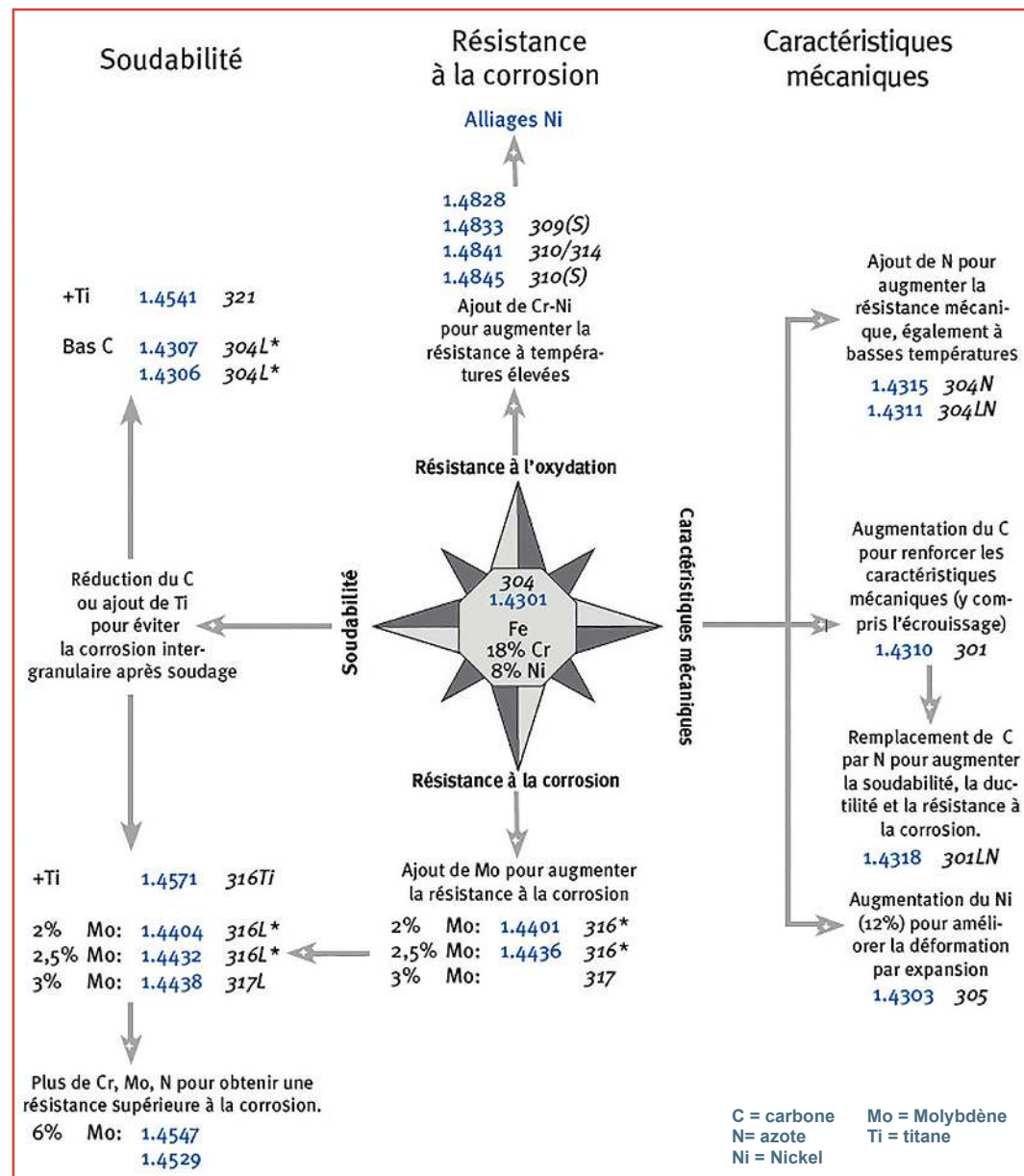


GÉNÉRALITÉS

Selon la NFE EN 10020, un acier inoxydable est un acier contenant au minimum 10,5 % de chrome et au maximum 1,2 % de carbone.

L'acier inoxydable est donc un alliage de fer et d'éléments qui lui confèrent des caractéristiques particulières.



Source : Euro inox.

L'une des propriétés les plus importantes des aciers inoxydables, dits "inox", est leur résistance à la corrosion. La résistance de ces alliages métalliques aux attaques chimiques des produits corrosifs provient de leur faculté à s'auto-protéger par la formation spontanée à leur surface d'un film d'oxydes riche de chrome, appelé "couche passive", qui

protège le substrat métallique de la corrosion généralisée et des attaques localisées. Cette couche extrêmement mince, d'une épaisseur de l'ordre de 1,0 à 2,0 nm, rend négligeable la vitesse de corrosion (cf. passivation p. 31).

CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES

I. Description des groupes et nuances d'aciers inoxydables

1. Les aciers inoxydables austénitiques (nuances A1 à A5)

Ils sont les plus connus et les plus employés parmi les aciers inoxydables. Ils contiennent, outre une teneur en chrome minimale de l'ordre de 17 %, du nickel (généralement 7 % et plus) et des additions éventuelles de molybdène, titane, niobium...

- Afin de réduire la susceptibilité (faculté à s'aimer) à l'écrouissage, du cuivre peut être ajouté aux aciers de nuance A1 à A5.
- Leurs caractéristiques mécaniques en traction sont généralement modestes mais peuvent être, pour certaines nuances, considérablement accrues par écrouissage. Ils sont par contre très indiqués, de par leur absence de fragilité à basse température, pour les emplois cryogéniques.

- Leur tenue à la corrosion augmente avec les teneurs en chrome et en molybdène. Leur résistance à l'oxydation croît avec leur teneur en chrome.
- L'introduction d'éléments stabilisants tels que le titane ou le niobium permet d'éviter la corrosion intergranulaire, en particulier sur les soudures, et accroît la résistance mécanique à haute température.
- Température d'emploi admise dans le métier entre - 200 °C et + 400 °C (température constante).

Lorsque le risque de corrosion est élevé, des spécialistes devront être consultés. Le choix définitif de la composition chimique pour la nuance d'acier spécifiée est laissé à la discrétion du fournisseur, sauf accord préalable entre lui et le client.

Groupe de composition	Nuance d'acier	Composition chimique ^a fraction massive, %									Notes de bas de tableau
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	
Austénitique	A1	0,12	1	6,5	0,2	0,15 à 0,35	16 à 19	0,7	5 à 10	1,75 à 2,25	b)c)d)
	A2	0,1	1	2	0,05	0,03	15 à 20	e)	8 à 19	4	f)g)
	A3	0,08	1	2	0,045	0,03	17 à 19	e)	9 à 12	1	h)
	A4	0,08	1	2	0,045	0,03	16 à 18,5	2 à 3	10 à 15	4	g)i)
	A5	0,08	1	2	0,045	0,03	16 à 18,5	2 à 3	10,5 à 14	1	h)i)

Norme ISO 3506-1.

- Sauf indication contraire, les valeurs sont maximales.
- Le soufre peut être remplacé par le sélénium.
- Si Ni < 8 %, le Mn minimum doit être 5 %.
- Pas de limite minimale pour la teneur en Cu pourvu que la teneur en Ni soit > 8 %.
- Le fabricant peut choisir d'inclure du molybdène. Toutefois, si certaines applications exigent une limitation de la teneur en molybdène, cette exigence doit être stipulée par le client à la commande.
- Si la teneur en Cr < 17 %, il convient que la teneur minimale en Ni soit de 12 %.
- Pour les aciers inoxydables austénitiques à la teneur maximale en C de 0,03 %, la teneur en azote est limitée à 0,22 %.

- Doit contenir du titane $\geq 5 \times C$ jusqu'à 0,8 % maximum pour stabilisation et être marqué de manière appropriée conformément à ce tableau ou doit contenir du niobium (colombium) et/ou du tantale $\geq 10 \times C$ jusqu'à 1 % maximum pour stabilisation et être marqué de manière appropriée conformément à ce tableau.
- Le fabricant peut choisir d'augmenter la teneur en carbone lorsque l'obtention des caractéristiques mécaniques pour des diamètres supérieurs l'exige, mais ne doit pas dépasser 0,12 % pour les aciers austénitiques.

Groupe de composition	Nuance d'acier	Désignation française	Désignation allemande	N°	États-Unis AISI	
Austénitique	A1	Z10CNF18.09	X10CrNi18-8	1.4310	301	
		Z12CN18.09				
	A2		X3CrNiCu18-9-4	1.4567	302HQ	
		Z8CNF18.09	X8CrNiS18-9	1.4305	303	
		Z2CN18.10				
		ZCN18.09	X5CrNi18-10	1.4301	304	
		Z6CNNb18.10	X6CrNiNb18-10	1.4550	347	
		Z2CNU18.09				
		Z2CNU18.10				
		Z4CN18.12				
		Z3CN19.11	X2CrNi19-11	1.4306	304L	
		Z5CN18.11 FF	X4CrNi18-12	1.4303	305	
			1.4304			
			1.4329			
		Z3CN18.10	X2CrNi18-09	1.4307	304L	
	A4		Z2CND17.12			
			Z6CND17.11			
			Z4CNUD17.11			
			Z3CND17.11.02	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	316L
			Z7CND17.12.02	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	316
			Z6CNDT17.12	X6CrNiMoTi17-12-12	1.4571	316Ti
			Z6CNDNb17.12	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	316Cb
			Z3CND18.14.03	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	316L
Réfractaire		Z6CND18.12.03	X3CrNiMo17-13-3	1.4136	316	
		Z15CNS25-20	X15CrNiSi25-20	1.4841	310	
		Z8CN25-20	X8CrNi25-21	1.4845	310S	
		Z6CNT18.10	X6CrNiTi18-10	1.4541	321	

NF E 25-033 / NF A 35-602 / NF EN 10088-1 / NF EN 10095 / DIN 267 Teil 11.

A. Aciers de nuance A1

Les aciers de nuance A1 sont tout spécialement destinés à l'usinage. En raison du haut taux de soufre qu'ils contiennent, ce groupe d'aciers a une résistance moindre à la corrosion que les aciers au taux de soufre normal.

B. Aciers de nuance A2

Les aciers de nuance A2 sont les aciers inoxydables les plus utilisés. Ils sont utilisés pour des équipements de cuisine, des appareils pour l'industrie chimique, des éléments de fixation...

C. Aciers de nuance A3

Les aciers de nuance A3 sont des aciers inoxydables stabilisés avec les propriétés des aciers de nuance A2.

D. Aciers de nuance A4

Les aciers de nuance A4, alliés en molybdène sont "résistants à l'acide" et donnent une meilleure résistance à la corrosion. L'A4 est beaucoup utilisé dans l'industrie de la cellulose puisque cette nuance d'acier est développée pour l'acide sulfurique porté à ébullition (d'où le nom "résistant à l'acide"). Il convient également dans une certaine mesure aux environnements chlorés. L'A4 est aussi fréquemment utilisé par l'industrie alimentaire et l'industrie de construction navale.

E. Aciers de nuance A5

Les aciers de nuance A5 sont des aciers stabilisés "résistants aux acides".

2. Les aciers inoxydables martensitiques (nuances C1 à C4)

Ces aciers contiennent en général 12 à 19 % de chrome, leur teneur en carbone variant de 0,08 à 1,2 %, ils peuvent contenir du nickel et du molybdène ainsi que certains éléments d'addition tels que le cuivre, le titane ou le vanadium.

Ils sont le plus souvent livrés à l'état recuit ; il est évidemment recommandé de les utiliser, au même titre que les aciers alliés pour la construction mécanique, à l'état trempé revenu, représentant le meilleur compromis entre les propriétés mécaniques et la résistance à la corrosion. Ils présentent un intérêt certain dans les applications à chaud lorsque la température de service n'excède pas 650 °C (turbines de production d'énergie).

Dans la pratique on les utilise :

- soit après trempe et revenu de détente vers 200 °C, ce qui permet de conserver la résistance mécanique maximale,

- soit après trempe et revenu entre 550 et 700 °C, assurant ainsi un meilleur compromis résistance – résilience – tenue à la corrosion.

Ces aciers permettent d'associer une résistance à la corrosion intéressante (toutefois inférieure aux aciers inoxydables austénitiques) à des propriétés mécaniques équivalentes à celles d'aciers alliés de haut de gamme. Ils peuvent être écrouis pour l'obtention d'une meilleure résistance et sont magnétiques.

Le choix définitif de la composition chimique pour la nuance d'acier spécifiée est laissé à la discrétion du fournisseur, sauf accord préalable entre lui et le client. Dans les applications présentant un risque de corrosion inter-granulaire, les aciers inoxydables stabilisés A3 et A5 ou les aciers inoxydables A2 et A4 avec une teneur en carbone n'excédant pas 0,03 % sont recommandés.

Groupe de composition	Nuance d'acier	Composition chimique ^a fraction massive, %									Notes de bas de tableau
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	
Martensitique	C1	0,09 à 0,15	1	1	0,05	0,03	11,5 à 14	-	1	-	i)
	C3	0,17 à 0,25	1	1	0,04	0,03	16 à 18	-	1,5 à 2,5	-	-
	C4	0,08 à 0,15	1	1,5	0,06	0,15 à 0,35	12 à 14	0,6	1	-	b) i)

Norme ISO 3506-1.

a) Sauf indication contraire, les valeurs sont maximales.

b) Le soufre peut être remplacé par le sélénium.

i) Le fabricant peut choisir d'augmenter la teneur en carbone lorsque l'obtention des caractéristiques mécaniques pour des diamètres supérieurs l'exige, mais ne doit pas dépasser 0,12 % pour les aciers austénitiques.

Groupe de composition	Nuance d'acier	Désignation française	Désignation allemande	N°	Etats-Unis AISI
Martensitique	C1	Z6C13			
		Z12C13			
		Z20C13	X20Cr13	1.4021	420
		Z30C13			
		Z10C13	X12Cr13	1.4006	410
	Z33C13	X30Cr13	1.4028	420F	
	Z44C14	X46Cr13	1.4034		
	C3	Z15CN16.02	X17CrNi16-2	1.4057	431
		Z6CNU17.04			
	C4	Z12CF13			
Z30CF13					
Z11CF13		X12CrS13	1.4005	416	

NF E 25-033 / NF A 35-602 / NF EN 10088-1 / NF EN 10095 / DIN 267 Teil 11.

A. Aciers de nuance C1

Les aciers de nuance C1 ont une résistance à la corrosion limitée. Ils sont utilisés dans les turbines, les pompes et la coutellerie.

B. Aciers de nuance C3

Les aciers de nuance C3 ont une résistance à la corrosion limitée même si elle est meilleure que celle des aciers de nuance C1. Ils sont utilisés dans les pompes et les valves.

C. Aciers de nuance C4

Les aciers de nuance C4 ont une résistance limitée à la corrosion. Ils sont destinés à l'usinage et sont, pour le reste, similaires aux aciers de nuance C1.

II. Informations

1. Avertissement sur le zingage électrochimique

Le zingage électrolytique est un procédé de traitement de surface permettant d'améliorer les performances de résistance à la corrosion.

Ce procédé est utilisé sur des pièces relativement petites, produites en grande série, telles que vis, boulons, crochets...

Les revêtements de zinc appliqués de façon électrolytique reçoivent une passivation au chrome pour améliorer la protection anticorrosion. Dans le cadre de la législation européenne et de la directive ROHS relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses telles que le chrome hexavalent (chrome VI), toutes les dispositions ont été prises vis-à-vis de nos fournisseurs pour que les matériaux constitutifs des produits que nous stockons ayant fait l'objet d'un traitement de surface, ne comportent pas de substances interdites par la réglementation en cours.

Il est cependant établi que ce type de traitement peut avoir comme conséquence éventuelle la **fragilisation du produit par l'hydrogène**.

Il s'agit là d'une conséquence connue des revêtements électrolytiques.

Ce phénomène peut être accentué dès lors que la résistance mécanique ou la dureté de l'élément de fixation est élevée.

L'hydrogène qui fragilise le produit peut être introduit (réf : ISO 4042) :

- Dans le cadre de procédures de dégraissage, de décapage, de phosphatation ou de déposition électrolytique.

- Dans le cadre de l'environnement de service suite à des réactions de protections cathodique ou des réactions de corrosion.

- Dans le cadre d'opération de chaudronnage, de fluotournage, d'usinage et de perçage en raison de la décomposition de produits lubrifiants inappropriés ainsi que pendant les opérations de soudage et de brasage.

En toutes hypothèses, la conséquence peut être une **rupture différée** de l'élément de fixation. Pour diminuer ce risque connu, l'opération de dégazage après revêtement électrolytique est nécessaire en ce sens qu'elle va tendre à éliminer l'hydrogène. Les produits de fixation en acier zingué proposés par Acton sont approvisionnés avec dégazage impératif.

Il est clairement établi cependant que le dégazage recommandé peut ne pas éliminer totalement et dans tous les cas la fragilisation par hydrogène. Lorsque le risque n'est pas acceptable, pour des pièces de sécurité ou des conditions d'utilisations particulières, il conviendra d'utiliser des procédés de revêtements de surfaces permettant une protection sans introduction d'hydrogène (Dacromet, Depton, Geomet...) ou choisir des produits non revêtus de type acier inoxydable.

2. Grippage

L'état de surface du matériau est en général un facteur prépondérant dans l'apparition des phénomènes de grippage.

Cependant, pour les inox, d'autres paramètres entrent en jeu. Lorsque l'on serre une vis sur un écrou, seulement 10 % du couple de serrage contribue réellement au serrage (effort axial), le reste se dissipe dans les frottements sur le filetage et sous la tête de vis (effort tangentiel). Le frottement est nécessaire pour éviter le desserrage au cours du temps. Cependant, s'il devient trop important, il y a grippage, qui résulte de micro-collages se produisant par exemple entre les filets : le desserrage de l'écrou devient impossible et la vis sous l'effort peut casser. Il faut donc trouver des solutions pour éviter l'augmentation du frottement. Par la mesure, on sait déterminer à partir de quel couple de serrage le grippage risque de survenir : en effet, sachant que le coefficient de frottement doit être constant, à partir d'une certaine valeur du couple, une augmentation sensible de ce coefficient révèle un phénomène de grippage.

Il faut donc, pour élever le seuil de grippage, agir sur le coefficient de frottement filets/filets. La résistance au grippage peut être réduite grâce à l'apport de différents types de traitements tels que :

- décontamination, passivation : rendre aux surfaces leur homogénéité et reconstituer le film de passivité,
- revêtement de lubrification réduisant le coefficient de frottement,

- l'argenture : très intéressant dans le domaine du frottement et surtout utilisé pour l'amélioration de la résistance au grippage des aciers inoxydables,

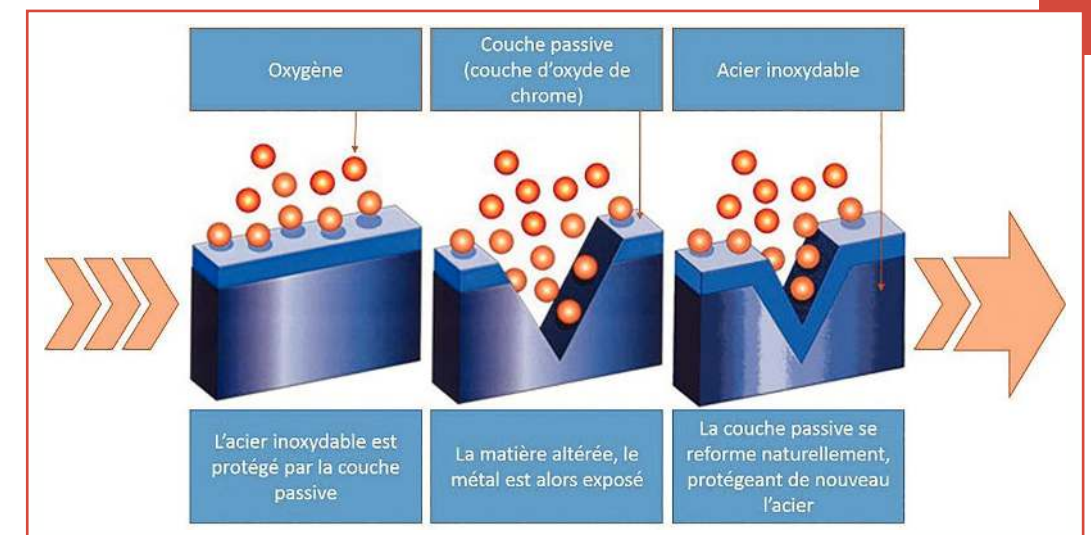
- les revêtements de type Molykote (contenant du bisulfite de molybdène) ou PTFE (Téflon),
- utiliser une vis d'une nuance et un écrou d'une autre nuance n'évite pas réellement les risques de grippage.

Source Id inox.

3. Passivation

Faculté de l'acier inoxydable à s'autoprotéger par la formation spontanée à sa surface d'un

film d'oxydes riche de chrome, appelé "couche passive".



La passivation.

4. Brouillard salin

La résistance à la corrosion des éléments de fixation en acier inoxydable dépend essentiellement de la couche de passivation : formation à la surface du métal, d'une fine couche d'oxyde de chrome.

L'importance de la protection varie en fonction de l'épaisseur du film, de son homogénéité, de son adhérence et de la diffusion de l'oxygène et du métal à l'intérieur de l'oxyde. Mais aussi de l'état de surface de l'élément de fixation (présence de petites particules ferreuses, de défauts... inhérents aux différents procédés de fabrication utilisés).

Pour résister à la corrosion un élément de fixation en acier inoxydable doit être :

- décapé : élimination des éléments chimiques perturbateurs de la surface (ex : petites particules ferreuses...),
- passivé : on peut donc considérer qu'une pièce correctement décapée et passivée présentera une excellente résistance à la corrosion.

Tenue au brouillard salin (à titre indicatif) de :

- l'inox A2 : se situe entre 200 h et 600 h,
- l'inox A4 : se situe entre 600 h et 1000 h

Cependant, il n'existe pas à ce jour de technique permettant de fabriquer une pièce parfaite, exempte de petites particules ferreuses ou de défauts de surface.

5. Finition

Sauf indication contraire, les éléments de fixation doivent être fournis propres et brillants. Il est recommandé de procéder à une passivation pour obtenir une résistance à la corrosion maximale.

6. Corrosion

La corrosion est une attaque destructive plus ou moins rapide du matériau sous l'action physique chimique ou électrochimique des milieux qui l'environnent. Les métaux et alliages sont particulièrement exposés en surface, principalement, mais aussi dans la masse par cavitation ou par corrosion intergranulaire.

Trois types de corrosion

- Chimique : réaction hétérogène entre un métal et une phase gazeuse ou liquide non électrolyte.
- Biochimique ou bactérienne : les bactéries absorbent et transforment les sels et minéraux, provoquant l'apparition de produits agressifs (acides).
- Electrochimique : de loin la plus fréquente, la plus dangereuse pour les métaux. Elle nécessite la présence d'un électrolyte et d'un milieu hétérogène entraînant une formation de "piles". Un courant électrique circule entre les zones cathodes et les zones anodes qui sont attaquées.

Il n'y a donc pas véritablement de règle concernant la résistance à la corrosion d'un acier inoxydable. L'apparition de points de rouille avant 200 ou 600 h est possible si le décapage ou la passivation n'ont pas permis d'obtenir un résultat satisfaisant, mais il s'agira d'une corrosion esthétique localisée qui n'affectera pas les caractéristiques mécaniques de l'élément de fixation.

On notera également que pour obtenir une bonne tenue à la corrosion, il est nécessaire d'assembler la vis avec un filetage intérieur en acier inoxydable de même nature (ex : vis A2 avec écrou A2).

Modes de destruction par corrosion

La corrosion se traduit par :

- une diminution de poids,
- une altération de la surface attaquée,
- un affaiblissement des propriétés mécaniques.

Trois facteurs de corrosion

Les facteurs de corrosion sont très nombreux et de natures très diverses :

Facteurs liés au milieu :

- nature du milieu, composition chimique, impuretés,
- PH, température, pression, mouvement, viscosité,
- résistivité, éclairage, présence de micro-organismes.

Facteurs liés à la pièce, au matériau

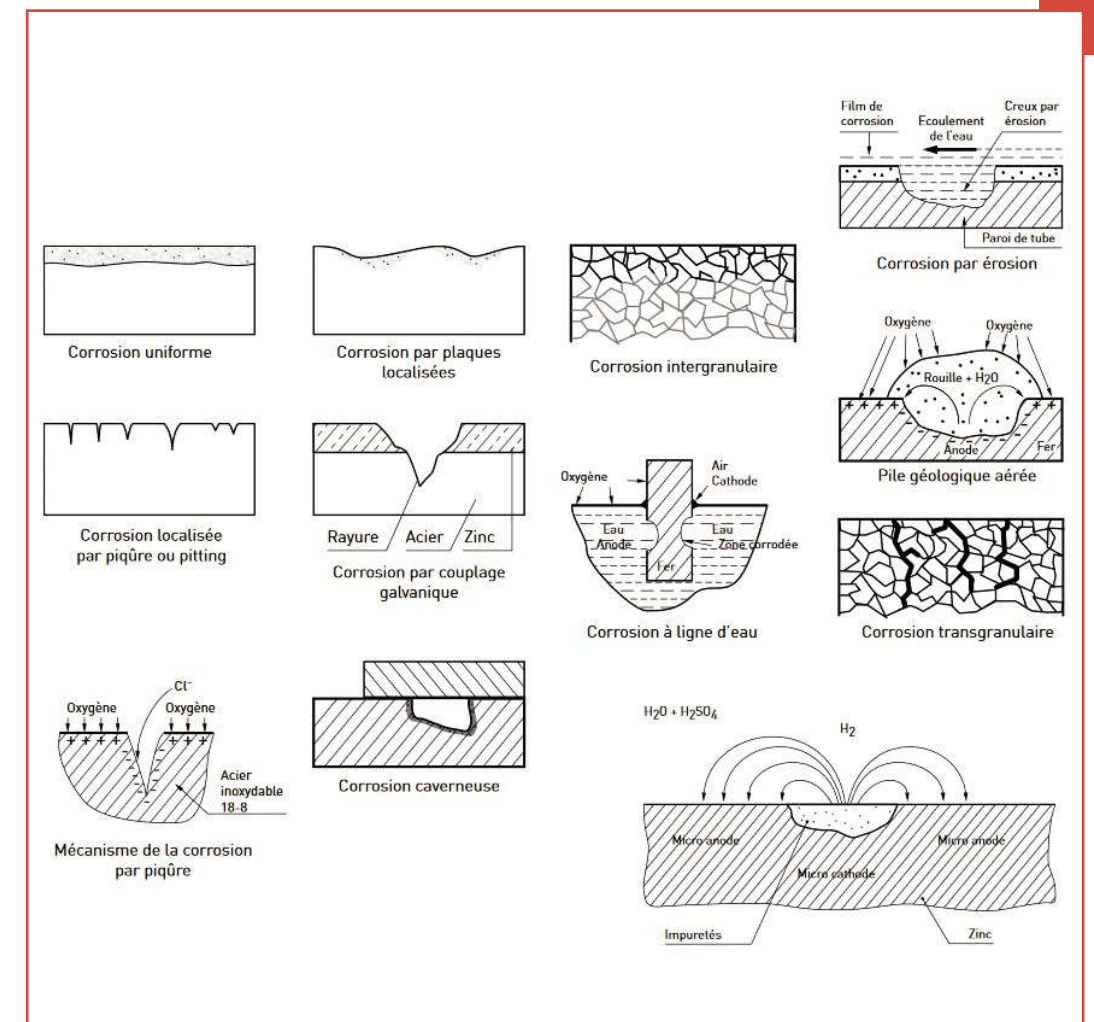
- Analyse chimique, degré de pureté, structure cristalline.
- Nature et morphologie des constituants.
- Contraintes mécaniques, tensions internes.
- Résistivité, état de surface (microgéométrie).
- Tracé, formes, mode d'obtention (assemblage).
- Présence de gaz inclus dans l'alliage.

Facteurs liés aux conditions d'emploi

- Contraintes mécaniques appliquées (fatigue, corrosion).
- Orientation de la pièce par rapport aux courants liquides.
- Mouvement de la pièce dans le milieu.
- Voisinage d'autres pièces, leur nature métallique.
- Potentiel de la pièce par rapport au milieu, aux autres pièces.
- Rapport des volumes, pièce/milieu, température.

Corrosion galvanique

Risque de corrosion du fait du couple électrochimique entre les matériaux et/ou les revêtements en contact lors d'un assemblage hétérogène.



Corrosion galvanique

		Electrolyte : eau + 2 % de sel marin																									
		Le métal A est attaqué																									
		Contact pratiquement indifférent																									
		Le métal B est attaqué																									
Symboles AFNOR	Métal A : Métal B :	Platine	Or	Inox passivé	Argent	Mercur	Nickel	Arcap	Cuivre	Bronze d'al	Latton	Bronze	Etain	Plomb	Duralumin	Acier doux	Alpax H	Alu 99,5%	Acier dur	Duralinox	Cadmium	Fer pur	Almasilium	Chrome	Sn75-Zn25	Zinc	Magnésium
		0	130	250	350	430	450	570	600	650	770	800	840	940	1000	1065	1090	1100	1100	1105	1105	1105	1200	1350	1400	1400	1950
Z15CN18		250	110	0	100	110	200	320	350	400	520	550	670	710	810	870	960	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
N		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
UZ23N22		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
U		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
UA10		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
UZ29		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
UE12		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
E		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
Pb		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
AlU4G		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
XC8 à 10		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
AS10G		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
A5		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
XC80 à 120		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
AG3 - AG5		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
Cd		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
Fe		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
ASG		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
C		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
EZ25		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
Z		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	
G		350	220	100	0	80	100	220	250	300	420	450	590	650	690	750	840	1090	1095	1100	1100	1105	1200	1350	1400	1950	

NOTIONS SUR LA NORMALISATION

Une norme est un ensemble de règles regroupées dans des documents de référence afin de rationaliser les caractéristiques d'un produit. Elles fixent donc pour un objet fabriqué les conditions techniques de production, les caractéristiques à obtenir ou les critères et/ou moyens de contrôle de ces caractéristiques

Il existe plusieurs organismes de normalisation. Pour l'international l'ISO, pour l'Europe l'EN ISO, pour la France la NF, la DIN en Allemagne, l'UNI en Italie et bien d'autres encore. Dans un objectif d'harmonisation, les normes nationales européennes traitant d'un même produit sont peu à peu remplacées par la norme européenne.

DIN	ISO	NFE	UNI	PAGE	DIN	ISO	NFE	UNI	PAGE
1	2339	27-490	7283	321	986				97
7	2338	27-484	1707	321	1481	8752	27-489	6873	321 / 477
84	1207	25-127	6107	9 / 297 / 477	1587			5721	97 / 297
85	1580	25-128	6108	9	2093			8737	135
94	1234	27-487	1336	321 / 477	3017				449
95		25-605	703	235 / 287	6334				97
96		25-606	701	235 / 287	6796				135
97		25-604	702	235 / 287	6797 J			8841	135
125 A	7089		6592	135 / 297	6798 A		27-624	8842	135 / 477
125 B	7090		6592	135	6798 J		27-625	8842	135
127 B		25-515	1751B	135 / 477	6798 V			8841	135
137 A			8840A	135	6799			7434	321
137 B		27-620	8840B	135	6912				9
433	7092	25-514		135	6921				9
436			6596	135	6923	4161	25-406		97
439	4035	25-405	5589	97	7337	15983			321
439 Pas fin	8675		5590	97	7500 C				9
440 V	7094			135	7500 M				9
440 R	7094			135	7504 K	15480			179
444 B	7349	27-191		9	7504 M	15481			179 / 477
464				9	7504 O	15482			179 / 477
466			6605	97	7504 R	15483			179
467			6603	97	7967		27-460		79
471		22-163	7435	321	7971	1481	25-663	6591	179
472		22-165	7437	321	7972	1482	25-660	6952	179
557			5597	97	7973	1483	25-661	6953	179
562			5596	97	7976	1479	25-662	6949	179
571		25-607	704	235 / 477	7980		25-515	4464A	135
Type 580			2947	355	7981 PZ/PH	7049	25-658	6954	179
Type 582			2948	355	7981 TX	14585			179
603		27-351	5731	9	7982 PZ/PH	7050	25-656	6955	179
763				355	7982 TX	14586			179
766				355	7983 PZ/PH	7051	25-657	6956	179
912	4762	25-125	5931	9 / 297 / 477	7984			9327	9
913	4026	27-180	5923	9	7985 PZ/PH	7045	25-121	7687	9
914	4027	27-181	5927	9	7985 TX	14583			9
915	4028	27-182	5925	9	7991	10642		5933	9 / 477
916	4029	27-183	5929	9	7995		25-602	8182	235
917				97	9021	7093	25-513 / 25-514	6593	135 / 297
929		25-418		97			Type 25-129		9 / 297
931	4014	25-112	5737	9			25-511 M/LZ		135
933	4017	25-114	5739	9 / 287 / 297 / 477		7089	25-513 M / 25-514 M		135 / 287 / 477
934	4032	25-401	5588	9 / 287 / 297 / 477		7092	25514 Z		135
934 Pas fin	8673	25-451	5588	97		7093-1	25-513 L / 25-514 L		135 / 287 / 477
935	7035	27-414	5594	97		7094	25513 LL		135
963	2009	25-123	6109	9 / 287 / 297 / 477			25-540		135
964	2010	25-124	6110	9			27-453		97 / 287
965 PZ/PH	7046	25-119	7688	9			27-619		135 / 297
965 TX	14581			9					9
966	7047	25-120	7689	9			7380-1		9
976		25-136		9 / 287 / 297			7380-2		9
Type 980	7042	25-420		97					97
985	10511	25-412	7474	97 / 477			15984		321
							16585		321

Normes proposées par Acton

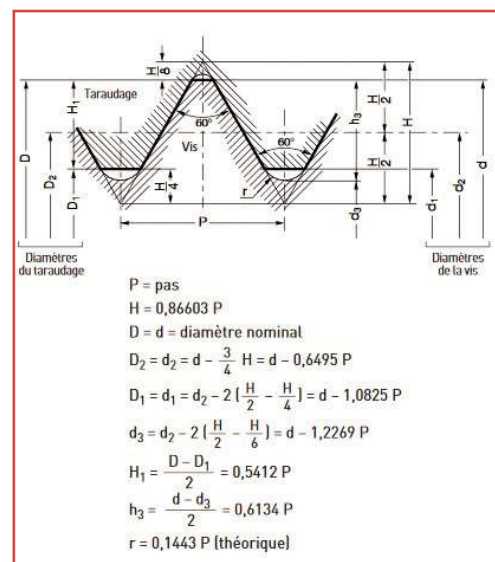
LES FILETAGES

Opération de mise en forme hélicoïdal réalisé sur une tige, un tube, un écrou ou dans l'alésage d'une pièce mécanique, afin de permettre sa fixation.

Filetage ou taraudage

- Une vis est filetée, un écrou est taraudé.
- Le pas de vis correspond à la distance relative parcourue en translation par une vis par rapport à son écrou lors d'un tour complet. Par exemple, une vis avec un pas de 1,25 avancera de 1,25 mm lors de la rotation d'un tour pour un pas métrique.
- Le terme "pas de vis" est souvent utilisé à tort pour désigner les filets.
- Pour les produits de boulonnerie, il existe une multitude de pas : ISO (fins et gros), américains (UNC, UNF...), gaz, Anglais (BSW), trapézoïdales...
- Nous nous attarderons sur le pas le plus courant : Métrique ISO gros à profil triangulaire à 60°.

Profil de base NF EN ISO 68



Correspondances simplifiées diamètre / pas métrique ISO gros

Diamètre nominal	Pas	Diamètre nominal	Pas
1	0,25	14	2
- 1,1	0,25	16	2
1,2	0,25	18	2,5
1,4	0,3	20	2,5
1,6	0,35	22	2,5
1,8	0,35	24	3
2	0,4	27	3
2,2	0,45	30	3,5
2,5	0,45	33	3,5
3	0,5	36	4
3,5	0,6	39	4
4	0,7	42	4,5
- 4,5	0,75	45	4,5
5	0,8	48	5
6	1	52	5
- 7	1	56	5,5
8	1,25	60	5,5
10	1,5	64	6
12	1,75		

Diamètres proposés par Acton

Tolérances du profil de filetage

Pour les diamètres stockés par Acton et selon la NF EN ISO 965, la tolérance des éléments filetés sera 6g et celle des éléments taraudés sera 6H.

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Les caractéristiques indiquées ci-après concernent des éléments de fixation fabriqués avec des nuances austénitiques et martensitiques d'aciers inoxydables.

Les produits concernés sont prévus pour être utilisés dans une atmosphère corrosive courante et leurs caractéristiques mécaniques sont établies à température ambiante comprise entre 15 °C et 25 °C.

Les conditions particulières, telles que variations de température ou de potentiel, alternances de l'action corrosive, écrouissage locaux ou état de surface du métal peuvent modifier considérablement le comportement d'un acier déterminé lorsqu'il est soumis à l'action d'un milieu corrodant.

Dans le cas d'utilisation dans une ambiance corrosive particulière, ou pour des températures qui s'éloignent des conditions d'essais, un accord doit intervenir à la commande entre le client et le fournisseur concernant le niveau de la tenue à la corrosion et les caractéristiques mécaniques.

I. Pour les vis et les goujons

Les caractéristiques mécaniques qui suivent sont applicables aux vis et goujons :

- de diamètre nominal de filetage $d \leq 39$ mm,
- à filetage métrique ISO triangulaire dont le diamètre et le pas sont conformes à l'ISO 68-1, à l'ISO 261 et à l'ISO 262,
- de forme quelconque,
- elles ne s'appliquent pas aux vis possédant des caractéristiques spéciales telles que la soudabilité.

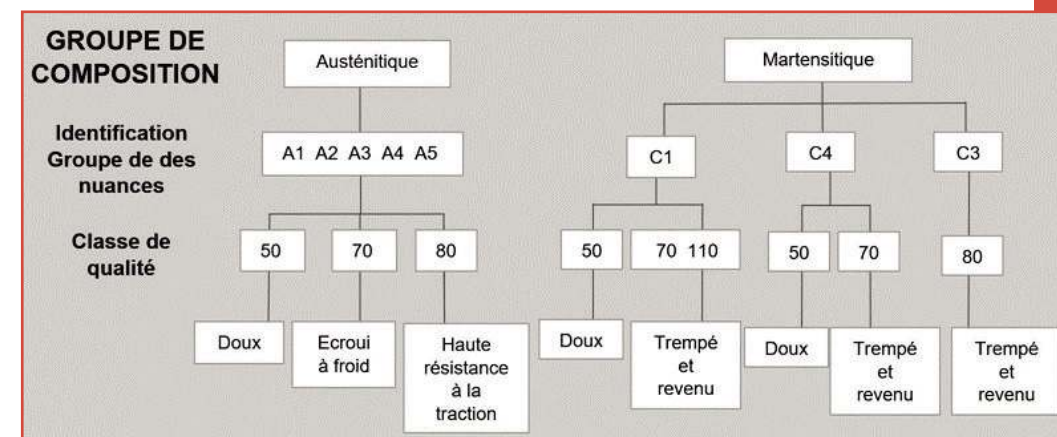
1. Vis

Toutes les vis à tête hexagonale et les vis à tête cylindrique à six pans creux ou à six lobes internes dont le diamètre nominal de filetage est $d \geq 5$ mm doivent être clairement marquées. Le marquage doit inclure la nuance d'acier et la classe de qualité.

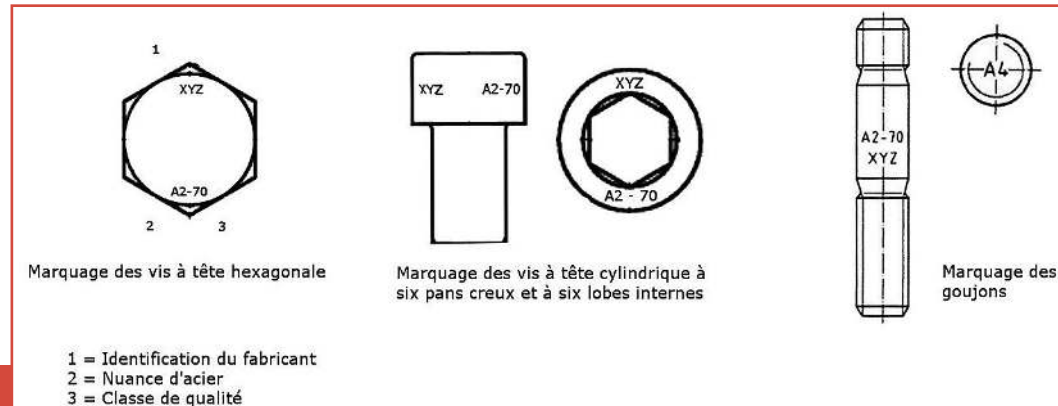
2. Goujons

Les goujons de diamètre nominal de filetage $d \geq 6$ mm doivent être clairement marqués.

Le marquage doit être appliqué sur la partie non filetée du goujon et doit comporter la nuance et la classe de qualité de l'acier. S'il s'avère impossible de marquer la partie non filetée, seule la nuance d'acier est marquée à l'extrémité filetée du goujon.



Norme ISO 3506-1.



Caractéristiques mécaniques pour vis et goujons - Nuances d'acier austénitique

Groupe de composition	Nuances d'acier	Classe de qualité	Résistance à la traction Rm ^a min MPa	Limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % Rp 0.2 ^a min MPa	Allongement après rupture A ^p min mm
Austénitique	A1, A2, A3, A4, A5	50	500	210	0.6 d
		70	700	450	0.4 d
		80	800	600	0.3 d

Norme ISO 3506-1.

a) La résistance à la traction est calculée en fonction de la section résistante.

b) À déterminer conformément à l'ISO 5506 - 7.2.4 selon la longueur réelle de la vis et non sur une éprouvette préparée.

Couple de rupture minimal

MBmin - Vis en acier austénitique M1,6 à M16 (filetage à pas gros).
Les valeurs minimales des couples de rupture

des éléments de fixation en acier martensitique doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Filetage	Couple de rupture, Mb (min. Nm.)		
	Classe de qualité		
	50	70	80
M 1.6	0.15	0.2	0.24
M 2	0.3	0.4	0.48
M 2.5	0.6	0.9	0.96
M 3	1.1	1.6	1.8
M 4	2.7	3.8	4.3
M 5	5.5	7.8	8.8
M 6	9.3	13	15
M 8	23	32	37
M 10	46	65	74
M 12	80	110	130
M 16	210	290	330

Norme ISO 3506-1.

Résistance au cisaillement

La norme Iso 3504-01 ne définit pas le cisaillement, se référer à la norme Française NF E25-015 ci-dessous.

Résistance minimale au cisaillement x section résistante minimale N.mm ²	Classe de qualité						
	45	50	60	70	80	100	110
Dans le filetage F _{th^a min.}	270 x A _{s, nom.}	300 x A _{s, nom.}	360 x A _{s, nom.}	420 x A _{s, nom.}	480 x A _{s, nom.}	600 x A _{s, nom.}	660 x A _{s, nom.}
Dans la partie lisse F _{dsb min.}	270 x A _{ds, nom.}	300 x A _{ds, nom.}	360 x A _{ds, nom.}	420 x A _{ds, nom.}	480 x A _{ds, nom.}	600 x A _{ds, nom.}	660 x A _{ds, nom.}

^a La résistance au cisaillement dans le filetage est calculée comme suit F_{th^a min.} = S_{th} x A_{s, nom.} avec S_{th} = 0,6 x R_{m min.}
^b La résistance au cisaillement dans la partie lisse est calculée comme suit F_{ds min.} = S_{ds} x A_{ds, nom.} avec S_{ds} = 0,6 x R_{m min.}

Les valeurs de A_{s, nom.} doivent être conformes à celles de la NF EN ISO 3506-1.

A_{ds, nom.} doit être calculée à partir des dimensions spécifiées ans la norme de produits ou spécification.

II. Pour les écrous

Les caractéristiques mécaniques qui suivent sont appliquées aux écrous :

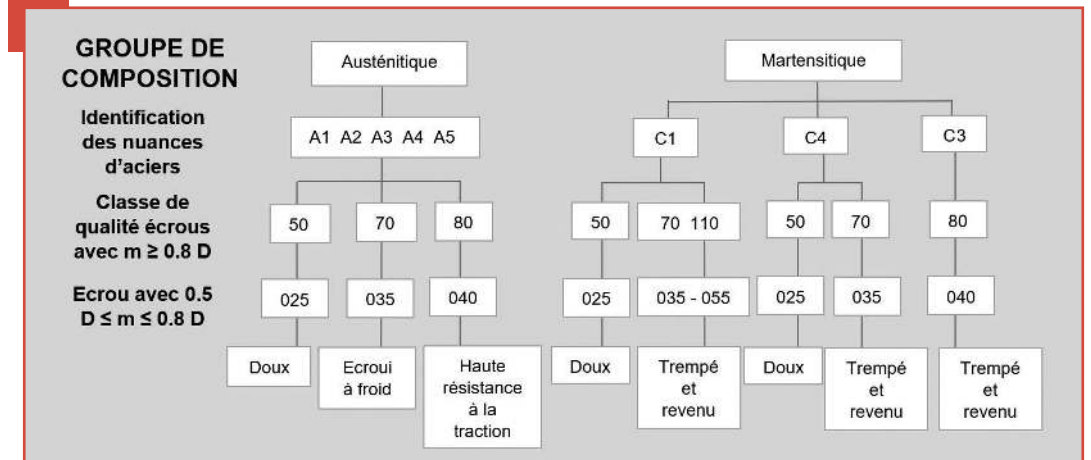
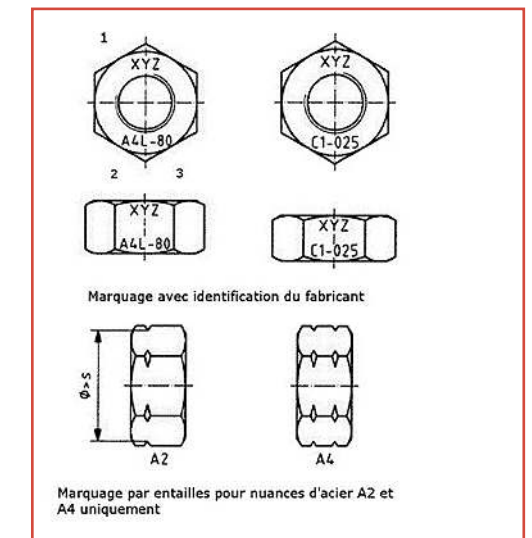
- de diamètre nominal de filetage D ≤ 39 mm,
- à filetage métrique ISO triangulaire dont le diamètre et le pas sont conformes à l'ISO 68-1, à l'ISO 261 et à l'ISO 262,
- de forme quelconque,
- avec des cotes surplats telles que spécifiées dans l'ISO 272,
- dont la hauteur nominale m ≥ 0,5 D.

Elles ne s'appliquent pas aux écrous possédant des caractéristiques spéciales telles que :

- la capacité de freinage,
- la soudabilité.

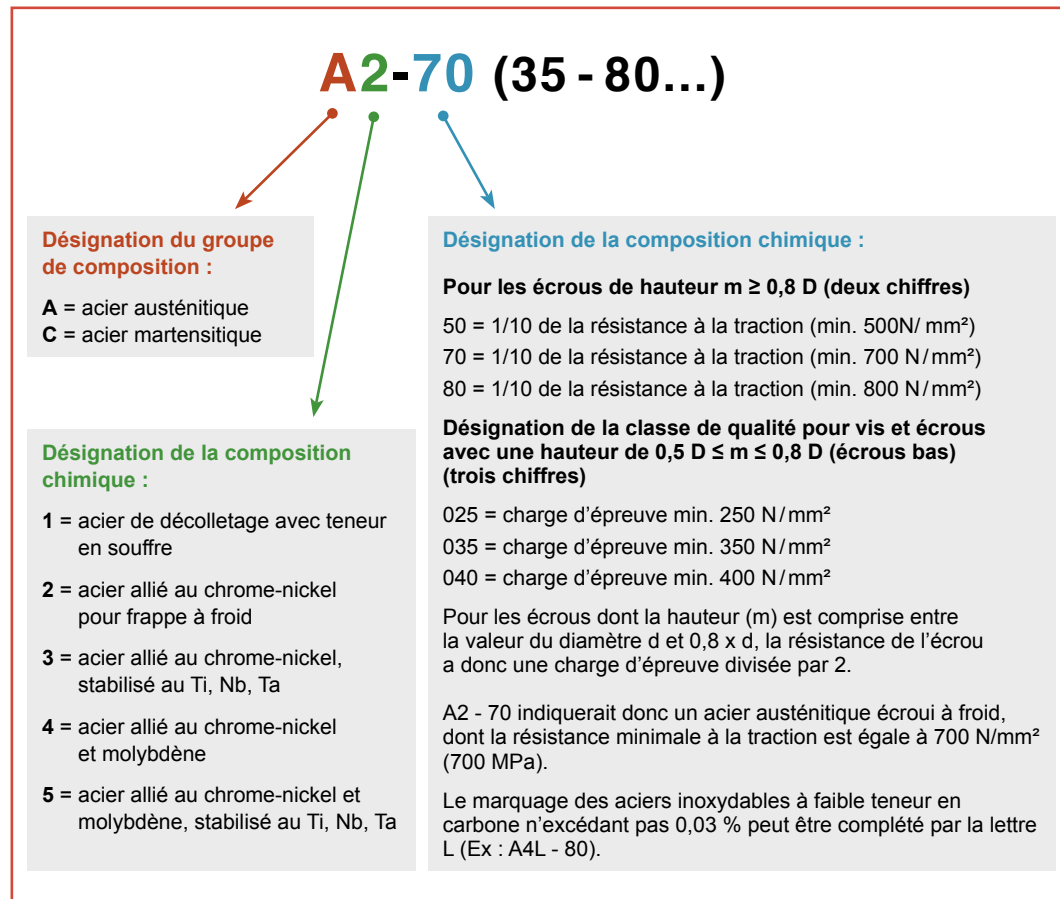
Le marquage est obligatoire sur les écrous de diamètre nominal de filetage d ≥ 5 mm. Il doit inclure la nuance et la classe de qualité de l'acier. Le marquage d'une seule face de l'écrou est acceptable et doit être en creux uniquement lorsqu'il est appliqué sur la face de contact de l'écrou.

Le marquage est également toléré sur le côté de l'écrou. Lorsque le marquage est constitué d'entailles (voir la figure 2) sans indication de la classe de qualité, c'est la classe de qualité 50 ou 025 qui s'applique.



Norme ISO 3506-2.

La désignation par un code composé d'une lettre suivie de deux chiffres a la signification suivante :

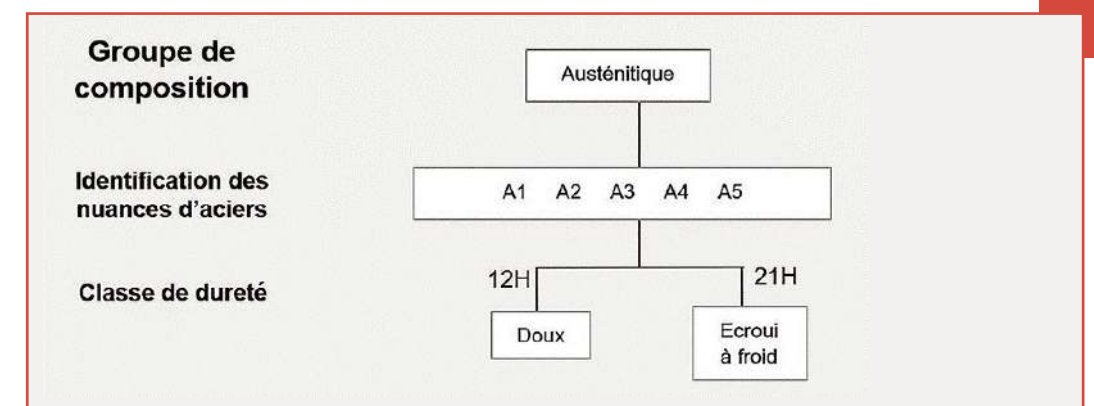


Caractéristiques mécaniques pour écrous - Nuances d'acier austénitique

Groupe de composition	Nuances d'acier	Classe de qualité		Résistance à la charge d'épreuve SP min MPa	
		Écrous avec $m \geq 0,8 D$	Écrous avec $0,5 D \leq m < 0,8 D$	Écrous avec $m \geq 0,8 D$	Écrous avec $0,5 D \leq m < 0,8 D$
Austénitique	A1, A2, A3, A4, A5	50	025	500	250
		70	035	700	350
		80	040	800	400

Norme ISO 3506-2.

III. Pour les vis sans tête



Norme ISO 3506-3.

Les vis sans tête à six pans creux doivent être conformes aux exigences de couples de torsion suivantes :

Diamètre nominal de filetage (d) min	Longueur minimale ^a de la vis sans tête soumise à l'essai				Classe de dureté	
	Bout plat	Bout pointu	Bout à téton	Bout à cuvette	12 H	21 H
1,6	2,5	3	3	2,5	0,03	0,05
2	4	4	4	3	0,06	0,1
2,5	4	4	5	4	0,18	0,3
3	4	5	6	5	0,25	0,42
4	5	6	8	6	0,8	1,4
5	6	8	8	6	1,7	2,8
6	8	8	10	8	3	5
8	10	10	12	10	7	12
10	12	12	16	12	14	24
12	16	16	20	16	25	42
16	20	20	25	20	63	105
20	25	25	30	25	126	210
24	30	30	35	30	200	332

^{1/10}° de la dureté minimale Vickers suivi de la lettre H indiquant la dureté.

Désignation des classes de dureté en fonction de la dureté Vickers

Classe de qualité	12 H	21 H
Dureté Vickers HV min	125	210

Norme ISO 3506-3.

Le marquage des vis sans tête et des éléments de fixation filetés similaires n'est pas obligatoire.

IV. Pour les vis à tôle

1. Résistance à la torsion

Les vis à tôle en acier inoxydable doivent avoir une résistance à la torsion telle que le couple nécessaire pour provoquer une défaillance soit égale ou supérieure aux valeurs minimales de couples données dans le tableau suivant pour la classe de qualité considérée.

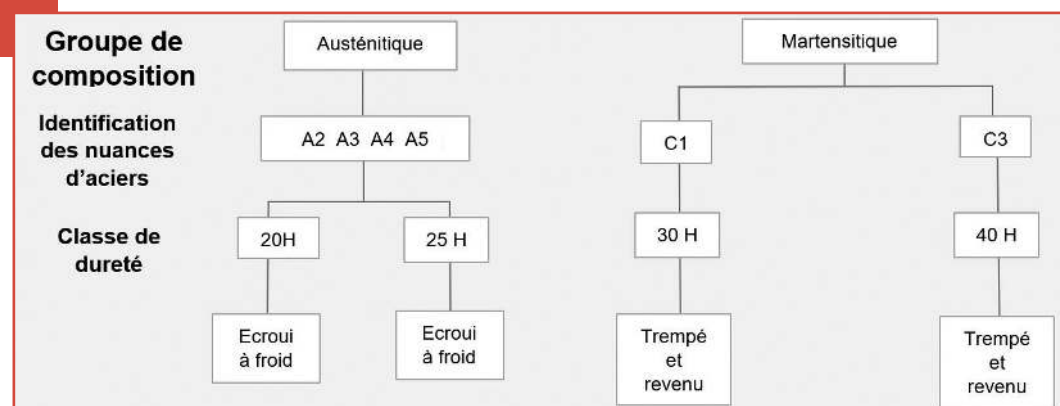
2. Capacité de formage du filetage

Les vis à tôle en acier inoxydable doivent former un filetage correspondant, sans déformation de leur propre filetage, conformément aux prescriptions suivantes

La vis (revêtue ou non revêtue) doit être vissée dans une plaque jusqu'à ce qu'un filet complet la traverse entièrement.

Pour plus d'information, se reporter au chapitre des vis à tôle.

Le marquage des vis à tôle n'est pas obligatoire.



Norme ISO 3506-4. 1/10^e de la dureté minimale Vickers suivi de la lettre H indiquant la dureté.

Filetage	Couple de rupture, Mb (min. Nm.)			
	Classe de dureté			
	20 H	25 H	30 H	40 H
ST 2,2	0,38	0,48	0,54	0,6
ST 2,6	0,64	0,8	0,9	1
ST 2,9	1	1,2	1,4	1,5
ST 3,3	1,3	1,6	1,8	2
ST 3,5	1,7	2,2	2,4	2,7
ST 3,9	2,3	2,9	3,3	3,6
ST 4,2	2,8	3,5	3,9	4,4
ST 4,8	4,4	5,5	6,2	6,9
ST 5,5	6,9	8,7	9,7	10,8
ST 6,3	11,4	14,2	15,9	17,7
ST 8	23,5	29,4	32,9	36,5

Norme ISO 3506-4. ST = abréviation de "Spaced Thread".

Vis	Support alu	Support acier doux*
Inox A2	X	
Inox 410	X	X
Acier ZN	X	X

* Entre 0,10 et 0,20 % de carbone.

Le tableau suivant, extrait de la norme ISO 3506-4, correspond aux essais de taraudage. Il peut être utilisé afin de déterminer le perçage correct des tôles.

- Vis en acier austénitique et ferritique : l'essai de taraudage est exécuté dans une plaque d'essai constituée d'un alliage d'aluminium ayant une dureté comprise entre 80 HV 30 et 120 HV 30
- Vis en acier martensitique : l'essai de taraudage est exécuté dans une plaque d'essai constituée d'un acier à teneur en carbone ne dépassant pas 0,23 % ayant une dureté comprise entre 130 HV 30 et 170 HV 30

Filetage	Épaisseur de plaque d'essai (mm)		Diamètre du trou (mm)		Filetage	Épaisseur de plaque d'essai (mm)		Diamètre du trou (mm)	
	min.	max.	min.	max.		min.	max.	min.	max.
ST 2,2	1,170	1,300	1,905	1,955	ST 4,2	1,850	2,060	3,430	3,480
ST 2,6	1,170	1,300	2,185	2,235	ST 4,8	3,100	3,230	4,015	4,065
ST 2,9	1,170	1,300	2,415	2,465	ST 5,5	3,100	3,250	4,735	4,785
ST 3,3	1,170	1,300	2,680	2,730	ST 6,3	4,670	5,050	5,475	5,525
ST 3,5	1,850	2,060	2,920	2,970	ST 8	4,670	5,050	6,885	6,935
ST 3,9	1,850	2,060	3,240	3,290					

V. Pour les vis autoperceuses

Devant la diversité des matériaux et alliages, un essai préalable est conseillé. Sans aucune valeur connue pour un montage sur un support en inox, nous déconseillons l'utilisation de ces nuances.

Vis	Support alu	Support acier doux*
Inox A2	X	
Inox 410	X	X
Bi-métal	X	X
Acier ZN	X	X

Longueur utile* mini des vis autoperceuses (sans ailettes)

Longueur / mm	Diamètre (mm)						
	Ø 2,9	Ø 3,5	Ø 3,9	Ø 4,2	Ø 4,8	Ø 5,5	Ø 6,3
9,5	3,25	2,85	Non normalisé	4,30	3,70		
13	6,60	6,20		7,30	5,80	5	
16	9,60	9,20		10,30	8,70	8	7
19	12,50	12,10		13,30	11,70	11	10
22		15,10		16,30	14,70	14	13
25		18,10		23	21,50	21	20
32				29	27,50	27	26
38					34,50	34	33
45					39,50	39	38
50							

* Longueur utile = distance du premier filet complet à la face d'appui - ISO 15480/15481/15482/15483.

Les vis autoperceuses sont destinées à des assemblages non structurels (effort de serrage faible, pas ou peu de sollicitations en service).

Pour un perçage optimal :

- pas de fonction percussion,
- pas de pose avec outillage pneumatique ou à choc.

Vitesse de rotation inférieure à 2000 tr/min (voir norme de la pièce).

Les vis autoperceuses sont des éléments d'assemblage permettant de réaliser en une seule opération le perçage d'un avant trou correct, le taraudage par déformation et la fixation fiable.

Ce sont des vis destinées à des assemblages non structurels (effort de serrage faible, pas ou peu de sollicitations en service).



Principales applications :

- Tôlerie.
- Conduits de chauffage et d'aération.
- Appareils ménagers.
- Carrosserie.
- Façades et bardages.
- Cadres de fenêtres et stores.

Conditions de pose :

La pose doit être réalisée au moyen d'outils électriques en fonction vissage uniquement. L'utilisation de la fonction percussion est proscrite.

Afin que les vis aient une capacité de perçage optimale, les paramètres ci-dessous doivent être appliqués et respectés :

N.B. : le non-respect des conditions de pose peut conduire à la détérioration de la vis et/ou à une incapacité de perçage. Si la pression de montage est insuffisante lors du perçage et/ou la vitesse de rotation est trop importante, la pointe autoperceuse peut surchauffer et se dégrader, empêchant la réalisation de l'avant-trou.

Dimension du filetage	Épaisseur maxi des plaques (mm)	Force axiale recommandée (N)	Vitesse de rotation optimale sous charge (tr/min)	Couple de rupture minimum (Nm)
ST 2.9	0,7 + 0,7 = 1,4	150	entre 1 800 et 2 500	1.5
ST 3.5	1 + 1 = 2	150	entre 1 800 et 2 500	2.8
ST 3.9	1 + 1 = 2	150	entre 1 800 et 2 500	3.4
ST 4.2	1,5 + 1,5 = 3	250	entre 1 800 et 2 500	4.5
ST 4.8	2 + 2 = 4	250	entre 1 800 et 2 500	6.5
ST 5.5	2 + 3 = 5	350	entre 1 000 et 1 800	10
ST 6.3	2 + 3 = 5	350	entre 1 000 et 1 800	14

ST = abréviation de "Spaced Thread".

Couple de rupture

Les vis autoperceuses n'ont pas vocation à remplacer des éléments de boulonnerie.

Elles n'ont donc pas les mêmes propriétés mécaniques (traction, cisaillement et torsion).

Les normes ne déterminent pas d'essais de traction et de cisaillement pour les vis autoperceuses.

Ces valeurs, qui dépendent de la nature des matériaux et des forces en présence, ne peuvent être déterminées qu'en conditions réelles d'utilisation.

Il convient donc de faire appel à un bureau d'étude pour obtenir un cahier des charges.

Le bureau d'étude va également déterminer la nature de l'élément de fixation (acier zingué, acier galvanisé, inox...) la plus adaptée dans l'environnement dans lequel cet élément de fixation sera posé.

Les vis autoperceuses sont destinées à des assemblages non structurels (effort de serrage faible, pas ou peu de sollicitations en service).

Pour un perçage optimal :

- pas de fonction percussion
- pas de pose avec outillage pneumatique ou à choc

Vitesse de rotation inférieure à 2000 tr/min (voir norme de la pièce).

VI. Pour les vis à bois

Les vis à bois sont normalisées selon la norme NF E25-600 qui détermine les principales dimensions.

Cette norme définit également le couple de torsion minimal (voir tableau ci-dessous) mais elle ne normalise pas les résistances à l'arrachement et au cisaillement.

La résistance à l'arrachement et au cisaillement d'une vis à bois dépend directement des conditions de pose (nature du bois, taux d'humidité dans le bois, forces en présence...).

Ces valeurs ne peuvent être déterminées qu'en conditions réelles, il convient donc de faire appel à un bureau d'étude pour obtenir un cahier des charges.

Le bureau d'étude va également déterminer la nature de l'élément de fixation (acier zingué, inox...) la plus adaptée dans l'environnement dans lequel cet élément de fixation sera posé.

Diamètre (d)	Couple de torsion minimal (Nm)	Diamètre (d)	Couple de torsion minimal (Nm)
1,6	0,2	6	5
2,	0,3	7	8
2,5	0,4	8	15
3	0,8	10	25
3,5	1,2	12	40
4	1,5	14	70
4,5	2,5	16	120
5	3,5	18	170
5,5	4	20	250

LE PLASTIQUE NYLON ET LE POLYÉTHYLÈNE

Le plastique n'existe pas à l'état naturel, c'est un produit de synthèse.

Deux grandes familles s'en dégagent :

- **Les thermoplastiques** : ils ramollissent quand on les chauffe et durcissent de nouveau en refroidissant.
- **Les thermodurcissables** : ils résistent à la chaleur mais sont détruits sans fondre si l'on élève trop la température.

Leurs avantages

- 7 fois moins lourd que l'acier : gain de poids ou de masse.
- Résistance thermique, mécanique et chimique.
- Excellent isolant électrique.
- Le recyclage permet une réutilisation chimique ou une valorisation énergétique.
- Inoxydable : tant à l'eau douce, l'eau de mer, le brouillard salin...
- Supprime le risque de corrosion.
- Un risque de grippage très limité.

Polyamide PA 6.6. : appellation commerciale "nylon"

Un polyamide est un polymère contenant la fonction amide N-H-C=O, résultant de la réaction d'un acide et d'une amine.

Densité = 1,14 g/cm³.

Caractéristiques thermiques

- Point de fusion : 255 °C.
- T° maximum d'utilisation maxi en continu: 120 °C.
- T° minimum d'utilisation : - 30 °C.

Eau froide	Eau chaude	Acides dilués	Acides concentrés	Acides oxydants	Acides organiques	Acides fluorhydriques	Acides aminés
Vert	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Orange	Rouge	Vert
Ether	Térébenthine	Huiles minérales	Alcool	Essence	Graisses, huiles	Ester	Cétone
Vert	Orange	Vert	Vert	Vert	Rouge	Vert	Vert

PE-HD : appellation polyéthylène de haute densité

Le PE-HD est obtenu par polymérisation cationique catalysée de l'éthylène.

Densité = 0,95 g/cm³.

Caractéristiques thermiques

- Point de fusion : 135 °C.
- T° maximum d'utilisation maxi en continu : 80 °C.
- T° minimum d'utilisation : - 40 °C h.

Eau froide	Eau chaude	Acides dilués	Acides concentrés	Acides oxydants	Acides organiques	Acides fluorhydriques	Acides aminés
Vert	Vert	Vert	Vert	Rouge	Vert	Orange	Vert
Ether	Térébenthine	Huiles minérales	Alcool	Essence	Graisses, huiles	Ester	Cétone
Vert	Orange	Vert	Vert	Orange	Vert	Vert	Vert

Vert Bonne résistance Orange Résistance limitée Rouge Non résistant