques, vaisselleries, éviers.

INOX 309 :

Contient 23 % de chrome et 14 % de nickel. Surtout pour des applications à hautes températures et résistance élevée à l'oxydation : fours, éléments chauffants, échangeurs de chaleur, métallurgie.

INOX 310 :

Contient 25 % de chrome et 20 % de nickel, résistance très élevée à l'oxydation.

Applications : fours, usines métallurgiques, échanges calorifiques.

INOX 316 ou A 4 :

Ajout de molybdène (2 à 2,5 %) qui augmente la résistance à la corrosion comparée au 304. Préconisé lorsque des produits acides ou corrosifs sont en contact direct.

Applications : usines chimiques et pétrochimiques, architecture, brasseries, ressorts. Surtout pour des applications "à l'extérieur"

Recommandé par la *Federal Drug Administration* aux USA.

INOX 316 L (low carbon) :

C'est un produit élaboré en France contenant moins de carbone

afin d'obtenir une meilleure soudabilité que le 316. C'est l'INOX de haute qualité le plus populaire.

Applications : la pétrochimie, l'environnement marin, les hôpitaux, les équipements de restauration, les industries pharmaceutiques et cosmétiques.

INOX - GENERALITES

INOX 316 Ti ou A 5 :

C'est un produit élaboré en Allemagne avec un ajout de titane au 304, pour concurrencer le 316 L. En comparaison avec ce dernier le 316 Ti possède une meilleure soudabilité, mais il est plus dur et plus réfractaire. Applications : industrie chimique et marine, coutellerie, piscines, ménage.

INOX 317 :

Contient de 2,5 à 4 % de molybdène pour une résistance augmentée contre la corrosion. Applications : usines chimiques et pétrochimiques, distillations d'acide acétique.

INOX 321 ou A 3 :

C'est un produit élaboré en Allemagne avec un ajout de titane au 304 pour concurrencer le 304 L. En comparaison avec ce dernier le 321 possède une meilleure soudabilité, mais il est plus dur et plus réfractaire. Bon aussi pour le formage à froid ; ce qui peut le rendre légèrement magnétique. Applications : pièces pour l'aviation ; les industries chimiques et pétrochimiques, éléments de chauffage et l'industrie de la mécanique générale.

INOX 347 :

Ajout de niobium. Bonne résistance à l'acide nitrique concentré. Applications : usines de transformation, pièces pour l'aviation.

INOX FERRITIQUES – série 400

Ils sont magnétiques (ce qui ne veut pas dire qu'ils sont limités dans leur résistance à la corrosion), ne prennent pas la trempe et ont une soudabilité limitée. Ils ont une haute teneur en chrome, pas ou peu de nickel et ont une très faible teneur en carbone (moins de 0,12 %); les résidus présents sont généralement fixés par du titane et / ou du niobium. Ils sont relativement économiques car le nickel est l'élément le plus cher dans l'INOX. Leurs propriétés mécaniques ne sont pas aussi bonnes que pour les austénitiques, mais ils ont une meilleure apparence pour la décoration. Ils ont une bonne résistance à la corrosion même en atmosphère marine et une bonne résistance à la chaleur. Ils ont une meilleure résistance à la corrosion que les martensitiques sans être aussi efficaces que les austénitiques.

Classes US : 403 / 409 / 430 / 434

Classe allemande : F 1

INOX 403 :

Bonne résistance à la corrosion, bonne soudabilité et mise en forme. Applications : automobile, chemins de fer, machines, silos...

INOX 409 :

Contient 12 % de chrome et du titane. Excellente disposition au formage et soudage jusqu'à 2 mm d'épaisseur ; résistance à la corrosion limitée. Applications : surtout pour l'automobile, convient aussi pour la construction, les chemins de fer, les transports miniers;

INOX 430 ou F1 :

Le plus populaire, combine une bonne résistance à la corrosion et à la chaleur. Contient 17 % de chrome. Applications : évier, décoration, garnitures automobiles, pompes, couteaux, articles ménagers

INOX - GENERALITES

INOX MARTENSITIQUES série 400

Ils sont magnétiques, peuvent prendre la trempe, le revenu et le recuit de par leur haute teneur en carbone mais leur soudabilité est limitée. Il faut toutefois noter que l'accroissement de leurs caractéristiques mécaniques par ces traitements thermiques est inévitablement associé à une augmentation de la susceptibilité à la corrosion. Ils contiennent généralement de 12 à 19 % de chrome, généralement pas de nickel et une teneur en carbone relativement élevée (0,1 à 1,2 %).

Leur résistance à la corrosion - surtout en milieu marin - n'est pas aussi bonne que les austénitiques ou les ferritiques mais en revanche leurs performances mécaniques sont les meilleures des INOX.

Sont utilisés en formage à froid ou à chaud : pliage, estampage, repoussage...

Surtout utilisés pour la coutellerie, les instruments chirurgicaux mais aussi pour des vannes.

Ils servent aussi pour élaborer des aciers moulés.

Classes US - AISI : 410 / 416 / 420 / 431

Classes allemandes : C1 / C3 / C4

INOX 410 ou C1 :

Contient 13 % de chrome.

Applications : fabrication de pompes, turbines, valves, lames de couteaux, mécanique générale.

INOX 416 :

Ajout de soufre et plus performant que le 410 pour l'usinage.

Applications : industrie de la construction, les chemins de fer, les transports miniers.

INOX 420 :

Trempable, bonne résistance à la chaleur.

INOX 431 :

Applications : pour mécanique lourde avec une résistance suffisante à la corrosion.

INOX DUPLEX OU AUSTENO-FERRITIQUES :

Ils possèdent une structure mixte austénitique (30 à 50 %) et ferritique (50 à 70 %).

Ils ont une haute teneur en chrome (22 % et plus) et une faible teneur en Nickel (3,5 à 8 %).

Ils ne sont pas trempables, ont une bonne soudabilité et une bonne mise en forme. Leurs performances mécaniques sont élevées.

Leurs caractéristiques mécaniques et leur résistance à la corrosion sont plus élevées que pour les austénitiques.

Ils peuvent être durcis par écrouissage à froid mais ne peuvent pas être formés facilement.

Ils sont utilisés principalement pour des sections fines dans les industries du papier, chimique, pétrochimiques, dans la construction et également pour élaboration d'aciers moulés.

INOX REFRACTAIRES :

Ils résistent à la corrosion par les gaz chauds et autres produits de combustion dans des températures au delà de 550°C, certains allant même jusqu'à 1.150°C.

INOX - CLASSIFICATION

La principale norme concernant les INOX d'usage général est la norme EN 10088.

D'autres normes spécifiques couvrent des familles particulières comme les INOX réfractaires ou pour appareils à pression. Conformément à la norme EN 10027 qui désigne les aciers, la désignation symbolique des INOX commençant par la lettre "X" représente les aciers contenant au moins un élément d'alliage dont la teneur est égale ou supérieure à 5 %.

Cette lettre est suivie par la teneur en carbone x 100 (exemple : X12 = 0,12 % de carbone) puis par les symboles chimiques des éléments d'alliage dans l'ordre décroissant de leurs teneurs. Les teneurs moyennes en ces éléments sont ensuite indiquées, séparées par des tirets, dans le même ordre décroissant.

Lorsque le symbole commence par "GX" il s'agit d'un INOX moulé.

La désignation numérique comporte 5 chiffres, et commence par 1.4

le troisième chiffre correspond à une famille particulière de nuances et tient compte de la composition chimique, les deux derniers sont donnés de façon arbitraire.

Exemple : 1.4404 –: X2 CrNiMo 17-12-2. acier allié (X) avec 0,02 % de carbone, avec 17 % de chrome, 12 % de nickel et 2 % de molybdène.

W. Nr.	AISI	Stahlgr	DIN ISO
1.4000			X6 Cr 13
1.4003	403 / 410 S		X7 Cr 14
1.4005	416		X12 CrS 1
1.4006	410		X12 Cr 13
1.4016	430	F 1	X6 Cr 17
1.4021	420 A+	C 1	X20 Cr 13
1.4028	420 B+	C 1	X30 Cr 13
1.4034		C1	X46 Cr 13
1.4057	431	C.3	X17 CrNi 16-2
1.4104	430 F		X14 CrMoS 17
1.4112	440 B		X90 CrMoV 18
1.4113	434		X6 CrMo 17-1
1.4122		C	X39 CrMo 17-1
1.4125	440 C		X105 CrMo 17
1.4162			X2CrMnNiN 21-5-1
1.4301	304	A 2	X5 Cr Ni 18-10
1.4303	305	A 2	X4 CrNi 18-12
1.4305	303	A 1	X8 CrNiS 18-9
1.4306	304 L	A 2	X2 CrNi 19-11
1.4307	304 L		X2 CrNi 18-9
1.4310	301		X10 CrNi 18-8
1.4311	304 LN		X2 CrNiN 18-10
1.4315	304 N		X5 CrNi 18-7
1.4318	301 LN		X2CrNiN 18-7
1.4362			X2 CrNiN 23-4
1.4401	316	A 4	X5 CrNiMo 17-12-2
1.4404	316 L	A 4	X2 CrNiMo 17-12-2
1.4410	316 L		X2 CrNiN 25-7-4
1.4432	316 L		X2 CrNiMo 17-12-3
1.4435	316	A 4	X2 CrNiMo 18-14-3
1.4436	317 L	A 4	X3 CrNiMo 17-13-3

W. Nr.	AISI	Stahlgr	DIN ISO
1.4438	317 L		X2 CrNiMo 18-15-4
1.4439	317 LMN		X2 CrNiMoN 17-13-5
1.4449	317		X5 CrNiMo 17-13
1.4452	P2000		X13 CrMnMoN 18-14-3
1.4460	329		X3 Cr NiMoN 27-5-2
1.4462	329 LN		X2 CrNiMoN 22-5-3
1.4501	F 55		X2 CrNiMoCuW 25-7-4
1.4507			X2 CrNiMoCuN 25-6-3
1.4509	441		X2 CrTiNb 18
1.4510	439		X3 CrTi 17
1.4512	409		X6 CrTi 12
1.4520	430 Ti		X2 CrTi 17
1.4521	444		X2 CrMoTi 18-2
1.4526	436		X6 CrMoNb 17-1
1.4529	904 L		X1 NiCrMoCuN 25-20-7
1.4539	904 L		X2 NiCrMoCu 25-20-5
1.4541	321	A 3	X6 CrNiTi 18-10
1.4547			X1 CrNiMoCuN 20-18-7
1.4550	347 / 348	A 3	X6 CrNiNb 18-10
1.4567	304 CU		X3 CrNiCu 18-9
1.4571	316 Ti		X6 CrNiMoTi 17-12-2
1.4580	316 Cb	A 4	X6 CrNiMoNb 17-12-2
1.4713			X10 CrAlSi 7
1.4742	446		X10 CrAlSi18
1.4749	446 - 1		X18 CrN 28
1.4762	446		X10 CrAlSi 25
1.4828	309		X15 CrNiSi 20-12
1.4833			X12 CrNi 23-13
1.4841			X5 CrNiSi 25-21
1.4845			X8 CrNi 25-21