5.0 Vis, goujons et tiges filetées

Filetages à pas gros et filetage à pas fin (NF EN ISO 898-1 Mai 2013)

Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 898 spécifie les caractéristiques mécaniques et physiques des vis, goujons et tiges filetées en acier au carbone et en acier allié, soumis à essai dans la plage de température ambiante de 10 °C à 35 °C. Les fixations (terme utilisé lorsque les vis, goujons et tiges filetées sont considérés dans leur ensemble) conformes aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 sont évaluées dans cette plage de température ambiante. Les fixations peuvent ne pas conserver les caractéristiques mécaniques et physiques spécifiées à des températures élevées (voir Annexe B) et/ou basses.

Note 1 : Les fixations conformes aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 sont utilisées pour des applications dans la plage de températures de –50 °C à +150 °C. Il est conseillé aux utilisateurs de consulter un métallurgiste expérimenté en fixations pour une utilisation en dehors de cette plage de –50 °C à +150 °C et au-delà jusqu'à une température maximale de +300 °C, afin de déterminer les choix appropriés pour une application donnée.

Note 2 : Des informations relatives à la sélection et à l'utilisation des aciers à basses et à hautes températures figurent par exemple dans l'EN 10269, l'ASTM F2281 et l'ASTM A320/A320M.

Certaines vis peuvent ne pas satisfaire aux exigences de résistance à la traction ou à la torsion de la présente partie de l'ISO 898, en raison de la géométrie de leur tête dont la section cisaillée dans la tête est inférieure à la section résistante dans le filetage. Cela concerne les vis à tête basse ou réduite ou fraisée.

La présente partie de l'ISO 898 s'applique aux vis, goujons et tiges filetées :

- en acier au carbone ou en acier allié,
- à filetage métrique ISO triangulaire conforme à l'ISO 68-1,
- de filetage M1,6 à M39 pour les pas gros, et de filetage M8×1 à M39×3 pour les pas fins,
- de combinaisons diamètre/pas conformes à l'ISO 261 et à l'ISO 262, et
- de tolérance de filetage conforme à l'ISO 965-1, l'ISO 965-2 et l'ISO 965-4.

Elle ne s'applique pas aux vis sans tête et fixations filetées similaires non soumises à des contraintes de traction (voir l'ISO 898-5).

Elle ne spécifie aucune exigence pour des caractéristiques telles que :

- la soudabilité,
- la résistance à la corrosion,
- la résistance au cisaillement,
- les caractéristiques fonctionnelles de couple/tension (pour la méthode d'essai, voir l'ISO 16047), ou
- la résistance à la fatigue.

Système de désignation des classes de qualité

Le symbole des classes de qualité des vis, goujons et tiges filetées se compose de deux nombres, séparés par un point (voir Tableaux 5.0-1 à 5.0-3) :

- le nombre à gauche du point, constitué d'un ou deux chiffres, représente le 1/100 de la valeur nominale de la résistance à la traction, $R_{m,nom,}$ en mégapascals (voir Tableau 5.0-3, n°1) ;
- le nombre à droite du point représente 10 fois le rapport entre la valeur nominale de la limite d'élasticité et la valeur nominale de la résistance à la traction, $R_{m,nom,}$ comme spécifié dans le 5.0-1 (rapport de limite d'élasticité). La limite d'élasticité nominale spécifiée dans le Tableau 5.0-3 (n°2 à n°4) correspond :
  - à la limite inférieure d'écoulement nominale, $R_{eL,nom,}$ ou
  - à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % nominale, $R_{p0,2,nom,}$ ou
  - à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d nominale, $R_{pf,nom}$.

Nombre à droite du point	.6	.8	.9
$\frac{R_{eL,nom}}{R_{mnom}}$ ou $\frac{R_{p0.2nom}}{R_{mnom}}$ ou $\frac{R_{pfnom}}{R_{mnom}}$	0.6	0.8	0.9

5.0-1
Rapport entre la valeur nominale de la limite apparente d'élasticité et la valeur nominale de la résistance à la traction.

Lorsqu'un zéro est ajouté à gauche de la classe de qualité, cela signifie que les fixations ont une capacité de charge réduite (voir paragraphes "capacités de charge des fixations" et "Marquage et identification des fixations à capacité de charge réduite").

Exemple 1 : Une fixation de résistance nominale à la traction $R_{m,nom}$ = 800 MPa et de rapport de limite d'élasticité égal à 0,8 est de classe de qualité 8.8.

Exemple 2 : Une fixation dont les caractéristiques du matériau sont de classe de qualité 8.8 mais à capacité de charge réduite est désignée par 08.8. La multiplication de la résistance nominale à la traction par le rapport de limite d'élasticité donne la valeur nominale de la limite d'élasticité en mégapascals (MPa).

Le marquage et l'étiquetage de la classe de qualité pour les vis, goujons et tiges filetées doivent être tels que spécifiés au paragraphe "Marquage et identification des fixations à capacité de charge intégrale". Pour les fixations à capacité de charge réduite, des symboles spécifiques de marquage sont spécifiés au paragraphe "Marquage et identification des fixations à capacité de charge réduite".

Le système de désignation de la présente partie de l'ISO 898 peut être utilisé pour des dimensions en dehors des limites du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 898 (par exemple d > 39 mm), à condition que toutes les exigences applicables conformément aux tableaux 5.0-1 et 5.0-3 soient satisfaites.

Matériau

Le Tableau 5.0-2 spécifie les valeurs limites pour la composition chimique des aciers et les températures minimales de revenu pour les différentes classes de qualité des vis, goujons et tiges filetées. La composition chimique doit être évaluée conformément aux Normes internationales pertinentes.

5.0-2 - **Aciers**

Classes de qualité	Matériau et traitement thermique	Limites de composition chimique (analyse sur produit, %)[a]					Température de revenu
		C		P	S	B[b]	°C
		min	max	max	max	max	min
4.6[c,d]	Acier au carbone ou acier au carbone avec éléments d'alliage	-----	0.55	0.050	0.060	Non spécifiées	----
4.8[d]							
5.6[c]		0.13	0.55	0.050	0.060		
5.8[d]		----	0.55	0.050	0.060		
6.8[d]		0.15	0.55	0.050	0.060		
8.8[f]	Acier au carbone avec éléments d'alliage (par exemple Bore, Mn ou Cr), trempé et revenu ou	0.15[e]	0.40	0.025	0.025	0.003	425
	Acier au carbone trempé et revenu ou	0.25	0.55	0.025	0.025		
	Acier allié trempé et revenu[g]	0.20	0.55	0.025	0.025		
9.8[f]	Acier carbone avec éléments d'alliage (par exemple Bore, Mn ou Cr), trempé et revenu ou	0.15[e]	0.40	0.025	0.025	0.003	425
	Acier au carbone avec éléments d'alliage (par exemple Bore, Mn ou Cr), trempé et revenu ou	0.25	0.55	0.025	0.025		
	Acier allié trempé et revenu[g]	0.20	0.55	0.025	0.025		
10.9[f]	Acier carbone avec éléments d'alliage (par exemple Bore, Mn ou Cr), trempé et revenu ou	0.20[e]	0.55	0.025	0.025	0.003	425
	Acier au carbone trempé et revenu ou	0.25	0.55	0.025	0.025		
	Acier allié trempé et revenu[g]	0.20	0.55	0.025	0.025		
12.9 [f,h,i]	Acier allié trempé et revenu[g]	0.30	0.50	0.025	0.025	0.003	425
12.9 [f,h,i]	Acier au carbone avec éléments d'alliage (par exemple Bore, Mn ou Cr), trempé et revenu	0.28	0.50	0.025	0.025	0.003	380

[a] en cas de litige, l'analyse sur produit s'applique
[b] la teneur en bore peut atteindre 0.005% à condition que le bore non efficace par l'adjonction de titane et/ou d'aluminium
[c] pour les éléments de fixation à froid de classes de qualité 4.6 et 5.6, un traitement thermique du fil utilisé pour le forgeage à froid ou un traitement thermique des éléments de fixation forgés à froid peut être nécessaire afin d'obtenir la ductilité requise.
[d] L'acier de décolletage est autorisé pour ces classes de qualité à condition que la teneur en soufre, phosphore et plomb ne dépasse pas les valeurs suivantes : soufre 0.34%, phosphore 0.11%, plomb 0.35%.
[e] Pour les aciers au bore dont la teneur en carbone est inférieure à 0.25% (analyse sur produit), la teneur minimale en manganèse doit être de 0.6% pour la classe de qualité 8.8 et de 0.7% pour les classes de qualité 9.8 et 10.9.
[f] Les matériaux de ces classes de qualité doivent être d'une trempabilité suffisante afin d'obtenir une structure présentant approximativement 90% de martensite à cœur dans la partie filetée des éléments de fixation à l'état trempé, avant le revenu.
[g] Cet acier allié doit contenir au moins l'un des éléments suivants dans la quantité minimale donnée : chrome 0.30%, nickel 0.30%, molybdène 0.20%, vanadium 0.10%. Lorsque les éléments sont combinés par deux, trois ou quatre et ont des teneurs en alliages inférieurs à celles indiquées ci-dessus, la valeur limite à appliquer pour la détermination de la classe d'acier est 70% de la somme des valeurs limites individuelles ci-dessus pour les deux, trois ou quatre éléments concernés.
[h] Une couche enrichie de phosphore blanc détectable de manière métallographique n'est pas permise pour la classe de qualité 12.9/12.9. Elle doit être détectée au moyen d'une méthode d'essai appropriée.
[i] La classe de qualité 12.9/12.9 doit être utilisée avec précaution. Il convient de tenir compte de l'aptitude du fabriquant d'éléments de fixation des conditions de fonctionnement et de l'assemblage. L'environnement peut générer des fissures de corrosion sous contrainte des éléments de fixation, qu'ils soient revêtus ou non.

Note : Les réglementations nationales restreignant ou interdisant certains composants chimiques sont à prendre en compte en fonction du pays ou de la région concernée.

Pour les fixations destinées à être galvanisées à chaud, les exigences supplémentaires pour les matériaux de l'ISO 10684 s'appliquent.

Caractéristiques mécaniques et physiques

Les vis, goujons et tiges filetées dont la classe de qualité est spécifiée doivent avoir, à température ambiante[2], les caractéristiques mécaniques et physiques applicables conformes aux Tableaux 5.0-3 à 5.0-7, quels que soient les essais effectués en cours de production ou lors d'une inspection finale.

L'Article 8 définit les conditions d'application des méthodes d'essai utilisées pour vérifier que les fixations de différentes formes et de différentes dimensions sont conformes aux caractéristiques définies dans le Tableau 5.0-3 et dans les Tableaux 5.0-4 à 5.0-7.

Note 1 : Même si les propriétés du matériau des fixations satisfont à toutes les exigences applicables spécifiées des Tableaux 5.0-2 et 5.0-3, certaines fixations présentent une capacité de charge réduite du fait de leur forme ou de leurs dimensions (voir paragraphes "Capacité de charge des fixations", "Essai de résistance à la traction sur vis à capacité de charge réduite du fait de la forme de leur tête" et "Essai de résistance à la traction sur vis et goujons à tige très réduite (élégie)").

Note 2 : Bien qu'un grand nombre de classes de qualité soient définies dans la présente partie de l'ISO 898, cela ne signifie pas que toutes les classes conviennent à toutes les fixations. Des informations complémentaires sur l'application des classes de qualité spécifiques figurent dans les normes de produit concernées. Pour les fixations non normalisées, il est conseillé de suivre aussi étroitement que possible le choix déjà fait pour les fixations normalisées analogues.

5.0-3 - **Caractéristiques mécaniques et physiques des vis, goujons et tiges filetées**

N°	Caractéristiques mécaniques ou physiques		Classes de qualité									
			4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 du 16 mm[a]	8.8 d > 16 mm[b]	9.8 du 16 mm	10.9	12.9/12.9
1	Résistance à la traction R_m MPA	nom.c	400		500		600	800		900	1000	1200
		min	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
2	Limite inférieure d'écoulement R_{et}[d] MPa	nom.c	240	----	300	----	----	----	----	----	----	----
		min	240	----	300	----	----	----	----	----	----	----
3	Limite conventionnelle d'élasticité à 0.2% $R_{p0.2}$ MPa	nom.c	----	----	----	----	----	640	640	720	900	1080
		min	----	----	----	----	----	640	660	720	940	1100
4	Limite conventionnelle d'élasticité à 0.0048 *d* sur produits entiers R_{pf} MPa	nom.c	----	320	----	400	400	----	----	----	----	----
		min	----	340[e]	----	420[e]	480[e]	----	----	----	----	----
5	Contrainte à la charge d'épreuve, S_p[f] MPa	nom	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
	Rapport des contraintes à la charge d'épreuve/limite d'élasticité	$S_{pnom}/R_{el.min}$ ou S_{pnom}/R_{po2min} ou S_{pnom}/R_{pfmin}	0.94	0.91	0.93	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.88	0.88
6	Allongement après rupture sur éprouvette A%	min	22	----	20	----	----	12	12	10	9	8

MAURIN FIXATION 0 825 007 333 Service 0,15 € / min + prix appel

N°	Caractéristiques mécaniques ou physiques		Classes de qualité									
			4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9/12.9
								du 16 mm[a]	d > 16 mm[b]	du 16 mm		
7	Striction après rupture sur éprouvette Z%	min	----					52		48	48	44
8	Allongement après rupture sur produits entiers A (voir également annexe C)	min	----	0.24	----	0.22	0.20	----	----	----	----	----
9	Solidité de tête		Pas de rupture									
10	Dureté Vickers, HV F 98N	min	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
		max	220[g]				250	320	335	360	380	435
11	Dureté Brinell HBW F=30D[2]	min	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
		max	209[g]				238	304	318	342	361	414
12	Dureté de Rockwell HRB	min	67	71	79	82	89	----				
		max	95.0[g]				99.5	----				
	Dureté de Rockwell HRC	min	----					22	23	28	32	39
		max	----					32	34	37	39	44
13	Dureté superficielle, HV 0.3	max	----					h			h,i	h,j
14	Hauteur de la zone non décarburée dans le filetage *E*,mm	min	----					½ H1			2/3H1	3/4H1
	Profondeur de décarburation totale dans le filetage *G*,mm	max	----					0.015				
15	Réduction de dureté après le deuxième revenu, HV	max	----					20				
16	Couple de rupture M_B Nm	min	----					Conformément à l'ISO 898-7				
17	Résilience K_v [k,l] J	min	----		27	----		27	27	27	27	m
18	Défauts de surface, conformément à		ISO 6157-1[n]									ISO 6157-3

[a] les valeurs ne s'appliquent pas à la boulonnerie de construction métallique
[b] Pour les boulons destinés à la construction métallique *J* > M12.
[c] Les valeurs nominales ne sont spécifiées que pour les besoins du système de désignation des classes de qualité. Voir chapitre "Système de désignation des classes de qualité".
[d] Lorsque la limite inférieure d'écoulement M_{eL} ne peut être déterminée, il est admis de mesurer la limite conventionnelle d'élasticité à 0.2% $Kp_{0,2}$
[e] Pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8, les valeurs $K_{pf\ min}$ sont à l'étude. Ces valeurs ne sont indiquées que pour le calcul du ratio des contraintes charge d'épreuve/limite d'élasticité, il ne s'agit pas de valeurs d'essai.
[f] Les charges d'épreuve figurent dans les tableaux 5.0-5 et 5.0-7
[g] La dureté déterminée à l'extrémité d'un élément de fixation doit être de 250 HV, 238 HB ou 99.5 HRB maximum
[h] La dureté superficielle de l'élément de fixation ne doit pas être supérieure de plus de 30 unités Vickers à la dureté mesurée à cœur, la détermination de la dureté superficielle et de la dureté à cœur étant effectuée à HV 0.3
[i] Toute augmentation de la dureté à la surface indiquant que la dureté superficielle dépasse 390 HV est inacceptable
[j] Toute augmentation de la dureté à la surface indiquant que la dureté superficielle dépasse 435 HV est inacceptable
[k] Les valeurs sont déterminées à une température d'essai de -20°C, voir paragraphe "Essai de résilience sur éprouvettes".
[l] S'applique à *d* > 16 mm
[m] La valeur de Kv est à l'étude
[n] Il est possible d'appliquer l'ISO 6157-3 au lieu de l'ISO 6157-1 par accord entre le fabriquant et le client.

5.0-4 - **Charges minimales de rupture - Filetage métrique ISO à pas gros**

Filetage [a] d	Section résistante nominale $A_{s.nom}$ [b] mm2	Classe de qualité								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Charge minimale de rupture $F_{m\,mn}$ (A_{snom} x $R_{m/mm}$) N								
M3	5.03	2 010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M3.5	6.78	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M4	8.78	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M5	14.2	5 680	5 960	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M6	20.1	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M7	28.9	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M8	36.6	14 600[c]	15 400	18 300[c]	19 000	22 000	29 200[c]	32 900	38 100[c]	44 600
M10	58	23 200[c]	24 400	29 000[c]	30 200	34 800	46 400[c]	52 200	60 300[c]	70 800
M12	84.3	33 700	35 400	42 200	43 800	50 600	67 400[d]	75 900	87 700	103 000
M14	115	46 000	48 300	57 500	59 800	69 000	92 000[d]	104 000	120 000	140 000
M16	157	62 800	65 900	78 500	81 600	94 000	125 000[d]	141 000	163 000	192 000
M18	192	76 800	80 600	96 000	99 800	115 000	159 000	----	200 000	234 000
M20	245	98 000	103 000	122 000	127 000	147 000	203 000	----	255 000	299 000
M22	303	121 000	127 000	152 000	158 000	182 000	252 000	----	315 000	370 000
M24	353	141 000	148 000	176 000	184 000	212 000	293 000	----	367 000	431 000
M27	459	184 000	193 000	230 000	239 000	275 000	381 000	----	477 000	560 000
M30	561	224 000	236 000	280 000	292 000	337 000	466 000	----	583 000	684 000
M33	694	278 000	292 000	347 000	361 000	416 000	576 000	----	722 000	847 000
M36	817	327 000	343 000	408 000	425 000	490 000	678 000	----	850 000	997 000
M39	976	390 000	410 000	488 000	508 000	586 000	810 000	----	1 020 000	1 200 000

[a] l'absence d'indication du pas dans la désignation d'un filetage signifie que le pas gros est spécifié
[b] Pour le calcul de A_{snom}, voir paragraphe "Détermination de la résistance à la traction Rm"
[c] Pour les éléments de fixation de tolérance de filetage 6az conformément à l'ISO 965-4 destinés à la galvanisation à chaud, les valeurs réduites conformes à celles de l'Annexe A de l'ISO 10684 : 2004 s'appliquent.
[d] Pour les boulons destinés à la construction métallique, les valeurs 70 000 N (pour M12), 95 500 N (pour M14) et 130 000 N (pour M16) s'appliquent respectivement.

5.0-5 - **Charges d'épreuve - Filetage métrique ISO à pas gros**

Filetage [a] d	Section résistante nominale $A_{s.nom}$ [b] mm2	Classe de qualité								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Charge d'épreuve F_p (A_{snom} x $S_{\wedge pnom}$) N								
M3	5.03	1 130	1 560	1 410	1 910	2 210	2 920	3 270	4 180	4 880
M3.5	6.78	1 530	2 100	1 900	2 580	2 980	3 940	4 410	5 630	6 580
M4	8.78	1 980	2 720	2 460	3 340	3 860	5 100	5 710	7 290	8 520
M5	14.2	3 200	4 400	3 980	5 400	6 250	8 230	9 230	11 800	13 800
M6	20.1	4 520	6 230	5 630	7 640	8 840	11 600	13 100	16 700	19 500
M7	28.9	6 500	8 960	8 090	11 000	12 700	16 800	18 800	24 000	28 000
M8	36.6	8 240[c]	11 400	10 200[c]	13 900	16 100	21 200[c]	23 800	30 400[c]	35 500
M10	58	13 000[c]	18 000	16 200[c]	22 000	25 500	33 700[c]	37 700	48 100[c]	56 300
M12	84.3	19 000	26 100	23 600	32 000	37 100	48 900[d]	54 800	70 000	81 800
M14	115	25 900	35 600	32 200	43 700	50 600	66 700[d]	74 800	95 500	112 000
M16	157	35 300	48 700	44 000	59 700	69 100	91 000[d]	102 000	130 000	152 000
M18	192	43 200	59 500	53 800	73 000	84 500	115 000	----	159 000	186 000
M20	245	55 100	76 000	68 600	93 100	108 000	147 000	----	203 000	238 000
M22	303	68 200	93 900	84 800	115 000	133 000	182 000	----	252 000	294 000
M24	353	79 400	109 000	98 800	134 000	155 000	212 000	----	293 000	342 000
M27	459	103 000	142 000	128 000	174 000	202 000	275 000	----	381 000	445 000
M30	561	126 000	174 000	157 000	213 000	247 000	337 000	----	466 000	544 000
M33	694	156 000	215 000	194 000	264 000	305 000	416 000	----	576 000	673 000
M36	817	184 000	253 000	229 000	310 000	359 000	490 000	----	678 000	792 000
M39	976	220 000	303 000	273 000	371 000	429 000	586 000	----	810 000	947 000

[a] L'absence d'indication du pas dans la désignation d'un filetage signifie que le pas gros est spécifié
[b] Pour le calcul de A_{snom}, voir paragraphe "Détermination de la résistance à la traction Rm"
[c] Pour les éléments de fixation de tolérance de filetage 6az conformément à l'ISO 965-4 destinés à la galvanisation à chaud, les valeurs réduites conformes à celles de l'Annexe A de l'ISO 10684 : 2004 s'appliquent.
[d] Pour les boulons destinés à la construction métallique, les valeurs 50 700 N (pour M12), 68 800 N (pour M14) et 94 500 N (pour M16) s'appliquent respectivement.

5.0-6 - **Charges minimales de rupture - Filetage métrique ISO à pas fin**

Filetage [a] *dxP*	Section résistante nominale $A_{s.nom}$ [a] mm2	Classe de qualité								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Charge minimale de rupture $F_{m\,min}$ (A_{snom} x $R_{m/min}$) N								
M8 x 1	39.2	15 700	16 500	19 600	20 400	23 500	31 360	35 300	40 800	47 800
M10 x 1.25	61.2	24 500	25 700	30 600	31 800	36 700	49 000	55 100	63 600	74 700
M10 x 1	64.5	25 800	27 100	32 300	33 500	38 700	51 600	58 100	67 100	78 700
M12 x 1.5	88.1	35 200	37 000	44 100	45 800	52 900	70 500	79 300	91 600	107 000
M12 x 1.25	92.1	36 800	38 700	46 100	47 900	55 300	73 700	82 900	95 800	112 000
M14 x 1.5	125	50 000	52 500	62 500	65 000	75 000	100 000	112 000	130 000	152 000
M16 x 1.5	167	66 800	70 100	83 500	86 800	100 000	134 000	150 000	174 000	204 000
M18 x 1.5	216	86 400	90 700	108 000	112 000	130 000	179 000	----	225 000	264 000
M20 x 1.5	272	109 000	114 000	136 000	141 000	163 000	226 000	----	283 000	332 000
M22 x 1.5	333	133 000	140 000	166 000	173 000	200 000	276 000	----	346 000	406 000
M24 x 2	384	154 000	161 000	192 000	200 000	230 000	319 000	----	399 000	469 000
M27 x 2	496	198 000	208 000	248 000	258 000	298 000	412 000	----	516 000	605 000
M30 x 2	621	248 000	261 000	310 000	323 000	373 000	515 000	----	646 000	758 000
M33 x 2	761	304 000	320 000	380 000	396 000	457 000	632 000	----	791 000	928 000
M36 x 3	865	346 000	363 000	432 000	450 000	519 000	718 000	----	900 000	1 055 000
M39 x 3	1 030	412 000	433 000	515 000	536 000	618 000	855 000	----	1 070 000	1 260 000

[a] Pour le calcul de $A_{snom,}$ voir paragraphe "Détermination de la résistance à la traction Rm"

5.0-7 - **Charges d'épreuve - Filetage métrique ISO à pas fin**

Filetage [a] *dxP*	Section résistante nominale $A_{s.nom}$ [a] mm2	Classe de qualité								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Charge dépreuve F_p (A_{snom} x $S_{p/nom}$) N								
M8 x 1	39.2	8 820	12 200	11 000	14 900	17 200	22 700	25 500	32 500	38 000
M10 x 1.25	61.2	13 800	19 000	17 100	23 300	26 900	35 500	39 800	50 800	59 400
M10 x 1	64.5	14 500	20 000	20 000	24 500	28 400	37 400	41 900	53 500	62 700
M12 x 1.5	88.1	19 800	27 300	24 700	33 500	38 800	51 100	57 300	73 100	85 500
M12 x 1.25	92.1	20 700	28 600	25 800	35 000	40 500	53 400	59 900	76 400	89 300
M14 x 1.5	125	28 100	38 800	35 000	47 500	55 000	72 500	81 200	104 000	121 000
M16 x 1.5	167	37 600	51 800	46 800	63 500	73 500	96 900	109 000	139 000	162 000
M18 x 1.5	216	48 600	67 000	60 500	82 100	95 000	130 000	----	179 000	210 000
M20 x 1.5	272	61 200	84 300	76 200	103 000	120 000	163 000	----	226 000	264 000
M22 x 1.5	333	74 900	103 000	93 200	126 000	146 000	200 000	----	276 000	323 000
M24 x 2	384	86 400	119 000	108 000	146 000	169 000	230 000	----	319 000	372 000
M27 x 2	496	112 000	154 000	139 000	188 000	218 000	298 000	----	412 000	481 000
M30 x 2	621	140 000	192 000	174 000	236 000	273 000	373 000	----	515 000	602 000
M33 x 2	761	171 000	236 000	213 000	289 000	335 000	457 000	----	632 000	738 000
M36 x 3	865	195 000	268 000	242 000	329 000	381 000	519 000	----	718 000	839 000
M39 x 3	1 030	232 000	319 000	288 000	391 000	453 000	618 000	----	855 000	999 000

[a] Pour le calcul de $A_{snom,}$ voir paragraphe "Détermination de la résistance à la traction Rm"

Conditions d'application des méthodes d'essai

Généralités

Les essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des fixations spécifiées dans le Tableau 5.0-3 sont regroupés en deux catégories principales, FF et MP. Le groupe FF est utilisé pour les essais sur les fixations finies. Le groupe MP est utilisé pour les essais du matériau des fixations. Les deux groupes sont respectivement divisés en séries d'essais FF1, FF2, FF3, FF4, et MP1, MP2 pour les différentes sortes de fixations. Cependant, il n'est pas possible de vérifier toutes les caractéristiques mécaniques et physiques spécifiées dans le Tableau 5.0-3 pour toutes les fixations quelles que soient leur forme ou dimensions, et ce principalement du fait de limites dimensionnelles et/ou de capacité de charge.

Capacité de charge des fixations

Fixations à capacité de charge intégrale

Une fixation à capacité de charge intégrale est une fixation finie, normalisée ou non, pour laquelle, lorsqu'elle est soumise à l'essai de traction conformément aux séries d'essais FF1, FF2 ou MP2,

- la rupture se produit
- dans la partie filetée libre, pour les fixations avec $d_s > d_2$, ou
- dans la partie filetée libre ou dans la partie lisse (tige), pour les fixations avec $d_s \simeq d_2$, et
- la charge de rupture minimale $F_{m,min}$ est conforme au Tableau 5.0-4 ou 5.0-6.

Fixations à capacité de charge réduite du fait de leur géométrie
Une fixation à capacité de charge réduite est une fixation finie, normalisée ou non, dont les propriétés du matériau sont conformes aux exigences prévues par sa classe de qualité telles que définies dans la présente partie de l'ISO 898 mais qui, du fait de sa géométrie, ne satisfait pas aux exigences d'essais des séries d'essais FF1, FF2 ou MP2 en termes de capacité de charge.

La rupture d'une fixation à capacité de charge réduite ne se produit généralement pas dans la partie filetée libre lorsqu'elle est soumise à l'essai de traction de la série d'essais FF3 ou FF4.

La capacité de charge réduite des fixations par rapport à la charge de rupture dans le filetage est due aux deux raisons principales suivantes, d'ordre géométrique :

- une conception de la tête, applicable aux vis:
- à tête basse et/ou réduite avec ou sans entraînement externe, ou
- à tête cylindrique basse et/ou réduite à entraînement interne, ou
- à tête fraisée à entraînement interne;
- une conception de la partie lisse (tige), applicable aux fixations spécifiquement conçues pour des applications ne nécessitant ou ne prévoyant pas une capacité de charge intégrale conformément à la présente partie de l'ISO 898, par exemple vis à tige très réduite (élégie).

La série d'essais FF3 (voir Tableau 5.0-10) est utilisée pour les fixations mentionnées en a) ci-dessus. La série d'essais FF4 (voir Tableau 5.0-11) est utilisée pour les fixations mentionnées en b).

Contrôle/essai effectué par le fabricant
Les fixations fabriquées conformément à la présente partie de l'ISO 898 doivent être en mesure de satisfaire à toutes les exigences applicables des Tableaux 5.0-3 à 5.0-7, en utilisant les méthodes d'essai «réalisables» spécifiées dans les Tableaux 5.0-8 à 5.0-11.

La présente partie de l'ISO 898 n'impose pas au fabricant les essais qui doivent être effectués sur chaque lot de fabrication. Il est de la responsabilité du fabricant d'appliquer les méthodes appropriées de son choix, telles que contrôle en cours de fabrication ou contrôle final, afin de s'assurer que le lot de fabrication est bien conforme à l'ensemble des exigences applicables.

En cas de litige, les méthodes d'essais spécifiées dans le chapitre «Méthodes d'essai» doivent s'appliquer.

Contrôle/essai effectué par le fournisseur
Le fournisseur peut contrôler les fixations qu'il fournit en utilisant les méthodes de son choix pourvu que les caractéristiques mécaniques et physiques spécifiées dans les Tableaux 5.0-3 à 5.0-7 soient respectées.

En cas de litige, les méthodes d'essais spécifiées dans le chapitre «Méthodes d'essai» doivent s'appliquer.

Contrôle/essai effectué par le client
Le client peut contrôler les fixations livrées au moyen des méthodes d'essais données dans le chapitre «Méthodes d'essai», en choisissant les essais applicables dans les séries d'essais appropriés tels que définis au paragraphe «Essais réalisables par groupe de fixations et éprouvettes ».

En cas de litige, les méthodes d'essais spécifiées dans le chapitre «Méthodes d'essai» doivent s'appliquer.

Essais réalisables par groupe de fixations et éprouvettes

Généralités
Les conditions d'application des séries d'essais FF1 à FF4 et MP1 à MP2, utilisant les méthodes d'essai de le chapitre «Méthodes d'essai», sont spécifiées dans les Tableaux 5.0-8 à 5.0-13

Les séries d'essais FF1 à FF4 conformes aux Tableaux 5.0-8 à 5.0-11 s'appliquent aux essais des fixations finies :

- **FF1** : essais pour la détermination des caractéristiques des vis finies, à tête normale et à tige normale ou réduite (capacité de charge intégrale), $d_s > d_2$ ou $d_s \simeq d_2$ (voir Tableaux 5.0-8);
- **FF2** : essais pour la détermination des caractéristiques des goujons finis à tige normale ou réduite, et des tiges filetées finies (à capacité de charge intégrale), $d_s > d_2$ ou $d_s \simeq d_2$ (voir Tableaux 5.0-9);
- **FF3** : essais pour la détermination des caractéristiques des vis finies avec $d_s > d_2$ ou $d_s \simeq d_2$ et à capacité de charge réduite, en raison
  - d'une tête basse et/ou réduite avec ou sans entraînement externe, ou
  - d'une tête cylindrique basse et/ou réduite à entraînement interne, ou
  - d'une tête fraisée à entraînement interne,

  (Voir Tableaux 5.0-10);

- **FF4** : essais pour la détermination des caractéristiques des vis, goujons et tiges filetées finis spécifiquement conçus pour des applications ne nécessitant ou ne prévoyant pas une capacité de charge intégrale conformément à la présente partie de l'ISO 898, par exemple fixations à tige très réduite (élégie), $d_s < d_2$ (capacité de charge réduite) (voir Tableau 5.0-11).

  Les séries d'essais MP1 et MP2 conformes aux Tableaux 5.0-12 et 5.0-13 s'appliquent aux essais des propriétés des matériaux des fixations, et/ou pour la mise au point des procédés de fabrication. Les séries d'essais FF1 à FF4 peuvent également être utilisées à cet effet.

- **MP1** : essais pour la détermination des propriétés des matériaux des fixations et/ou pour la mise au point des procédés de fabrication utilisant des éprouvettes (voir Tableaux 5.0-12).

- **MP2** : essais pour la détermination des propriétés des matériaux des fixations à capacité de charge intégrale et/ou pour la mise au point des procédés de fabrication, $d_s \simeq d_2$ ou $ds > d_2$ (voir Tableaux 5.0-13).

Limites d'application
Les limites d'application des méthodes d'essai relatives au groupe de fixations considéré doivent être conformes aux Tableaux 5.0-8 à 5.0-13.

Fourniture de résultats d'essai
Lorsque, pour une commande spécifique, le client demande un rapport contenant des résultats d'essai, ces derniers doivent être établis en utilisant les méthodes d'essai spécifiées au chapitre «Méthodes d'essai» et sélectionnées dans les Tableaux 5.0-8 à 5.0-13. Tout essai particulier spécifié par le client doit faire l'objet d'un accord au moment de la commande.

5.0-8 - **Série d'essais FF1 - Vis finies à capacité de charge intégrale**

N° voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Paragraphe	Classes de qualité			
				4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				d < 3 mm ou l < 2,5d ou b < 2,0d	d ≥ 3 mm et l ≥ 2,5d ou b ≥ 2,0d	d < 3 mm ou l < 2,5d ou b < 2,0d	d ≥ 3 mm et l ≥ 2,5d ou b ≥ 2,0d
1	Résistance minimale à la traction $R_{m\,min}$	Essai de traction avec cale biaisé	9.1	NR	a	NR	a
		Essai de traction	9.2	NR	a	NR	a
5	Contrainte nominale à la charge d'épreuve S_{pnom}	Essai de charge d'épreuve	9.6	NR		NR	
8	Allongement minimal après rupture $A_{f\,min}$	Essai de traction sur produits entiers	9.3	NR	b,d c,d	NR	b,d
9	Solidité de tête	Essai de solidité de la tête $\frac{1{,}5d \le l < 3d}{l \ge 3d \;\; d \le 10\,mm}$	9.8				
10 ou 11 ou 12	Dureté maximale	Essai de dureté	9.9				
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR		
14	Zone de décarburation maximale	Essai de décarburation	9.10	NR	NR		
15	Réduction de dureté après deuxième revenu	Essai de deuxième revenu	9.12	NR	NR	e	e
16	Couple minimal de rupture M_{Bmin}	Essai de torsion 1,6 mm ≤ d ≤ 10 mm b ≥ 1d + 2 P	9.13	f	f,g		g
18	Défauts de surface	Contrôle des défauts de surface	9.15				

[a] Pour les éléments de fixation avec d ≥ 3 mm, l ≥ 2d et b < 2d voir 9.1.5 et 9.2.5
[b] Les valeurs pour les classes de qualité 4.6, 5.6, 8.8 et 10.9 sont données à l'Annexe C
[c] Pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8
[d] l ≥ 2.7d et h ≥ 2.2d
[e] Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige
[f] Pour les classes de qualité 4.6 et 6.8, aucune valeur n'est spécifiée dans l'ISO 898-7
[g] Peut être utilisé au lieu de l'essai de traction, cependant, en cas de litige, l'essai de traction s'applique.

Réalisable : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai». En cas de litige, l'essai doit être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai».

Réalisable mais effectué uniquement lorsque cela est explicitement spécifié par le client : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai» comme une alternative pour une caractéristique donnée (par exemple essai de torsion lorsque l'essai de traction est possible) ou comme un essai particulier s'il est exigé dans une norme de produit ou par le client au moment de la commande (par exemple essai de résilience).

NR — Non réalisable : l'essai ne peut pas être réalisé en raison de la forme et/ou des dimensions de l'élément de fixation (par exemple longueur à essayer trop courte, absence de tête) ou parce que l'essai ne s'applique qu'à une catégorie particulière d'éléments de fixation (par exemple essai pour éléments de fixation traités thermiquement).

5.0-9 - **Série d'essais FF2 - Goujons et tiges filetées finis à capacité de charge intégrale**

N° voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Paragraphe	Classes de qualité			
				4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				d < 3 mm ou l_t < 3d ou b < 2,0d	d ≥ 3 mm ou l_t ≥ 3d ou b ≥ 2,0d	d < 3 mm ou l_t < 3d ou b < 2,0d	d ≥ 3 mm ou l_t ≥ 3d ou b ≥ 2,0d
1	Résistance minimale à la traction $R_{m\,min}$	Essai de traction	9.2	NR	a	NR	a
5	Contrainte nominale à la charge d'épreuve S_{pnom}	Essai de charge d'épreuve	9.6	NR		NR	
8	Allongement minimal après rupture $A_{f\,min}$	Essai de traction sur produits entiers	9.3	NR	b,d c,d	NR	b,d
10 ou 11 ou 12	Dureté	Essai de dureté	9.9				
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR		
14	Zone de décarburation maximale	Essai de décarburation	9.10	NR	NR		
15	Réduction de dureté après deuxième revenu	Essai de deuxième revenu	9.12	NR	NR	e	e
16	Couple minimal de rupture M_{Bmin}	Essai de torsion 1,6 mm ≤ d ≤ 10 mm b ≥ 1d + 2 P	9.13	f	F,g		g
18	Défauts de surface	Contrôle des défauts de surface	9.15				

[a] Si la rupture du goujon se produit dans le filetage du côté implantation b_m la dureté minimale s'applique au lieu de $R_{m\,min}$ .Dans ca cas, il est également possible de déterminer la résistance à la traction R_m en utilisant des éprouvettes usinées conformément à 9.7.
[b] lt ≥ 3.2 d b ≥ 2.2d
[c] Les valeurs pour les classes de qualité 4.6, 5.6, 8.8 et 10.9 sont données à l'Annexe C
[d] Pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8
[e] Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige

5.0-10 - **Série d'essais FF3 - Vis finies à capacité réduite du fait de la forme de la tête**

N° voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Paragraphe	Classes de qualité			
				4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				d < 3 mm ou l < 2,5d ou b < 2,0d	d ≥ 3 mm et l ≥ 2,5d ou b ≥ 2,0d	d < 3 mm ou l < 2,5d ou b < 2,0d	d ≥ 3 mm et l ≥ 2,5d ou b ≥ 2,0d
a	Charge minimale de rupture	Essai de traction pour les vis dont la rupture ne se produit pas dans la partie filetée libre du fait de la forme de la tête	9.4	NR	a	NR	a
10 ou 11 ou 12	Dureté	Essai de dureté	9.9				
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR		
14	Zone de décarburation maximale	Essai de décarburation	9.10	NR	NR		
15	Réduction de dureté après deuxième revenu	Essai de deuxième revenu	9.12	NR	NR	b	b
18	Défauts de surface	Contrôle des défauts de surface	9.15				

[a] Se reporter à la norme de produit de la vis considérée pour la charge minimale de rupture
[b] Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige

Réalisable : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai». En cas de litige, l'essai doit être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai».

Réalisable mais effectué uniquement lorsque cela est explicitement spécifié par le client : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai» comme une alternative pour une caractéristique donnée (par exemple essai de torsion lorsque l'essai de traction est possible) ou comme un essai particulier s'il est exigé dans une norme de produit ou par le client au moment de la commande (par exemple essai de résilience).

NR — Non réalisable : l'essai ne peut pas être réalisé en raison de la forme et/ou des dimensions de l'élément de fixation ˙par exemple longueur à essayer trop courte, absence de tête) ou parce que l'essai ne s'applique qu'à une catégorie particulière d'éléments de fixation (par exemple essai pour éléments de fixation traités thermiquement).

5.0-11 - **Série d'essais FF4 - Vis, goujons et tiges filetées finis à capacité de charge réduite, par exemple du fait de la tige très réduite (élégie)**

N° voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Paragraphe	Classes de qualité			
				4.6, 5.6		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				$d < 3mm$ ou longueur réduite $< 3d_s$ ou $b < d$	$d \geq 3mm$ et longueur réduite $\geq 3d_s$ ou $b \geq d$	$d < 3mm$ ou longueur réduite $< 3d_s$ ou $b < d$	$d \geq 3mm$ et longueur réduite $\geq 3d_s$ ou $b \geq d$
1	Résistance minimale à la traction $R_{m\,min}$	Essai de traction des vis, goujons et tiges filetées à tige très réduite (élégie)	9.5	NR	a	NR	a
10 ou 11 ou 12	Dureté	Essai de dureté	9.9				
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR		
14	Zone de décarburation maximale	Essai de décarburation	9.10	NR	NR		
15	Réduction de dureté après deuxième revenu	Essai de deuxième revenu	9.12	NR	NR	b	b
18	Défauts de surface	Contrôle des défauts de surface	9.15				

[a] R_m se rapporte à la section résistante de la tige très réduite. $A_{ds} = \frac{\pi}{4} d_s^2$
[b] Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige.

Réalisable : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai». En cas de litige, l'essai doit être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai».

Réalisable mais effectué uniquement lorsque cela est explicitement spécifié par le client : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai» comme une alternative pour une caractéristique donnée (par exemple essai de torsion lorsque l'essai de traction est possible) ou comme un essai particulier s'il est exigé dans une norme de produit ou par le client au moment de la commande (par exemple essai de résilience).

NR — Non réalisable : l'essai ne peut pas être réalisé en raison de la forme et/ou des dimensions de l'élément de fixation 'par exemple longueur à essayer trop courte, absence de tête) ou parce que l'essai ne s'applique qu'à une catégorie particulière d'éléments de fixation (par exemple essai pour éléments de fixation traités thermiquement).

5.0-12 - **Série d'essais MP1 – Caractéristiques des matériaux déterminés sur éprouvettes usinées**

N° voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Para-graphe	Classes de qualité				
				4.6, 5.6		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9		
				3 ≤ d < 4.5mm et b ≥ d et l ≥ 6.5 d (a)	d ≥ 4.5mm et d_0 ≥ 3mm et l ≥ d+26mm (a)	3 ≤ d < 4.5mm et b ≥ d et l ≥ 6.5 d (a)	d ≥ 16mm et d_0 ≥ 3mm et b ≥ d et l ≥ d+26mm (a,d,e)	d ≥ 16mm et do ≥ 0.75 ds et b ≥ d et l ≥ 5.5d + 8mm (a,f,g)
1	Résistance minimale à la traction $R_{m\,min}$	Essai de traction sur éprouvettes usinées	9.7					
2	Limite inférieure minimale d'écoulement ReL_{min}			h	h	NR	NR	NR
3	Limite conventionnelle minimale d'élasticité à 0.2% $R_{p0.2\,min}$			NR[h]	NR[h]			
6	Allongement minimal après rupture A_{min}							
7	Striction minimale après rupture Z_{min}			NR	NR			
10 ou 11 ou 12	Dureté	Essai de dureté	9.9					
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR			
14	Zone de décarburation maximale	Essai de décarburation	9.10	NR	NR			
17	Résilience minimale $K_{v\,min}$	Essai de résilience d ≥ 16mm et l[i] ou l_t ≥ 55mm	9.14	NR	j	NR	x	x
18	Défauts de surface [k]	Contrôle des défauts de surface	9.15					

[a] Pour déterminer la longueur totale minimale des goujons, ajouter 1_{el} à la formule de longueur
[b] Pour les vis de longueur l ≥ 5d afin d'évaluer Z_{min}
[c] Pour les goujons et tiges filetées de longueur l t ≥ 6d afin d'évaluer Z_{min}
[d] Pour les vis de longueur l ≥ d + 20 mm afin d'évaluer Z_{min}
[e] Pour les goujons et tiges filetées de longueur l t ≥ 2d + 20 mm afin d'évaluer Z_{min}
[f] Pour les vis de longueur l ≥ 4d + 8 mm afin d'évaluer Z_{min}
[g] Pour les goujons et tiges filetées de longueur l t ≥ 5d + 8 mm afin afin d'évaluer Z_{min}
[h] Lorsque la limite inférieure d'écoulement R eL ne peut être déterminée, il est admis de mesurer la limite conventionnelle d'élasticité à $R_{p0.2}$
[i] La partie pleine de la tête peut être incluse
[j] Uniquement pour la classe de qualité 5.6.
[k] A évaluer avant l'usinage des éprouvettes.

Réalisable : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai». En cas de litige, l'essai doit être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai».

Réalisable mais effectué uniquement lorsque cela est explicitement spécifié par le client : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai» comme une alternative pour une caractéristique donnée (par exemple essai de torsion lorsque l'essai de traction est possible) ou comme un essai particulier s'il est exigé dans une norme de produit ou par le client au moment de la commande (par exemple essai de résilience).

NR — Non réalisable : l'essai ne peut pas être réalisé en raison de la forme et/ou des dimensions de l'élément de fixation ˙par exemple longueur à essayer trop courte, absence de tête) ou parce que l'essai ne s'applique qu'à une catégorie particulière d'éléments de fixation (par exemple essai pour éléments de fixation traités thermiquement).

5.0-13 - **Série d'essais MP2 - Caractéristiques des matériaux déterminés sur vis, goujons et tiges filetées finis à capacité de charge intégrale**

N° voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Para-graphe	Classes de qualité		
				4.6, 5.6	4.8, 5.8, 6.8	8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9
				d ≥ 3 mm et l ≥ 2.7 da et b ≥ 2.2 d		
1	Résistance minimale à la traction $R_{m\ min}$	Essai de traction sur produits finis	9.2	d	d	d
4	Limite conventionnelle minimale d'élasticité à 0.004 8d $R_{pf\ min}$	Essai de traction sur produits entiers	9.3	b		c
5	Contrainte nominale à la charge d'épreuve $S_{p\ nom}$	Essai de charge d'épreuve sur produits entiers	9.6	d	d	d
8	Allongement minimal après rupture At_{min}	Essai de traction sur produits entiers	9.3	e		e
10 ou 11 ou 12	Dureté	Essai de dureté	9.9			
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR	
14	Zone de décarburation maximale	Essai de décarburation	9.10	NR	NR	
15	Réduction de dureté après deuxième revenu	Essai de deuxième revenu	9.12	NR	NR	f
18	Défauts de surface	Contrôle des défauts de surface	9.15			

[a] Pour goujons et tiges filetées dont l'extrémité côté implantation de filet résiste à une charge de traction plus élevée que côté écrou ou pour les goujons et tiges filetées entièrement filetées de longueur totale $l_t \geq 3.2\ d$

[b] Pour les classes de qualité 4.6 et 5.6, la limite conventionnelle d'élasticité à 0.004 Bd R_{pf} n'est pas spécifiée dans le Tableau 5.0-3.

[c] Pas de valeur disponible

[d] $l \geq 2.5d$ et $b \geq 2.0\ d$

[e] Les valeurs de A_f sont indiquées à l'Annexe C pour information

[f] Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige

Réalisable : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai». En cas de litige, l'essai doit être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai».

Réalisable mais effectué uniquement lorsque cela est explicitement spécifié par le client : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai» comme une alternative pour une caractéristique donnée (par exemple essai de torsion lorsque l'essai de traction est possible) ou comme un essai particulier s'il est exigé dans une norme de produit ou par le client au moment de la commande (par exemple essai de résilience).

NR — Non réalisable : l'essai ne peut pas être réalisé en raison de la forme et/ou des dimensions de l'élément de fixation 'par exemple longueur à essayer trop courte, absence de tête) ou parce que l'essai ne s'applique qu'à une catégorie particulière d'éléments de fixation (par exemple essai pour éléments de fixation traités thermiquement).

Méthodes d'essai

Essai de résistance à la traction avec cale biaise sur vis finies (goujons et tiges filetées exclus)

Généralités

Cet essai de traction a pour objet de déterminer simultanément :
- la résistance à la traction sur vis finies, $R_{m;}$
- l'intégrité de la zone de raccordement sous tête (raccordement tête-tige ou tête-partie filetée)

Limites d'application

Cet essai s'applique aux vis avec ou sans embase de caractéristiques suivantes :
- face d'appui plane ou striée;
- tête plus résistante que la section dans la partie filetée;
- tête plus résistante que la (les) partie(s) lisse(s) (tige);
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s) $d_s > d_2$ ou $d_s \approx d_2$;
- longueur nominale $l \geq 2{,}5d$;
- longueur du filetage $b \geq 2{,}0d$;
- boulonnerie de construction métallique avec $b < 2d$;
- 3 mm ≤ d ≤ 39 mm;
- toutes classes de qualité.

Appareillage

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les dispositifs d'essais modifiant l'effet de l'angle de la cale biaise, α, spécifié à la Figure 5.0-15 et dans le Tableau 5.0-17 ne doivent pas être utilisés.

Dispositif d'essai

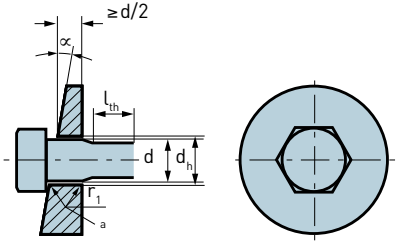
Les dispositifs d'amarrage, la cale biaise et les adaptateurs filetés doivent être conformes aux spécifications suivantes :
- dureté: 45 HRC min;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur à intérieur fileté: conforme au Tableau 5.0-14;
- diamètre du trou de passage d_h: conforme au Tableau 5.0-16;
- cale biaise conforme à la Figure 5.015 et aux Tableaux 5.0-16 et 5.0-17.

5.0-14 - **Classes de tolérance de filetage des adaptateurs à intérieur fileté**

Finition/ revêtement de la fixation	Tolérance de filetage	
	Classe de tolérance de filetage de la fixation avant tout revêtement	Classe de tolérance de filetage de l'adaptateur à intérieur fileté
Brut	6h ou 6g	6H
Avec revêtement électrolytique selon l'ISO 4042	6g ou 6e ou 6f	6H
Avec revêtement de zinc lamellaire selon l'ISO 10683	6g ou 6e ou 6f	6H
Galvanisé à chaud selon l'ISO 10684 et destiné à être assemblé avec des écrous de classe de tolérance de filetage		
— 6H	6az	6H
— 6AZ	6g ou 6h	6AZ
— 6AX	6g ou 6h	6AX

Le dispositif d'essai doit être suffisamment rigide afin que la flexion se produise au raccordement sous tête ou dans le filetage.

5.0-15 - **Essai de traction avec cale biaise sur vis finies**



[a] Rayon ou chanfrein à 45°. Voir Tableau 2.

5.0-16 - **Diamètre du trou de passage et rayon de la cale biaise**
(Dimensions en millimètres)

Diamètre nominal de filetage *d*	d_h [ab]		r_1 [c]	Diamètre nominal de filetage *d*	d_h [ab]		r_1 [c]
	min.	max.			min.	max.	
3	3,4	3,58	0,7	**16**	17,5	17,77	1,3
3,5	3,9	4,08	0,7	**18**	20	20,33	1,3
4	4,5	4,68	0,7	**20**	22	22,33	1,6
5	5,5	5,68	0,7	**22**	24	24,33	1,6
6	6,6	6,82	0,7	**24**	26	26,33	1,6
7	7,6	7,82	0,8	**27**	30	30,33	1,6
8	9	9,22	0,8	**30**	33	33,39	1,6
10	11	11,27	0,8	**33**	36	36,39	1,6
12	13,5	13,77	0,8	**36**	39	39,39	1,6
14	15,5	15,77	1,3	**39**	42	42,39	1,6

[a] Série moyenne conformément à l'ISO 273.

[b] Pour les vis à tête ronde et collet carré, le trou doit être adapté pour accepter le collet carré.

[c] Pour les produits de grade C, il convient d'utiliser un rayon r_1 calculé conformément à la formule suivante :

$$r_1 = r_{max} + 0{,}2 \quad \text{où} \quad r_{max} = \frac{d_{a,max} - d_{s,min}}{2}$$

5.0-17 - **Angle de cale α pour l'essai de traction avec cale biaise**

Diamètre nominal de filetage d mm	Classes de qualité pour :			
	vis partiellement filetées avec longueur de la partie lisse l s ≥ 2d		vis entièrement filetées, et vis partiellement filetées avec longueur de la partie lisse l s < 2d	
	4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 9.8, 10.9	12.9/12.9	4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 9.8, 10.9	12.9/12.9
	α ± 30'			
3 ≤ d ≤ 20	10°	6°	6°	4°
20 < d ≤ 39	6°	4°	4°	4°

Mode opératoire

La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.
La cale biaise spécifiée précédemment doit être placée sous la tête de la vis conformément à la Figure 5.0-15. La longueur de la partie filetée libre soumise à la charge, l_{th}, doit être au moins égale à 1d.
Pour la boulonnerie de construction métallique ayant une longueur filetée écourtée, l'essai de traction avec cale biaise peut être effectué avec une longueur filetée libre, l_{th}, inférieure à 1d.
L'essai de résistance à la traction avec cale biaise doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 25 mm/min.
L'essai de traction doit être poursuivi jusqu'à la rupture.
Mesurer la charge de rupture F_m.

Pour les vis finies dont le diamètre extérieur de la face d'appui est supérieur à 1,7d et qui ne satisfont pas à l'essai de résistance à la traction avec cale biaise, la tête peut être usinée à 1,7d et l'essai recommencé avec l'angle de cale biaise spécifié dans le Tableau 5.0-17.
En outre, pour les vis finies dont le diamètre extérieur de la face d'appui est supérieur à 1,9d, l'angle de la cale biaise peut être réduit de 10° à 6°.

Résultats d'essai

Détermination de la résistance à la traction R_m

Méthode
La résistance à la traction, R_m, est calculée sur la base de la section résistante nominale, $A_{s,nom}$, et de la charge maximale de rupture, F_m, mesurée au cours de l'essai :

$$R_m = \frac{F_m}{A_{s,nom}}$$

avec

$$A_{s,nom} = \frac{\pi}{4}\left(\frac{d_2+d_3}{2}\right)^2$$

- où
- d_2 est le diamètre sur flancs de base du filetage conformément à l'ISO 724;
- d_3 est le diamètre intérieur du filetage extérieur;
- $d_3 = d_1 - \frac{H}{6}$;
- d_1 est le diamètre intérieur de base du filetage extérieur conformément à l'ISO 724;
- H est la hauteur du triangle générateur du filetage conformément à l'ISO 68-1.

Les valeurs de la section résistante nominale $A_{s,nom}$ figurent dans les Tableaux 5.0-4 et 5.0-6.

Exigences
Pour les vis avec $d_s > d_2$ et les vis entièrement filetées, la rupture doit se produire dans la partie filetée libre.
Pour les fixations avec $d_s \simeq d_2$, la rupture doit se produire dans la partie filetée libre ou dans la partie lisse (tige).
R_m doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-3. Les valeurs de la charge minimale de rupture, $F_{m,min}$, doivent être conformes aux valeurs spécifiées dans les Tableaux 5.0-4 et 5.0-6.
Note : Dans le cas des petits diamètres, il existe une différence croissante entre la zone de contrainte nominale par rapport à la zone de contrainte réelle. Lorsque la dureté est utilisée pour le contrôle/essai en cours de fabrication, en particulier pour les plus petits diamètres, il peut être nécessaire d'augmenter la dureté au-dessus de la valeur minimale spécifiée dans le Tableau 5.0-3 afin d'atteindre la valeur minimale de charge de rupture.

Détermination de l'intégrité de la zone de raccordement sous tête (raccordement tête-tige ou tête-partie filetée) - Exigences
La rupture ne doit pas se produire dans la tête.
Pour les vis partiellement filetées, la rupture ne doit pas se produire dans la zone de raccordement entre la tête et la partie lisse (tige).
Pour les vis entièrement filetées, la rupture peut s'étendre dans le raccordement entre la tête et le filetage ou dans la tête, avant séparation, à condition que l'origine de la défaillance soit située dans la partie filetée libre.

Essai de résistance à la traction sur vis, goujons et tiges filetées finis pour la détermination de la résistance à la traction, R_m

Généralités
Cet essai de traction a pour objet de déterminer la résistance à la traction R_m sur produits finis.
Cet essai peut être combiné avec l'essai défini dans le paragraphe suivant (« Essai de résistance à la traction sur vis, goujons et tiges filetées entiers pour la détermination de l'allongement après rupture et de la limite conventionnelle d'élasticité ») .

Limites d'application
Cet essai s'applique aux vis, goujons et tiges filetées de caractéristiques suivantes :
- vis à tête plus résistante que la section dans la partie filetée;
- vis à tête plus résistante que la(les) partie(s) lisse(s) (tige);
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s) $d_s > d_2$ ou $d_s \simeq d_2$;
- vis de longueur nominale $l \geq 2{,}5d$;
- longueur du filetage $b \geq 2{,}0d$;
- vis de construction métallique avec $b < 2d$;
- goujons et tiges filetées de longueur totale $lt \geq 3{,}0d$;
- 3 mm ≤ d ≤ 39 mm;
- toutes classes de qualité.

Appareillage
La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignant.

Dispositif d'essai

Les dispositifs d'amarrage et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes:

- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage, dh, conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur ou des adaptateurs à intérieur fileté conforme au Tableau 5.014.

Mode opératoire

La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.

La vis soumise à essai doit être montée dans les adaptateurs conformément à la Figure 5.0-18 a) ou b). Le goujon et la tige filetée soumis à essai doivent être montés dans deux adaptateurs filetés conformément à la Figure 5.0-18 c) ou d). La longueur des filets en prise doit être au moins égale à 1d.

La longueur de la partie filetée libre soumise à la charge, l_{th}, doit être au moins égale à 1d. Cependant, lorsque cet essai est combiné à l'essai spécifié au paragraphe suivant, la longueur de la partie filetée libre soumise à la charge, l_{th}, doit être égale à 1,2d.

Pour la boulonnerie de construction métallique ayant une longueur filetée écourtée, l'essai de traction peut être effectué avec une longueur de filetage libre l_{th} inférieure à 1d.

L'essai de résistance à la traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 25 mm/min.

L'essai de traction doit être poursuivi jusqu'à la rupture.

Mesurer la charge de rupture, $F_{m.}$

Résultats d'essai

Méthode

Pour les calculs, voir paragraphe « Détermination de la résistance à la traction Rm ».

Exigences

Pour les fixations avec $d_s > d_2$, la rupture doit se produire dans la partie filetée libre.

Pour les fixations avec $d_s \simeq d_2$, la rupture doit se produire dans la partie filetée libre ou dans la partie lisse (tige).

Pour les vis entièrement filetées, la rupture peut s'étendre dans le raccordement entre la tête et le filetage ou dans la tête, avant séparation, à condition que l'origine de la défaillance soit située dans la partie filetée libre.

R_m doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-3. Les valeurs de la charge minimale de rupture, $F_{m,min,}$ doivent être conformes aux valeurs spécifiées dans les Tableaux 5.0-4 et 5.0-6.

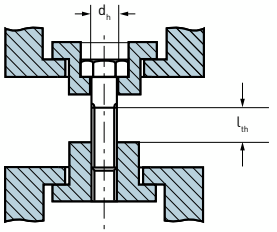


Figure a - Exemple de dispositif d'essai pour vis partiellement filetées

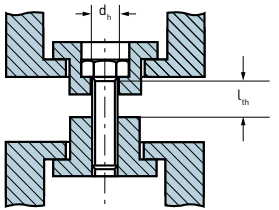


Figure b - Exemple de dispositif d'essai pour vis entièrement filetées

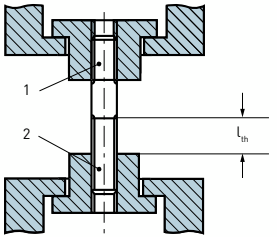


Figure c - Exemple de dispositif d'essai pour goujons

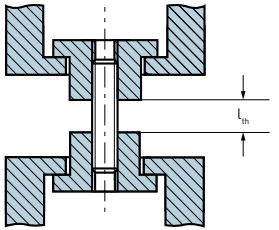


Figure d - Exemple de dispositif d'essai pour tiges filetées

Légende

1 - extrémité côté implantation
2 - extrémité côté écrou
d_h - diamètre du trou de passage
l_{th} - longueur de la partie filetée libre de la fixation dans le dispositif d'essai

5.0-18 - **Exemples de dispositifs pour l'essai de traction des fixations entières**

Note : Dans le cas des petits diamètres, il existe une différence croissante entre la zone de contrainte nominale par rapport à la zone de contrainte réelle. Lorsque la dureté est utilisée pour le contrôle en cours de fabrication, en particulier pour les plus petits diamètres, il peut être nécessaire d'augmenter la dureté au-dessus de la valeur minimale spécifiée dans le Tableau 5.0-3 afin d'atteindre la valeur minimale de charge de rupture.

Essai de résistance à la traction sur vis, goujons et tiges filetées entiers pour la détermination de l'allongement après rupture, Af, et de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d, R_{pf}

Généralités

Cet essai de traction a pour objet de déterminer simultanément :
- l'allongement après rupture, A_f, sur produits entiers;
- la limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d, R_{pf}, sur produits entiers.

Cet essai peut être combiné avec l'essai défini précédemment.

Limites d'application

Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :
- vis à tête plus résistante que la section dans la partie filetée;
- vis à tête plus résistante que toute partie lisse (tige);
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s) $d_s > d$ ou $d_s \simeq d$;
- vis de longueur nominale $l \geq 2{,}7d$;
- longueur du filetage $b \geq 2{,}2d$;
- goujons et tiges filetées de longueur totale $lt \geq 3{,}2d$;
- $3\ mm \leq d \leq 39\ mm$;
- toutes classes de qualité.

Appareillage

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignants.

Dispositif d'essai

Les dispositifs d'amarrage et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes :
- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage, d_h, conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur ou des adaptateurs à intérieur fileté : conforme au Tableau 5.0-14.

Le dispositif d'essai doit être suffisamment rigide pour éviter des déformations susceptibles d'influencer la détermination de la charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d, F_{pf}, et l'allongement après rupture, A_f.

Mode opératoire

La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.
La vis soumise à essai doit être montée dans les adaptateurs conformément à la Figure 5.0-18 a) ou b). Les goujons et tiges filetées soumis à essai doivent être montés dans deux adaptateurs filetés conformément à la Figure 5.0-18 c) ou d). La longueur des filets en prise doit être au moins égale à 1d.
La longueur de la partie filetée libre soumise à la charge, l_{th}, doit être égale à 1,2d.
Note : Pour obtenir l_{th} = 1,2d en pratique, le mode opératoire suivant est proposé : d'abord, visser l'adaptateur fileté jusqu'à ce qu'il soit en butée sur le cône de raccordement du filetage; ensuite, dévisser l'adaptateur en effectuant le nombre de tours requis correspondant à l_{th} = 1,2d.
L'essai de résistance à la traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 10 mm/min jusqu'à la charge correspondant à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d, F_{pf}, et 25 mm/min au-delà.
La charge, F, doit être mesurée de manière continue jusqu'à la rupture, soit directement au moyen d'un dispositif électronique approprié (par exemple microprocesseur), ou sur la courbe charge-déplacement (voir l'ISO 6892-1); la courbe peut être tracée automatiquement ou de manière graphique.
Pour que les mesurages graphiques soient suffisamment précis, l'échelle de la courbe doit être telle que la pente correspondant à l'allongement élastique (partie rectiligne de la courbe) s'inscrive entre 30° et 45° par rapport à l'axe de la charge.

Résultats d'essai

Détermination de l'allongement après rupture, A_f

Méthode

L'allongement plastique ΔL_p est mesuré directement sur la courbe charge-déplacement, tracée électroniquement ou de manière graphique (voir Figure 5.0-19).

La pente de la partie de courbe correspondant à l'allongement élastique (partie rectiligne de la courbe) doit être déterminée. Une droite parallèle à la pente dans la phase élastique, passant par le point de rupture et ayant un point d'intersection avec l'axe de déplacement du dispositif d'amarrage doit être tracée (voir Figure 5.0-19). L'allongement plastique ΔL_p est déterminé sur l'axe de déplacement du dispositif d'amarrage conformément à la Figure 5.0-19.
En cas de doute, la pente de la courbe charge-déplacement correspondant à l'allongement élastique doit être déterminée en traçant une droite coupant la

courbe en deux points correspondant à 0,4 F_p et 0,7 F_p, où Fp est la charge d'épreuve spécifiée dans les Tableaux 5.0-5 et 5.0-7.
L'allongement après rupture sur produits entiers est calculé en utilisant la Formule (3):

$$A_f = \frac{L_p}{1{,}2_d}$$

Exigences
Pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8, Af doit satisfaire à l'exigence spécifiée dans le Tableau 5.0-3.

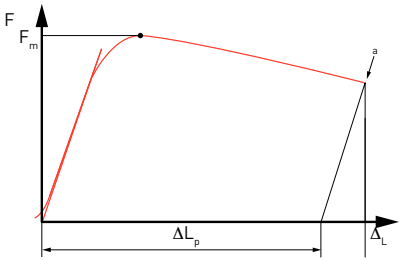
Détermination de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d,R_{pf}

Méthode
R_{pf} doit être déterminé directement sur la courbe charge-déplacement (voir Figure 5.0-20).
Une droite parallèle à la pente dans la phase élastique (partie rectiligne de la courbe) doit être tracée à une distance égale à 0,0048d sur l'axe de déplacement du dispositif d'amarrage; le point d'intersection entre cette droite et la courbe correspond à la charge F_{pf}.
Note : 0,0048d = 0,4 % de 1,2d.
En cas de doute, la pente de la courbe charge-allongement correspondant à l'allongement élastique doit être déterminée en traçant une droite coupant la courbe en deux points correspondant à 0,4F_p et 0,7F_p, où F_p est la charge d'épreuve figurant dans les Tableaux 5.0-5 et 5.0-7.
La limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d, R_{pf}, est calculée à l'aide de la Formule :

$$R_{pf} = \frac{F_{pf}}{A_{s,nom}}$$

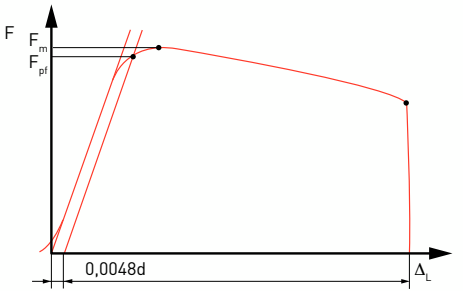
- avec
- As,nom telle que définie en 9.1.6.1.

Exigences
Aucune exigence n'est spécifiée.
Note 1
Les valeurs de R_{pf} sont à l'étude. Voir Tableau 5.0-3 (n° 4 et note de bas de tableau e) pour information.
NOTE 2
Les valeurs de limite d'élasticité obtenues à partir d'essais effectués sur produits entiers peuvent varier par rapport à celles obtenues sur éprouvettes du fait des méthodes de fabrication et de l'effet des dimensions.



[a] Point de rupture.

5.0-19 - **Courbe charge-déplacement pour la détermination de l'allongement après rupture, A_f**



5.0-20 - **Courbe charge-déplacement pour la détermination de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d,R_{pf}**

Essai de résistance à la traction sur vis à capacité de charge réduite du fait de la forme de leur tête

Généralités
Cet essai de traction a pour objet de déterminer la charge de traction des vis à capacité de charge réduite, c'est à dire dont la rupture n'est pas prévue dans la partie filetée libre du fait de la forme de la tête (voir paragraphe « Capacité de charge des fixations »).

Limites d'application
Cet essai s'applique aux vis de caractéristiques suivantes :
- la rupture n'est pas prévue dans la partie filetée libre du fait de la forme de la tête;
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s) (tige) $d_s > d_2$ ou $d_s \simeq d_2$;
- longueur nominale $l \geq 2{,}5d$;
- longueur du filetage $b \geq 2{,}0d$;
- $3\ mm \leq d \leq 39\ mm$;
- toutes classes de qualité.

Appareillage
La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignant.

Dispositif d'essai
Les dispositifs d'amarrage et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes:
- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage dh conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur à intérieur fileté conforme au Tableau 1.

Mode opératoire
La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.
La vis soumise à essai doit être montée dans les adaptateurs conformément à la Figure 5.0-18 a) ou b).
La longueur de la partie filetée libre soumise à la charge l_{th}, doit être au moins égale à 1d.
L'essai de résistance à la traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 25 mm/min.
L'essai de traction doit être poursuivi jusqu'à la rupture.
La charge de rupture, Fm, doit être mesurée.

Résultats d'essai - Exigences
La charge de rupture à la traction, F_m, doit être égale ou supérieure à la charge minimale de rupture spécifiée dans la norme de produit pertinente, ou toute autre spécification qui s'applique.

Essai de résistance à la traction sur vis et goujons à tige très réduite (élégie)

Généralités
Cet essai de traction a pour objet de déterminer la résistance à la traction, R_m, des fixations à tige très réduite (élégie) (voir paragraphe "Capacité de charge des fixations").

Limites d'application
Cet essai s'applique aux vis et goujons de caractéristiques suivantes :
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s) (tige) $d_s < d_2$;
- longueur de la tige très réduite (élégie) $\geq 3d_s$ (voir L_c à la Figure 5.0-22);
- longueur du filetage $b \geq 1d$;
- $3\ mm \leq d \leq 39\ mm$;
- classes de qualité 4.6, 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 et 12.9/12.9.

Appareillage
La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignants.

Dispositif d'essai
Les dispositifs d'amarrage et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes :
- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage, d_h, conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur ou des adaptateurs à intérieur fileté conforme au Tableau 5.0-14.

Mode opératoire
La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.
La vis soumise à essai doit être montée dans l'adaptateur conforme à la Figure 5.0-18 a). Le goujon et la tige filetée doivent être montés dans deux adaptateurs filetés conformément à la Figure 5.0-18 c). La longueur des filets en prise doit être au moins égale à 1d.
L'essai de résistance à la traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage

tournant librement, ne doit pas dépasser 25 mm/min.
L'essai de traction doit être poursuivi jusqu'à la rupture.
La charge de rupture, $F_{m,}$ doit être mesurée.

Résultats d'essai

Méthode
La résistance à la traction, $R_{m,}$ est calculée sur la base de l'aire de la section de la tige très réduite (élégie), $A_{ds,}$ et de la charge maximale de rupture, $F_{m,}$ mesurée au cours de l'essai :

$$R_m = \frac{F_m}{A_{ds}}$$

avec $$A_{ds} = \frac{\pi}{4} d_s^2$$

Exigences
La rupture doit se produire dans la tige très réduite (élégie).
R_m doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-3.

Essai de charge d'épreuve sur vis, goujons et tiges filetées finis

Généralités
L'essai de charge d'épreuve consiste en deux opérations principales, à savoir :
- application d'une charge d'épreuve spécifiée, en traction (voir Figure 5.0-21), et
- mesurage de l'allongement permanent, s'il se produit, dû à la charge d'épreuve.

Limites d'application
Cet essai s'applique aux vis, goujons et tiges filetées de caractéristiques suivantes :
- vis à tête plus résistante que la section dans la partie filetée;
- vis à tête plus résistante que la (les) partie(s) lisse(s) (tige);
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s) $d_s > d_2$ ou $d_s \simeq d_2$;
- vis de longueur nominale $l \geq 2{,}5d$;
- longueur du filetage $b \geq 2{,}0d$;
- goujons et tiges filetées de longueur totale $l_t \geq 3{,}0d$;
- $3\ mm \leq d \leq 39\ mm$;
- toutes classes de qualité.

Appareillage
La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignant.

Dispositif d'essai
Les dispositifs d'amarrage et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes :
- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage, d_h, conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur ou des adaptateurs à intérieur fileté conforme au Tableau 5.014.

Mode opératoire
La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.
La fixation doit être préparée de façon appropriée à chaque extrémité, par exemple comme indiqué à la Figure 5.0-21 (voir détail X). Pour les mesurages de longueur, la fixation doit être placée dans un appareil de mesurage muni de touches sphériques, ou toute autre dispositif approprié. Des gants ou des pinces doivent être utilisés pour minimiser les erreurs de mesurage dues à l'influence de la température. La longueur totale de la fixation l_0 doit être mesurée avant application de la charge.
La vis soumise à essai doit être montée dans les adaptateurs conformément à la Figure 5.0-21 a) ou b). Pour le goujon et la tige filetée, deux adaptateurs filetés doivent être utilisés conformément à la Figure 5.0-21 c) ou d). La longueur des filets en prise doit être au moins égale à 1d.
La partie filetée libre soumise à la charge, l_{th}, doit être égale à 1d.
Note : Pour obtenir l_{th} = 1d en pratique, le mode opératoire suivant est proposé : visser d'abord l'adaptateur fileté jusqu'à ce qu'il soit en butée sur le cône de raccordement du filetage; dévisser ensuite l'adaptateur en effectuant le nombre de tours requis correspondant à l_{th} = 1d.
La charge d'épreuve des Tableaux 5.0-5 et 5.0-7 doit être appliquée axialement sur la fixation.
La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 3 mm/min. La charge d'épreuve une fois atteinte doit être maintenue durant 15 s.
Après relâchement de la charge, la longueur totale de la fixation, l_1, doit être mesurée.

Résultats d'essai - Exigences

La fixation doit avoir la même longueur totale l_1 après relâchement de la charge que la longueur l_0 avant l'application de la charge, dans la tolérance de ±12,5 µm autorisée pour tenir compte des erreurs de mesurage.

Certaines variables, telles que la rectitude de la fixation, l'alignement du filetage et les incertitudes de mesurage peuvent avoir une incidence sur l'allongement apparent de la fixation lors de la première application de la charge d'épreuve. Dans ce cas, la fixation doit être à nouveau soumise à essai conformément au mode opératoire précédent en utilisant une charge de 3 % supérieure à la charge d'épreuve des Tableaux 5.0-5 et 5.0-7.

La longueur totale l_2 après le relâchement de la deuxième charge doit être la même que la longueur totale l_1 après le relâchement de la première charge, dans la tolérance de ±12,5 µm autorisée pour tenir compte des erreurs de mesurage.

Essai de résistance à la traction sur éprouvettes

Généralités

Cet essai de traction a pour objet de déterminer

- la résistance à la traction, R_m,
- la limite inférieure d'écoulement, R_{eL}, ou la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %, $R_{p0,2}$,
- l'allongement après rupture, A, exprimé en pourcentage, et
- la striction après rupture, Z, exprimée en pourcentage.

Limites d'application

Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- éprouvettes usinées dans des vis :
- 3 mm ≤ d ≤ 39 mm;
- longueur du filetage b ≥ 1d;
- longueur nominale l ≥ $6d_0$ + 2r + d (conformément à la Figure 5.0-22) pour déterminer A ;
- longueur nominale l ≥ $4d_0$ + 2r + d (conformément à la Figure 5.0-22) pour déterminer Z ;
- éprouvettes usinées dans des goujons et tiges filetées :
- 3 mm ≤ d ≤ 39 mm;
- longueur du filetage b ≥ 1d;
- longueur du filetage de l'extrémité du goujon côté implantation bm ≥ 1d;
- longueur totale l_t ≥ $6d_0$ + 2r + 2d (conformément à la Figure 5.0-22) pour déterminer A;
- longueur totale l_t ≥ $4d_0$+ 2r + 2d (conformément à la Figure 5.0-22) pour déterminer Z;

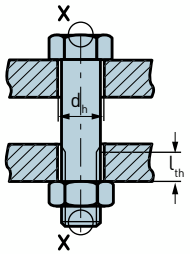


Figure a - Exemple de dispositif d'essai pour les vis partiellement filetées

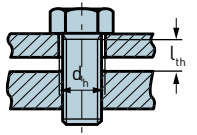


Figure b - Exemple de dispositif d'essai pour les vis entièrement filetées

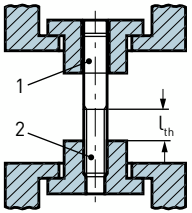


Figure c - Exemple de dispositif d'essai pour les goujons

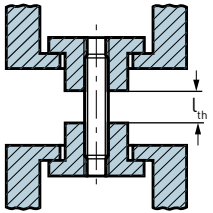


Figure d - Exemple de dispositif d'essai pour les tiges filetées

Légende

1 - extrémité côté implantation
2 - extrémité côté écrou
d_h - diamètre du trou de passage
l_{th} - longueur de la partie filetée libre de la fixation dans le dispositif d'essai

Un exemple de contact «sphère-cône» entre les touches de mesurage et les trous de centrage aux extrémités de la fixation figure dans le détail X. Toute autre méthode appropriée peut être utilisée.

5.0-21 - **Exemples de dispositif d'essai pour la charge d'épreuve**

- classes de qualité 4.6, 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 et 12.9/12.9.

Note : Les éprouvettes peuvent également être réalisées à partir de vis de capacité de charge réduite du fait de leur géométrie, à condition que la tête soit plus résistante que l'aire de la section S_0 de l'éprouvette, ainsi que pour les fixations de diamètre de la partie lisse (tige) $d_s < d_2$ (voir paragraphe « Capacité de charge des fixations).

Les fixations de classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8 (obtenues par écrouissage) doivent être soumises à l'essai de traction sur produits entiers (voir paragraphe « Essai de résistance à la traction sur vis, goujons et tiges filetées entiers pour la détermination de l'allongement après rupture et de la limite conventionnelle d'élasticité »)

Appareillage

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignant.

Dispositif d'essai

Les dispositifs d'amarrage et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes :

- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage d_h conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur ou des adaptateurs à intérieur fileté conforme au Tableau 5.0-14.

Éprouvettes usinées

L'éprouvette doit être usinée à partir de la fixation en l'état de livraison. L'éprouvette conforme à la Figure 5.0-22 doit être utilisée pour l'essai de traction.

Le diamètre de l'éprouvette doit être $d_0 < d_{3,min}$, mais avec $d_0 \geq 3$ mm dans toute la mesure du possible.

Lors de l'usinage de l'éprouvette pour les fixations trempées et revenues de diamètre nominal d > 16 mm, la réduction de section ne doit pas dépasser 25 % du diamètre initial d (environ 44 % de la section initiale). Pour les éprouvettes usinées à partir de goujons et tiges filetées, les deux extrémités doivent avoir une longueur de filetage au moins égale à 1 d.

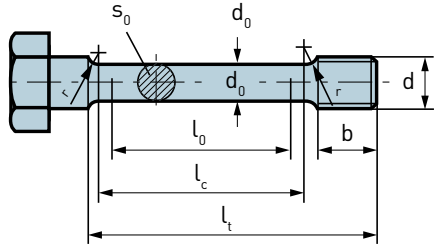
Mode opératoire

L'essai de traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 10 mm/min jusqu'à la charge correspondant à la limite inférieure d'écoulement, R_{eL}, ou jusqu'à la charge correspondant à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %, $R_{p0,2}$, et 25 mm/min au-delà.

L'essai de traction doit être poursuivi jusqu'à la rupture.

La charge de rupture, F_m, doit être mesurée.

5.0-22 - **Éprouvette pour essai de traction**



Légende

d diamètre nominal de filetage
d_0 diamètre de l'éprouvette ($d_0 < d3,min$, mais avec $d_0 \geq 3$ mm dans toute la mesure du possible)
b longueur du filetage ($b \geq d$)
L_0 longueur initiale entre repères de l'éprouvette - pour la détermination de l'allongement, $L_0 = 5d_0$ ou $(5{,}65\sqrt{S_0})$ — pour la détermination de la striction, $L_0 \geq 3d_0$
L_c longueur de la partie calibrée de l'éprouvette ($L_0 + d_0$)
L_t longueur totale de l'éprouvette ($L_c + 2r + b$)
S_0 aire de la section initiale de l'éprouvette avant l'essai de traction
r rayon de raccordement ($r \geq 4$ mm)

Résultats d'essai

Méthode

Les caractéristiques suivantes doivent être déterminées conformément à l'ISO 6892-1 :

- résistance à la traction, R_m

$$R_m = \frac{F_m}{S_0}$$

- limite inférieure d'écoulement, R_{eL}, ou limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %, $R_{p0,2;}$
- allongement après rupture exprimé en pourcentage, à condition que L_o soit au moins égale à $5d_0$:

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100$$

- où
- L_u est la longueur ultime entre repères de l'éprouvette (voir l'ISO 6892-1) ;
- striction après rupture exprimée en pourcentage, à condition que L_o soit au moins égale à $3d_0$:

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100$$

- où
- S_u est l'aire de la section de l'éprouvette après rupture.

Exigences
Les caractéristiques suivantes doivent satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-3 :
- la résistance minimale à la traction, $R_{m,min;}$
- la limite inférieure d'écoulement, R_{eL}, ou la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %, $R_{p0,2;}$
- l'allongement après rupture, A, exprimé en pourcentage;
- la striction après rupture, Z, exprimée en pourcentage.

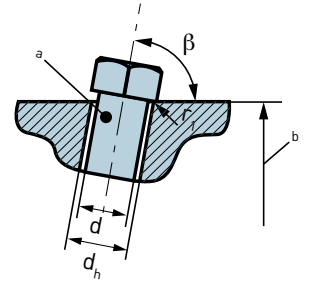
Essai de solidité de la tête

Généralités
L'essai de solidité de la tête a pour objet de vérifier l'intégrité de la zone de raccordement sous tête (raccordement tête-tige ou tête-partie filetée), en rabattant la tête de la fixation sur un bloc-support selon un angle spécifié.
Note : Cet essai est en général utilisé lorsqu'il n'est pas possible d'effectuer l'essai de résistance à la traction avec cale biaise à cause de la longueur trop courte de la fixation.

Limites d'application
Cet essai s'applique aux vis de caractéristiques suivantes :
- tête plus résistante que la section dans la partie filetée ;
- longueur nominale $l \geq 1,5d$;
- $d \leq 10$ mm ;
- toutes classes de qualité.

Dispositif d'essai
Le bloc-support de la Figure 5.0-23 doit être conforme aux spécifications suivantes :
- dureté 45 HRC min ;
- diamètre du trou de passage, d_h, et rayon, r_1, conformes au Tableau 2 ;
- épaisseur 2d minimum ;
- angle, β, conforme au Tableau 5.0-24.

5.0-23 - **Dispositif d'essai de solidité de la tête**



Légende
d l ≥ 1,5d.
b Épaisseur minimale du bloc-support : 2d.

5.0-24 - **Angle du bloc-support β pour l'essai de solidité de la tête**

Classe de qualité	4.6	5.6	4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/ 12.9
β	60°		80°						

Mode opératoire
La fixation doit être soumise à l'essai en l'état de livraison.
L'essai de solidité de la tête doit être effectué avec un dispositif conformément à la Figure 5.0-23.
Le bloc doit être solidement fixé. Un marteau doit être utilisé pour frapper la tête de la vis de plusieurs coups de sorte que la tête se rabatte selon un angle de 90° - β. Les valeurs de l'angle β sont spécifiées dans le Tableau 5.0-24.
L'examen doit être effectué avec un grossissement d'au moins huit fois sans dépasser 10 fois.

Résultats d'essai - Exigences
La vis ne doit présenter aucune amorce de rupture visible dans la zone de raccordement entre la tête et la partie lisse (tige) ou entre la tête et le filetage.
Pour les vis entièrement filetées, l'exigence est satisfaite même si une amorce de rupture apparaît dans le premier filet, à condition que la tête ne casse pas.

Essai de dureté

Généralités

L'essai de dureté a pour objet

- pour toutes les fixations qui ne peuvent pas être soumises à un essai de traction, de déterminer la dureté de la fixation;
- pour les fixations qui peuvent être soumises à un essai de traction, de déterminer la dureté de la fixation afin de vérifier que la dureté maximale n'est pas dépassée.

Note : Il peut ne pas y avoir de rapport direct entre la dureté et la résistance à la traction. Les valeurs maximales de dureté ont été choisies pour des raisons autres que celles liées à la résistance théorique maximale (par exemple pour éviter la fragilisation).

La dureté peut être déterminée soit sur une coupe transversale dans la partie filetée, soit sur une surface appropriée.

Limites d'application

Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- toutes dimensions;
- toutes classes de qualité.

Méthodes d'essai

La dureté peut être déterminée en utilisant l'essai de dureté Vickers, Brinell ou Rockwell.

- Essai de dureté Vickers L'essai de dureté Vickers doit être effectué conformément à l'ISO 6507-1.
- Essai de dureté Brinell L'essai de dureté Brinell doit être effectué conformément à l'ISO 6506-1.
- Essai de dureté Rockwell L'essai de dureté Rockwell doit être effectué conformément à l'ISO 6508-1.

Mode opératoire

Généralités

Les fixations utilisées pour les essais de dureté doivent être en l'état de livraison.

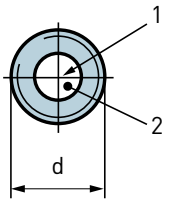
Détermination de la dureté sur une coupe transversale dans la partie filetée

Note : Le terme «dureté à cœur» est couramment utilisé pour décrire la dureté déterminée par cette méthode d'essai.

Une coupe transversale doit être effectuée à une distance de l'extrémité du filetage égale à 1d, et la surface doit être préparée de manière appropriée.

Les points de mesure de dureté doivent être effectués dans la zone comprise entre l'axe et le mi-rayon (voir Figure 5.0-25).

5.0-25 - **Zone de mi-rayon pour la détermination de la dureté**



Légende
1 axe de la fixation
2 zone de mi-rayon (rayon de 0,25d)

Détermination de la dureté en surface

La dureté doit être déterminée sur les surfaces plates de la tête ou à l'extrémité de la fixation ou sur la partie lisse, après enlèvement de tout revêtement et préparation appropriée de l'échantillon d'essai.
Cette méthode peut être utilisée pour les contrôles de routine.

Charge d'essai pour la détermination de la dureté

L'essai de dureté Vickers doit être effectué avec une charge minimale de 98 N.
L'essai de dureté Brinell doit être effectué avec une charge égale à $30D^2$, exprimée en newtons.

Exigences

Pour les fixations qui ne peuvent pas être soumises à un essai de traction, et pour la boulonnerie de construction métallique de longueur filetée écourtée soumise à l'essai de traction mais avec une partie filetée libre $l_{th} < 1d$, la dureté doit être dans la plage de dureté spécifiée dans le Tableau 5.0-3.
Pour les fixations qui peuvent être soumises à un essai de traction avec une partie filetée libre $l_{th} \geq 1d$, pour les fixations à tige très réduite (élégie), et pour les éprouvettes, la dureté ne doit pas dépasser les valeurs de dureté maximale spécifiées dans le Tableau 5.0-3.
Pour les fixations de classes de qualité 4.6, 4.8, 5.6 et 5.8 et 6.8, la dureté déterminée à l'extrémité de la fixation conformément au paragraphe « Détermination de la dureté en surface » ne doit pas dépasser les valeurs maximales de dureté spécifiées dans le Tableau 5.0-3.
Pour les fixations trempées et revenues, si la différence entre les valeurs de dureté déterminées dans la zone à mi-rayon (voir Figure 8) excède 30 HV, la

conformité à l'exigence relative à la teneur de 90 % de martensite doit être vérifiée (voir Tableau 5.0-2).

Pour les fixations obtenues par écrouissage de classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8, la dureté déterminée conformément au paragraphe « Détermination de la dureté sur une coupe transversale dans la partie filetée » doit être dans la plage de dureté spécifiée dans le Tableau 5.0-3.

En cas de litige, l'essai spécifié au paragraphe « Détermination de la dureté sur une coupe transversale dans la partie filetée » et utilisant la dureté Vickers doit être la méthode d'essai de référence.

Essai de décarburation

Généralités

L'essai de décarburation a pour objet de détecter si la surface des fixations trempées et revenues est décarburée, et de déterminer la profondeur de la zone de décarburation totale (voir Figure 5.0-26).

Note : Une perte de teneur en carbone (décarburation) au-delà des limites spécifiée dans le Tableau 5.0-3 peut réduire la résistance du filetage et peut générer une défaillance.

La décarburation doit être vérifiée par l'une des deux méthodes suivantes :

- méthode par examen microscopique
- méthode par contrôle de la dureté

La méthode par examen microscopique est utilisée pour déterminer la profondeur de la zone de décarburation totale, G, et la présence de décarburation ferritique, si elles existent, et la hauteur de la zone du métal de base, E (voir Figure 5.0-26).

La méthode par contrôle de la dureté est utilisée pour déterminer si l'exigence relative à la hauteur minimale de la zone du métal de base, E, est satisfaite, et pour détecter la décarburation par micro-dureté (voir Figure 5.0-28).

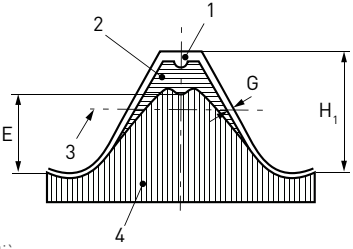
Méthode par examen microscopique

Limites d'application

Cette méthode s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- toutes dimensions;
- classes de qualité 8.8 à 12.9/12.9.

5.0-26 - **Zones de décarburation**



Légende

d décarburation totale
2 décarburation partielle ou décarburation ferritique
3 ligne primitive
4 métal de base
E hauteur de la zone non décarburée dans le filetage
G profondeur de décarburation totale dans le filetage
H_1 hauteur du filetage extérieur dans la condition du maximum de matière

Préparation de l'échantillon d'essai

Les échantillons d'essai doivent être préparés après que toutes les opérations de traitement thermique aient été effectuées sur les fixations, et après enlèvement de tout revêtement éventuel.

Les échantillons d'essai doivent être réalisés par coupe longitudinale passant par l'axe du filetage, à une distance de l'extrémité du filetage égale à environ un diamètre nominal (1d). L'éprouvette doit être insérée dans un support plastique (enrobage) ou éventuellement dans des mordaches. La surface doit ensuite être meulée et polie conformément aux bonnes pratiques métallographiques.

Note : Une attaque par une solution de nital à 3 % (concentré d'acide nitrique dans de l'éthanol) est généralement pratiquée pour faire apparaître les changements de microstructure provoqués par la décarburation.

Mode opératoire

L'échantillon d'essai doit être examiné au microscope. Sauf accord contraire, un grossissement ×100 doit être utilisé pour l'examen.

Lorsque le microscope est du type à écran en verre dépoli, l'étendue de la décarburation peut être mesurée directement à l'aide d'une échelle graduée. Lorsqu'un oculaire est utilisé pour le mesurage, il convient qu'il soit d'un type approprié et qu'il comporte un réticule ou une échelle graduée.

Exigences

La profondeur maximale de décarburation totale G, si elle existe, doit être conforme aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-3. La hauteur de la zone non décarburée dans le filetage E doit être conforme aux exigences spécifiées

5.0-27 - **Valeurs de la hauteur du filetage extérieur dans la condition du maximum de matière, H1, et de la hauteur minimale de la zone non décarburée dans le filetage, E_{min}** Dimensions en millimètres

Pas du filetage P [a]			**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**1**	**1,25**	**1,5**	**1,75**	**2**	**2,5**	**3**	**3,5**	**4**
		H_1	0,307	0,368	0,429	0,491	0,613	0,767	0,92	1,074	1,227	1,534	1,840 0,920	2,147	2,454
Classe de qualité	8.8, 9.8	E min [b]	0,154	0,184	0,215	0,245	0,307	0,384	0,46	0,537	0,614	0,767		1,074	1,227
	10.9		0,205	0,245	0,286	0,327	0,409	0,511	0,613	0,716	0,818	1,023	1,227	1,431	1,636
	12.9/12.9		0,23	0,276	0,322	0,368	0,46	0,575	0,69	0,806	0,92	1,151	1,38	1,61	1,841

[a] Pour P < 1,25 mm, utiliser uniquement la méthode microscopique
[b] calculé sur la base de la spécification du tableau 5.0-3, N°14

dans le Tableau 5.0-27, et il ne doit pas y avoir de décarburation présente dans la zone du métal de base (zone 4) conformément à la Figure 5.0-26.

Il convient d'éviter la présence de décarburation ferritique en zone 2, telle que définie à la Figure 5.0-26. Cependant, cela ne doit pas être une cause de rejet, à condition que les exigences de dureté conformément au paragraphe « Méthode par contrôle de la dureté/Exigences » soient satisfaites.

Méthode par contrôle de la dureté

Limites d'application

Cette méthode s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :
- filetages de pas P ≥ 1,25 mm;
- classes de qualité 8.8 à 12.9/12.9.

Préparation de l'échantillon d'essai

L'échantillon d'essai doit être préparé de manière identique à la méthode par examen microscopique, cependant l'attaque par solution chimique et l'enlèvement du revêtement ne sont pas nécessaires.

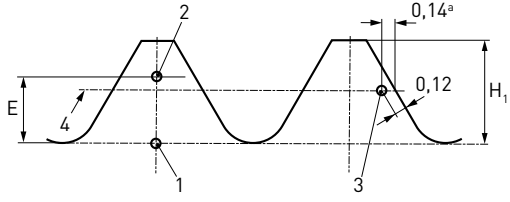
Mode opératoire

Les points de mesure de dureté Vickers doivent être effectués aux points 1 et 2 conformément à la Figure 5.0-28. La charge d'essai doit être de 2,942 N (essai de dureté Vickers HV 0,3).

Exigences

La valeur de la dureté Vickers au point 2, HV(2), doit être égale ou supérieure à celle déterminée au point 1, HV(1), moins 30 unités Vickers. La hauteur de la zone non décarburée, E, doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-27.

5.0-28 - **Détermination de la dureté pour l'essai de décarburation et de carburation**



Pas de décarburation lorsque HV(2) ≥ HV(1) - 30
Pas de carburation lorsque HV(3) ≤ HV(1) + 30

Légende
E hauteur de la zone de non-décarburation dans le filetage, mm
H_1 hauteur du filetage extérieur dans les conditions du maximum de matière, mm
1, 2, 3 points de mesure (1 étant le point de référence)
4 ligne primitive
[a] La valeur de 0,14 mm est donnée uniquement à titre d'information pour faciliter le positionnement du point le long de la ligne primitive.

Note : Il n'est pas possible de détecter la décarburation totale jusqu'à la valeur maximale définie dans le Tableau 5.0-3 par la méthode de contrôle de dureté.

Essai de carburation

Généralités

L'essai de carburation a pour objet de déterminer que la surface d'une fixation trempée et revenue n'a pas été carburée au cours du traitement thermique. La différence entre la dureté du métal de base et la dureté superficielle est décisive pour l'évaluation de la condition de carburation à la surface.

De plus, la dureté superficielle ne doit pas dépasser la valeur maximale spécifiée pour les classes de qualité 10.9 et 12.9/12.9.
Note : La carburation est préjudiciable dans la mesure où l'augmentation de la dureté superficielle peut générer une fragilisation ou réduire la résistance à la fatigue. Il est nécessaire de distinguer soigneusement une augmentation de dureté due à la carburation, par rapport à une augmentation de dureté due au traitement thermique ou à un écrouissage de la surface, comme par exemple pour les filets roulés après traitement thermique.
La carburation doit être détectée par l'une des deux méthodes suivantes :
- essai de dureté sur une coupe longitudinale;
- essai de dureté superficielle.

En cas de litige et lorsque P ≥ 1,25 mm, l'essai de dureté sur une coupe longitudinale doit être la méthode d'essai de référence.

Méthode par contrôle de la dureté sur une coupe longitudinale

Limites d'application
Cette méthode s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :
- filetages de pas P ≥ 1,25;
- classes de qualité 8.8 à 12.9/12.9.

Préparation de l'échantillon d'essai
L'échantillon d'essai doit être préparé de manière identique à la méthode par examen microscopique, cependant l'attaque par solution chimique et l'enlèvement du revêtement ne sont pas nécessaires.

Mode opératoire
Les points de mesure de dureté Vickers doivent être effectués aux points 1 et 3 conformément à la Figure 5.0-28. La charge d'essai doit être de 2,942 N (essai de dureté Vickers HV 0,3).
Lorsque l'échantillon d'essai a été utilisé pour l'essai, la dureté au point 3 doit être déterminée sur la ligne primitive du filet adjacent au filet sur lequel ont déjà été effectuées les déterminations aux points 1 et 2.

Exigences
La valeur de dureté Vickers au point 3, HV(3), doit être inférieure ou égale à la valeur déterminée au point 1, HV(1), plus 30 unités Vickers. Une augmentation de plus de 30 unités Vickers indique une carburation. En complément à cette exigence, la dureté superficielle ne doit pas dépasser 390 HV 0,3 pour la classe de qualité 10.9 et 435 HV 0,3 pour la classe de qualité 12.9/12.9 comme spécifié dans le Tableau 5.0-3.

Méthode par contrôle de la dureté superficielle

Limites d'application
Cette méthode s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :
- toutes dimensions;
- classes de qualité 8.8 à 12.9/12.9.

Préparation de l'échantillon d'essai
Une surface plane appropriée sur la tête ou l'extrémité de la fixation doit être préparée par un meulage ou polissage minimal afin d'assurer la reproductibilité des mesures tout en conservant les caractéristiques d'origine de la surface du matériau.
Une coupe transversale doit être effectuée à une distance de l'extrémité du filetage égale à 1d, et la surface doit être préparée de manière appropriée.

Mode opératoire
La dureté superficielle doit être déterminée sur la surface préparée conformément au mode opératoire de l'essai de dureté.
La dureté du métal de base doit être déterminée sur la coupe transversale (positionnement et préparation de la coupe transversale).
La charge d'essai doit être de 2,942 N (essai de dureté Vickers HV 0,3) pour les deux déterminations.

Exigences
La valeur de dureté déterminée en surface doit être inférieure ou égale à celle de la dureté du métal de base plus 30 unités Vickers. Une augmentation de plus de 30 unités Vickers indique une carburation.
En complément à cette exigence, la dureté superficielle ne doit pas dépasser 390 HV 0,3 pour la classe de qualité 10.9 et 435 HV 0,3 pour la classe de qualité 12.9/12.9 comme spécifié dans le Tableau 5.0-3.

Essai de deuxième revenu

Généralités
Cet essai a pour objet de vérifier que la température minimale de revenu a été atteinte au cours du procédé de traitement thermique.

Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige.

Limites d'application
Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- toutes dimensions;
- classes de qualité 8.8 à 12.9/12.9.

Mode opératoire
La dureté Vickers doit être déterminée conformément au mode opératoire de l'essai de dureté en effectuant trois points de mesure sur la même fixation.
Cette fixation doit être soumise à un deuxième revenu, en la maintenant pendant 30 min à une température inférieure de 10 °C à la température minimale de revenu spécifiée dans le Tableau 5.0-2. Après ce deuxième revenu, trois nouveaux points de mesure de dureté Vickers doivent être effectués sur la même fixation et dans la même zone que pour la première détermination.

Exigences
La moyenne des trois points de mesure de dureté effectués avant le deuxième revenu doit être comparée à la moyenne des trois points de mesure effectués après le deuxième revenu. La réduction de dureté après le deuxième revenu, si elle existe, doit être inférieure à 20 unités Vickers.

Essai de torsion

Généralités
L'essai de torsion a pour objet de déterminer le couple de rupture, $M_{B,}$ des vis.

Limites d'application
Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :
- vis à tête plus résistante que la section dans la partie filetée;
- diamètre de la partie lisse (tige) $d_s > d_2$ ou $d_s \simeq d_2$;
- longueur du filetage $b \geq 1\ d + 2P$;
- 1,6 mm ≤ d ≤ 10 mm;
- classes de qualité 4.6 à 12.9/12.9.

Note : L'ISO 898-7 ne spécifie pas de valeur pour les classes de qualité 4.6 à 6.8.

Appareillage et dispositif d'essai
L'appareillage et le dispositif d'essai sont spécifiés dans l'ISO 898-7.

Mode opératoire
La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.
La vis doit être maintenue dans le dispositif d'essai conformément à l'ISO 898-7, sur une longueur filetée au moins égale à 1d. La longueur filetée libre l_{th} doit être au moins égale à 2P du côté de la tête, longueur de filets entièrement formés à partir du raccordement sous tête ou du raccordement filetage/partie lisse. Le couple doit être appliqué progressivement et de manière continue.
Note : Une vérification des calculs de base a montré une inversion entre la longueur de la partie filetée libre et la longueur de filets en prise dans l'ISO 898-7:1992.

Résultats d'essai

Méthode
La méthode est spécifiée dans l'ISO 898-7.

Exigences
Les exigences sont spécifiées dans l'ISO 898-7.
En cas de litige, les spécifications suivantes s'appliquent :
- pour les vis qui ne peuvent pas être soumises à un essai de traction, l'essai de dureté conformément à la page 200 doit être l'essai de référence;
- pour les vis qui peuvent être soumises à un essai de traction, l'essai de traction doit être l'essai de référence.

Essai de résilience sur éprouvettes

Généralités
L'essai de résilience a pour objet de vérifier la résistance au choc (ténacité) du matériau de la fixation sous une charge dynamique, à une température basse spécifiée. L'essai n'est effectué que s'il est exigé dans une norme de produit ou par accord entre le fabricant et le client.

Limites d'application
Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :
- éprouvettes usinées dans des vis, goujons et tiges filetées;
- d ≥ 16 mm;
- longueur totale des vis (y compris la partie pleine de la tête) ≥ 55 mm;
- goujons et tiges filetées de longueur totale lt ≥ 55 mm;
- classes de qualité 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 et 12.9/12.9.

Appareillage et dispositif d'essai
L'appareillage et le dispositif d'essais sont spécifiés dans l'ISO 148-1.

Éprouvette
L'éprouvette doit être usinée à partir de la fixation en l'état de livraison.

L'éprouvette doit être conforme à l'ISO 148-1 (essai de résilience Charpy avec entaille en V). Elle doit être prélevée dans le sens de la longueur, aussi près que possible de la surface de la fixation, et être située dans la partie filetée dans toute la mesure du possible. La face non entaillée de l'éprouvette doit être celle qui est la plus proche de la surface de la fixation.

Mode opératoire
L'éprouvette doit être maintenue à une température stabilisée de –20°C. L'essai de résilience doit être effectué conformément à l'ISO 148-1.

Exigences
Lorsque l'essai est effectué à une température de –20°C, la résilience doit satisfaire à l'exigence spécifiée dans le Tableau 5.0-3.
Note : D'autres températures d'essai et d'autres valeurs de résilience peuvent être spécifiées dans des normes de produits particulières, ou par accord entre le fabricant et le client.

Contrôle des défauts de surface

Les défauts de surface doivent être contrôlés sur les fixations en l'état de livraison.
Pour les fixations de classes de qualité 4.6 à 10.9, le contrôle des défauts de surface doit être effectué conformément à l'ISO 6157-1. Par accord entre le fabricant et le client, l'ISO 6157-3 peut s'appliquer.
Pour les fixations de la classe de qualité 12.9/12.9, le contrôle des défauts de surface doit être effectué conformément à l'ISO 6157-3.
Dans le cadre de la série d'essais MP1 (voir Chapitre « Conditions d'application des méthodes d'essai »), le contrôle des défauts de surface s'applique avant usinage.

MARQUAGE

Généralités
Les fixations fabriquées conformément aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 doivent être désignées conformément au système de désignation spécifié au chapitre «Système de désignation des classes de qualité», et doivent être marquées conformément aux paragraphes suivants, selon le cas. Cependant, le système de désignation spécifié au chapitre «Système de désignation des classes de qualité», et les dispositions de marquage conformes aux paragraphes suivants ne doivent être utilisés que si toutes les exigences applicables de la présente partie de l'ISO 898 sont satisfaites.
La hauteur du marquage en relief sur le dessus de la tête ne doit pas être incluse dans la dimension de hauteur de tête, sauf spécification contraire dans la norme de produit.

Marque d'identification du fabricant
La marque d'identification du fabricant doit être effectuée lors du procédé de fabrication sur toutes les fixations marquées d'un symbole de classe de qualité. La marque d'identification du fabricant est également recommandée pour les fixations qui ne sont pas marquées du symbole de la classe de qualité.
Un distributeur qui marque des fixations avec sa propre marque d'identification doit être considéré comme fabricant.

Marquage et identification des fixations à capacité de charge intégrale

Généralités
Les fixations à capacité de charge intégrale fabriquées conformément aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 doivent être marquées conformément aux paragraphes suivants.
Il convient de laisser à l'initiative du fabricant le choix des variantes ou options de marquage définies dans les paragraphes correspondants.

Symboles de marquage des classes de qualité
Les symboles de marquage sont spécifiés dans le Tableau 5.0-29.

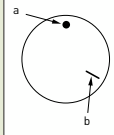
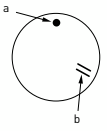
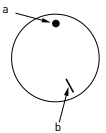
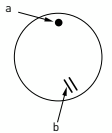
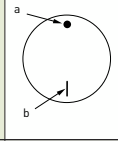
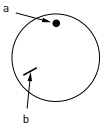
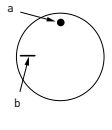
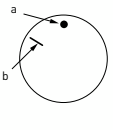
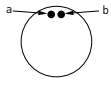
5.0-29 - **Symboles de marquage des fixations à capacité de charge intégrale**

Classe de qualité	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	12.9
Symbole de marquage [a]	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	12.9

[a] Le point du symbole de marquage peut-être omis.

Dans le cas de vis de petites dimensions ou lorsque la forme de la tête ne permet pas le marquage conformément au Tableau 5.0-29, les symboles de marquage horaire conformes au Tableau 5.0-30 peuvent être utilisés.

5.0-30 - **Système de marquage horaire des vis à capacité de charge intégrale**

Classes de qualité	4.6	4.8	5.6	5.8	
Symboles de marquage					
Classes de qualité	**6.8**	**8.8**	**9.8**	**10.9**	**12.9**
Symboles de marquage					

[a] La position de la douzième heure (repère de référence) doit être marquée soit par la marque d'identification du fabricant, soit par un point.
[b] La classe de qualité est indiquée par un tiret ou un double tiret et, dans le cas de la classe de qualité 12.9, par un point.

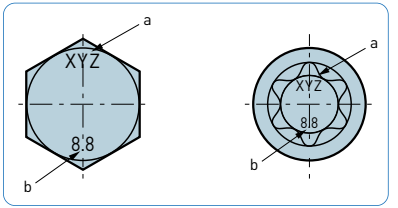
Identification

Vis à tête hexagonale et vis à six lobes externes

Les vis à tête hexagonale et les vis à six lobes externes (y compris les vis à embase) doivent être marquées de la marque d'identification du fabricant et du symbole de marquage de la classe de qualité spécifié dans le Tableau 5.0-29.

Le marquage est exigé pour les fixations de toutes les classes de qualité et de diamètre nominal $d \geq 5$ mm.

Le marquage doit de préférence être effectué sur le dessus de la tête, en creux ou en relief, ou sur le côté de la tête en creux (voir Figure 5.0-31). Dans le cas de vis à embase, le marquage doit être fait sur l'embase si le procédé de fabrication ne le permet pas sur le dessus de la tête.



5.0-31
Exemples de marquage de vis à tête hexagonale et de vis à six lobes externes

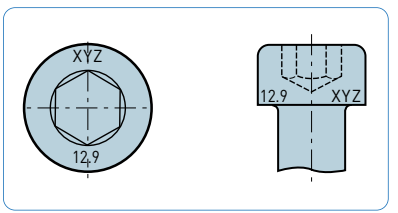
[a] Marque d'identification du fabricant.
[b] Classe de qualité.

Vis à tête cylindrique à six pans creux et vis à tête cylindrique à six lobes internes

Les vis à tête cylindrique à six pans creux et les vis à tête cylindrique à six lobes internes autre que cylindrique basse doivent être marquées de la marque d'identification du fabricant et du symbole de marquage de la classe de qualité spécifié dans le Tableau 5.0-29.

Le marquage est exigé pour les fixations de toutes les classes de qualité et de diamètre nominal $d \geq 5$ mm.

Le marquage doit de préférence être effectué sur le côté de la tête en creux, ou sur le dessus de la tête en creux ou en relief (voir Figure 5.0-32).



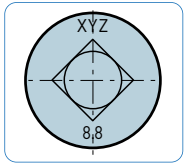
5.0-32
Exemples de marquage de vis à tête cylindrique à six pans creux

Vis à tête ronde et collet carré

Les vis à tête ronde et collet carré doivent être marquées de la marque d'identification du fabricant et du symbole de marquage de la classe de qualité spécifié dans le Tableau 1.

Le marquage est exigé pour les fixations de toutes les classes de qualité et de diamètre nominal d ≥ 5 mm.

Le marquage doit être effectué sur la tête, en creux ou en relief (voir Figure 5.0-33).



5.0-33
Exemple de marquage de vis à tête ronde et collet carré

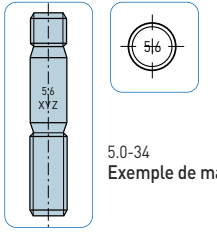
Goujons

Les goujons doivent être marqués de la marque d'identification du fabricant et du symbole de marquage de la classe de qualité spécifié dans le Tableau 5.0-29 ou du symbole de marquage alternatif défini dans le Tableau 5.0-35.

Le marquage est obligatoire pour les goujons de classes de qualité 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 et 12.9/12.9 et de diamètre nominal d ≥ 5 mm.

Le marquage doit être effectué sur la partie lisse (tige) du goujon. Si cela n'est pas possible, le marquage de la classe de qualité doit être effectué à l'extrémité du goujon côté écrou, et la marque d'identification du fabricant peut être omise (voir Figure 5.0-34).

Pour les goujons à ajustement serré, le marquage de la classe de qualité doit être fait en bout du côté écrou, et la marque d'identification du fabricant peut être omise.



5.0-34
Exemple de marquage des goujons

5.0-35 - **Variantes de symbole de marquage pour les goujons**

Classes de qualité	5.6	8.8	9.8	10.9	12.9
Symbole de marquage	—	○[a]	+	□[a]	△[a]

Il est permis d'indenter uniquement le contour ou bien toute la surface du symbole.

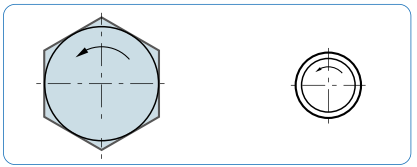
Autres sortes de vis

Si le client l'exige, le même système de marquage que celui spécifié dans les paragraphes précédents celui-ci doit être utilisé pour les autres sortes de vis et pour les fixations particulières.

Le marquage n'est pas courant pour les vis à tête fraisée, à tête fraisée bombée, à tête cylindrique basse, à tête cylindrique bombée large ou autres formes de tête similaires avec un entraînement par fente(s), par empreinte ou autre entraînement interne.

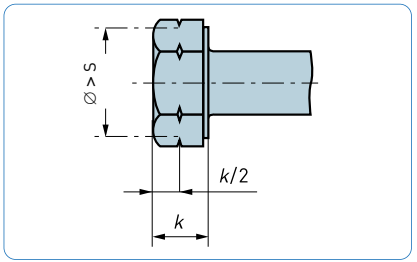
Marquage des vis à filetage à gauche

Les vis à filetage à gauche et de diamètre nominal d ≥ 5 mm doivent être marquées du symbole spécifié à la Figure 5.0-36, soit sur le dessus de la tête, soit à l'extrémité de la fixation.



5.0-36
Marquage des vis avec filetage à gauche

Pour le filetage à gauche, une variante de marquage peut être utilisée pour les vis à tête hexagonale comme spécifié à la Figure 5.0-37.



s surplat
k hauteur de tête

5.0-37
Variante de marquage des vis avec filetage à gauche

Marquage et identification des fixations à capacité de charge réduite

Généralités

Les fixations à capacité de charge réduite (voir paragraphe sur « Fixations à capacité de charge réduite du fait de leur géométrie ») fabriquées conformément aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 doivent être marquées conformément aux paragraphes « identification » et « marquage des vis à filetage à gauche », à l'exception du symbole de marquage de la classe de qualité qui doit être précédé du caractère «0» conformément au Tableau 5.0-38.

Les symboles de marquage conformes aux Tableaux 1, 2 ou 3 ne doivent pas être utilisés pour les fixations à capacité de charge réduite.

Lorsque la capacité de charge réduite s'applique aux fixations conformes à une norme de produits, les symboles de marquage conformes au Tableau 5.0-38 doivent s'appliquer à toutes les dimensions spécifiées dans la norme de produits, même si certaines dimensions pourraient satisfaire à toutes les exigences de capacité de charge intégrale.

Symboles de marquage pour les fixations à capacité de charge réduite

Les symboles de marquage doivent être conformes au Tableau 5.0-38.

5.0-38 - **Symboles de marquage pour les fixations à capacité de charge réduite**

Classes de qualité	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	12.9
Symbole de marquage[a]	04.6	04.8	05.6	05.8	06.8	08.8	09.8	010.9	012.9	012.9

[a] Le point du symbole de marquage peut être omis.

Marquage des conditionnements

Tous les conditionnements pour tous les types de fixation et quelles que soient leurs dimensions doivent être marqués (par exemple au moyen d'un étiquetage). Le marquage doit comporter l'identification du fabricant et/ou du distributeur, et le symbole de marquage de la classe de qualité conformément au Tableau 5.0-29 ou au Tableau 5.0-38, ainsi que le numéro de lot de fabrication tel que défini dans l'ISO 16426.

Annexe A - (informative)

Tableau A1 - **Relation entre la résistance à la traction et l'allongement après rupture**

Résistance nominale à la traction $R_{m,nom}$, MPa			400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
Allongement minimal après rupture[a] $A_{f,min}$ ou A_{min}	$A_{f,min}$	A_{min}										
	0,37	**22**		**4.6**								
	0,33	**20**			**5.6**							
	0,24			**4.8**								
	0,22				**5.8**							
	0,20[b]	**12**[c]				**6.8**		**8.8**				
	-	**10**							**9.8**			
	0,13	**9**								**10.9**		
	-	**8**									**12.9/12.9**	

a Les valeurs de $A_{f,min}$ et A_{min} imprimées en gras sont normatives (voir tableau 3)
b S'applique uniquement à la classe de qualité 6.8
c S'applique uniquement à la classe de qualité 8.8

Annexe B - (informative)

Influence des températures élevées sur les caractéristiques mécaniques des fixations.

Les températures élevées peuvent être la cause de modifications des caractéristiques mécaniques et des caractéristiques fonctionnelles.

Jusqu'à des températures typiques de service de 150 °C, aucun changement préjudiciable des caractéristiques mécaniques n'est observé. À des températures supérieures à 150 °C et jusqu'à une température maximale de 300 °C, il convient de vérifier les caractéristiques fonctionnelles des fixations en procédant à une étude approfondie.

Avec l'augmentation de la température, il est possible d'observer :

- une réduction de la limite apparente d'élasticité ou de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ou de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d sur fixations finies, et
- une réduction de la résistance à la traction.

Une utilisation continue des fixations à des températures de service élevées peut générer une relaxation des contraintes et, plus la température augmente, plus la relaxation est importante. La relaxation des contraintes est associée à une perte de la force de serrage.

Les fixations obtenues par écrouissage (classes de qualité 4.8, 5.8, 6.8) sont plus sensibles à la relaxation des contraintes que les fixations trempées et revenues, ou que les fixations ayant subi un traitement de relaxation des contraintes.

Il convient de prendre des précautions lorsque des aciers contenant du plomb sont utilisés pour les fixations soumises à des températures élevées. Pour ces fixations, il convient de tenir compte du risque de fragilisation par métal fondu (LME) lorsque la température de service est dans la plage de températures du point de fusion du plomb.

Des informations relatives au choix et à l'utilisation des aciers destinés à être utilisés à des températures élevées figurent, par exemple, dans l'EN 10269 et l'ASTM F2281.

Annexe C - (informative)

Allongement après rupture sur produits entiers, Af

Le Tableau 5.0-3 spécifie les valeurs minimales d'allongement après rupture des vis, goujons et tiges filetées entiers (Af,min) uniquement pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8. Les valeurs pour les autres classes de qualité sont données dans le Tableau C.1 pour information. Ces valeurs sont encore à l'étude.

Tableau C1 - **Allongement après rupture sur produits entiers A_f**

Classe de qualité	4.6	5.6	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
$A_{f,min}$	0,37	0,33	0,20	-	0,13	-