

5.1 Ecrous de classe de qualité spécifiée

Filetage à pas gros et à pas fin (NF EN ISO 898-2 – Juin 2012)

Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 898 spécifie les caractéristiques mécaniques et physiques des écrous à filetages à pas gros et filetages à pas fin, en acier au carbone et en acier allié, lorsqu'ils sont soumis à essai dans une plage de températures ambiantes de 10 °C à 35 °C.

Les écrous satisfaisant aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 sont évalués dans cette plage de températures ambiantes. Il se peut qu'ils ne conservent pas les caractéristiques mécaniques et physiques spécifiées à des températures plus élevées et/ou plus basses.

Note 1 : Les écrous satisfaisant aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 ont été utilisés pour des applications entre -50 °C et +150 °C. Il est de la responsabilité des utilisateurs de consulter un expert en matériaux de fixation pour les températures situées hors de la plage allant de -50 °C à +150 °C et jusqu'à une température maximale de +300 °C afin de déterminer les choix appropriés pour une application donnée.

Note 2 : Des informations sur la sélection et l'application des aciers pour une utilisation à basses et hautes températures sont données par exemple dans l'EN 10269, l'ASTM F2281 et l'ASTM A320/A320M.

La présente partie de l'ISO 898 s'applique aux écrous :

- fabriqués en acier au carbone ou en acier allié;
- à filetage à pas gros $M5 \leq D \leq M39$, et à filetage à pas fin $M8 \times 1 \leq D \leq M39 \times 3$;
- à filetage métrique ISO triangulaire conforme à l'ISO 68-1;
- à combinaisons diamètre/pas conformes à l'ISO 261 et ISO 262;
- de classes de qualité spécifiées, comprenant la charge d'épreuve;
- de différents styles: écrous bas, écrous normaux et écrous hauts;
- de hauteur minimale $m \geq 0,45D$;
- de diamètre extérieur ou de dimensions des surplats minimum $s \geq 1,45D$ (voir aussi Annexe A);
- conçus pour être utilisés avec des vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité conformes à l'ISO 898-1.

Pour les écrous galvanisés à chaud, voir l'ISO 10684.

La présente partie de l'ISO 898 ne spécifie pas d'exigence pour les caractéristiques telles que :

- l'autofreinage (voir l'ISO 2320);
- la relation couple/tension (voir l'ISO 16047 pour la méthode d'essai);

- la soudabilité;
- la résistance à la corrosion.

Système de désignation

Désignation des styles d'écrou

La présente partie de l'ISO 898 spécifie des exigences relatives aux trois styles d'écrous, définis en fonction de leur hauteur :

- style 2 : écrou haut de hauteur minimale $m_{\min} \approx 0,9D$ ou $m_{\min} > 0,9D$; voir le Tableau A.1;
- style 1 : écrou normal de hauteur minimale $m_{\min} \geq 0,8D$; voir le Tableau A.1;
- style 0 : écrou bas de hauteur minimale $0,45D \leq m_{\min} < 0,8D$.

Désignation des classes de qualité

Généralités

Le marquage et l'étiquetage des classes de qualité des écrous doivent être effectués conformément au chapitre « Marquage », uniquement pour les écrous qui sont conformes à l'ensemble des exigences de la présente partie de l'ISO 898.

Écrous normaux (style 1) et écrous hauts (style 2)

Le symbole des classes de qualité pour les écrous normaux (style 1) et les écrous hauts (style 2) est composé d'un nombre. Il correspond au nombre situé à gauche de la classe de qualité maximale appropriée des vis, goujons et tiges filetées avec lesquels ils peuvent être associés.

Écrous bas (style 0)

Le symbole des classes de qualité pour les écrous bas (style 0) est composé de deux nombres, tels que spécifiés ci-après :

- le premier nombre est zéro et indique que la capacité de charge de l'écrou est réduite par rapport à celle d'un écrou normal ou haut et, par conséquent, qu'un arrachement du filetage de l'écrou peut se produire en cas de surcharge;
- le second nombre correspond à 1/100 de la contrainte nominale à la charge d'épreuve, mesurée à l'aide d'un mandrin d'essai traité, en mégapascals.

Plages de diamètres nominaux en fonction du style et de la classe de qualité de l'écrou

Les plages de diamètres nominaux en fonction des styles d'écrous et des classes de qualité sont listées dans le Tableau 5.1-1.

5.1-1 – Plages de diamètres nominaux en fonction du style et de la classe de qualité de l'écrou

Classe de qualité	Plage de diamètres nominaux, D		
	Écrou normal (style 1)	Écrou haut (style 2)	Écrou bas (style 0)
04	—	—	M5 ≤ D ≤ M39
			M8×1 ≤ D ≤ M39×3
05	—	—	M5 ≤ D ≤ M39
			M8×1 ≤ D ≤ M39×3
5	M5 ≤ D ≤ M39	—	—
	M8×1 ≤ D ≤ M39×3		
6	M5 ≤ D ≤ M39	—	—
	M8×1 ≤ D ≤ M39×3		
8	M5 ≤ D ≤ M39	M5 < D ≤ M39	—
	M8×1 ≤ D ≤ M39×3	M8×1 ≤ D ≤ M39×3	
9	—	M5 ≤ D ≤ M39	—
10	M5 ≤ D ≤ M39	M5 ≤ D ≤ M39	—
	M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5	M8×1 ≤ D ≤ M39×3	
12	M5 ≤ D ≤ M39	M5 ≤ D ≤ M39	—
	M5 ≤ D ≤ M16	M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5	

Conception des assemblages vis/écrou

L'Annexe A fournit des explications sur les principes de conception des écrous et sur la capacité de charge des assemblages vis/écrous.

Les écrous normaux (style 1) et les écrous hauts (style 2) doivent être associés avec des fixations à filetage extérieur conformément au tableau 5.1-2. Toutefois, un écrou de classe de qualité supérieure peut remplacer un écrou de classe de qualité inférieure.

Par rapport aux écrous de classe de tolérance 6H, une diminution de la résistance à l'arrachement du filetage de l'écrou apparaît lorsque la déviation fondamentale est supérieure à zéro (par exemple pour les écrous galvanisés à chaud : 6AZ, 6AX). Les écrous bas (style 0) ont une capacité de charge réduite par rapport aux écrous normaux ou aux écrous hauts et ils ne sont pas conçus pour éviter l'arrachement du filetage.

Il convient d'assembler les écrous bas servant de contre-écrous avec un écrou normal ou un écrou haut. Dans un assemblage avec un contre-écrou, il convient tout d'abord de serrer l'écrou bas contre les pièces à assembler, puis de serrer l'écrou normal ou haut contre l'écrou bas.

5.1-2 – Combinaison des écrous normaux (style 1) et des écrous hauts (style 2) en fonction des classes de qualité des vis

Classe de qualité de l'écrou	Classe de qualité maximale de la fixation associée (vis, goujon et tige filetée)
5	5.8
6	6.8
8	8.8
9	9.8
10	10.9
12	12.9/12.9

Matériau

Le Tableau 5.1-3 spécifie les matériaux et traitements thermiques correspondant aux différentes classes de qualité des écrous.

Les écrous à pas gros et de classes de qualité 05, 8 [écrous normaux (style 1) avec $D > M16$], 10 et 12 doivent être trempés et revenus.

Les écrous à pas fin et de classes de qualité 05, 6 (avec $D > M16$), 8 [écrous normaux (style 1)], 10 et 12 doivent être trempés et revenus.

La composition chimique doit être évaluée conformément aux Normes internationales adéquates.

Note : Il est prévu que les réglementations nationales relatives à la restriction ou à l'interdiction de certains éléments chimiques dans les pays ou régions concernés soient prises en compte.

Caractéristiques mécaniques

Les écrous dont la classe de qualité est spécifiée doivent avoir, à température ambiante, les caractéristiques de résistance à la charge d'épreuve (voir Tableaux 5.1-4 et 5.1-5) et de dureté (voir Tableaux 5.1-6 et 5.1-7) lorsqu'ils sont testés conformément dans le chapitre « Méthode d'essai », quels que soient les essais réalisés au cours de la fabrication ou du contrôle final.

Pour les écrous qui ne sont pas trempés et revenus, les exigences supplémentaires spécifiées dans le chapitre « Méthode d'essai » s'appliquent.

5.1-3 - Aciers

	Classe de qualité		Matériau et traitement thermique de l'écrou	Limites de composition chimique (analyse de coulée %) ^a				
				C max.	Mn min.	P max.	S max.	
Filetage à pas gros	04 ^b		Acier au carbone ^d	0,58	0,25	0,06	0,15	
	05 ^c		Acier au carbone, QT ^e	0,58	0,3	0,048	0,058	
	5 ^b		Acier au carbone ^d	0,58	—	0,06	0,15	
	6 ^b		Acier au carbone ^d	0,58	—	0,06	0,15	
	8	Écrou haut (style 2)	Acier au carbone ^d	0,58	0,25	0,06	0,15	
	8	Écrou normal (style 1), D ≤ M16	Acier au carbone ^d	0,58	0,25	0,06	0,15	
	8 ^c	Écrou normal (style 1), D > M16	Acier au carbone, QT ^e	0,58	0,3	0,048	0,058	
	9		Acier au carbone ^d	0,58	0,25	0,06	0,15	
	10 ^c		Acier au carbone, QT ^e	0,58	0,3	0,048	0,058	
	12 ^c		Acier au carbone, QT ^e	0,58	0,45	0,048	0,058	
	Filetage à pas fin	04 ^b		Acier au carbone ^d	0,58	0,25	0,06	0,15
		05 ^c		Acier au carbone, QT ^e	0,58	0,3	0,048	0,058
5 ^b			Acier au carbone ^d	0,58	—	0,06	0,15	
6 ^b		D ≤ M16	Acier au carbone ^d	0,58	—	0,06	0,15	
6 ^b		D > M16	Acier au carbone, QT ^e	0,58	0,3	0,048	0,058	
8		Écrou haut (style 2)	Acier au carbone ^d	0,58	0,25	0,06	0,15	
8 ^c		Écrou normal (style 1)	Acier au carbone, QT ^e	0,58	0,3	0,048	0,058	
10 ^c			Acier au carbone, QT ^e	0,58	0,3	0,048	0,058	
12 ^c		Acier au carbone, QT ^e	0,58	0,45	0,048	0,058		

QT = Écrous trempés et revenus (Quenched and Tempered).
«—» = Pas de limite spécifiée.

^a En cas de litige, l'analyse sur produit s'applique.

^b Les écrous de ces classes de qualité peuvent être fabriqués à partir d'acier de décolletage par accord entre le client et le fabricant dans ce cas, le soufre, le phosphore et le plomb sont autorisés avec les teneurs maximales suivantes : S : 0.34% P : 0.11% Pb : 0.35%

^c Des éléments d'alliage peuvent être ajoutés à condition que les caractéristiques mécaniques de la présente norme soient respectées.

^d Peut être trempé et revenu à l'initiative du fabricant.

^e Pour les matériaux de ces classes de qualité, la trempabilité doit être suffisante pour garantir une structure d'environ 90% de l'ar tensite à l'état « trempé » avant revenu, au niveau du taraudage de l'écrou tel que spécifié à la figure 5.1-11.

5.1-4 - Valeurs de charge d'épreuve des écrous à pas gros

Filetage D	Pas P	Charge d'épreuve ^a , N Classe de qualité							
		04	05	5	6	8	9	10	12
M5	0,8	5 400	7 100	8 250	9 500	12 140	13 000	14 800	16 300
M6	1	7 640	10 000	11 700	13 500	17 200	18 400	20 900	23 100
M7	1	11 000	14 500	16 800	19 400	24 700	26 400	30 100	33 200
M8	1,25	13 900	18 300	21 600	24 900	31 800	34 400	38 100	42 500
M10	1,5	22 000	29 000	34 200	39 400	50 500	54 500	60 300	67 300
M12	1,75	32 000	42 200	51 400	59 000	74 200	80 100	88 500	100 300
M14	2	43 700	57 500	70 200	80 500	101 200	109 300	120 800	136 900
M16	2	59 700	78 500	95 800	109 900	138 200	149 200	164 900	186 800
M18	2,5	73 000	96 000	121 000	138 200	176 600	176 600	203 500	230 400
M20	2,5	93 100	122 500	154 400	176 400	225 400	225 400	259 700	294 000
M22	2,5	115 100	151 500	190 900	218 200	278 800	278 800	321 200	363 600
M24	3	134 100	176 500	222 400	254 200	324 800	324 800	374 200	423 600
M27	3	174 400	229 500	289 200	330 500	422 300	422 300	486 500	550 800
M30	3,5	213 200	280 500	353 400	403 900	516 100	516 100	594 700	673 200
M33	3,5	263 700	347 000	437 200	499 700	638 500	638 500	735 600	832 800
M36	4	310 500	408 500	514 700	588 200	751 600	751 600	866 000	980 400
M39	4	370 900	488 000	614 900	702 700	897 900	897 900	1 035 000	1 171 000

^a Lors de l'utilisation d'écrous bas, il convient de tenir compte du fait que la charge d'arrachement peut être inférieure à la charge d'épreuve d'un écrou à capacité de charge intégrale (Voir Annexe A).

5.1-5 - Valeurs de charge d'épreuve des écrous à pas fin

Filetage D × P	Charge d'épreuve ^a , N Classe de qualité							
	04	05	5	6	8	10	12	
M8×1	14 900	19 600	27 000	30 200	37 400	43 100	47 000	
M10×1,25	23 300	30 600	44 200	47 100	58 400	67 300	73 400	
M10×1	24 500	32 200	44 500	49 700	61 600	71 000	77 400	
M12×1,5	33 500	44 000	60 800	68 700	84 100	97 800	105 700	
M12×1,25	35 000	46 000	63 500	71 800	88 000	102 200	110 500	
M14×1,5	47 500	62 500	86 300	97 500	119 400	138 800	150 000	
M16×1,5	63 500	83 500	115 200	130 300	159 500	185 400	200 400	
M18×2	77 500	102 000	146 900	177 500	210 100	220 300	—	

5.1-5 – Valeurs de charge d'épreuve des écrous à pas fin

Filetage D x P	Charge d'épreuve ^a , N Classe de qualité						
	04	05	5	6	8	10	12
M18x1,5	81 700	107 500	154 800	187 000	221 500	232 200	—
M20x2	98 000	129 000	185 800	224 500	265 700	278 600	—
M20x1,5	103 400	136 000	195 800	236 600	280 200	293 800	—
M22x2	120 800	159 000	229 000	276 700	327 500	343 400	—
M22x1,5	126 500	166 500	239 800	289 700	343 000	359 600	—
M24x2	145 900	192 000	276 500	334 100	395 500	414 700	—
M27x2	188 500	248 000	351 100	431 500	510 900	535 700	—
M30x2	236 000	310 500	447 100	540 300	639 600	670 700	—
M33x2	289 200	380 500	547 900	662 100	783 800	821 900	—
M36x3	328 700	432 500	622 800	804 400	942 800	934 200	—
M39x3	391 400	515 000	741 600	957 900	1 123 000	1 112 000	—

^a Lors de l'utilisation d'écrous bas, il convient de tenir compte du fait que la charge d'arrachement peut être inférieure à la charge d'épreuve d'un écrou à capacité de charge intégrale (Voir Annexe A).

5.1-6 – Dureté des écrous à pas gros

Filetage D	Classe de qualité															
	04		05		5		6		8		9		10		12	
	Dureté Vickers, HV															
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
M5 ≤ D ≤ M16	188	302	272	353	130	302	150	302	200	302	188	302	272	353	295c	353
M16 < D ≤ M39					146		170		233a	353b					272	
	Dureté Brinell, HB															
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
M5 ≤ D ≤ M16	179	287	259	336	124	287	143	287	190	287	179	287	259	336	280c	336
M16 < D ≤ M39					139		162		221a	336b					259	
	Dureté Rockwell, HRC															
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
M5 ≤ D ≤ M16	—	30	26	36	—	30	—	30	—	30	—	30	26	36	29c	36
M16 < D ≤ M39	—								—	36b					26	

L'intégrité de surface doit être conforme à l'ISO 6157-2.

L'essai de dureté Vickers est la méthode de référence

^a Valeur minimale pour les écrous hauts (style2) : 180 HV (171 HB)

^b Valeur maximale pour les écrous hauts (style2) : 302 HV (287 HB 30 HRC)

^c Valeur minimale pour les écrous hauts (style2) : 272 HV (259 HB 26 HRC)

5.1-7 – Dureté des écrous à pas fin

Filetage D × P	Classe de qualité														
	04		05		5		6		8		10		12		
	Dureté Vickers, HV														
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5					175		188				353 ^b	295 ^c		295	353
M16×1,5 < D ≤ M39×3	188	302	272	353		302		302			353	260		353	
	Dureté Brinell, HB														
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5					166		179		238 ^a	336 ^b	280 ^c			280	336
M16×1,5 < D ≤ M39×3	179	287	259	336		287		287		280	336	247		336	
	Dureté Rockwell, HRC														
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5					—		—		22,2 ^a	36 ^b	29 ^c			29	36
M16×1,5 < D ≤ M39×3	—	30	26	36		30		30		29,2	36	24		36	

L'intégrité de surface doit être conforme à l'ISO 6157-2.
L'essai de dureté Vickers est la méthode de référence

a Valeur minimale pour les écrous hauts (style2) : 195 HV (185 HB)
b Valeur maximale pour les écrous hauts (style2) : 302 HV (287 HB 30 HRC)
c Valeur minimale pour les écrous hauts (style2) : 250 HV (238 HB 22.2 HRC)

Contrôle

Contrôle par le fabricant

La présente partie de l'ISO 898 n'impose pas au fabricant les essais à réaliser sur chaque lot de fabrication. Il relève de la responsabilité du fabricant d'appliquer les méthodes appropriées de son choix, tel que le contrôle en cours de fabrication ou une inspection finale, afin de s'assurer que le lot fabriqué est de fait conforme à toutes les exigences spécifiées. Pour plus d'informations, voir l'ISO 16426.

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

Contrôle par le fournisseur

Le fournisseur contrôle les écrous qu'il livre en utilisant les méthodes de son choix (évaluation périodique du fabricant, contrôle des résultats d'essai du fabricant, essais sur les écrous, etc.), à condition que les caractéristiques mécaniques et physiques spécifiées dans les Tableaux 5.1-4, 5.1-5, 5.1-6, 5.1-7 et 5.1-10 soient conformes. En cas de litige, les méthodes d'essai conformes dans le chapitre « Méthode d'essai » doivent s'appliquer.

Contrôle par le client

Le client peut contrôler les écrous livrés à l'aide des méthodes d'essai spécifiées dans le chapitre « Méthode d'essai ». En cas de litige, les méthodes d'essai spécifiées dans le chapitre « Méthode d'essai » doivent s'appliquer, sauf indication contraire.

Méthodes d'essai

Essai de charge d'épreuve

Généralités

- L'essai de charge d'épreuve consiste en deux opérations principales, soit :
- application de la charge d'épreuve spécifiée au moyen d'un mandrin d'essai (voir Figures 5.1-8 et 5.1-9);
 - contrôle de l'endommagement éventuel du filetage de l'écrou provoqué par la charge d'épreuve.

Note : Pour l'essai de charge d'épreuve des écrous autofreinés, voir l'ISO 2320 qui définit des procédures d'essai complémentaires.

Limites d'application

Cet essai s'applique aux écrous de diamètres nominaux $M5 \leq D \leq M39$ et pour toutes les classes de qualité.

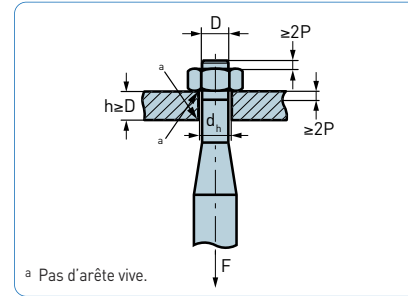
Appareillage

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

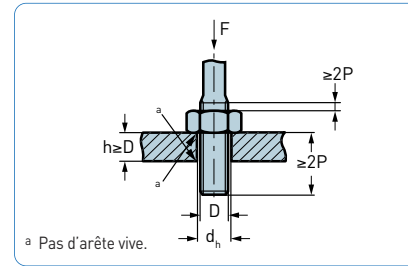
Dispositif d'essai

Le dispositif-support et le mandrin d'essai doivent être conformes aux spécifications suivantes :

1. dureté du dispositif-support : 45 HRC minimum;
2. épaisseur, h , du dispositif-support : $1D$ minimum;
3. diamètre du trou de passage, d_h , du dispositif-support: conforme au Tableau 8;
4. mandrin trempé et revenu: dureté 45 HRC à 50 HRC;
5. classe de tolérance du filetage extérieur du mandrin d'essai: le filetage du mandrin utilisé doit être dans la classe de tolérance 5h6g, et de plus le diamètre extérieur du filetage du mandrin doit être dans le dernier quart de la tolérance du 6g au minimum de matière. Les dimensions du filetage du mandrin d'essai sont données dans les Tableaux B.1 et B.2.



5.1-8
Essai de traction axiale



5.1-9
Essai de compression axiale

5.1-10 - Diamètre du trou de passage du dispositif-support - Dimensions en millimètres

Diamètre nominal D	Diamètre du trou de passage d_h^a		Diamètre nominal D	Diamètre du trou de passage d_h^a		Diamètre nominal D	Diamètre du trou de passage d_h^a	
	min.	max.		min.	max.		min.	max.
M5	5,03	5,115	M14	14,05	14,16	M27	27,065	27,195
M6	6,03	6,115	M16	16,05	16,16	M30	30,065	30,195
M7	7,04	7,13	M18	18,05	18,16	M33	33,08	33,24
M8	8,04	8,13	M20	20,065	20,195	M36	36,08	36,24
M10	10,04	10,13	M22	22,065	22,195	M39	39,08	39,24
M12	12,05	12,16	M24	24,065	24,195	—	—	—

^a $d_h = D$ avec une tolérance D11 (Voir ISO 286-2).

Mode opératoire

L'écrou doit être soumis à essai en l'état de livraison.

L'écrou doit être monté sur le mandrin d'essai conformément à la Figure 5.1-8 ou à la Figure 5.1-9.

L'essai de traction axiale ou l'essai de compression axiale doit être réalisé conformément à l'ISO 6892-1. 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 spécifiée dans le Tableau 5.1-4 pour les écrous à pas gros et dans le Tableau 5.1-5 pour les écrous à pas fin doit être appliquée et doit être maintenue pendant 15 s, avant d'être relâchée.

Le dépassement de la valeur de la charge d'épreuve est à minimiser.

L'écrou doit être retiré à la main du mandrin d'essai. Il peut être nécessaire d'utiliser une clé manuelle pour amorcer la rotation de l'écrou, mais l'utilisation d'une telle clé n'est admise que sur un demi-tour.

Les filets du mandrin d'essai doivent être contrôlés après chaque écrou essayé. Si les filets du mandrin d'essai ont été endommagés pendant l'essai, le résultat de l'essai ne doit pas être validé et un nouvel essai doit être réalisé avec un mandrin conforme.

Résultats d'essai

Si une fracture de l'écrou ou un arrachement du filetage se produit, cela doit être noté.

Le fait que l'écrou ait été retiré uniquement à la main ou avec l'aide d'une clé sur un demi-tour maximum doit être noté.

Exigence

L'écrou doit résister à la charge d'épreuve spécifiée dans le Tableau 5.1-4 ou 5.1-5 sans arrachement des filets de l'écrou ou rupture de l'écrou.

L'écrou doit pouvoir être dévissé à la main après relâchement de la charge d'épreuve (et, si nécessaire, après un demi-tour maximum avec une clé).

En cas de litige, l'essai de traction axiale effectué conformément à la Figure 5.1-8 doit être la méthode de référence.

Essai de dureté**Limites d'application**

Cet essai s'applique aux écrous de toutes dimensions et de toutes classes de qualité.

Modes opératoires d'essai**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.

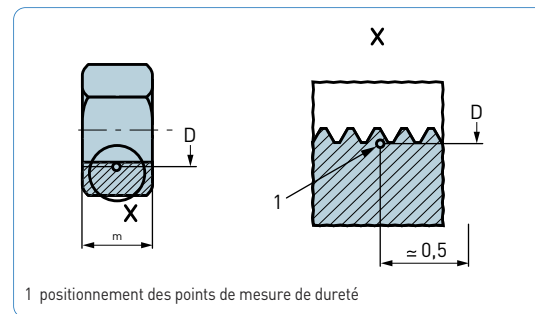
Détermination de la dureté sur une surface

Pour les contrôles de routine, l'essai de dureté doit être réalisé sur une surface d'appui de l'écrou, après enlèvement de tout revêtement et après une préparation adéquate de l'écrou.

La valeur de dureté doit être la moyenne de trois points de mesure espacés d'environ 120° .

Détermination de la dureté sur une section longitudinale

L'essai de dureté doit être effectué sur une section longitudinale passant par l'axe de l'écrou. Les points de mesure doivent être situés à une hauteur d'environ 0,5m et aussi près que possible du diamètre extérieur du filetage de l'écrou (voir Figure 5.1-11).



5.1-11 – Positionnement des points de mesure de dureté à approximativement mi-hauteur d'écrou

Exigences**Écrous trempés et revenus**

La dureté en surface doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.1-6 pour les écrous à pas gros et dans le Tableau 5.1-7 pour les écrous à pas fin.

En cas de litige :

1. pour la dureté en surface, l'essai de dureté Vickers avec une charge de 98 N (HV 10) doit être la méthode de référence, et la dureté doit être conforme aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.1-6 ou 5.1-7;
2. pour la dureté à cœur, l'essai de dureté Vickers doit être la méthode de référence, et la dureté doit être conforme aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.1-6 ou 5.1-7.

Écrous non trempés et revenus

Les écrous qui ne sont pas trempés et revenus ne doivent pas avoir une dureté supérieure à l'exigence de dureté maximale spécifiée dans le Tableau 5.1-6 ou 5.1-7. En cas de litige, l'essai de dureté Vickers doit être la méthode de référence.

Si l'exigence de dureté minimale n'est pas satisfaite lorsque l'essai est effectué, cela ne doit pas être un motif de rejet à condition que les exigences de charge d'épreuve soient satisfaites.

Contrôle de l'intégrité de surface

Le contrôle des défauts de surface doit être effectué de la façon spécifiée dans l'ISO 6157-2.

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.

Marquage

Généralités

Les écrous ne doivent être désignés conformément au système de désignation

spécifié au chapitre « Désignation des classes de qualité » et ne doivent être marqués conformément à ce chapitre que si toutes les exigences pertinentes de la présente partie de l'ISO 898 sont satisfaites.

Il convient que la variante de marquage spécifiée dans le Tableau 5.1-12 soit laissée à l'appréciation du fabricant.

Marque d'identification du fabricant

La marque d'identification du fabricant doit être apposée pendant le processus de fabrication sur tous les écrous marqués du symbole de la classe de qualité. Le marquage d'identification du fabricant est également recommandé sur les écrous qui ne sont pas marqués d'un symbole indiquant la classe de qualité.

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 898, un distributeur qui distribue des écrous marqués avec sa propre marque d'identification doit être considéré comme le fabricant.

Marquage et identification des fixations à capacité de charge intégrale

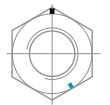
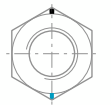
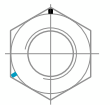
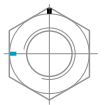

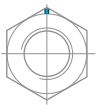
Généralités

Le symbole de marquage doit être réalisé comme spécifié dans ce chapitre pendant le processus de fabrication sur tous les écrous fabriqués conformément aux exigences de la présente partie de l'ISO 898.

Écrous normaux (style 1) et écrous hauts (style 2)

Les symboles de marquage des classes de qualité des écrous normaux (style 1) et des écrous hauts (style 2) sont spécifiés dans le Tableau 5.1-12, deuxième ligne. Pour des écrous de petite dimension ou dont la forme ne permet pas ce marquage, les symboles de marquage alternatif par marquage horaire conformément au Tableau 5.1-12, troisième ligne, doivent être utilisés.

5.1-12 – Symboles de marquage des classes de qualité des écrous normaux (style 1) et des écrous hauts (style 2)

Symbole de désignation de la classe de qualité	5	6	8	9	10	12
Symbole de marquage	5	6	8	9	10	12
Symbole de marquage alternatif par marquage horaire ^a						

^a La position midi (repère de référence) doit être indiquée soit par la marque d'identification du fabricant, soit par un point.

Écrous bas (style 0)

Les symboles de marquage des classes de qualité des écrous bas (style 0) sont spécifiés dans le Tableau 5.1-13.

5.1-13 – Symboles de marquage des classes de qualité des écrous bas (style 0)

Classe de qualité	4	5
Symbole de marquage	4	5

Le marquage horaire alternatif spécifié dans le Tableau 5.1-12 ne doit pas être utilisé pour les écrous bas.

Identification

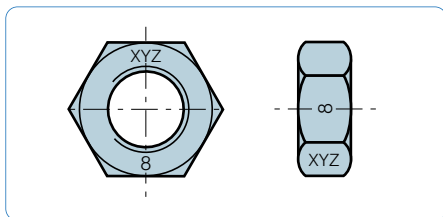
Écrous hexagonaux

Les écrous hexagonaux (y compris les écrous à embase, les écrous autofreinés, etc.) doivent comporter la marque d'identification du fabricant et le symbole de marquage de la classe de qualité spécifié dans le Tableau 5.1-12. Des exemples sont donnés aux Figures 5.1-14 et 5.1-15.

Le marquage est obligatoire pour les écrous de toutes les classes de qualité.

Le marquage doit être effectué en creux sur un côté ou une face d'appui, ou en relief sur le chanfrein. Les marques en relief ne doivent pas dépasser de la face d'appui de l'écrou.

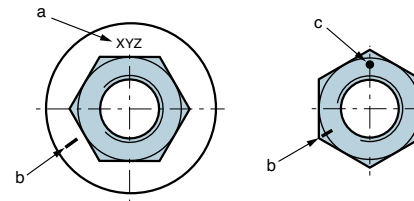
Pour les écrous à embase, le marquage doit être réalisé sur l'embase lorsque le procédé de fabrication ne permet pas d'apposer le marquage sur le dessus de l'écrou.



5.1-14 Exemples de marquage avec le symbole de marquage

5.1-15 – Exemples de marquage horaire (alternative de marquage)

- a Marque d'identification du fabricant.
- b Classe de qualité.
- c Le point peut être remplacé par la marque d'identification du fabricant.



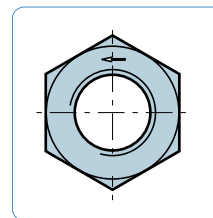
Autres types d'écrous

Si le client l'exige, des systèmes de marquage tels que ceux spécifiés au chapitre « Identification / Ecrus hexagonaux » doivent être utilisés pour d'autres types d'écrous.

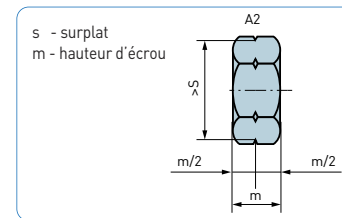
Marquage du filetage à gauche

Les écrous avec filetage à gauche doivent être marqués comme spécifié à la Figure 5.1-6 sur une face d'appui de l'écrou, en creux.

La variante de marquage pour filetage à gauche telle que spécifiée à la figure 5.1-17 peut également être utilisée pour les écrous hexagonaux.



5.1-16 Marquage du filetage à gauche



5.1-17 - Variante de marquage pour filetage à gauche

Marquage des emballages

Tous les emballages de tous les types d'écrous, quelles que soient leurs dimensions, doivent être marqués (par exemple, par étiquetage). Le marquage doit inclure la marque d'identification du fabricant et/ou du distributeur et le symbole de la classe de qualité conformément au Tableau 5.1-12 et 5.1-13 ainsi que le numéro de lot de fabrication tel que défini dans l'ISO 16426.

Annexe a - (informative)

A.1 - Principes de base de conception des écrous

Un assemblage vissé est principalement constitué de deux pièces qui sont assemblées en utilisant d'une part une pièce à filetage extérieur (vis ou goujon) et d'autre part une pièce taraudée ou un écrou.

Un assemblage vissé optimisé constitué d'une vis, d'un goujon ou d'une tige filetée de classe de qualité spécifiée conformément à l'ISO 898-1 et assemblé avec un écrou normal ou haut de classe de qualité associée conformément à la présente partie de l'ISO 898 est apte à supporter une précharge maximale en utilisant les pleines capacités de résistance de la vis. En cas de surserrage, la rupture se produit dans la partie filetée libre de la vis (solicitée en traction), ce qui met en évidence un problème de serrage.

Le mode de défaillance d'un assemblage vis/écrou sous tension correspond à la valeur la plus faible des trois charges suivantes :

- charge d'arrachement du filetage de l'écrou;
- charge d'arrachement du filetage de la vis, du goujon ou de la tige filetée;
- charge de rupture de la vis, goujon ou tige filetée (la rupture de la vis est le mode de défaillance prévu des assemblages vis/écrou en cas de surcharge).

Ces trois charges dépendent principalement :

- pour l'écrou, de la dureté, de la hauteur, de la hauteur effective de filet complet, du diamètre, du pas et de la classe de tolérance de filetage;
- pour la vis, de la dureté, du diamètre, du pas et de la classe de tolérance de filetage.

De plus, ces trois charges sont interdépendantes. Par exemple, une augmentation de la dureté de la vis peut induire une augmentation de la charge d'arrachement du filetage de l'écrou. La dureté détermine aussi la tenue fonctionnelle de l'écrou, et c'est pourquoi une dureté maximale est spécifiée pour chaque classe de qualité.

La base analytique pour le calcul des différentes charges d'arrachement a été établie dans une publication d'Alexander^[14]. Des essais expérimentaux approfondis ont démontré la théorie d'Alexander par des résultats pratiques. Des études récentes, incluant des calculs aux éléments finis, ont également permis de confirmer cette théorie^[15].

Les trois styles d'écrou se distinguent par leur hauteur. Cela donne au fabricant, pour certaines classes de qualité, la possibilité de choisir soit un procédé de fabrication avec trempe et revenu et utilisant moins de matériau pour obtenir les caractéristiques requises, soit un procédé utilisant plus de matériau mais sans traitement thermique supplémentaire.

Tableau Table A.1 - Hauteurs minimales des écrous hexagonaux

Filetage D	Surplat s mm	Hauteur minimale de l'écrou hexagonal			
		Écrou normal (style 1)		Écrou haut (style 2)	
		m_{\min} mm	m_{\min}/D	m_{\min} mm	m_{\min}/D
M5	8	4,40	0,88	4,80	0,96
M6	10	4,90	0,82	5,40	0,90
M7	11	6,14	0,88	6,84	0,98
M8	13	6,44	0,81	7,14	0,90
M10	16	8,04	0,80	8,94	0,89
M12	18	10,37	0,86	11,57	0,96
M14	21	12,10	0,86	13,40	0,96

Pour des informations techniques détaillées sur les principes de conception des écrous, voir l'ISO/TR 16224.

Tableau Table A.1 – Hauteurs minimales des écrous hexagonaux

Filetage D	Surplat s mm	Hauteur minimale de l'écrou hexagonal			
		Écrou normal (style 1)		Écrou haut (style 2)	
		m_{\min} mm	m_{\min}/D	m_{\min} mm	m_{\min}/D
M16	24	14,10	0,88	15,70	0,98
M18	27	15,10	0,84	16,90	0,94
M20	30	16,90	0,85	19,00	0,95
M22	34	18,10	0,82	20,50	0,93
M24	36	20,20	0,84	22,60	0,94
M27	41	22,50	0,83	25,40	0,94
M30	46	24,30	0,81	27,30	0,91
M33	50	27,40	0,83	30,90	0,94
M36	55	29,40	0,82	33,10	0,92
M39	60	31,80	0,82	35,90	0,92

Tableau Table A.2 – Dureté Vickers minimale proposée pour les écrous normaux (style 1) avec $D < M5$

Filetage D	Dureté Vickers minimale des écrous HV				
	Classe de qualité				
	5	6	8	10	12
M3	151	178	233	284	347
M3,5	157	184	240	294	357
M4	147	174	228	277	337

A.2 - Écrous de diamètres $D < M5$ et $D > M39$

Les caractéristiques mécaniques des assemblages vis/écrou ont été optimisées pour les fixations de M5 à M39 inclus, sur la base des dimensions des écrous hexagonaux spécifiées dans l'ISO 4032 (écrous normaux, style 1) et de l'ISO 4033 (écrous hauts, style 2). En règle générale, les assemblages vis/écrou de petit diamètre nécessitent une dureté d'écrou et/ou un rapport de hauteur d'écrou, m/D , moins élevés, du fait du rapport P/D plus élevé.

Les écrous de diamètre $D < 5$ mm spécifiés dans l'ISO 4032 ont une hauteur minimale d'écrou, m_{\min} , inférieure à $0,8D$, ce qui est trop faible pour respecter ce principe de conception. Cela signifie que ce type d'écrou doit avoir une valeur de dureté plus élevée pour éviter le mode de défaillance par arrachement des filets de l'écrou (voir Tableau A.2).

Les écrous de diamètre $D > M39$ spécifiés dans l'ISO 4032 ont une hauteur minimale d'écrou, m_{\min} , inférieure à $0,8D$, ce qui est trop faible pour respecter ce principe de conception. Par conséquent, les caractéristiques mécaniques de ces écrous ne sont pas définies dans la présente partie de l'ISO 898 et les classes de qualité ne sont pas spécifiées dans l'ISO 4032 (les caractéristiques mécaniques sont à définir par accord entre le client et le fournisseur).

Annexe b - (informative)

Dimension du mandrin d'essai

Table B.1 – Dimensions du filetage du mandrin d'essai pour la charge d'épreuve
Filetage à pas gros

Ecrou Filetage D	Mandrin (filetage à pas gros)			
	Diamètre extérieur de filetage du mandrin <small>(quart inférieur de la classe de tolérance 6 g)</small>		Diamètre à flanc de filet du mandrin <small>(classe tolérance 5h)</small>	
	max.	min.	max.	min.
M3	2,901	2,874	2,675	2,615
M3.5	3,385	3,354	3,110	3,043
M4	3,873	3,838	3,545	3,474
M5	4,864	4,826	4,480	4,405
M6	5,839	5,794	5,350	5,260
M7	6,839	6,794	6,350	6,260
M8	7,813	7,760	7,188	7,093
M10	9,791	9,732	9,026	8,920
M12	11,767	11,701	10,863	10,745
M14	13,752	13,682	12,701	12,576
M16	15,752	15,682	14,701	14,576
M18	17,707	17,623	16,376	16,244
M20	19,707	19,623	18,376	18,244
M22	21,707	21,623	20,376	20,244
M24	23,671	23,577	22,051	21,891
M27	26,671	26,577	25,051	24,891
M30	29,628	29,522	27,727	27,557
M33	32,628	32,522	30,727	30,557
M36	35,584	35,465	33,402	33,222
M39	38,584	38,465	36,402	36,222

Table B.2 – Dimensions du filetage du mandrin d'essai pour la charge d'épreuve
Filetage à pas fin

Ecrou Filetage D x P	Mandrin (filetage à pas fin)			
	Diamètre extérieur de filetage du mandrin <small>(quart inférieur de la classe de tolérance 6 g)</small>		Diamètre à flanc de filet du mandrin <small>(classe tolérance 5h)</small>	
	max.	min.	max.	min.
M8x1	7,839	7,794	7,350	7,260
M10x1,25	9,813	9,760	9,188	9,093
M10x1	9,839	9,794	9,350	9,260
M12x1,5	11,791	11,732	11,026	10,914
M12x1,25	11,813	11,760	11,188	11,082
M14x1,5	13,791	13,732	13,026	12,911
M16x1,5	15,791	15,732	15,026	14,914
M18x2	17,752	17,682	16,701	16,569
M18x1,5	17,791	17,732	17,026	16,914
M20x2	19,752	19,682	18,701	18,569
M20x1,5	19,791	19,732	19,026	18,914
M22x2	21,752	21,682	20,701	20,569
M22x1,5	21,791	21,732	21,026	20,914
M24x2	23,752	23,682	22,701	22,569
M27x2	26,752	26,682	25,701	25,569
M30x2	29,752	29,682	28,701	28,569
M33x2	32,752	32,682	31,701	31,569
M36x3	35,671	35,577	34,051	33,891
M39x3	38,671	38,577	37,051	36,891