

DOCUMENTATION TECHNIQUE SOMMAIRE

| |
|------------------------------------------------------------------------|
| Caractéristiques mécaniques des boulons, vis et goujons |
| Caractéristiques mécaniques des écrous |
| Couples de serrage |
| Performances des modes d'entraînement |
| Tableau de choix des numéros d'embouts et clé |
| Tolérances et ajustements sur pièces lisses |
| Tolérances des filetages métriques à filet triangulaire 60° profil ISO |
| Tableau dimensionnel des rondelles plates |
| Avant-trou de perçage pour vis à tôle |
| Résistance à la corrosion |
| Visserie inoxydable |
| Frein filet et étanchéité par pré-enduction |
| Normalisation européenne |
| Réglementation |
| Table de conversion Pouces - millimètres |

1. Caractéristiques mécaniques des boulons, vis et goujons NF EN 20898-1

■ OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Ce chapitre précise les caractéristiques mécaniques des boulons, vis et goujons essayés à température ambiante. Elles varient selon que la température augmente ou diminue.

Cette norme s'applique aux boulons, vis et goujons :

- de diamètre nominal de filetage $d < 39$ mm (pas gros et pas fin),
- à filetage ISO triangulaire conforme à la norme NF EN ISO 68,
- de combinaisons diamètre/pas conformes aux normes NF EN ISO 261 et NF EN ISO 262,
- de tolérance de filetage conforme aux normes NF EN ISO 965-1 et NF EN ISO 965-2,
- de forme quelconque,
- fabriqués en acier au carbone ou en acier allié.

Elle ne s'applique pas aux vis sans tête et éléments de fixation filetés analogues (NF EN ISO 898-5).

Elle ne donne aucune prescription concernant des caractéristiques telles que :

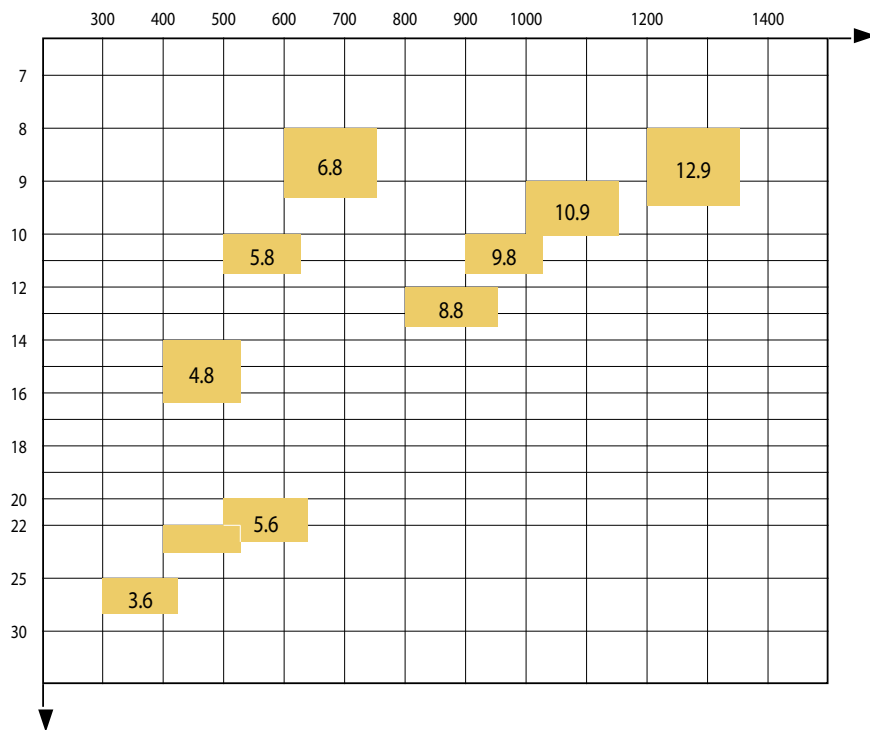
- soudabilité,
- résistance à la corrosion,
- résistance aux températures supérieures à $+300^{\circ}\text{C}$ ou inférieures à -50°C .

■ SYSTEME DE DESIGNATION

Le système de désignation des classes de qualité pour boulons, vis et goujons est présenté dans le tableau n°1. L'axe des abscisses indique les valeurs nominales de la résistance à la traction R_m , exprimée en newtons par millimètre carré et l'axe des ordonnées indique celles de l'allongement pour cent minimal après rupture A min.

Tableau n°1

Valeur nominale de la résistance à la traction R_m (N/mm²)



Allongement pour cent minimal après rupture A min.

NOTE

Bien qu'un grand nombre de classes de qualité soient spécifiées dans la présente norme, cela ne signifie pas que toutes les classes conviennent à tous les cas.

Des informations complémentaires sur l'application des classes de qualité sont données dans les normes de produit concernées.

Pour les produits non normalisés, il est conseillé de suivre aussi étroitement que possible le choix déjà fait pour les produits normalisés analogues.

Le symbole de classe de qualité se compose de deux chiffres ou de deux nombres :

- le premier représente le 1/100 de la valeur nominale de la résistance à la traction, en newtons par millimètre carré (voir valeur de R_m indiquée dans le tableau n°4 des caractéristiques mécaniques),
- le second représente 10 fois le rapport entre la valeur nominale de la limite inférieure d'écoulement R_{eL} ou de la limite conventionnelle d'élasticité $R_{p0,2}$ et la valeur nominale de la résistance à la traction R_m (rapport de limite apparente d'élasticité).

La multiplication de ces deux chiffres donne le 1/10 de la valeur nominale de la limite inférieure d'écoulement R_{eL} ou de la limite conventionnelle d'élasticité $R_{p0,2}$ et la valeur minimale de la résistance à la traction R_m sont égales ou supérieures aux valeurs nominales (voir valeurs de R_{eL} et $R_{p0,2}$ dans le tableau n°4 des caractéristiques mécaniques).

Exemple

Une vis de classe de qualité 10.9

- a une résistance minimale à la traction de 1000 N/mm²
- a une limite conventionnelle d'élasticité de 900 N/mm²

$$\begin{array}{l} 1000 \\ 100 \Rightarrow 10. \\ 900 \\ 100 \Rightarrow 9 \end{array}$$

Tableau n°2.
Relation entre la limite apparente d'élasticité et la résistance à la traction

| Deuxième chiffre du symbole | .6 | .8 | .9 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| Valeur nominale de la limite inférieure d'écoulement R_{eL} ou de la limite conventionnelle d'élasticité $R_{p0,2}$ _____ x 100% | 60 | 80 | 90 |
| Valeur nominale de la résistance à la traction R_m | | | |

■ MATIÈRES

Le tableau n°3 spécifie les aciers pour les différentes classes de qualité des boulons, vis et goujons.

Les températures minimales de revenu présentées dans le tableau n°3 sont, dans tous les cas, obligatoires pour les classes de qualité 8.8 à 12.9.

Les limites de composition chimique sont obligatoires uniquement pour les éléments de fixation qui ne sont pas soumis à l'essai de résistance à la traction.

Tableau n°3. Types d'aciers en fonction des classes de qualité

| Classe de qualité | Matière et traitement | Limites de composition chimique % (analyse sur produit) | | | | Température de revenu °C min. |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|----------------------------------|
| | | C min. | C max. | P max. | S max. | |
| 3.6 ⁽¹⁾ | Acier au carbone | - | 0,20 | 0,05 | 0,06 | - |
| 4.6 ⁽¹⁾ | | - | 0,55 | 0,05 | 0,06 | - |
| 4.8 ⁽¹⁾ | | - | 0,55 | 0,05 | 0,06 | - |
| 5.6 | | 0,15 | 0,55 | 0,05 | 0,06 | - |
| 5.8 ⁽¹⁾ | | - | 0,55 | 0,05 | 0,06 | - |
| 6.8 ⁽¹⁾ | | - | 0,55 | 0,05 | 0,06 | - |
| 8.8 ⁽²⁾ | Acier au carbone avec éléments d'alliage (par exemple bore ou Mn ou Cr), trempé et revenu ou acier au carbone trempé et revenu | 0,15 ⁽³⁾ | 0,40 | 0,035 | 0,035 | 425 |
| | 0,25 | 0,55 | 0,035 | 0,035 | | |
| 9.8 | Acier au carbone avec éléments d'alliage (par exemple bore ou Mn ou Cr), trempé et revenu ou acier au carbone trempé et revenu | 0,15 ⁽³⁾ | 0,35 | 0,035 | 0,035 | 425 |
| | 0,25 | 0,55 | 0,035 | 0,035 | | |
| 10.9 ⁽⁴⁾ | Acier au carbone avec éléments d'alliage (par exemple bore ou Mn ou Cr), trempé et revenu | 0,15 ⁽³⁾ | 0,35 | 0,035 | 0,035 | 340 |
| 10.9 ⁽⁵⁾ | Acier au carbone trempé et revenu ou acier au carbone avec éléments d'alliage (par exemple bore ou Mn ou Cr), trempé et revenu ou acier allié trempé et revenu ⁽⁷⁾ | 0,25 | 0,55 | 0,035 | 0,035 | 425 |
| | 0,20 ⁽³⁾ | 0,55 | 0,035 | 0,035 | | |
| | 0,20 | 0,55 | 0,035 | 0,035 | | |
| 12.9 ⁽⁵⁻⁶⁾ | Acier allié trempé et revenu ⁽⁷⁾ | 0,20 | 0,50 | 0,035 | 0,035 | 380 |

1. Acier de décolletage autorisé pour ces classes avec les teneurs maximales suivantes en soufre, phosphore et plomb : soufre 0,34% ; phosphore 0,11% ; plomb 0,35%.

2. Pour les diamètres nominaux supérieurs à 20 mm, il peut être nécessaire d'utiliser les aciers spécifiés pour la classe 10.9, afin d'obtenir une trempabilité suffisante.

3. L'acier ordinaire au carbone allié au bore, dont la teneur en carbone est inférieure à 0,25% (analyse de coulée), doit avoir une teneur minimale en manganèse de 0,6% pour la classe de qualité 8.8 et de 0,7% pour les classes de qualité 9.8 et 10.9.

4. Ces produits doivent être identifiés complémentirement en soulignant le symbole de la classe de qualité (voir tableau n°7).

5. Pour les matières de ces classes, il est entendu qu'elles doivent être d'une trempabilité suffisante pour 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.

6. Une couche enrichie de phosphore blanc et détectable de manière métallographique n'est pas permise pour la classe de qualité 12.9 sur des surfaces soumises à un effort de traction.

7. L'acier allié doit contenir un ou plusieurs des éléments d'alliage suivants : chrome, nickel, molybdène ou vanadium.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les boulons, vis et goujons doivent avoir, à température ambiante, les caractéristiques mécaniques indiquées dans le tableau n°4.

Tableau n°4. Caractéristiques mécaniques des boulons, vis et goujons

| Caractéristiques | Classe de qualité | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|--------------------|-----------|--------------------|-------------------|-------------------|-------|
| | 3.6 | 4.6 | 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 8.8 ⁽¹⁾ | | 9.8 ⁽³⁾ | 10.9 | 12.9 | |
| | | | | | | | d ≤ 16 mm | d > 16 mm | | | | |
| Résistance à la traction $R_m^{(4)(5)}$, N/mm ² | nom. | 300 | 400 | | 500 | | 600 | 800 | 800 | 900 | 1 000 | 1 200 |
| | min. | 330 | 400 | 420 | 500 | 520 | 600 | 800 | 830 | 900 | 1 040 | 1 220 |
| Dureté Vickers HV, F > 98 N | min. | 95 | 120 | 130 | 155 | 160 | 190 | 250 | 255 | 290 | 320 | 385 |
| | max. | 250 | | | | | | 320 | 335 | 360 | 380 | 435 |
| Dureté Brinell HB, F = 30 D ² | min. | 90 | 114 | 124 | 147 | 152 | 181 | 238 | 242 | 276 | 304 | 366 |
| | max. | 238 | | | | | | 304 | 318 | 342 | 361 | 414 |
| Dureté Rockwell HR | min. | HRB | 52 | 67 | 71 | 79 | 82 | 89 | - | - | - | - |
| | | HRC | - | - | - | - | - | - | 22 | 23 | 28 | 32 |
| | max. | HRB | 99,5 | | | | | | - | - | - | - |
| | | HRC | - | | | | | | 32 | 34 | 37 | 39 |
| Dureté superficielle HV 0,3 | max. | - | | | | | | (6) | | | | |
| Limite inférieure d'écoulement ⁽⁷⁾ R_{eL} , N/mm ² | nom. | 180 | 240 | 320 | 300 | 400 | 480 | - | - | - | - | |
| | min. | 190 | 240 | 340 | 300 | 420 | 480 | - | - | - | - | |
| Limite conventionnelle d'élasticité $R_{p0,2}$, N/mm ² | nom. | - | | | | | | 640 | 640 | 720 | 900 | 1 080 |
| | min. | - | | | | | | 640 | 660 | 720 | 940 | 1 100 |
| Contrainte à la charge d'épreuve S_p , N/mm ² | $S_p R_{eL}$ ou $S_p R_{p0,2}$ | 0,94 | 0,94 | 0,91 | 0,93 | 0,90 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,90 | 0,88 | 0,88 |
| | | 180 | 225 | 310 | 280 | 380 | 440 | 580 | 600 | 650 | 830 | 970 |
| Allongement pour cent après rupture A | min. | 25 | 22 | 14 | 20 | 10 | 8 | 12 | 12 | 10 | 9 | 8 |
| Résistance à la traction avec la cale biaisée ⁽⁵⁾ | Les valeurs pour vis et boulons entiers (pas les goujons) ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales de résistance à la traction indiquées (page 521). | | | | | | | | | | | |
| Résilience J | min. | - | | | 25 | - | | 30 | 30 | 25 | 20 | 15 |
| Solidité de la tête | Aucune rupture | | | | | | | | | | | |
| Hauteur minimale de la zone du filetage non décarburée E | - | | | | | | $\frac{1}{2} H_1$ | | | $\frac{2}{3} H_1$ | $\frac{3}{4} H_1$ | |
| Profondeur maximale de décarburation totale G, mm | - | | | | | | 0,015 | | | | | |

1. Les boulons de la classe 8.8 de diamètre nominal de filetage d < 16 mm présente un risque accru d'arrachement du filetage de l'écrou en cas, par mégarde, de serrage excessif supérieur à la charge d'épreuve. A ce sujet il est recommandé de se référer à la norme NF EN 20898-2.

2. Pour les boulons de constructions métalliques la limite inférieure est 12 mm.

3. S'applique uniquement aux diamètres nominaux de filetage d < 16 mm.

4. Les caractéristiques minimales de résistance à la traction s'appliquent aux produits de longueur nominale l > 2,5d. La dureté minimale s'applique aux produits de longueur nominale l < 2,5d et autres produits qui ne peuvent pas être essayés en traction (par exemple à cause de leur forme de tête).

5. Pour l'essai des vis, boulons et goujons entiers, les charges données dans les tableaux n°5 et 6 doivent être appliquées.

6. La dureté superficielle ne doit pas être de plus de 30 points Vickers supérieure à la dureté à cœur mesurée sur le produit, les deux mesures étant effectuées à HV 0,3. Dans la classe de qualité 10.9, toute augmentation de la dureté superficielle susceptible de dépasser 390 HV est inacceptable.

7. Au cas où la limite inférieure d'écoulement ne peut être déterminée, il est toléré de mesurer la limite conventionnelle d'élasticité $R_{p0,2}$.

CHARGES MINIMALES DE RUPTURE (Tableau n°5)

| Filetage ⁽¹⁾ | Section résistante nominale A _n nom. (mm ²) | Classes de qualité | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | | 3.6 | 4.6 | 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 8.8 | 9.8 | 10.9 | 12.9 |

Charge minimale de rupture (A_n x R_m) en N

PAS GROS

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------|---------|-----------|-----------|
| M3 | 5,03 | 1 660 | 2 010 | 2 110 | 2 510 | 2 620 | 3 020 | 4 020 | 4 530 | 5 230 | 6 140 |
| M3,5 | 6,78 | 2 240 | 2 710 | 2 850 | 3 390 | 3 530 | 4 070 | 5 420 | 6 100 | 7 050 | 8 270 |
| M4 | 8,78 | 2 900 | 3 510 | 3 690 | 4 390 | 4 570 | 5 270 | 7 020 | 7 900 | 9 130 | 10 700 |
| M5 | 14,2 | 4 690 | 5 680 | 5 960 | 7 100 | 7 380 | 8 520 | 11 350 | 12 800 | 14 800 | 17 300 |
| M6 | 20,1 | 6 630 | 8 040 | 8 440 | 10 000 | 10 400 | 12 100 | 16 100 | 18 100 | 20 900 | 24 500 |
| M7 | 28,9 | 9 540 | 11 600 | 12 100 | 14 400 | 15 000 | 17 300 | 23 100 | 26 000 | 30 100 | 35 300 |
| M8 | 36,6 | 12 100 | 14 600 | 15 400 | 18 300 | 19 000 | 22 000 | 29 200 | 32 900 | 38 100 | 44 600 |
| M10 | 58 | 19 100 | 23 200 | 24 400 | 29 000 | 30 200 | 34 800 | 46 400 | 52 200 | 60 300 | 70 800 |
| M12 | 84,3 | 27 800 | 33 700 | 35 400 | 42 200 | 43 800 | 50 600 | 67 400 ⁽²⁾ | 75 900 | 87 700 | 103 000 |
| M14 | 115 | 38 000 | 46 000 | 48 300 | 57 500 | 59 800 | 69 000 | 92 000 ⁽²⁾ | 104 000 | 120 000 | 140 000 |
| M16 | 157 | 51 800 | 62 800 | 65 900 | 78 500 | 81 600 | 94 000 | 125 000 ⁽²⁾ | 141 000 | 163 000 | 192 000 |
| M18 | 192 | 63 400 | 76 800 | 80 600 | 96 000 | 99 800 | 115 000 | 159 000 | - | 200 000 | 234 000 |
| M20 | 245 | 80 800 | 98 000 | 103 000 | 122 000 | 127 000 | 147 000 | 203 000 | - | 255 000 | 299 000 |
| M22 | 303 | 100 000 | 121 000 | 127 000 | 152 000 | 158 000 | 182 000 | 252 000 | - | 315 000 | 370 000 |
| M24 | 353 | 116 000 | 141 000 | 148 000 | 176 000 | 184 000 | 212 000 | 293 000 | - | 367 000 | 431 000 |
| M27 | 459 | 152 000 | 184 000 | 193 000 | 230 000 | 239 000 | 275 000 | 381 000 | - | 477 000 | 560 000 |
| M30 | 561 | 185 000 | 224 000 | 236 000 | 280 000 | 292 000 | 337 000 | 466 000 | - | 583 000 | 684 000 |
| M33 | 694 | 229 000 | 278 000 | 292 000 | 347 000 | 361 000 | 416 000 | 576 000 | - | 722 000 | 847 000 |
| M36 | 817 | 270 000 | 327 000 | 343 000 | 408 000 | 425 000 | 490 000 | 678 000 | - | 850 000 | 997 000 |
| M39 | 976 | 322 000 | 390 000 | 410 000 | 488 000 | 508 000 | 586 000 | 810 000 | - | 1 020 000 | 1 200 000 |

1. L'absence d'indication du pas dans la désignation d'un filetage signifie que le pas gros est spécifié.

2. Pour boulons de construction : respectivement 70000, 95500 et 130000 N.

PAS FINS

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| M8 x 1 | 39,2 | 12 900 | 15 700 | 16 500 | 19 600 | 20 400 | 23 500 | 31 360 | 35 300 | 40 800 | 47 800 |
| M10 x 1 | 64,5 | 21 300 | 25 800 | 27 100 | 32 300 | 33 500 | 38 700 | 51 600 | 58 100 | 67 100 | 78 700 |
| M12 x 1,5 | 88,1 | 29 100 | 35 200 | 37 000 | 44 100 | 45 800 | 52 900 | 70 500 | 79 300 | 91 600 | 107 500 |
| M14 x 1,5 | 125 | 41 200 | 50 000 | 52 500 | 62 500 | 65 000 | 75 000 | 100 000 | 112 000 | 130 000 | 152 000 |
| M16 x 1,5 | 167 | 55 100 | 66 800 | 70 100 | 83 500 | 86 800 | 100 000 | 134 000 | 150 000 | 174 000 | 204 000 |
| M18 x 1,5 | 216 | 71 300 | 86 400 | 90 700 | 108 000 | 112 000 | 130 000 | 179 000 | - | 225 000 | 264 000 |
| M20 x 1,5 | 272 | 89 800 | 109 000 | 114 000 | 136 000 | 141 000 | 163 000 | 226 000 | - | 283 000 | 332 000 |
| M22 x 1,5 | 333 | 110 000 | 133 000 | 140 000 | 166 000 | 173 000 | 200 000 | 276 000 | - | 346 000 | 406 000 |
| M24 x 2 | 384 | 127 000 | 154 000 | 161 000 | 192 000 | 200 000 | 230 000 | 319 000 | - | 399 000 | 469 000 |
| M27 x 2 | 496 | 164 000 | 194 000 | 208 000 | 248 000 | 258 000 | 298 000 | 412 000 | - | 516 000 | 605 000 |
| M30 x 2 | 621 | 205 000 | 248 000 | 261 000 | 310 000 | 323 000 | 373 000 | 515 000 | - | 646 000 | 758 000 |
| M33 x 2 | 761 | 251 000 | 304 000 | 320 000 | 380 000 | 396 000 | 457 000 | 632 000 | - | 791 000 | 928 000 |
| M36 x 3 | 865 | 285 000 | 346 000 | 363 000 | 432 000 | 450 000 | 519 000 | 718 000 | - | 900 000 | 1 055 000 |
| M39 x 3 | 1 030 | 340 000 | 412 000 | 433 000 | 515 000 | 536 000 | 618 000 | 855 000 | - | 1 070 000 | 1 260 000 |

CHARGES D'ÉPREUVE (Tableau n°6)

| Filetage ⁽¹⁾ | Section résistante nominale A _n nom. (mm ²) | Classes de qualité | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | | 3.6 | 4.6 | 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 8.8 | 9.8 | 10.9 | 12.9 |

Charge d'épreuve (A_n x S_p) en N

PAS GROS

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|---------|---------|---------|
| M3 | 5,03 | 910 | 1 130 | 1 560 | 1 410 | 1 910 | 2 210 | 2 920 | 3 270 | 4 180 | 4 880 |
| M3,5 | 6,78 | 1 220 | 1 530 | 2 100 | 1 900 | 2 580 | 2 980 | 3 940 | 4 410 | 5 630 | 6 580 |
| M4 | 8,78 | 1 580 | 1 980 | 2 720 | 2 460 | 3 340 | 3 860 | 5 100 | 5 710 | 7 290 | 8 520 |
| M5 | 14,2 | 2 560 | 3 200 | 4 400 | 3 980 | 5 400 | 6 250 | 8 230 | 9 230 | 11 800 | 13 800 |
| M6 | 20,1 | 3 620 | 4 520 | 6 230 | 5 630 | 7 640 | 8 840 | 11 600 | 13 100 | 16 700 | 19 500 |
| M7 | 28,9 | 5 200 | 6 500 | 8 960 | 8 090 | 11 000 | 12 700 | 16 800 | 18 800 | 24 000 | 28 000 |
| M8 | 36,6 | 6 590 | 8 240 | 11 400 | 10 200 | 13 900 | 16 100 | 21 200 | 23 800 | 30 400 | 35 500 |
| M10 | 58 | 10 400 | 13 000 | 18 000 | 16 200 | 22 000 | 25 500 | 33 700 | 37 700 | 48 100 | 56 300 |
| M12 | 84,3 | 15 200 | 19 000 | 26 100 | 23 600 | 32 000 | 37 100 | 48 900 ⁽²⁾ | 54 800 | 70 000 | 81 800 |
| M14 | 115 | 20 700 | 25 900 | 35 600 | 32 200 | 43 700 | 50 600 | 66 700 ⁽²⁾ | 74 800 | 95 500 | 112 000 |
| M16 | 157 | 28 300 | 35 300 | 48 700 | 44 000 | 59 700 | 69 100 | 91 000 ⁽²⁾ | 102 000 | 130 000 | 152 000 |
| M18 | 192 | 34 600 | 43 200 | 59 500 | 53 800 | 73 000 | 84 500 | 115 000 | - | 159 000 | 186 000 |
| M20 | 245 | 44 100 | 55 100 | 76 000 | 68 600 | 93 100 | 108 000 | 147 000 | - | 203 000 | 238 000 |
| M22 | 303 | 54 500 | 68 200 | 93 900 | 84 800 | 115 000 | 133 000 | 182 000 | - | 252 000 | 294 000 |
| M24 | 353 | 63 500 | 79 400 | 109 000 | 98 800 | 134 000 | 155 000 | 212 000 | - | 293 000 | 342 000 |
| M27 | 459 | 82 600 | 103 000 | 142 000 | 128 000 | 174 000 | 202 000 | 275 000 | - | 381 000 | 445 000 |
| M30 | 561 | 101 000 | 126 000 | 174 000 | 157 000 | 213 000 | 247 000 | 337 000 | - | 466 000 | 544 000 |
| M33 | 694 | 125 000 | 156 000 | 215 000 | 194 000 | 264 000 | 305 000 | 416 000 | - | 570 000 | 673 000 |
| M36 | 817 | 147 000 | 184 000 | 253 000 | 229 000 | 310 000 | 359 000 | 490 000 | - | 678 000 | 792 000 |
| M39 | 976 | 176 000 | 220 000 | 303 000 | 273 000 | 371 000 | 429 000 | 586 000 | - | 810 000 | 947 000 |

1. L'absence d'indication du pas dans la désignation d'un filetage signifie que le pas gros est spécifié.

2. Pour boulons de construction : respectivement 50700, 68800 et 94500 N.

PAS FINS

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| M8 x 1 | 39,2 | 7 060 | 8 820 | 12 200 | 11 000 | 14 900 | 17 200 | 22 700 | 25 500 | 32 500 | 38 000 |
| M10 x 1 | 64,5 | 11 600 | 14 500 | 20 000 | 18 100 | 24 500 | 28 400 | 37 400 | 41 900 | 53 500 | 62 700 |
| M12 x 1,5 | 88,1 | 15 900 | 19 800 | 27 300 | 24 700 | 33 500 | 38 800 | 51 100 | 57 300 | 73 100 | 85 500 |
| M14 x 1,5 | 125 | 22 500 | 28 100 | 38 800 | 35 000 | 47 500 | 55 000 | 72 500 | 81 200 | 104 000 | 121 000 |
| M16 x 1,5 | 167 | 30 100 | 37 600 | 51 800 | 46 800 | 63 500 | 73 500 | 96 900 | 109 000 | 139 000 | 162 000 |
| M18 x 1,5 | 216 | 38 900 | 48 600 | 67 000 | 60 500 | 82 100 | 95 000 | 130 000 | - | 179 000 | 210 000 |
| M20 x 1,5 | 272 | 49 000 | 61 200 | 84 300 | 76 200 | 103 000 | 120 000 | 163 000 | - | 226 000 | 264 000 |
| M22 x 1,5 | 333 | 59 900 | 74 900 | 103 000 | 93 200 | 126 000 | 146 000 | 200 000 | - | 276 000 | 323 000 |
| M24 x 2 | 384 | 69 100 | 86 400 | 119 000 | 108 000 | 146 000 | 169 000 | 230 000 | - | 319 000 | 372 000 |
| M27 x 2 | 496 | 89 300 | 112 000 | 154 000 | 139 000 | 188 000 | 218 000 | 298 000 | - | 412 000 | 481 000 |
| M30 x 2 | 621 | 112 000 | 140 000 | 192 000 | 174 000 | 236 000 | 273 000 | 373 000 | - | 515 000 | 602 000 |
| M33 x 2 | 761 | 137 000 | 171 000 | 236 000 | 213 000 | 289 000 | 335 000 | 457 000 | - | 632 000 | 738 000 |
| M36 x 3 | 865 | 156 000 | 195 000 | 268 000 | 242 000 | 329 000 | 381 000 | 519 000 | - | 718 000 | 839 000 |
| M39 x 3 | 1 030 | 185 000 | 232 000 | 319 000 | 288 000 | 391 000 | 453 000 | 618 000 | - | 855 000 | 999 000 |

MARQUAGE

MARQUE D'IDENTIFICATION DU FABRICANT

La marque d'identification du fabricant doit être réalisée lors du procédé de fabrication sur tous les produits marqués d'une classe de qualité. La marque d'identification du fabricant est recommandée pour les produits qui ne sont pas marqués de la classe de qualité.

Un distributeur qui marque les éléments de fixation uniquement avec sa propre marque d'identification doit être considéré comme un fabricant au sens de la présente norme.

Tableau n°7.
Caractéristiques
mécaniques des boulons,
vis et goujons

| Classe de qualité | 3.6 | 4.6 | 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 8.8 | 9.8 | 10.9 | 10.9 | 12.9 |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------------------|------|
| Symbole de marquage ⁽¹⁾⁽²⁾ | 3.6 | 4.6 | 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 8.8 | 9.8 | 10.9 | 10.9 ⁽²⁾ | 12.9 |

1. Le point du symbole de marquage peut être omis.
2. Dans le cas d'utilisation d'aciers martensitiques à bas carbone pour la classe de qualité 10.9 (voir tableau n°4).

IDENTIFICATION

Vis à entraînement externe

Les vis à entraînement externe doivent être marquées du symbole de désignation de la classe de qualité définie dans le tableau n°7.

Le marquage est obligatoire pour toutes les classes de qualité. Il se fait, de préférence, sur de dessus de la tête, en creux ou en relief, ou sur le côté de la tête en creux.

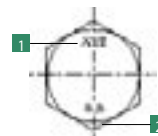
Le marquage est exigé pour les vis à entraînement externe de diamètre nominal de filetage $d \geq 5$ mm.

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

Les vis à tête cylindrique à six pans creux et les vis à six lobes internes doivent être marquées du symbole de désignation de la classe de qualité défini dans le tableau n°7.

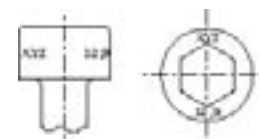
Le marquage est obligatoire pour les classes de qualité supérieures ou égales à 8.8. Il se fait, de préférence, sur le côté de la tête, en creux ou sur le sommet de la tête, en creux ou en relief.

Le marquage est exigé pour les vis à tête hexagonale et les vis cylindriques hautes à six lobes internes, de diamètre $d \geq 5$ mm.



Exemple de marquage de vis à entraînement externe

1. Marque d'identification du fabricant
2. Classe de qualité.



Exemple 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 de classes de qualité supérieures ou égales à 8.8 doivent être marquées du symboles de désignation de la classe de qualité défini dans le tableau n°7.

Le marquage est obligatoire pour les vis de diamètre nominal $d \geq 5$ mm. Il doit être fait sur la tête, en creux ou en relief.



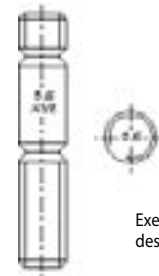
Exemple de marquage de vis à tête ronde et collet carré

Goujons

Les goujons doivent être marqués du symbole de marquage de la classe de qualité défini dans le tableau ci-dessus.

Les goujons de diamètre nominal de filetage $d \geq 5$ mm et de classe de qualité 5.6 et de classes de qualité supérieures ou égales à 8.8, doivent être clairement marqués de la classe de qualité et de la marque d'identification du fabricant sur la partie non filetée du goujon.

Si le marquage sur la partie non filetée n'est pas possible, seul le marquage de la classe de qualité à l'extrémité filetée du goujon est permise. Pour les goujons à ajustement avec serrage, le marquage doit être du côté écrou avec la marque d'identification du fabricant, seulement si cela est possible.



Exemple de marquage des goujons

Les symboles du tableau n°8 sont autorisés comme autre méthode d'identification des classes de qualité.

Tableau 8.
Variantes de marquage d'identification pour les goujons

| Classe de qualité | 5.6 | 8.8 | 9.8 | 10.9 | 12.9 |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|------|
| Marque d'identification | — | ○ | + | □ | △ |

2. Caractéristiques mécaniques des écrous NF EN 20898-2

■ DOMAINE D'APPLICATION

Les caractéristiques mécaniques des écrous avec charges d'épreuve spécifiées, essayés à température ambiante varient selon que la température augmente ou diminue.

La présente norme s'applique aux écrous :

- de diamètre nominal de filetage inférieur ou égal à 39 mm,
- à filetage ISO triangulaire de diamètres et de pas conformes à NF EN ISO 68, NF EN ISO 262 (filetage à pas gros),
- de combinaisons diamètre/pas conformes à NF EN ISO 261 (filetage à pas gros),
- de tolérance de filetage 6H conforme à NF EN ISO 965-1 et à NF EN ISO 965-2,
- présentant des caractéristiques mécaniques spécifiques,
- fabriqués en acier au carbone ou en acier faiblement allié,
- résistance à des températures supérieures à +300°C ou inférieures à -50°C.

Note. Il convient que les écrous en acier de décolletage ne soient pas utilisés à des températures supérieures à +250°C.

■ SYSTÈME DE DÉSIGNATION

Écrous de hauteur $\geq 0,8d$ (longueur utile de filetage $\geq 0,6d$)

Les écrous de hauteur nominale $\geq 0,8d$ (longueur utile de filetage $\geq 0,6d$) sont désignés par un nombre indiquant la classe de qualité maximale des vis avec lesquelles ils peuvent être montés.

Tableau n°9.
Diminution
de la résistance
du filetage

| Filetage | Charge d'essai (%) | | |
|------------------|-----------------------|------|------|
| | Tolérance de filetage | | |
| | 6H | 7H | 6G |
| $\leq M2,5$ | 100 | - | 95,5 |
| $> M2,5 \leq M7$ | 100 | 95,5 | 97 |
| $> M7 \leq M16$ | 100 | 96 | 97,5 |
| $> M16 \leq M39$ | 100 | 98 | 98,5 |

Une vis de filetage M5 à M39, assemblée avec un écrou de classe de qualité équivalente, conformément au tableau n°10, est destinée à fournir un assemblage capable d'assurer sans arrachement une contrainte de la vis équivalente à la charge d'épreuve de la vis sans qu'il y ait arrachement.

Toutefois, en prévision d'un serrage au-delà de la charge d'épreuve de la vis, l'écrou est prévu pour assurer la rupture du corps de la vis dans au moins 10% des assemblages trop serrés, afin d'avertir l'utilisateur que sa mise en œuvre n'est pas appropriée.

La défaillance des éléments de fixation filetés par excès de serrage peut prendre la forme soit d'une rupture du corps de la vis, soit d'un arrachement du filetage de la vis et/ou de l'écrou. La rupture du corps de la vis est soudaine et par conséquent, se remarque aisément. Par contre, l'arrachement du filetage est progressif et donc difficile à détecter. Il en résulte un danger que des éléments de fixation partiellement défilants soient laissés dans les assemblages.

Il serait donc souhaitable que les assemblages filetés soient conçus de façon que toute défaillance se présente toujours sous la forme d'une rupture du corps de la vis, mais malheureusement, en raison des nombreux critères influençant la résistance à l'arrachement (résistance du matériau de l'écrou et de la vis, jeu de filetage, cotes surplats, etc.), il conviendrait que les écrous soient d'une épaisseur excessive pour garantir à coup sûr la rupture.

Tableau n° 10.
Système de désignation
pour écrous de hauteur
nominale $\geq 0,8d$

| Classe de qualité de l'écrou | Vis conjuguée | | Ecrou | |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| | | | style 1 | style 2 |
| | Classe de qualité | Gamme de filetage | Gamme de filetage | |
| 4 | 3.6 - 4.6 - 4.8 | > M16 | > M16 | - |
| 5 | 3.6 - 4.6 - 4.8 | \leq M16 | \leq M39 | - |
| | 5.6 - 5.8 | \leq M39 | | |
| 6 | 6.8 | \leq M39 | \leq M39 | - |
| 8 | 8.8 | \leq M39 | \leq M39 | > M16 |
| | | | | \leq M39 |
| 9 | 9.8 | \leq M16 | - | \leq M16 |
| 10 | 10.9 | \leq M39 | \leq M39 | - |
| 12 | 12.9 | \leq M39 | \leq M16 | \leq M39 |

NOTE

En général, des écrous d'une classe de qualité supérieure peuvent remplacer des écrous d'une classe de qualité inférieure, particulièrement si l'assemblage vis/écrou doit subir une contrainte supérieure à la limite d'élasticité ou à celle de la charge d'épreuve de la vis.

Écrous de hauteur $\geq 0,5d$ mais $< 0,8d$ (longueur utile de filetage $\geq 0,4d$ mais $< 0,6d$)

Les écrous de hauteur nominale $\geq 0,5d$ mais $< 0,8d$ (hauteur de filetage utile $\geq 0,4d$ mais $< 0,6d$) sont désignés par une combinaison de deux chiffres : le second indique la contrainte nominale à la charge d'épreuve sur un mandrin d'essai trempé, alors que le premier indique que la capacité de charge d'un assemblage vis-écrou est réduite par rapport à sa capacité sur un mandrin d'essai trempé et par rapport à celle d'un assemblage vis-écrou décrit au paragraphe «Écrous de hauteur nominale $\geq 0,8d$ ». La capacité de charge effective n'est pas uniquement déterminée par la dureté de l'écrou et par la hauteur de filetage utile, mais également par la résistance à la traction de la vis avec laquelle l'écrou est assemblé.

Tableau n°11.
Système de désignation et contraintes à la charge d'épreuve pour écrous de hauteur nominale $\geq 0,5d$ mais $< 0,8d$

| Classe de qualité de l'écrou | Contrainte nominale à la charge d'épreuve (N/mm ²) | Contrainte réelle à la charge d'épreuve (N/mm ²) |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 04 | 400 | 380 |
| 05 | 500 | 500 |

■ MATIÈRES

La composition chimique de l'acier constituant les écrous doit se situer dans les limites du tableau n°12.

Les écrous de classes de qualité 05, 8 (style 1 au dessus de M16), 10 et 12 doivent être trempés et revenus.

Tableau n°12.
Limites de la composition chimique

| Classe de qualité | | Limites de composition chimique (%) (analyse sur produit) | | | |
|--------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------|---------|--------|--------|
| | | C max. | Mn min. | P max. | S max. |
| 4 ⁽¹⁾ - 5 ⁽¹⁾ - 6 ⁽¹⁾ | – | 0,50 | – | 0,060 | 0,150 |
| 8 - 9 | 04 ⁽¹⁾ | 0,58 | 0,25 | 0,060 | 0,150 |
| 10 ⁽²⁾ | 05 ⁽²⁾ | 0,58 | 0,30 | 0,048 | 0,058 |
| 12 ⁽²⁾ | – | 0,58 | 0,45 | 0,048 | 0,058 |

1. Les écrous de cette classe de qualité peuvent être fabriqués à partir d'un acier de décolletage, à moins d'accord contraire entre le client et le fabricant. Dans ce cas, les teneurs maximales suivantes, en soufre, phosphore et plomb respectivement, sont autorisées : soufre 0,34%, phosphore 0,11%, plomb 0,35%.

2. Des éléments d'alliage peuvent être ajoutés, si nécessaire, pour améliorer les caractéristiques mécaniques des écrous.

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Les écrous doivent avoir les caractéristiques mécaniques indiquées dans le tableau n°13.

Tableau n°13

| Classe de qualité | Caractéristiques mécaniques | Filetage | | | | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | ≤ M4 | > M4 ≤ M7 | > M7 ≤ M10 | > M10 ≤ M16 | > M16 ≤ M39 |
| 04 | Contrainte à la charge d'épreuve S_p (N/mm ²) | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| | Dureté Vickers HV | min. | 188 | 188 | 188 | 188 |
| | | max. | 302 | 302 | 302 | 302 |
| | Eccrou | état | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ |
| style | | bas | bas | bas | bas | bas |
| 05 | Contrainte à la charge d'épreuve S_p (N/mm ²) | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| | Dureté Vickers HV | min. | 272 | 272 | 272 | 272 |
| | | max. | 353 | 353 | 353 | 353 |
| | Eccrou | état | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ |
| style | | bas | bas | bas | bas | bas |
| 4 | Contrainte à la charge d'épreuve S_p (N/mm ²) | - | - | - | - | 510 |
| | Dureté Vickers HV | min. | - | - | - | 117 |
| | | max. | - | - | - | - |
| | Eccrou | état | - | - | - | - |
| style | | - | - | - | - | 1 |
| 5 ⁽³⁾ | Contrainte à la charge d'épreuve S_p (N/mm ²) | 520 | 580 | 590 | 610 | 630 |
| | Dureté Vickers HV | min. | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | | max. | 302 | 302 | 302 | 302 |
| | Eccrou | état | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ |
| style | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| Classe de qualité | Caractéristiques mécaniques | Filetage | | | | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | ≤ M4 | > M4 ≤ M7 | > M7 ≤ M10 | > M10 ≤ M16 | > M16 ≤ M39 |
| 6 | Contrainte à la charge d'épreuve S_p (N/mm ²) | 600 | 670 | 680 | 700 | 720 |
| | Dureté Vickers HV | min. | 150 | 150 | 150 | 170 |
| | | max. | 302 | 302 | 302 | 302 |
| | Eccrou | état | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ |
| style | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | Contrainte à la charge d'épreuve S_p (N/mm ²) | 800 | 855 | 870 | 860 | 920 |
| | Dureté Vickers HV | min. | 180 | 200 | 200 | 233 |
| | | max. | 302 | 302 | 302 | 302 |
| | Eccrou | état | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ |
| style | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | Contrainte à la charge d'épreuve S_p (N/mm ²) | 900 | 915 | 940 | 950 | 920 |
| | Dureté Vickers HV | min. | 170 | 188 | 188 | 188 |
| | | max. | 302 | 302 | 302 | 302 |
| | Eccrou | état | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ | NTR ⁽¹⁾ |
| style | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

| Classe de qualité | Caractéristiques mécaniques | Filetage | | | | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | ≤ M4 | > M4 ≤ M7 | > M7 ≤ M10 | > M10 ≤ M16 | > M16 ≤ M39 |
| 10 | Contrainte à la charge d'épreuve S_p (N/mm ²) | 1 040 | 1 040 | 1 040 | 1 050 | 1 060 |
| | Dureté Vickers HV | min. | 272 | 272 | 272 | 272 |
| | | max. | 353 | 353 | 353 | 353 |
| | Eccrou | état | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ |
| style | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | Contrainte à la charge d'épreuve S_p (N/mm ²) | 1 140 | 1 140 | 1 140 | 1 170 | - |
| | Dureté Vickers HV | min. | 295 | 295 | 295 | 295 |
| | | max. | 353 | 353 | 353 | 353 |
| | Eccrou | état | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ |
| style | | 1 | 1 | 1 | 1 | - |
| 12 | Contrainte à la charge d'épreuve S_p (N/mm ²) | 1 150 | 1 150 | 1 160 | 1 190 | 1 200 |
| | Dureté Vickers HV | min. | 272 | 272 | 272 | 272 |
| | | max. | 353 | 353 | 353 | 353 |
| | Eccrou | état | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ | TR ⁽²⁾ |
| style | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

1. NTR : non trempé et revenu.

2. TR : trempé et revenu.

3. La dureté maximale des vis de classes de qualité 5.6 et 5.8 sera réduite à 220 HV dans la prochaine révision de NF EN ISO 898-1 / 1988. C'est en effet la dureté maximale de la vis sur la longueur en prise de filetage, seule l'extrémité du filetage ou la tête pouvant avoir une dureté maximale de 250 HV. Pour cette raison, les contraintes à la charge d'épreuve sont basées sur une dureté maximale de la vis de 220 HV.

NOTE

La dureté minimale est obligatoire pour les écrous traités thermiquement et les écrous trop gros pour être soumis à la charge d'épreuve. Pour tous les autres écrous, la dureté minimale n'est pas obligatoire, elle est donnée à titre indicatif. Pour les écrous qui ne sont pas trempés et revenus mais qui remplissent les conditions de charge d'épreuve spécifiée, la dureté minimale n'est pas cause de rejet.

CHARGE D'ÉPREUVE (Tableau n°14)

PAS GROS








| Filetage | Pas du filetage (mm) | Section résistance nominale du mandrin A _s (mm ²) | Classes de qualité | | | | | | | | | | |
|----------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|-----------|
| | | | 04 | 05 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | | |
| | | | Charges d'épreuve (A _s x S _p) en N | | | | | | | | | | |
| | | | | | Style 1 | Style 1 | Style 1 | Style 1 | Style 2 | Style 2 | Style 1 | Style 1 | Style 2 |
| M3 | 0,5 | 5,03 | 1 910 | 2 500 | - | 2 600 | 3 000 | 4 000 | - | 4 500 | 5 200 | 5 700 | 5 800 |
| M3,5 | 0,6 | 6,78 | 2 580 | 3 400 | - | 3 550 | 4 050 | 5 400 | - | 6 100 | 7 050 | 7 700 | 7 800 |
| M4 | 0,7 | 8,78 | 3 340 | 4 400 | - | 4 550 | 5 250 | 7 000 | - | 7 900 | 9 150 | 10 000 | 10 100 |
| M5 | 0,8 | 14,2 | 5 400 | 7 100 | - | 8 250 | 9 500 | 12 140 | - | 13 000 | 14 800 | 16 200 | 16 300 |
| M6 | 1 | 20,1 | 7 640 | 10 000 | - | 11 700 | 13 500 | 17 200 | - | 18 400 | 20 900 | 22 900 | 23 100 |
| M7 | 1 | 28,9 | 11 000 | 14 500 | - | 16 800 | 19 400 | 24 700 | - | 26 400 | 30 100 | 32 900 | 33 200 |
| M8 | 1,25 | 36,6 | 13 900 | 18 300 | - | 21 600 | 24 900 | 31 900 | - | 34 400 | 38 100 | 41 700 | 42 500 |
| M10 | 1,5 | 58 | 22 000 | 29 000 | - | 34 200 | 39 400 | 50 500 | - | 54 500 | 60 300 | 66 100 | 67 300 |
| M12 | 1,75 | 84,3 | 32 000 | 42 200 | - | 51 400 | 59 000 | 74 200 | - | 80 100 | 88 500 | 98 600 | 100 300 |
| M14 | 2 | 115 | 43 700 | 57 500 | - | 70 200 | 80 500 | 101 200 | - | 109 300 | 120 800 | 134 600 | 136 900 |
| M16 | 2 | 157 | 59 700 | 78 500 | - | 95 800 | 109 900 | 138 200 | - | 149 200 | 164 900 | 183 700 | 186 800 |
| M18 | 2,5 | 192 | 73 000 | 96 000 | 97 900 | 121 000 | 138 200 | 176 600 | 170 900 | 176 600 | 203 500 | - | 230 400 |
| M20 | 2,5 | 245 | 93 100 | 122 500 | 125 000 | 154 400 | 176 400 | 225 400 | 218 100 | 225 400 | 259 700 | - | 294 000 |
| M22 | 2,5 | 303 | 115 100 | 151 500 | 154 500 | 190 900 | 218 200 | 278 800 | 269 700 | 278 800 | 321 200 | - | 363 600 |
| M24 | 3 | 353 | 134 100 | 176 500 | 180 000 | 222 400 | 254 200 | 324 800 | 314 200 | 324 800 | 374 200 | - | 423 600 |
| M27 | 3 | 459 | 174 400 | 229 500 | 234 100 | 289 200 | 330 500 | 422 300 | 408 500 | 422 300 | 486 500 | - | 550 800 |
| M30 | 3,5 | 561 | 213 200 | 280 500 | 286 100 | 353 400 | 403 900 | 516 100 | 499 300 | 516 100 | 594 700 | - | 673 200 |
| M33 | 3,5 | 694 | 263 700 | 347 000 | 353 900 | 437 200 | 499 700 | 638 500 | 617 700 | 638 500 | 735 600 | - | 832 800 |
| M36 | 4 | 817 | 310 500 | 408 500 | 416 700 | 514 700 | 588 200 | 751 600 | 727 100 | 751 600 | 866 000 | - | 980 400 |
| M39 | 4 | 976 | 370 900 | 488 000 | 497 800 | 614 900 | 702 700 | 897 900 | 868 600 | 897 900 | 1 035 000 | - | 1 171 000 |

MARQUAGE

Les symboles de marquage sont indiqués dans les tableaux n°15.



Tableau n°15

Hauteur nominale $\geq 0,8d$

| Classe de qualité | | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12* |
|-------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Marquage au choix | Soit symbole de désignation | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| | Soit symbole codé (système du cadran horaire) |  |  |  |  |  |  |  |

* Le marquage ne peut être remplacé par la marque d'identification du fabricant.

Hauteur nominale $\geq 0,5d$ et $< 0,8d$

| Classe de qualité | 04 | 05 |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Marquage |  |  |

3. Couples de serrage

■ FORCE DE PRÉCHARGE (F_0) ET COUPLE DE SERRAGE (C_s)

Seule une précharge correcte procure un assemblage fiable :

- précharge trop faible : risque de desserrage,
- précharge trop forte : risque de déformation des pièces à assembler, ou de rupture de la vis.

La précharge est fonction du couple de serrage appliqué sur la vis et du coefficient de frottement.

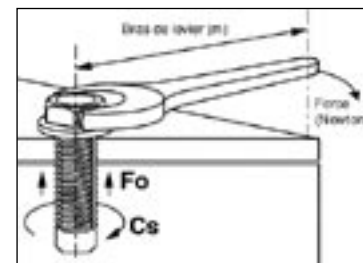
Qu'est-ce que la précharge ?

C'est la force en Newton qui met les pièces en pression lors du serrage de la vis.

Qu'est-ce qu'un couple de serrage ?

Le couple «est une force» appliquée au bout d'un bras de levier :

couple (Nm) = force (Newton) x longueur (mètre).



■ A QUEL COUPLE SERRER ?

1. Toujours respecter les spécifications constructeur du matériel à assembler.
2. En cas d'absence de ces spécifications, la valeur du couple peut être déterminée par essais et mesures en laboratoire.
3. A défaut d'informations constructeur ou de possibilité d'essais, se reporter aux spécifications des normes en vigueur dans le pays.

Tableau des couples de serrage

(extrait du fascicule de documentation AFNOR FD-E 25030).

Les couples de serrage sont calculés à 85% de la limite élastique de la vis, pour des opérations de serrage de classe de précision «A» (dispersion $\pm 5\%$).

- Quel coefficient de frottement ?
Le coefficient de frottement influe sur le serrage. Il dépend de l'état de la vis et des éléments à assembler. Choisir le tableau de valeurs en fonction de votre vis et du coefficient de frottement (0,10 - 0,15 - 0,20).
- Quelle «classe de qualité» de vis ?
Les caractéristiques des vis dépendent de leur classe de qualité. Choisir la colonne correspondant à la classe de votre vis.
- Couples de serrage (C_s)
Ils sont indiqués, pour chaque type de vis, en Newton x mètre (Nm).
- Force de précharge (F_0)
Cette force indiquée en Newton (N), correspond à la valeur « F_0 max» du document AFNOR FD-E 25.030.

COUPLES DE SERRAGE POUR VISSERIE REVÊTUE OU NON - NF EN ISO 272

Coefficient de frottement moyen $\mu = 0,10$

LUBRIFICATION ADAPTÉE

Tableau n°16










| d (mm) | p (mm) | s (mm) | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo |
|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|---------|
| 1,6 | 0,35 | 3,2 | 0,060 | 260 | 0,084 | 364 | 0,096 | 416 | 0,128 | 555 | 0,144 | 624 | 0,189 | 815 | 0,221 | 954 |
| 2 | 0,40 | 4 | 0,126 | 432 | 0,177 | 604 | 0,202 | 690 | 0,270 | 921 | 0,303 | 1036 | 0,396 | 1352 | 0,463 | 1582 |
| 2,5 | 0,45 | 5 | 0,261 | 718 | 0,365 | 1006 | 0,417 | 1150 | 0,556 | 1533 | 0,626 | 1724 | 0,82 | 2251 | 0,96 | 2634 |
| 3 | 0,50 | 5,5 | 0,44 | 1077 | 0,62 | 1508 | 0,71 | 1724 | 0,95 | 2298 | 1,09 | 2586 | 1,40 | 3376 | 1,64 | 3951 |
| 4 | 0,70 | 7 | 1,03 | 1868 | 1,44 | 2615 | 1,65 | 2988 | 2,20 | 3985 | 2,49 | 4484 | 3,23 | 5853 | 3,78 | 6849 |
| 5 | 0,80 | 8 | 2,03 | 3053 | 2,85 | 4275 | 3,25 | 4885 | 4,34 | 6514 | 4,92 | 7335 | 6,3 | 9568 | 7,4 | 11196 |
| 6 | 1 | 10 | 3,53 | 4310 | 4,95 | 6034 | 5,6 | 6896 | 7,5 | 9195 | 8,53 | 10336 | 11 | 13506 | 12,9 | 15805 |
| 8 | 1,25 | 13 | 8,5 | 7904 | 11,9 | 11066 | 13,6 | 12647 | 18,2 | 16863 | 20,63 | 18968 | 26 | 24768 | 31 | 28984 |
| 10 | 1,50 | 16 | 16,8 | 12580 | 23 | 17612 | 27 | 20128 | 36 | 26838 | 41 | 30197 | 52 | 39418 | 61 | 46128 |
| 12 | 1,75 | 18 | 29 | 18337 | 40 | 25672 | 46 | 29339 | 62 | 39119 | 70 | 44022 | 91 | 57457 | 106 | 67236 |
| 14 | 2 | 21 | 46 | 25175 | 65 | 35245 | 74 | 40280 | 99 | 53707 | 111 | 60251 | 145 | 78882 | 170 | 92309 |
| 16 | 2 | 24 | 71 | 34597 | 100 | 48436 | 115 | 55356 | 153 | 73808 | 173 | 83165 | 225 | 108406 | 263 | 126858 |
| 18 | 2,5 | 27 | 99 | 42094 | 139 | 58932 | 159 | 67351 | 220 | 92440 | | | 313 | 131897 | 366 | 154348 |
| 20 | 2,5 | 30 | 140 | 54059 | 196 | 75682 | 225 | 86494 | 311 | 119003 | | | 440 | 169385 | 515 | 198216 |
| 22 | 2,5 | 34 | 192 | 67511 | 269 | 94515 | 307 | 108017 | 424 | 148374 | | | 602 | 211534 | 704 | 247540 |
| 24 | 3 | 36 | 241 | 77845 | 338 | 108983 | 387 | 124552 | 534 | 171437 | | | 758 | 243914 | 887 | 285432 |
| 27 | 3 | 41 | 355 | 102393 | 498 | 143350 | 569 | 163829 | 784 | 225110 | | | 1114 | 320832 | 1304 | 375442 |
| 30 | 3,5 | 46 | 483 | 124491 | 677 | 174287 | 773 | 199185 | 1067 | 274030 | | | 1515 | 390072 | 1773 | 456467 |
| 33 | 3,5 | 50 | 653 | 155083 | 915 | 217116 | 1046 | 248132 | 1442 | 341347 | | | 2048 | 485926 | 2397 | 568637 |
| 36 | 4 | 55 | 841 | 182032 | 1177 | 254845 | 1346 | 291252 | 1855 | 400571 | | | 2636 | 570369 | 3085 | 667453 |
| 39 | 4 | 60 | 1088 | 218667 | 1523 | 306135 | 1741 | 349868 | 2399 | 481158 | | | 3410 | 685159 | 3990 | 801782 |
| 42 | 4,5 | 65 | 1348 | 250311 | 1887 | 350435 | 2156 | 400497 | 2965 | 550683 | | | 4223 | 784306 | 4941 | 917805 |
| 45 | 4,5 | 70 | 1681 | 292970 | 2353 | 410158 | 2690 | 468752 | 3698 | 644534 | | | 5267 | 917973 | 6164 | 1074223 |
| 48 | 5 | 75 | 2032 | 329254 | 2845 | 460956 | 3251 | 526807 | 4470 | 724359 | | | 6367 | 1031663 | 7450 | 1207265 |
| 52 | 5 | 80 | 2608 | 395006 | 3651 | 553008 | 4172 | 632009 | 5737 | 869013 | | | 8171 | 1237685 | 9562 | 1448354 |
| 56 | 5,5 | 85 | 3255 | 456159 | 4557 | 638622 | 5208 | 729854 | 7161 | 1003549 | | | 10199 | 1429298 | 11935 | 1672582 |
| 60 | 5,5 | 90 | 4032 | 532893 | 5645 | 746050 | 6451 | 852629 | 8871 | 1172365 | | | 12634 | 1669732 | 14785 | 1953941 |
| 64 | 6 | 95 | 4856 | 602793 | 6798 | 843911 | 7769 | 964470 | 10683 | 1326146 | | | 15215 | 1888753 | 17805 | 2210243 |

Ces indications extraites du fascicule de documentation AFNOR FD-E 25030 n'engagent pas la responsabilité du Groupe MAURIN.

Coefficient de frottement moyen $\mu = 0,15$

LUBRIFICATION SOMMAIRE (état de livraison)

Tableau n°17










|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| d (mm) | p (mm) | s (mm) | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | |
| 1,6 | 0,35 | 3,2 | 0,075 | 234 | 0,105 | 327 | 0,120 | 374 | 0,160 | 499 | 0,180 | 561 | 0,235 | 732 | 0,275 | 857 | |
| 2 | 0,40 | 4 | 0,159 | 388 | 0,222 | 544 | 0,254 | 621 | 0,339 | 829 | 0,381 | 932 | 0,498 | 1217 | 0,582 | 1424 | |
| 2,5 | 0,45 | 5 | 0,330 | 648 | 0,463 | 907 | 0,529 | 1036 | 0,705 | 1382 | 0,793 | 1555 | 1,04 | 2030 | 1,21 | 2375 | |
| 3 | 0,50 | 5,5 | 0,57 | 972 | 0,80 | 1362 | 0,91 | 1556 | 1,21 | 2075 | 1,38 | 2335 | 1,79 | 3048 | 2,09 | 3567 | |
| 4 | 0,70 | 7 | 1,30 | 1685 | 1,83 | 2359 | 2,09 | 2696 | 2,78 | 3594 | 3,16 | 4044 | 4,09 | 5279 | 4,79 | 6178 | |
| 5 | 0,80 | 8 | 2,59 | 2759 | 3,62 | 3862 | 4,14 | 4414 | 5,5 | 5886 | 6,27 | 6626 | 8,1 | 8645 | 9,5 | 10116 | |
| 6 | 1 | 10 | 4,49 | 3891 | 6,2 | 5448 | 7,1 | 6226 | 9,5 | 8302 | 10,84 | 9334 | 14 | 12194 | 16,4 | 14269 | |
| 8 | 1,25 | 13 | 10,9 | 7145 | 15,2 | 10003 | 17,4 | 11432 | 23 | 15242 | 26,34 | 17146 | 34 | 22388 | 40 | 26198 | |
| 10 | 1,50 | 16 | 21 | 11379 | 30 | 15930 | 34 | 18206 | 46 | 24275 | 52 | 27313 | 67 | 35655 | 79 | 41724 | |
| 12 | 1,75 | 18 | 37 | 16594 | 52 | 23231 | 59 | 26550 | 79 | 35401 | 90 | 39835 | 116 | 51995 | 136 | 60845 | |
| 14 | 2 | 21 | 59 | 22789 | 83 | 31905 | 95 | 36463 | 127 | 48618 | 143 | 54570 | 187 | 71408 | 219 | 83563 | |
| 16 | 2 | 24 | 93 | 31385 | 130 | 43939 | 148 | 50216 | 198 | 66955 | 224 | 75422 | 291 | 98340 | 341 | 115079 | |
| 18 | 2,5 | 27 | 128 | 38123 | 179 | 53373 | 205 | 60998 | 283 | 83746 | | | 402 | 119454 | 471 | 139787 | |
| 20 | 2,5 | 30 | 182 | 49039 | 254 | 68655 | 291 | 78463 | 402 | 107941 | | | 570 | 153657 | 667 | 179811 | |
| 22 | 2,5 | 34 | 250 | 61326 | 350 | 85857 | 400 | 98123 | 552 | 134806 | | | 783 | 192157 | 917 | 224865 | |
| 24 | 3 | 36 | 313 | 70616 | 438 | 98863 | 500 | 112986 | 691 | 155489 | | | 981 | 221266 | 1148 | 258928 | |
| 27 | 3 | 41 | 463 | 93042 | 649 | 130259 | 741 | 148868 | 1022 | 204577 | | | 1452 | 291534 | 1700 | 341157 | |
| 30 | 3,5 | 46 | 628 | 113045 | 880 | 158263 | 1005 | 180872 | 1387 | 248811 | | | 1969 | 354209 | 2305 | 414500 | |
| 33 | 3,5 | 50 | 854 | 141009 | 1195 | 197412 | 1366 | 225614 | 1884 | 310343 | | | 2676 | 441828 | 3132 | 517033 | |
| 36 | 4 | 55 | 1096 | 165409 | 1534 | 231573 | 1754 | 264655 | 2418 | 363974 | | | 3435 | 518282 | 4020 | 606501 | |
| 39 | 4 | 60 | 1424 | 198910 | 1994 | 278474 | 2279 | 318257 | 3139 | 437669 | | | 4463 | 623253 | 5223 | 729339 | |
| 42 | 4,5 | 65 | 1760 | 227588 | 2464 | 318624 | 2816 | 364141 | 3872 | 500694 | | | 5515 | 713110 | 6453 | 834491 | |
| 45 | 4,5 | 70 | 2203 | 266613 | 3085 | 373258 | 3525 | 426580 | 4847 | 586548 | | | 6903 | 835386 | 8079 | 977579 | |
| 48 | 5 | 75 | 2659 | 299530 | 3722 | 419342 | 4254 | 479248 | 5849 | 658966 | | | 8330 | 938528 | 9748 | 1098277 | |
| 52 | 5 | 80 | 3425 | 359684 | 4795 | 503558 | 5480 | 575495 | 7335 | 791306 | | | 10731 | 1127011 | 12558 | 1318843 | |
| 56 | 5,5 | 85 | 4270 | 415172 | 5978 | 581240 | 6832 | 664275 | 9394 | 913378 | | | 13379 | 1300871 | 15656 | 1522296 | |
| 60 | 5,5 | 90 | 5306 | 485416 | 7428 | 679583 | 8490 | 776666 | 11673 | 1067916 | | | 16625 | 1520971 | 19455 | 1779860 | |
| 64 | 6 | 95 | 6382 | 548969 | 8935 | 768556 | 10212 | 878350 | 14041 | 1207731 | | | 19998 | 1720102 | 23402 | 2012885 | |

Ces indications extraites du fascicule de documentation AFNOR FD-E 25030 n'engagent pas la responsabilité du Groupe MAURIN.

Coefficient de frottement moyen $\mu = 0,20$

MONTAGE A SEC

Tableau n°18

|  | | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| d (mm) | p (mm) | s (mm) | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | Cs | Fo | |
| 1,6 | 0,35 | 3,2 | 0,086 | 210 | 0,120 | 294 | 0,137 | 335 | 0,183 | 447 | 0,206 | 503 | 0,269 | 657 | 0,315 | 769 | | | |
| 2 | 0,40 | 4 | 0,183 | 349 | 0,256 | 488 | 0,293 | 558 | 0,390 | 744 | 0,439 | 837 | 0,573 | 1093 | 0,671 | 1279 | | | |
| 2,5 | 0,45 | 5 | 0,383 | 582 | 0,536 | 815 | 0,612 | 931 | 0,816 | 1242 | 0,918 | 1397 | 1,20 | 1824 | 1,40 | 2134 | | | |
| 3 | 0,50 | 5,5 | 0,66 | 874 | 0,92 | 1224 | 1,06 | 1399 | 1,41 | 1866 | 1,60 | 2099 | 2,07 | 2740 | 2,43 | 3207 | | | |
| 4 | 0,70 | 7 | 1,51 | 1514 | 2,11 | 2120 | 2,42 | 2422 | 3,22 | 3230 | 3,66 | 3635 | 4,74 | 4744 | 5,5 | 5552 | | | |
| 5 | 0,80 | 8 | 3 | 2481 | 4,20 | 3473 | 4,81 | 3970 | 6,4 | 5293 | 7,27 | 5958 | 9,4 | 7774 | 11 | 9098 | | | |
| 6 | 1 | 10 | 5,2 | 3498 | 7,2 | 4893 | 8,3 | 5598 | 11,1 | 7464 | 12,57 | 8392 | 16,3 | 10962 | 19,1 | 12828 | | | |
| 8 | 1,25 | 13 | 12,6 | 6426 | 17,7 | 8997 | 20 | 10283 | 27 | 13710 | 30,62 | 15423 | 39 | 20137 | 46 | 23565 | | | |
| 10 | 1,50 | 16 | 25 | 10238 | 35 | 14334 | 40 | 16382 | 53 | 21843 | 61 | 24575 | 78 | 32082 | 92 | 37542 | | | |
| 12 | 1,75 | 18 | 43 | 14934 | 60 | 20908 | 69 | 23895 | 92 | 31860 | 105 | 35849 | 136 | 46795 | 159 | 54760 | | | |
| 14 | 2 | 21 | 69 | 20514 | 97 | 28719 | 111 | 32822 | 148 | 43763 | 167 | 49142 | 218 | 64277 | 255 | 75218 | | | |
| 16 | 2 | 24 | 108 | 28280 | 152 | 39592 | 174 | 45248 | 232 | 60331 | 262 | 67944 | 341 | 88611 | 399 | 103694 | | | |
| 18 | 2,5 | 27 | 149 | 34324 | 209 | 48054 | 239 | 54919 | 330 | 75421 | | | 469 | 107549 | 549 | 125856 | | | |
| 20 | 2,5 | 30 | 213 | 44188 | 298 | 61863 | 341 | 70700 | 471 | 97253 | | | 667 | 138456 | 781 | 162023 | | | |
| 22 | 2,5 | 34 | 293 | 55298 | 411 | 77418 | 470 | 88478 | 648 | 121574 | | | 920 | 173269 | 1077 | 202762 | | | |
| 24 | 3 | 36 | 366 | 63630 | 513 | 89083 | 586 | 101809 | 809 | 140084 | | | 1148 | 199376 | 1343 | 233313 | | | |
| 27 | 3 | 41 | 544 | 83910 | 762 | 117474 | 871 | 134257 | 1201 | 184517 | | | 1706 | 262920 | 1997 | 307672 | | | |
| 30 | 3,5 | 46 | 737 | 101914 | 1032 | 142679 | 1180 | 163062 | 1628 | 224292 | | | 2311 | 319331 | 2704 | 373685 | | | |
| 33 | 3,5 | 50 | 1004 | 127210 | 1406 | 178094 | 1607 | 203536 | 2216 | 279953 | | | 3148 | 398593 | 3684 | 466438 | | | |
| 36 | 4 | 55 | 1288 | 149174 | 1803 | 208844 | 2060 | 238679 | 2840 | 328236 | | | 4036 | 467413 | 4723 | 546973 | | | |
| 39 | 4 | 60 | 1677 | 179487 | 2348 | 251282 | 2683 | 287179 | 3697 | 394919 | | | 5255 | 562393 | 6150 | 658119 | | | |
| 42 | 4,5 | 65 | 2070 | 205323 | 2898 | 287452 | 3312 | 328516 | 4554 | 451710 | | | 6486 | 643344 | 7590 | 752849 | | | |
| 45 | 4,5 | 70 | 2596 | 240641 | 3635 | 336897 | 4154 | 385025 | 5712 | 529410 | | | 8136 | 754008 | 9520 | 882350 | | | |
| 48 | 5 | 75 | 3130 | 270321 | 4383 | 378449 | 5009 | 432514 | 6887 | 594706 | | | 9809 | 847006 | 11478 | 991177 | | | |
| 52 | 5 | 80 | 4041 | 324763 | 5657 | 454668 | 6465 | 519620 | 8889 | 714478 | | | 12661 | 1017590 | 14816 | 1190797 | | | |
| 56 | 5,5 | 85 | 5034 | 374739 | 7048 | 524635 | 8054 | 599582 | 11075 | 824426 | | | 15773 | 1174182 | 18458 | 1374043 | | | |
| 60 | 5,5 | 90 | 6266 | 438337 | 8772 | 613672 | 10026 | 701340 | 13785 | 964342 | | | 19634 | 1373457 | 22976 | 1607237 | | | |
| 64 | 6 | 95 | 7533 | 495676 | 10546 | 693947 | 12052 | 793082 | 16572 | 1090488 | | | 23603 | 1553119 | 27620 | 1817480 | | | |

Ces indications extraites du fascicule de documentation AFNOR FD-E 25030 n'engagent pas la responsabilité du Groupe MAURIN.

4. Performance des modes d'entraînement

Tableau n°19


























| ENTRAÎNEMENT | | | | CRITERE DE CHOIX | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|-------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| | | | | Normalisation de l'entraînement en France | Caractère courant de l'outil de manœuvre | Dégagement nécessaire autour de la tête pour l'outil | Capacité de transmission du couple | Classe de qualité maximale théorique | Aptitude au montage automatisé | Longévité de l'outil de serrage | Aptitude au dévissage | Aptitude à recevoir un revêtement |
| Entraînement externe | Hexagonal  | H | | | | 12.9 | | | | | | |
| | Carré  | Q | | | | 10.9 | | | | | | |
| | Six lobes externes  | | | | | 12.9 | | | | | | |
| Empreinte | Six pans creux  | HC | | | | 10.9 | | | | | | |
| | Six lobes internes  | X | | | | 12.9 | | | | | | |
| | Cruciforme (dite «Pozi»)  | Z | | | | 6.8 | | | | | | |
| | Cruciforme (dite «Philips»)  | H | | | | 5.8 | | | | | | |
| | Fente (tournevis)  | S | | | | 4.8 | | | | | | |
| | Fente (pièce de monnaie)  | | | | | 4.8 | | | | | | |
| | Encoches  | | | | | 5.8 | | | | | | |
| | Encoches (S)  | | | | | 8.8 | | | | | | |
| Multi-entraînement | Hexagonal fendu  | HS | | | | | | | | | | |
| | Six pans creux fendu  | HCS | | | | | | | | | | |
| | Cruciforme fendu ou six lobes fendu  | ZS XS | | | | | | | | | | |

Tableau extrait de la norme NF E 25-031 - Novembre 1984.

Niveau de performance 

5. Tableau de choix des numéros d'embout et clés

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|
| Diamètre |  Embout « Pozidriv » NFE 25021 |  Embout « Philips » |  Embout six lobes NFE 27185 |  Embout carré |  Embout hexagonal pour vis inviolable |  « Embout Snakes Eyes » pour vis inviolable |  Clé hexagonale pour vis NFE 25125 |  Clé hexagonale pour vis inviolable |  Clé hexagonale pour vis inviolable |  Clé hexagonale pour vis inviolable |  Clé hexagonale pour vis inviolable | Ref. Facom e x A | t |
| | | | | | | | | | | | | | |

VIS A TÔLE - VIS AUTOPERCEUSE

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-----|-----|--------|-----|--|----|--|--|------|--|--|-----------|-----|
| ST 2,2 | | | N° T6 | | | | | | | | | | |
| ST 2,9 | N°1 | N°1 | N° T10 | | | | | | | | | 0,8 x 4 | 0,5 |
| ST 3,5 | N°2 | N°2 | N° T10 | N°1 | | 6 | | | N°10 | | | 1x 5,5 | 0,6 |
| ST 3,9 | | | | N°1 | | | | | | | | | |
| ST 4,2 | N°2 | N°2 | N° T20 | N°2 | | 8 | | | N°15 | | | 1,2 x 6,5 | 0,7 |
| ST 4,8 | N°2 | N°2 | N° T20 | N°2 | | 10 | | | N°25 | | | 1,2 x 6,5 | 0,7 |
| ST 5,5 | N°3 | N°3 | N° T30 | | | | | | | | | 1,6 x 10 | 1 |
| ST 6,3 | N°4 | N°4 | N° T30 | | | | | | | | | 1,6 x 10 | 1 |
| ST 8 | | | N° T40 | | | | | | | | | 2 x 12 | 1,2 |

VIS A METAUX

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|--------|--|-----|----|--|-----|-----|----|--|-----------|-----|
| M 1,6 | | | | | | | | 1,5 | | | | | |
| M 2 | | | N° T6 | | | | | 1,5 | | | | | |
| M 2,5 | N°1 | N°1 | N° T8 | | | | | 2 | | | | | |
| M 3 | N°1 | N°1 | N° T10 | | 2 | 4 | | 2,5 | 2 | 10 | | 0,8 x 4 | 0,5 |
| M 3,5 | N°2 | N°2 | N° T10 | | | | | | | | | 1x 5,5 | 0,6 |
| M 4 | N°2 | N°2 | N° T20 | | 2,5 | 8 | | 3 | 2,5 | 15 | | 1,2 x 6,5 | 0,7 |
| M 5 | N°2 | N°2 | N° T20 | | 3 | 10 | | 4 | 3 | 25 | | 1,2 x 6,5 | 0,7 |
| M 6 | N°3 | N°3 | N° T30 | | 4 | 14 | | 5 | 4 | 30 | | 1,6 x 10 | 1 |
| M 8 | N°4 | N°4 | N° T40 | | 5 | | | 6 | 5 | | | 2 x 12 | 1,2 |
| M 10 | N°4 | N°4 | N° T50 | | 6 | | | 8 | 6 | | | 2,5 x 14 | 1,5 |
| M 12 | | | N° T55 | | | | | 10 | | | | | |
| M 14 | | | | | | | | 12 | | | | | |
| M 16 | | | N° T60 | | | | | 14 | | | | | |
| M 18 | | | | | | | | 14 | | | | | |
| M 20 | | | | | | | | 17 | | | | | |
| M 22 | | | | | | | | 17 | | | | | |
| M 24 | | | | | | | | 19 | | | | | |

Informations données à titre indicatif.

6. Tolérances et ajustements sur pièces lisses

NF E 02-100, NF E 02-101, NF E 02-102

■ ÉCARTS, DÉFINITIONS

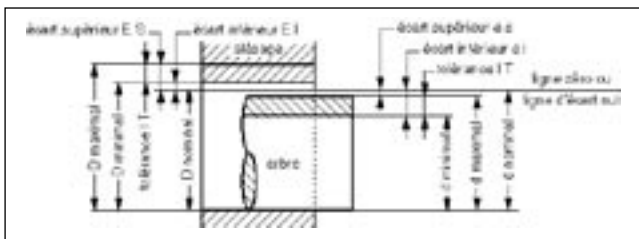
Une cote ISO est caractérisée par sa cote nominale, sa position, sa qualité. Elle peut être traduite par une cote nominale avec des limites supérieures et inférieures appelées écarts qui sont situés par rapport à la cote nominale.

Pour un alésage :

| | | | |
|---------------|-------------------|---------------------|---------|
| | + écart supérieur | | + 0,033 |
| cote nominale | + écart inférieur | Exemple : 20H8 = 20 | 0 |

Pour un arbre :

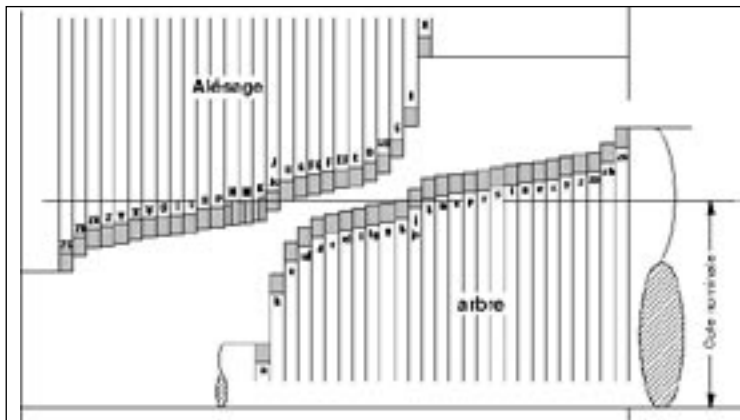
| | | | |
|---------------|-------------------|---------------------|--------|
| | + écart supérieur | | 0 |
| cote nominale | + écart inférieur | Exemple : 20h8 = 20 | -0,033 |



| | | |
|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------|
| Ecart supérieur de l'alésage : | $ES = D_{\text{maxi}} - D_{\text{nominal}}$ | $= EI + IT$ |
| Ecart inférieur de l'alésage : | $EI = D_{\text{mini}} - D_{\text{nominal}}$ | $= ES - IT$ |
| Ecart supérieur de l'arbre : | $es = d_{\text{maxi}} - d_{\text{nominal}}$ | $= ei + IT$ |
| Ecart inférieur de l'arbre : | $ei = d_{\text{mini}} - d_{\text{nominal}}$ | $= es - IT$ |

POSITION DES ÉCARTS, LIMITES

La position des écarts par rapport à la cote nominale est signifiée par une ou deux lettres, minuscules pour les arbres, majuscules pour les alésages.



VALEURS DES TOLÉRANCES

Tableau n°20.
Intervalle de
tolérance IT (mm)

| Dimension nominale | | Tolérance fondamentale | | | | | |
|--------------------|---------|------------------------|------|------|------|------|------|
| au-dessus de | jusqu'à | IT12 | IT13 | IT14 | IT15 | IT16 | IT17 |
| | 3 | 0,10 | 0,14 | 0,25 | 0,40 | 0,60 | 1,00 |
| 3 | 6 | 0,12 | 0,18 | 0,30 | 0,48 | 0,75 | 1,20 |
| 6 | 10 | 0,15 | 0,22 | 0,36 | 0,58 | 0,90 | 1,50 |
| 10 | 18 | 0,18 | 0,27 | 0,43 | 0,70 | 1,10 | 1,80 |
| 18 | 30 | 0,21 | 0,33 | 0,52 | 0,84 | 1,30 | 2,10 |
| 30 | 50 | 0,25 | 0,39 | 0,62 | 1,00 | 1,60 | 2,50 |
| 50 | 80 | 0,30 | 0,46 | 0,74 | 1,20 | 1,90 | 3,00 |
| 80 | 120 | 0,35 | 0,54 | 0,87 | 1,40 | 2,20 | 3,50 |
| 120 | 180 | 0,40 | 0,63 | 1,00 | 1,60 | 2,50 | 4,00 |
| 180 | 250 | 0,46 | 0,72 | 1,15 | 1,85 | 2,90 | 4,60 |
| 250 | 315 | 0,52 | 0,81 | 1,30 | 2,10 | 3,20 | 5,20 |
| 315 | 400 | 0,57 | 0,89 | 1,40 | 2,30 | 3,60 | 5,70 |
| 400 | 500 | 0,63 | 0,97 | 1,55 | 2,50 | 4,00 | 6,30 |

Tableau n°21. Tolérances ISO pour les alésages

| Dimension nominale | | Tolérance | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------|------------|---------|-------------|
| au-dessus de | jusqu'à | C13 | C14 | D9 | D10 | D11 | D12 | EF8 | E11 | E12 | H14 | H15 | Js9 | K9 |
| | 3 | +0,20 +0,06 | +0,31 +0,06 | +0,045 +0,020 | +0,060 +0,020 | +0,080 +0,020 | +0,12 +0,02 | +0,024 +0,010 | +0,074 +0,014 | +0,100 +0,014 | +0,25 0 | +0,40 0 | ±0,0125 | 0 -0,025 |
| 3 | 6 | +0,24 +0,06 | +0,37 +0,07 | +0,060 +0,030 | +0,078 +0,030 | +0,115 +0,030 | +0,15 +0,03 | +0,028 +0,014 | +0,095 +0,020 | +0,140 +0,020 | +0,30 0 | +0,48 0 | ±0,015 | 0 -0,030 |
| 6 | 10 | | | | | +0,130 +0,040 | +0,19 +0,04 | +0,040 +0,018 | +0,015 +0,025 | +0,175 +0,025 | +0,36 0 | +0,58 0 | ±0,018 | 0 -0,036 |
| 10 | 18 | | | | | | +0,2 +0,05 | | +0,142 +0,032 | +0,212 +0,032 | +0,43 0 | +0,70 0 | | |
| 18 | 30 | | | | | | +0,275 +0,065 | | | | +0,52 0 | +0,84 0 | | |
| 30 | 50 | | | | | | +0,33 +0,08 | | | | +0,62 0 | +1,00 0 | | |
| 50 | 80 | | | | | | +0,40 +0,10 | | | | +0,74 0 | +1,20 0 | | |
| 80 | 120 | | | | | | +0,47 +0,12 | | | | +0,87 0 | +1,40 0 | | |
| 120 | 180 | | | | | | | | | | +1,00 0 | +1,60 0 | | |
| 180 | 250 | | | | | | | | | | +1,15 0 | +1,85 0 | | |
| 250 | 315 | | | | | | | | | | +1,30 0 | +2,10 0 | | |
| 315 | 400 | | | | | | | | | | +1,40 0 | +2,30 0 | | |
| 400 | 500 | | | | | | | | | | +1,55 0 | +2,50 0 | | |

Tableau n°22. Tolérances ISO pour les arbres

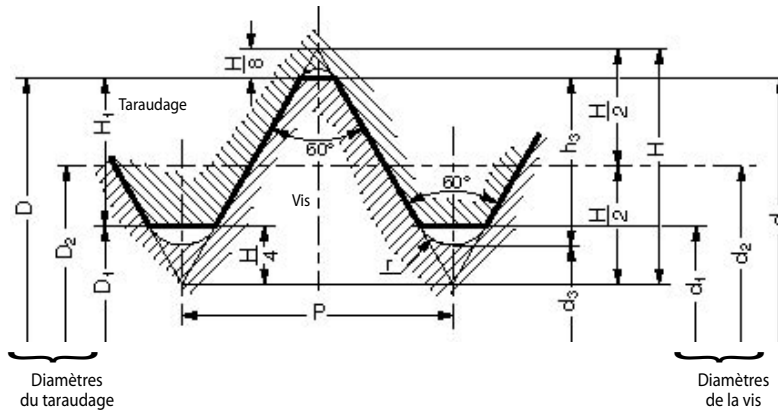
| Dimension nominale | | Tolérance | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|-------|--|--|
| au-dessus de | jusqu'à | h13 | h14 | h15 | h16 | h17 | js14 | js15 | js16 | js17 | | |
| | 3 | 0 -0,14 | 0 -0,25 | 0 -0,40 | 0 -0,60 | 0 -1,00 | ±0,125 | ±0,20 | ±0,30 | ±0,50 | | |
| 3 | 6 | 0 -0,18 | 0 -0,30 | 0 -0,48 | 0 -0,75 | 0 -1,20 | ±0,15 | ±0,24 | ±0,375 | ±0,60 | | |
| 6 | 10 | 0 -0,22 | 0 -0,36 | 0 -0,58 | 0 -0,90 | 0 -1,50 | ±0,18 | ±0,29 | ±0,45 | ±0,75 | | |
| 10 | 18 | 0 -0,27 | 0 -0,43 | 0 -0,70 | 0 -1,10 | 0 -1,80 | ±0,215 | ±0,35 | ±0,55 | ±0,90 | | |
| 18 | 30 | 0 -0,33 | 0 -0,52 | 0 -0,84 | 0 -1,30 | 0 -2,10 | ±0,26 | ±0,42 | ±0,65 | ±1,05 | | |
| 30 | 50 | 0 -0,39 | 0 -0,62 | 0 -1,00 | 0 -1,60 | 0 -2,50 | ±0,31 | ±0,50 | ±0,80 | ±1,25 | | |
| 50 | 80 | 0 -0,46 | 0 -0,74 | 0 -1,20 | 0 -1,90 | 0 -3,00 | ±0,37 | ±0,60 | ±0,95 | ±1,50 | | |
| 80 | 120 | 0 -0,54 | 0 -0,87 | 0 -1,40 | 0 -2,20 | 0 -3,50 | ±0,435 | ±0,70 | ±1,10 | ±1,75 | | |
| 120 | 180 | 0 -0,63 | 0 -1,00 | 0 -1,60 | 0 -2,50 | 0 -4,00 | ±0,50 | ±0,80 | ±1,25 | ±2,00 | | |
| 180 | 250 | 0 -0,72 | 0 -1,15 | 0 -1,85 | 0 -2,90 | 0 -4,60 | ±0,575 | ±0,925 | ±1,45 | ±2,30 | | |
| 250 | 315 | 0 -0,81 | 0 -1,30 | 0 -2,10 | 0 -3,20 | 0 -5,20 | ±0,65 | ±1,05 | ±1,60 | ±2,60 | | |
| 315 | 400 | 0 -0,89 | 0 -1,40 | 0 -2,30 | 0 -3,60 | 0 -5,70 | ±0,70 | ±1,15 | ±1,80 | ±2,85 | | |
| 400 | 500 | 0 -0,97 | 0 -1,55 | 0 -2,50 | 0 -4,00 | 0 -6,30 | ±0,775 | ±1,25 | ±2,00 | ±3,15 | | |

**AJUSTEMENTS COURAMMENT
UTILISÉS EN MÉCANIQUE**
(Tableau n°23)

| Cas d'emploi | | Arbres (positions) | Alésages | | | | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------|-----|----|----|-----|--|
| | | | H6 | H7 | H8 | H9 | H11 | |
| | | | Arbres (qualités) | | | | | |
| Pièces mobiles l'une par rapport à l'autre | Pièces dont le fonctionnement nécessite un grand jeu (dilatation, mauvais alignement, portées très longues, etc.) | | | | | 9 | 11 | |
| | | d | | | | 9 | 11 | |
| | Cas ordinaire des pièces tournant ou glissant dans une bague ou palier (bon graissage assuré) | e | | 7 | 8 | 9 | | |
| | | f | 6 | 6-7 | 7 | | | |
| | Pièces avec guidage précis pour mouvements de faible amplitude | g | 5 | 6 | | | | |
| Pièces immobiles l'une par rapport à l'autre | Démontage et remontage possibles sans détérioration des pièces l'emmanchement ne peut pas transmettre d'effort | Mise en place à la main | h | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| | | | js | 5 | 6 | | | |
| | | Mise en place au maillet | k | 5 | | | | |
| | | | m | | 6 | | | |
| | Démontage et remontage impossibles sans détérioration des pièces l'emmanchement ne peut transmettre des efforts | Mise en place à la presse | p | | 6 | | | |
| | | Mise en place à la presse ou par dilatation | s | | | 7 | | |
| | | | u | | | 7 | | |
| | | | x | | | 7 | | |
| z | | | | 7 | | | | |

7. Tolérances des filetages métriques à filet triangulaire 60° profil ISO

■ PROFIL DE BASE ISO NF EN ISO 68



P = pas

$H = 0,86603 P$

D = d = diamètre nominal

$D_2 = d_2 = d - \frac{H}{4}$ $H = d - 0,6495 P$

$D_1 = d_1 = d_2 - 2 \left(\frac{H}{2} - \frac{H}{4} \right) = d - 1,0825 P$

$d_3 = d_2 - 2 \left(\frac{H}{2} - \frac{H}{6} \right) = d - 1,2269 P$

$H_1 = \frac{D - D_1}{2} = 0,5412 P$

$h_3 = \frac{d - d_3}{2} = 0,6134 P$

$r = 0,1443 P$ (théorique)

■ CALCUL SIMPLIFIÉ DU PROFIL DE BASE DES FILETAGES ISO EN FONCTION DU DIAMÈTRE NOMINAL ET DU PAS

(Tableau n°24)

| Pas P | Diamètre nominal $d = D \text{ min.}$ | Diamètre sur flancs $d_2 = D_2$ | Diamètre intérieur du filetage D_1 | Diamètre du noyau du filetage extérieur d_3 (avec r théorique) |
|-------|------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 0,2 | d | - 1 + 0,870 | - 1 + 0,783 | - 1 + 0,755 |
| 0,25 | d | - 1 + 0,838 | - 1 + 0,729 | - 1 + 0,693 |
| 0,3 | d | - 1 + 0,805 | - 1 + 0,675 | - 1 + 0,632 |
| 0,35 | d | - 1 + 0,773 | - 1 + 0,621 | - 1 + 0,571 |
| 0,4 | d | - 1 + 0,740 | - 1 + 0,567 | - 1 + 0,509 |
| 0,45 | d | - 1 + 0,708 | - 1 + 0,513 | - 1 + 0,448 |
| 0,5 | d | - 1 + 0,675 | - 1 + 0,459 | - 1 + 0,387 |
| 0,6 | d | - 1 + 0,610 | - 1 + 0,350 | - 1 + 0,264 |
| 0,7 | d | - 1 + 0,545 | - 1 + 0,242 | - 1 + 0,141 |
| 0,75 | d | - 1 + 0,513 | - 1 + 0,188 | - 1 + 0,080 |
| 0,8 | d | - 1 + 0,480 | - 1 + 0,134 | - 1 + 0,019 |
| 1 | d | - 1 + 0,350 | - 2 + 0,917 | - 2 + 0,773 |
| 1,25 | d | - 1 + 0,188 | - 2 + 0,647 | - 2 + 0,466 |
| 1,5 | d | - 1 + 0,026 | - 2 + 0,376 | - 2 + 0,160 |
| 1,75 | d | - 2 + 0,863 | - 2 + 0,106 | - 3 + 0,853 |
| 2 | d | - 2 + 0,701 | - 3 + 0,835 | - 3 + 0,546 |
| 2,5 | d | - 2 + 0,376 | - 3 + 0,294 | - 4 + 0,933 |
| 3 | d | - 2 + 0,051 | - 4 + 0,752 | - 4 + 0,319 |
| 3,5 | d | - 3 + 0,727 | - 4 + 0,211 | - 5 + 0,706 |
| 4 | d | - 3 + 0,402 | - 5 + 0,670 | - 5 + 0,093 |
| 4,5 | d | - 3 + 0,077 | - 5 + 0,129 | - 6 + 0,479 |
| 5 | d | - 4 + 0,752 | - 6 + 0,587 | - 7 + 0,866 |
| 5,5 | d | - 4 + 0,428 | - 6 + 0,046 | - 7 + 0,252 |
| 6 | d | - 4 + 0,103 | - 7 + 0,505 | - 8 + 0,639 |

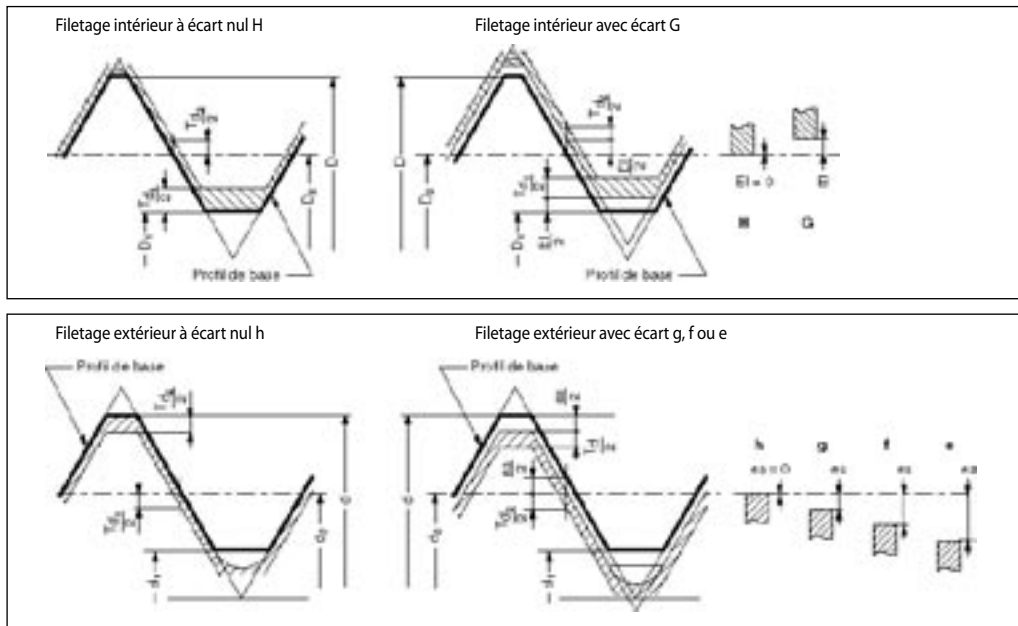
Exemple : M10 soit M10 x 1,50

diamètre nominal : $d = D \text{ min.} = 10 \text{ mm}$
 diamètre sur flancs de base : $d_2 = D_2 = d - 1 + 0,026 = 9,026 \text{ mm}$
 diamètre intérieur du taraudage : $D_1 = d - 2 + 0,376 = 8,376 \text{ mm}$
 diamètre du noyau de la vis : $d_3 = d - 2 + 0,160 = 8,160 \text{ mm}$
 (à titre indicatif pour r théorique)

■ SYSTÈME ISO DE TOLÉRANCES DES FILETAGES DE 1 A 355 mm NF EN ISO 965

- un chiffre donne la valeur de la tolérance, fonction du palier de diamètre nominal et du pas.
- une lettre, majuscule pour les filetages intérieurs, minuscule pour les filetages extérieurs, donne la position, fonction du pas exclusivement, de la tolérance, c'est-à-dire son écart par rapport au profil de base.

Représentation schématique des tolérances et positions



FILETAGE A PAS GROS

Tableau n°25

| Diamètre nominal | Pas P | Taraudage 6H | | | | | | Vis 6g | | | | | Longueur en prise | |
|------------------|-------|--------------|--------|---------------------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|----------------------|--------|---------------------------------------------|--------|-------------------------|-------------------|--|
| | | Diamètre D | | Diamètre sur flancs de filet D ₂ | | Diamètre intérieur D ₁ | | Diamètre extérieur d | | Diamètre sur flancs de filet d ₂ | | Diamètre d ₁ | | |
| | | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | plus de | à | |
| 1 | 0,25 | 1 | 0,838 | 0,894* | 0,729 | 0,785* | 0,982 | 0,915 | 0,820 | 0,767 | 0,711 | 0,6 | 1,7 | |
| 1,1 | 0,25 | 1,1 | 0,938 | 0,994* | 0,829 | 0,885* | 1,082 | 1,015 | 0,920 | 0,867 | 0,811 | 0,6 | 1,7 | |
| 1,2 | 0,25 | 1,2 | 1,038 | 1,094* | 0,929 | 0,985* | 1,182 | 1,115 | 1,020 | 0,967 | 0,911 | 0,6 | 1,7 | |
| 1,4 | 0,3 | 1,4 | 1,205 | 1,280 | 1,075 | 1,160 | 1,382 | 1,307 | 1,187 | 1,131 | 1,057 | 0,7 | 2 | |
| 1,6 | 0,35 | 1,6 | 1,373 | 1,458 | 1,221 | 1,321 | 1,581 | 1,496 | 1,354 | 1,291 | 1,202 | 0,8 | 2,6 | |
| 1,8 | 0,35 | 1,8 | 1,573 | 1,658 | 1,421 | 1,521 | 1,781 | 1,696 | 1,554 | 1,491 | 1,402 | 0,8 | 2,6 | |
| 2 | 0,4 | 2 | 1,740 | 1,830 | 1,567 | 1,679 | 1,981 | 1,886 | 1,721 | 1,654 | 1,548 | 1 | 3 | |
| 2,2 | 0,45 | 2,2 | 1,908 | 2,003 | 1,713 | 1,838 | 2,180 | 2,080 | 1,888 | 1,817 | 1,693 | 1,2 | 3,7 | |
| 2,5 | 0,45 | 2,5 | 2,209 | 2,303 | 2,013 | 2,138 | 2,480 | 2,380 | 2,188 | 2,117 | 1,993 | 1,2 | 3,7 | |
| 3 | 0,5 | 3 | 2,675 | 2,775 | 2,459 | 2,599 | 2,980 | 2,874 | 2,655 | 2,580 | 2,439 | 1,5 | 4,5 | |
| (3,5) | 0,6 | 3,5 | 3,110 | 3,222 | 2,850 | 3,010 | 3,479 | 3,354 | 3,089 | 3,004 | 2,829 | 1,7 | 5 | |
| 4 | 0,7 | 4 | 3,545 | 3,663 | 3,242 | 3,422 | 3,978 | 3,838 | 3,523 | 3,433 | 3,220 | 2 | 6 | |
| (4,5) | 0,75 | 4,5 | 4,013 | 4,131 | 3,688 | 3,878 | 4,478 | 4,338 | 3,991 | 3,901 | 3,666 | 2,2 | 6,7 | |
| 5 | 0,8 | 5 | 4,480 | 4,605 | 4,134 | 4,334 | 4,976 | 4,826 | 4,456 | 4,361 | 4,110 | 2,5 | 7,5 | |
| 6 | 1 | 6 | 5,350 | 5,500 | 4,917 | 5,153 | 5,974 | 5,794 | 5,324 | 5,212 | 4,891 | 3 | 9 | |
| (7) | 1 | 7 | 6,350 | 6,500 | 5,917 | 6,153 | 6,974 | 6,794 | 6,324 | 6,212 | 5,891 | 3 | 9 | |
| 8 | 1,25 | 8 | 7,188 | 7,348 | 6,647 | 6,912 | 7,972 | 7,760 | 7,160 | 7,042 | 6,619 | 4 | 12 | |
| (9) | 1,25 | 9 | 8,188 | 8,348 | 7,647 | 7,912 | 8,972 | 8,760 | 8,160 | 8,042 | 7,619 | 4 | 12 | |
| 10 | 1,5 | 10 | 9,026 | 9,206 | 8,376 | 8,676 | 9,968 | 9,732 | 8,994 | 8,862 | 8,344 | 5 | 15 | |
| 12 | 1,75 | 12 | 10,863 | 11,063 | 10,106 | 10,441 | 11,966 | 11,701 | 10,829 | 10,679 | 10,072 | 6 | 18 | |
| 14 | 2 | 14 | 12,701 | 12,913 | 11,835 | 12,210 | 13,962 | 13,682 | 12,663 | 12,503 | 11,797 | 8 | 24 | |
| 16 | 2 | 16 | 14,701 | 14,913 | 13,835 | 14,210 | 15,962 | 15,682 | 14,663 | 14,503 | 13,797 | 8 | 24 | |

| Diamètre nominal | Pas P | Taraudage 6H | | | | | | Vis 6g | | | | | Longueur en prise | |
|------------------|-------|--------------|--------|---------------------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|----------------------|--------|---------------------------------------------|--------|-------------------------|-------------------|--|
| | | Diamètre D | | Diamètre sur flancs de filet D ₂ | | Diamètre intérieur D ₁ | | Diamètre extérieur d | | Diamètre sur flancs de filet d ₂ | | Diamètre d ₁ | | |
| | | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | plus de | à | |
| 18 | 2,5 | 18 | 16,376 | 16,600 | 15,294 | 15,744 | 17,958 | 17,623 | 16,334 | 16,164 | 15,252 | 10 | 30 | |
| 20 | 2,5 | 20 | 18,376 | 18,600 | 17,294 | 17,744 | 19,958 | 19,623 | 18,334 | 18,164 | 17,252 | 10 | 30 | |
| 22 | 2,5 | 22 | 20,376 | 20,600 | 19,294 | 19,744 | 21,958 | 21,623 | 20,334 | 20,164 | 19,252 | 10 | 30 | |
| 24 | 3 | 24 | 22,051 | 22,316 | 20,752 | 21,252 | 23,952 | 23,577 | 22,003 | 21,803 | 20,704 | 12 | 36 | |
| 27 | 3 | 27 | 25,051 | 25,316 | 23,752 | 24,252 | 26,952 | 26,577 | 25,003 | 24,803 | 23,704 | 12 | 36 | |
| 30 | 3,5 | 30 | 27,727 | 28,007 | 26,211 | 26,771 | 29,947 | 29,522 | 27,674 | 27,462 | 26,158 | 15 | 45 | |
| 33 | 3,5 | 33 | 30,727 | 31,007 | 29,211 | 29,771 | 32,947 | 32,522 | 30,674 | 30,462 | 29,158 | 15 | 45 | |
| 36 | 4 | 36 | 33,402 | 33,702 | 31,670 | 32,270 | 35,940 | 35,465 | 33,342 | 33,118 | 31,610 | 18 | 53 | |
| 39 | 4 | 39 | 36,402 | 36,702 | 34,670 | 35,270 | 38,940 | 38,465 | 36,342 | 36,118 | 34,610 | 18 | 53 | |
| 42 | 4,5 | 42 | 39,077 | 39,392 | 37,129 | 37,799 | 41,937 | 41,437 | 39,014 | 38,778 | 37,066 | 21 | 63 | |
| 45 | 4,5 | 45 | 42,077 | 42,392 | 40,129 | 40,799 | 44,937 | 44,437 | 42,014 | 41,778 | 40,066 | 21 | 63 | |
| 48 | 5 | 48 | 44,752 | 45,087 | 42,587 | 43,297 | 47,929 | 47,399 | 44,681 | 44,431 | 42,516 | 24 | 71 | |
| 52 | 5 | 52 | 46,752 | 49,087 | 46,587 | 47,297 | 51,929 | 51,399 | 48,681 | 48,431 | 46,516 | 24 | 71 | |
| 56 | 5,5 | 56 | 52,428 | 52,783 | 50,046 | 50,796 | 55,925 | 55,365 | 52,353 | 52,088 | 49,971 | 28 | 85 | |
| 60 | 5,5 | 60 | 56,428 | 56,783 | 54,046 | 54,796 | 59,925 | 59,365 | 56,353 | 56,088 | 53,971 | 28 | 85 | |
| 64 | 6 | 64 | 60,103 | 60,478 | 57,505 | 58,305 | 63,920 | 63,320 | 60,023 | 59,743 | 57,425 | 32 | 95 | |
| 68 | 6 | 68 | 64,103 | 64,478 | 61,505 | 62,305 | 67,920 | 67,320 | 64,023 | 63,743 | 61,425 | 32 | 95 | |
| 72 | 6 | 72 | 68,103 | 68,478 | 65,505 | 66,305 | 71,920 | 71,320 | 68,023 | 67,743 | 65,425 | 32 | 95 | |
| 76 | 6 | 76 | 72,103 | 72,478 | 69,505 | 70,305 | 75,920 | 75,320 | 72,023 | 71,743 | 69,425 | 32 | 95 | |
| 80 | 6 | 80 | 76,103 | 76,478 | 73,505 | 74,305 | 79,920 | 79,320 | 76,023 | 75,743 | 73,425 | 32 | 95 | |
| 85 | 6 | 85 | 81,103 | 81,478 | 78,505 | 79,305 | 84,920 | 84,320 | 81,023 | 80,743 | 78,425 | 32 | 95 | |
| 90 | 6 | 90 | 86,103 | 86,478 | 83,505 | 84,305 | 89,920 | 89,320 | 86,023 | 85,743 | 83,425 | 32 | 95 | |

NOTE

Employer de préférence les diamètres en caractères gras. Éviter autant que possible les diamètres entre parenthèses.

FILETAGE A PAS FIN

Tableau n°26

| Diamètre nominal | Pas P | Taraudage 6H | | | | | | Vis 6g | | | | | Longueur en prise | |
|------------------|-------|--------------|---------------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|--------|----------------------|--------|---------------------------------------------|--------|-------------------------|-------------------|---------|
| | | Diamètre D | Diamètre sur flancs de filet D ₂ | | | Diamètre intérieur D ₁ | | Diamètre extérieur d | | Diamètre sur flancs de filet d ₂ | | Diamètre d ₁ | | |
| | | | min. | min. | max. | min. | max. | max. | min. | max. | min. | | max. | plus de |
| 8 | 1 | 8 | 7,350 | 7,500 | 6,917 | 7,153 | 7,974 | 7,794 | 7,324 | 7,212 | 6,891 | 3 | 9 | |
| (9) | 1 | 9 | 8,350 | 8,500 | 7,917 | 8,153 | 8,974 | 8,794 | 8,324 | 8,212 | 7,891 | 3 | 9 | |
| 10 | 1,25 | 10 | 9,188 | 9,348 | 8,647 | 8,912 | 9,972 | 9,760 | 9,160 | 9,042 | 8,619 | 4 | 12 | |
| 12 | 1,25 | 12 | 11,188 | 11,368 | 10,647 | 10,912 | 11,972 | 11,760 | 11,160 | 11,028 | 10,619 | 4,5 | 13 | |
| | (1,5) | 12 | 11,026 | 11,216 | 10,376 | 10,676 | 11,968 | 11,732 | 10,994 | 10,854 | 10,344 | 5,6 | 16 | |
| 14 | 1,5 | 14 | 13,026 | 13,216 | 12,376 | 12,676 | 13,968 | 13,732 | 12,994 | 12,854 | 12,344 | 5,6 | 16 | |
| 16 | 1,5 | 16 | 15,026 | 15,216 | 14,376 | 14,676 | 15,968 | 15,732 | 14,994 | 14,854 | 14,344 | 5,6 | 16 | |
| 18 | 1,5 | 18 | 17,026 | 17,216 | 16,376 | 16,676 | 17,968 | 17,732 | 16,994 | 16,854 | 16,344 | 5,6 | 16 | |
| 20 | 1,5 | 20 | 19,026 | 19,216 | 18,376 | 18,676 | 19,968 | 19,732 | 18,994 | 18,854 | 18,344 | 5,6 | 16 | |
| 22 | 1,5 | 22 | 21,026 | 21,216 | 20,376 | 20,676 | 21,968 | 21,732 | 20,994 | 20,854 | 20,344 | 5,6 | 16 | |
| 24 | 2 | 24 | 22,701 | 22,925 | 21,835 | 22,210 | 23,962 | 23,682 | 22,663 | 22,493 | 21,797 | 8,5 | 25 | |
| 27 | 2 | 27 | 25,701 | 25,925 | 24,835 | 25,210 | 26,962 | 26,682 | 25,663 | 25,493 | 24,797 | 8,5 | 25 | |
| 30 | 2 | 30 | 28,701 | 28,925 | 27,835 | 28,210 | 29,962 | 29,682 | 28,663 | 28,493 | 27,797 | 8,5 | 25 | |
| 33 | 2 | 33 | 31,701 | 31,925 | 30,835 | 31,210 | 32,962 | 32,682 | 31,663 | 31,493 | 30,797 | 8,5 | 25 | |
| 36 | 3 | 36 | 34,051 | 34,316 | 32,752 | 33,252 | 35,952 | 35,577 | 34,003 | 33,803 | 32,704 | 12 | 36 | |
| 39 | 3 | 39 | 37,051 | 37,316 | 35,752 | 36,252 | 38,952 | 38,577 | 37,003 | 36,803 | 35,704 | 12 | 36 | |

NOTE

Employer de préférence les diamètres en caractères gras. Éviter autant que possible les diamètres entre parenthèses.

■ MODE DE DÉSIGNATION

Exemples :

- filetage extérieur M8 soit M8 x 1,25
M8 – 5g 6g où 5g est la tolérance sur flancs et sa position et 6g est la tolérance sur \varnothing extérieur et sa position.
- taraudage M12 x 1
M12 x 1 – 4H 5H où 4H est la tolérance sur flancs et sa position et 5H est la tolérance sur \varnothing intérieur et sa position.
- taraudage M16 – 6H : mêmes tolérances et positions sur flancs et \varnothing intérieur,
- filetage extérieur M16 – 6g : mêmes tolérances et positions sur flancs et \varnothing extérieur.
- M16 – 6H/6g : ajustement taraudage 6H, vis 6g.

■ CLASSES DE TOLÉRANCES RECOMMANDÉES

Tableau n°28.
Classes pour
filetage intérieur

| Longueur en prise | Normale | Longue | Courte |
|-------------------|---------|--------|--------|
| Qualité fine | 4H 5H | 6H | 4H |
| Qualité moyenne | 6H | 7H | 5H |
| Qualité grossière | 7H | 8H | - |

Tableau n°29.
Classes pour
filetage extérieur

| Longueur en prise | | Normale | Longue | Courte |
|-------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Qualité fine | | 4h | 5h 4h | 3h 4h |
| Qualité moyenne | avec écart | 6g | 7g 6g | 5g 6g |
| | à écart nul | 6h | 7h 6h | 5h 6h |
| Qualité grossière | | 8g | 9g 8g | - |

FILETAGES COURANTS

Tableau n°30. Symboles et normes de référence

| Symbole | Designation du filetage | Norme mécanique | Calibre correspondant |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| M | Filetage ISO métrique profil 60° Système ISO de tolérances de filetages (ayant remplacé les anciens systèmes ISO de tolérances antérieurs à 1968 et les profils S1m et S1) | NF E 03-001 NF E 03-013 NF E 03-014 NF E 03-050 à NF E 03-056 | NF E 03-151 NF E 03-152 NF E 03-153 NF E 03-154 |
| | | | |
| S | Filetage miniature ISO 60° | NF E 03-501 à NF E 03-504 | |
| UN | Filetage unifié américain profil 60° : séries UNC - UNF - UNEF - UN - UNS | ANSI B1-1 BS 1580 | BS 919 p.1 (ANSI B1-2 si précisé) |
| UNJ | Filetage unifié américain 60° à grand arrondi : séries UNJC - UNJF - UNJEF - UNJ - UNJS | BS 4084 MIL S 8879 | BS 919 p.1 Troncature J (ANSI, B1-2 si précisé) |
| NPT et divers | Filetage américain pour tubes sans étanchéité dans le filet profil 60° | NF E 03-601 USAS B2-1 ANSI B1-20-1 | USAS B2-1 ANSI B1-20-1 |
| NPTF et divers | Filetage américain pour tubes avec étanchéité dans le filet profil 60° | USAS B2-2 ANSI B1-20-3 ANSI B1-20-4 ANSI B1-20-5 | USAS B2-2 ANSI B1-20-5 |
| R Rc Rp G | Filetage «Gaz» 55° avec étanchéité dans le filet : - filetage extérieur conique, - filetage intérieur conique (emploi exceptionnel), - filetage intérieur cylindrique Filetage «Gaz» 55° avec étanchéité dans le filet (filetages intérieur et extérieur cylindriques) | NF E 03-004 NF E 03-005 | coniques NF E 03-165 BS 21 cylindriques NF E 03-161 à NF E 03-164 |

| Symbole | Designation du filetage | Norme mécanique | Calibre correspondant |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| BSW BSF | Filetage anglais Whitworth profil 55° : séries BSW - BSF et WHS | BS 84 | BS 919 p.2 |
| BA | Filetage anglais B.A. profil 47° 30' | BS 93 | BS 919 p.2 |
| TR | Filetage trapézoïdal symétrique profil 30° | NF E 03-615 à NF E 03-618 | NF E 03-619 à NF E 03-621 |
| ACME | Filetage trapézoïdal symétrique américain profil 29° | ANSI B1-5 | ANSI B1-5 |
| STUB- ACME | Filetage trapézoïdal symétrique américain profil 29° à faible hauteur d'engagement | ANSI B1-8 | ANSI B1-8 |
| ART | Filetage trapézoïdal asymétrique profil 3° 45° dit «Artillerie» | NF E 03-611 | NF E 03-612 |
| Rd | Filetage à filet rond | NF F 00-016 NF F 00-032 | NF F 00-017 |
| | Filetage pour raccords de sortie et robinets de bouteilles à gaz cylindriques et coniques | NF E 29-650 à NF E 29-684 | NF E 29-673 à NF E 29-685 |
| N° réf. CM | Filetage pour canalisations électriques profil 80°. Filetages pour presse-étoupe profils 80° et 55°. | NF C 68-190 NF C 63-021 | NF C 68-190 NF C 63-021 |
| BSC | Filetage pour cycles profils 60° et 55°. Filetage pour cycles profil 60°. | BS 811 DIN 79-012 | BS 919 p.2 |
| V | Filetage pour valves de pneumatiques | NF E 87-012 NF R 99-030 | NF E 03-151 à NF E 03-154 |

8. Tableau dimensionnel des rondelle plates NF E 25513 / 25514 - DIN 125A

Tableau n°31

| Diamètre nominal | | | Etroite | Moyenne | Large | Très large | DIN 125 A | |
|------------------|-------|-----|---------|---------|-------|------------|-----------|-----|
| | d_1 | s | Z | M | L | LL | d_2 | s |
| 1,6 | 1,7 | 0,5 | 3,5* | 5* | 6* | | 4 | 0,3 |
| 2 | 2,2 | 0,5 | 4* | 5* | 7* | 9* | 5 | 0,3 |
| 2,5 | 2,7 | 0,5 | 5* | 7* | 10* | 12* | 6 | 0,5 |
| 3 | 3,2 | 0,8 | 6 | 8 | 12 | 14* | 7 | 0,5 |
| 4 | 4,3 | 0,8 | 8 | 10 | 14 | 16* | 9 | 0,8 |
| 5 | 5,3 | 1 | 10 | 12 | 16 | 20* | 10 | 1 |
| 6 | 6,4 | 1,2 | 12 | 14 | 18 | 24* | 12 | 1,6 |
| 7 | 7,4 | 1,5 | 14 | 16 | 20 | 27* | 14 | 1,6 |
| 8 | 8,4 | 1,5 | 16 | 18 | 22 | 30* | 16 | 1,6 |
| 10 | 10,5 | 2 | 20 | 22 | 27 | 36* | 20 | 2 |
| 12 | 13 | 2,5 | 24 | 27 | 32 | 40* | 24 | 2,5 |
| 14 | 15 | 2,5 | 27 | 30 | 36 | 45* | 28 | 2,5 |
| 16 | 17 | 3 | 30 | 32 | 40 | 50* | 30 | 3 |
| 18 | 19 | 3 | 32 | 36 | 45 | 55* | 34 | 3 |
| 20 | 21 | 3 | 36 | 40 | 50 | 60* | 37 | 3 |
| 22 | 23 | 3 | 40 | 45 | 55 | 65* | 39 | 3 |
| 24 | 25 | 4 | 45 | 50 | 60 | 70* | 44 | 4 |
| 27 | 28 | 4 | 48 | 55 | 65 | 75* | 50 | 4 |
| 30 | 31 | 4 | 52 | 60 | 70 | 80* | 56 | 4 |
| 33 | 34 | 5 | | 65* | 75* | 85* | 60 | 5 |
| 36 | 37 | 5 | | 70* | 80* | 90* | 66 | 5 |
| 39 | 40 | 6 | | 75* | 85* | 95* | 72 | 6 |
| 42 | 43 | 6 | | 80* | 90* | 100* | 78 | 7 |
| 45 | 46 | 7 | | 85* | 100* | 110* | 85 | 7 |
| 48 | 50 | 7 | | 90* | 105* | 120* | 92 | 8 |
| 52 | 54 | 8 | | 100* | 115* | 130* | 98 | 8 |
| 56 | 58 | | | 105* | | | 105 | 9 |
| 60 | 62 | | | 115* | | | 110 | 9 |



Caractéristique mécanique
NF E 25513 : 100HV
NF E 25514 : 160HV

*Ne concerne que NFE 25514

9. Avant-trou de perçage pour vis à tête

Le but de ce fascicule de documentation est de fournir aux utilisateurs des dimensions des trous couramment effectués dans les tôles et autres plaques avant de loger une vis à tête.

En fonction de la forme de l'extrémité, ces vis se répartissent en deux catégories P et SP



Ce document indique, en fonction de la nature et de l'épaisseur du matériau, les diamètres des avants-trous et leurs profondeurs, s'il s'agit de trous borgnes, à percer pour permettre le logement d'une vis à tête.

Cependant, compte-tenu de la diversité des alliages et matières plastiques utilisés, il est recommandé à l'utilisateur d'effectuer des essais pratiques avant d'entreprendre le perçage d'une grande série de pièces.

La forme d'extrémité de la vis étant sans influence sur les dimensions de l'avant-trou, les valeurs indiquées s'appliquent aux deux types P et SP. On préférera, toutefois, utiliser des vis SP dans les trous borgnes afin d'éviter tout contact avec des copeaux éventuels.

Dans les plaques et autres supports, la profondeur du trou borgne et son diamètre peuvent être augmentés si les valeurs indiquées ne permettent pas une longueur de serrage suffisante.

Nota. Les matières plastiques ont leurs réactions propres qui induisent une importante fragilité aux efforts de déformation et une sensibilité particulière aux contraintes extérieures (thermiques, hydrométrique,...). Les vis autotaraudeuses à section trilobée pour matières plastiques (Platite[®], ...) ont été spécialement étudiées pour prévenir les réactions des matières plastiques.

■ AVANT-TROUS DE PERÇAGE POUR VIS A TÔLE

| Vis N° | Pas | Diamètre fileté | Tôles | | | Plaques et autres supports | | | |
|--------|------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | | | Épaisseur métal | Acier HV 120 max | Aluminium | Métaux tendres R _c 245 N/mm ² et matières plastiques thermodurcissables | | Matières thermoplastiques | |
| | | | | Diamètre de perçage | Diamètre de perçage | Diamètre de perçage | Profondeur trou borgne mini | Diamètre de perçage | Profondeur trou borgne mini |
| 2 | 0,79 | 2,18 | 0,4 à 0,5 | 1,65 | - | 3 | 4,3 | 2 | 5 |
| | | | 0,6 à 0,8 | 1,80 | 1,65 | | | | |
| | | | 0,9 à 1 | 1,85 | 1,65 | | | | |
| | | | 1,2 à 1,5 | 1,85 | 1,80 | | | | |
| 3 | 0,91 | 2,50 | 0,4 à 0,5 | 1,90 | - | 2,3 | 4,5 | 2,3 | 6,4 |
| | | | 0,6 à 0,8 | 2,10 | 1,90 | | | | |
| | | | 0,9 à 1 | 2,10 | 1,90 | | | | |
| | | | 1,2 à 1,5 | 2,20 | 2 | | | | |
| 4 | 1,06 | 2,85 | 0,4 à 0,5 | 2,20 | - | 2,6 | 4,8 | 2,5 | 6,4 |
| | | | 0,6 à 0,8 | 2,40 | 2,20 | | | | |
| | | | 0,9 à 1 | 2,40 | 2,20 | | | | |
| | | | 1,2 à 1,5 | 2,50 | 2,20 | | | | |
| | | | 2 à 2,5 | 2,60 | 2,20 | | | | |
| 5 | 1,27 | 3,25 | 0,4 à 0,5 | 2,40 | - | 3 | 5,6 | 2,9 | 6,4 |
| | | | 0,6 à 0,8 | 2,50 | 2,40 | | | | |
| | | | 0,9 à 1 | 2,60 | 2,40 | | | | |
| | | | 1,2 à 1,5 | 2,70 | 2,50 | | | | |
| | | | 2 à 2,5 | 2,80 | 2,55 | | | | |
| 6 | 1,27 | 3,48 | 0,4 à 0,5 | 2,65 | - | 3,2 | 6,4 | 3,1 | 6,4 |
| | | | 0,6 à 0,8 | 2,70 | 2,60 | | | | |
| | | | 0,9 à 1 | 2,80 | 2,60 | | | | |
| | | | 1,2 à 1,5 | 2,90 | 2,70 | | | | |
| | | | 2 à 2,5 | 3,10 | 2,80 | | | | |
| | | | 3 à 3,5 | - | 3 | | | | |
| 7 | 1,34 | 3,84 | 0,6 à 0,8 | 3 | 2,9 | 3,5 | 6,4 | 3,3 | 6,4 |
| | | | 0,9 à 1 | 3 | 2,9 | | | | |
| | | | 1,2 à 1,5 | 3,20 | 3,0 | | | | |
| | | | 2 à 2,5 | 3,50 | 3,3 | | | | |
| | | | 3 à 3,5 | - | 3,5 | | | | |

Extrait de la norme NF E 27042

| Vis N° | Pas | Diamètre fileté | Tôles | | | Plaques et autres supports | | | |
|--------|------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | | | Épaisseur métal | Acier HV 120 max | Aluminium | Métaux tendres R _s ≤ 245 N/mm ² et matières plastiques thermodurcissables | | Matières thermoplastiques | |
| | | | | Diamètre de perçage | Diamètre de perçage | Diamètre de perçage | Profondeur trou borgne mini | Diamètre de perçage | Profondeur trou borgne mini |
| 8 | 1,41 | 4,16 | 0,6 à 0,8 | 3,20 | 3,1 | 3,8 | 6,4 | 3,6 | 7,9 |
| | | | 0,9 à 1 | 3,40 | 3,2 | | | | |
| | | | 1,2 à 1,5 | 3,40 | 3,3 | | | | |
| | | | 2 à 2,5 | 3,60 | 3,6 | | | | |
| | | | 3 à 3,5 | 3,90 | 3,8 | | | | |
| 10 | 1,59 | 4,72 | 0,6 à 0,8 | 3,70 | - | 4,5 | 7,1 | 4,3 | 7,9 |
| | | | 0,9 à 1 | 3,70 | 3,6 | | | | |
| | | | 1,2 à 1,5 | 3,80 | 3,6 | | | | |
| | | | 2 à 2,5 | 4,00 | 3,8 | | | | |
| | | | 3 à 3,5 | 4,30 | 3,9 | | | | |
| | | | 4 à 4,5 | 4,40 | 4,0 | | | | |
| 12 | 1,81 | 5,39 | 0,6 à 0,8 | 4,20 | - | 5,1 | 7,1 | 4,8 | 9,5 |
| | | | 0,9 à 1 | 4,20 | - | | | | |
| | | | 1,2 à 1,5 | 4,40 | 4,1 | | | | |
| | | | 2 à 2,5 | 4,60 | 4,5 | | | | |
| | | | 3 à 3,5 | 5,00 | 4,6 | | | | |
| | | | 4 à 4,5 | 5,10 | 4,8 | | | | |
| 14 | 1,81 | 6,17 | 0,6 à 0,8 | 4,90 | - | 5,9 | 8 | 5,6 | 9,5 |
| | | | 0,9 à 1 | 4,90 | - | | | | |
| | | | 1,2 à 1,5 | 5,00 | 5,1 | | | | |
| | | | 2 à 2,5 | 5,40 | 5,3 | | | | |
| | | | 3 à 3,5 | 5,80 | 5,3 | | | | |
| | | | 4 à 4,5 | 5,90 | 5,4 | | | | |
| | | | 4,5 à 5 | 5,90 | 5,6 | | | | |

Extrait de la norme NF E 27042

10. Résistance à la corrosion

■ REVÊTEMENTS ÉLECTROLYTIQUES

Après revêtement, les filetages métriques ISO doivent être vérifiés conformément à la norme NF EN ISO 4042, avec un calibre «ENTRE» de position de tolérance h pour les filetages extérieurs et H pour les filetages intérieurs.

Les autres tolérances dimensionnelles de produit ne s'appliquent qu'avant revêtement.

L'application des revêtements recommandés aux filetages métriques ISO est limitée par l'écart fondamental des filetages en question, et donc par le pas et les positions de tolérance.

Le revêtement ne doit pas provoquer de dépassement de la ligne zéro vers le haut pour les filetages extérieurs ou vers le bas pour les filetages intérieurs. Cela signifie que pour un filetage intérieur de position de tolérance H, on ne peut appliquer une épaisseur de revêtement mesurable des filetages que si la zone de tolérance n'est pas utilisée jusqu'à la ligne zéro.

■ QUALITÉ DU REVÊTEMENT

Les revêtements électrolytiques doivent satisfaire aux exigences de la norme internationale traitant du revêtement considéré en ce qui concerne l'aspect, l'adhérence, la ductilité, la résistance à la corrosion, etc...

■ FRAGILISATION PAR L'HYDROGÈNE

Les éléments de fixation filetés

- en acier traités thermiquement de classe de qualité supérieure ou égale à 10.9,
 - les éléments de fixation cimentés,
 - les éléments de fixation avec rondelles imperdables en acier trempé,
- doivent subir un recuit après revêtement électrolytique mais avant tout traitement de chromatation.

Cette opération de dégazage ne peut pas garantir l'élimination totale de la fragilisation par l'hydrogène. Si cela est nécessaire, il faut utiliser un mode de revêtement et de préparation adaptés.

■ ÉPAISSEUR DU REVÊTEMENT

Les épaisseurs locales et moyennes de lot correspondant aux épaisseurs nominales de revêtement recommandées dans les normes internationales de revêtements électrolytiques figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°32.
Épaisseurs nominales de revêtement (µm)

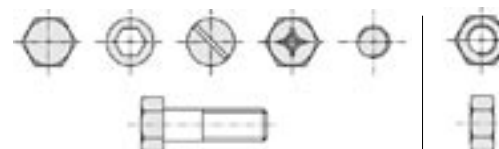
| Épaisseur nominale de revêtement | Épaisseur effective de revêtement | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------|
| | Épaisseur locale minimale | Épaisseur moyenne du lot | |
| | | min. | max. |
| 3 | 3 | 3 | 5 |
| 5 | 5 | 4 | 6 |
| 8 | 8 | 7 | 10 |
| 10 | 10 | 9 | 12 |
| 12 | 12 | 11 | 15 |
| 15 | 15 | 14 | 18 |
| 20 | 20 | 18 | 23 |
| 25 | 25 | 23 | 28 |
| 30 | 30 | 27 | 35 |

Pour réduire les risques d'interférence lors du serrage dans les assemblages comprenant des filetages revêtus, l'épaisseur nominale de revêtement ne doit pas dépasser le quart de l'écart fondamental du filetage. Les valeurs sont spécifiées dans le tableau ci-après.

Les épaisseurs effectives de revêtement mesurées selon l'une des méthodes prescrites dans l'article 10 doivent correspondre aux valeurs données dans le tableau n°32.

Dans le cas de mesurage de l'épaisseur moyenne du lot et si les pièces filetées ont une longueur nominale $l > 5d$, on tiendra compte d'épaisseurs nominales plus faibles ; elles sont données dans le tableau n°33.

Zone de mesurage



□ Surface de mesurage de l'épaisseur locale du revêtement sur les éléments de fixation.

CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES ET VÉRIFICATION

Caractéristiques dimensionnelles avant revêtement électrolytique

A l'exception des vis à filets roulés et de certains types de vis autotaradeuses, les composants filetés devant être revêtus doivent satisfaire aux exigences des normes internationales correspondantes avant revêtement, sauf si les filetages sont conçus spécialement pour permettre l'application de revêtements plus épais que ceux qu'il est possible de déposer sur les filetages normaux.

Les épaisseurs de revêtement sont basées sur les tolérances de filetages métriques ISO, avec les positions de tolérance suivantes :

- g, f et e pour les filetages extérieurs,
- H et G pour les filetages intérieurs.

Les positions de tolérance s'appliquent avant le revêtement électrolytique.

Tableau n°33. Limites supérieures des épaisseurs nominales de revêtement

| Filetage intérieur | | | | Filetage extérieur | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------|------|------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------|------|------|----------------------------|-------------------|---------------------------------------|------|------|--|--|
| Pas P | Diamètre nominal de filetage ⁽¹⁾ d | Position de tolérance G | | Position de tolérance «g» | | | | | Position de tolérance «f» | | | | | Position de tolérance «e» | | | | | | |
| | | Ecart fondamental | Épaisseur de revêtement nominale max. | Épaisseur de revêtement nominale max. | | | | | Ecart fondamental | Épaisseur de revêtement nominale max. | | | | | Ecart fondamental | Épaisseur de revêtement nominale max. | | | | |
| | | | | (2) | (3) | | | (2) | | (3) | | | (2) | (3) | | | | | | |
| | | | | | Toutes longueurs nominales | Longueur nominale l | | | | Toutes longueurs nominales | Longueur nominale l | | | Toutes longueurs nominales | | Longueur nominale, l | | | | |
| (mm) | (µm) | (µm) | l ≤ 5d | 5d < l ≤ 10d | 10d < l ≤ 15d | (µm) | (µm) | (µm) | (µm) | (µm) | (µm) | (µm) | (µm) | (µm) | (µm) | (µm) | (µm) | (µm) | | |
| 0,2 | - | +17 | 3 | -17 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 0,25 | 1; 1,2 | +18 | 3 | -18 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 0,3 | 1,4 | +18 | 3 | -18 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 0,35 | 1,6 (1,8) | +19 | 3 | -19 | 3 | 3 | 3 | 3 | -34 | 8 | 8 | 5 | 5 | | | | | | | |
| 0,4 | 2 | +19 | 3 | -19 | 3 | 3 | 3 | 3 | -34 | 8 | 8 | 5 | 5 | | | | | | | |
| 0,45 | 2,5 (2,2) | +20 | 5 | -20 | 5 | 5 | 3 | 3 | -35 | 8 | 8 | 5 | 5 | | | | | | | |
| 0,5 | 3 | +20 | 5 | -20 | 5 | 5 | 3 | 3 | -36 | 8 | 8 | 5 | 5 | -50 | 12 | 12 | 10 | 8 | | |
| 0,6 | 3,5 | +21 | 5 | -21 | 5 | 5 | 3 | 3 | -36 | 8 | 8 | 5 | 5 | -53 | 12 | 12 | 10 | 8 | | |
| 0,7 | 4 | +22 | 5 | -22 | 5 | 5 | 3 | 3 | -38 | 8 | 8 | 5 | 5 | -56 | 12 | 12 | 10 | 8 | | |
| 0,75 | 4,5 | +22 | 5 | -22 | 5 | 5 | 3 | 3 | -38 | 8 | 8 | 5 | 5 | -56 | 12 | 12 | 10 | 8 | | |
| 0,8 | 5 | +24 | 5 | -24 | 5 | 5 | 3 | 3 | -38 | 8 | 8 | 5 | 5 | -60 | 15 | 15 | 12 | 10 | | |
| 1 | 6 (7) | +26 | 5 | -26 | 5 | 5 | 3 | 3 | -40 | 10 | 10 | 8 | 5 | -60 | 15 | 15 | 12 | 10 | | |
| 1,25 | 8 | +28 | 5 | -28 | 5 | 5 | 5 | 3 | -42 | 10 | 10 | 8 | 5 | -63 | 15 | 15 | 12 | 10 | | |
| 1,5 | 10 | +32 | 8 | -32 | 8 | 8 | 5 | 5 | -45 | 10 | 10 | 8 | 5 | -67 | 15 | 15 | 12 | 10 | | |
| 1,75 | 12 | +34 | 8 | -34 | 8 | 8 | 5 | 5 | -48 | 12 | 12 | 8 | 8 | -71 | 15 | 15 | 12 | 10 | | |
| 2 | 16 (14) | +38 | 8 | -38 | 8 | 8 | 5 | 5 | -52 | 12 | 12 | 10 | 8 | -71 | 15 | 15 | 12 | 10 | | |
| 2,5 | 20 (18;22) | +42 | 10 | -42 | 10 | 10 | 8 | 5 | -58 | 12 | 12 | 10 | 8 | -80 | 20 | 20 | 15 | 12 | | |
| 3 | 24 (27) | +48 | 12 | -48 | 12 | 12 | 8 | 8 | -63 | 15 | 15 | 12 | 10 | -85 | 20 | 20 | 15 | 12 | | |
| 3,5 | 30 (33) | +53 | 12 | -53 | 12 | 12 | 10 | 8 | -70 | 15 | 15 | 12 | 10 | -90 | 20 | 20 | 15 | 15 | | |
| 4 | 36 (39) | +60 | 15 | -60 | 15 | 15 | 12 | 10 | -75 | 15 | 15 | 15 | 12 | -95 | 20 | 20 | 15 | 15 | | |
| 4,5 | 42 (45) | +63 | 15 | -63 | 15 | 15 | 12 | 10 | -80 | 20 | 20 | 15 | 12 | -100 | 25 | 25 | 20 | 15 | | |
| 5 | 45 (52) | +71 | 15 | -71 | 15 | 15 | 12 | 10 | -85 | 20 | 20 | 15 | 12 | -106 | 25 | 25 | 20 | 15 | | |
| 5,5 | 56 (60) | +75 | 15 | -75 | 15 | 15 | 15 | 12 | -90 | 20 | 20 | 15 | 15 | -112 | 25 | 25 | 20 | 15 | | |
| 6 | 64 | +80 | 20 | -80 | 20 | 20 | 15 | 12 | -95 | 20 | 20 | 15 | 15 | -118 | 25 | 25 | 20 | 15 | | |

1. Les données sur les filetages à pas grossier ne sont indiquées que pour des raisons pratiques. La caractéristique déterminante est le pas du filetage.
 2. Valeurs maximales de l'épaisseur nominale de revêtement s'il est convenu de mesurer l'épaisseur locale.
 3. Valeurs maximales de l'épaisseur nominale de revêtement s'il est convenu de mesurer l'épaisseur moyenne du lot.

■ SPÉCIFICATIONS POUR LA COMMANDE DE REVÊTEMENTS ÉLECTROLYTIQUES

Lorsqu'il est demandé de faire un revêtement électrolytique sur composants filetés, les indications suivantes sont à fournir lors de la passation de la commande :

- référence de la norme relative au revêtement désiré et désignation de ce revêtement (ou numéro de la condition d'utilisation) ;
- indication, si nécessaire, du dégazage en indiquant soit la résistance à la traction de l'acier, soit la durée du dégazage ;
- toute prescription complémentaire de revêtement électrolytique sélectif ou de diminution des dimensions des filetages.

■ DACROMET® - GEOMET®

Le DACROMET® est un revêtement métallique non électrolytique qui permet une protection contre la corrosion, tout en préservant la fonctionnalité des pièces revêtues. Il n'entraîne pas de fragilisation.

Il est composé essentiellement de zing et d'aluminium lamellaire dans un liant minéral d'oxyde de chrome.

Cette passivation offre une protection anti-corrosion optimale.

Les techniques d'application respectent l'environnement.

Deux types de revêtement DACROMET® :

- le DACROMET® 320 est le revêtement de base.
- le DACROMET® 500 se distingue du DACROMET® 320 par la présence d'un lubrifiant dans toute l'épaisseur, le PTFE. La plage de coefficient de frottement μ de 0,12 à 0,18 est ainsi assurée.

Pour ces deux types de revêtement DACROMET®, nous pouvons proposer deux épaisseurs distinctes de revêtement :

- grade A (environ 5 μ), tenue au brouillard salin (ISO 9227) : 500 heures.
- grade B (environ 8 μ), tenue au brouillard salin (ISO 9227) : 1000 heures.

Le GEOMET® est un revêtement similaire au DACROMET® mais ne contenant aucun oxyde de chrome afin d'être en conformité avec les exigences environnementales des principaux constructeurs automobiles ainsi qu'avec la directive européenne 200/53/EC.

Le GEOMET® 321 est le produit utilisé particulièrement pour le revêtement des pièces de fixation. Nous pouvons vous proposer des finitions particulières (PLUS®, L, R...) pour améliorer les performances de résistance à la corrosion et maîtriser le coefficient de frottement. Par exemple le GEOMET® 321 PLUS® L a une tenue au brouillard salin de 1000 heures pour une épaisseur de 10 μ et un coefficient de frottement compris entre 0,08 et 0,14.

■ PERFORMANCE DES REVÊTEMENTS USUELS

Tableau n°34

| Revêtement de base | Finition | Tenue au brouillard salin (rouille rouge) | Caractéristiques |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zn alcalin sans cyanure Zn alcalin cyanuré Zn acide | Passivation blanche bleutée | 48 heures | Peu fragilisant |
| | Bichromatation jaune irisée | 96 heures | |
| | Bichromatation jaune irisée 5 à 10µ | 200 heures | |
| | Bichromatation noire | 120 heures | |
| | Bichromatation vert olive | 96 heures | |
| | Bichromatation vert olive 5 à 10µ | 200 heures | |
| | Filmogène sur jaune, noir, vert | Jusqu'à 1000 heures sans choc thermique | |
| Zinc nickel | Bichromatation | 600 heures | Non fragilisant (avec gamme spécifique) Coefficient de frottement élevé Favorise l'adhésion caoutchouc |
| | Filmogène | 1000 heures | |
| Nickelage | | | Esthétisme |
| Etamage Electrolytique | | | Alimentaire Favorise les contacts électriques Favorise la soudabilité |
| Laitonnage | | | Esthétisme |
| Cuivrage | | | Favorise les contacts électriques Épargne les parties à cémenter Résiste à la chaleur |
| Phosphatation grasse au zinc | | 72 heures | |
| | Finition grasse spécifique | 350 heures | |
| Phosphatation sèche | | | |
| Phosphatation au manganèse | | 72 heures | Améliore le coefficient de frottement |
| | Finition grasse spécifique | 350 heures | |
| Brunissage | | | Aucune modification dimensionnelle Non rayable |
| Oxalation (phosphatation sur inox) | | | Améliore le coefficient de frottement Facilite l'accroche de vernis |
| Dacromet® 320 | Grade A | 500 heures | Non fragilisant |
| | Grade B | 1000 heures | |
| Dacromet® 500 | Grade A | 500 heures | Non fragilisant Améliore le coefficient de frottement |
| | Grade B | 1000 heures | |
| Galvanisation à chaud | 60 microns d'épaisseur | 600 heures | |

Les tests de brouillard salin sont réalisés selon la norme NFX 41002 et le projet CBBS indice B. Les tenues au brouillard salin sont les valeurs minimum.

■ LE CHROME «6» DANS L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

Le Chrome «6» et le marché automobile

En 2001, 8 millions de véhicules étaient retirés du marché en Europe et 10 millions aux États-Unis. Chaque véhicule possède une surface zinguée passivée de 7 à 10 m², les éléments de fixation en font partie. Ces surfaces contiennent pour partie du Chrome «6»; il présente un risque cancérogène par inhalation ou ingestion et peut causer des dermatoses lorsqu'il entre en contact avec la peau.

C'est pourquoi la directive européenne 2000/53/EC limite l'usage du Chrome «6».

La directive européenne 2000/53/EC du 18/09/2000

Elle précise entre autre les échéances suivantes :

- 2003 : véhicules recyclables à 85% ;
- 2006 : prise en charge du véhicule en fin de vie ;
- 2015 : véhicule recyclable à 95% ;
- pour les véhicules mis sur le marché à partir du 01/07/2003 :
 - limitation du plomb et du mercure,
 - pas de cadmium
 - moins de 2 grammes de Chrome «6» par véhicule.

Quelles alternatives ?

Les solutions consistent à substituer le Chrome «6» présent dans les chromations par du Chrome «3» présent dans les passivations.

La résistance à la corrosion sera obtenue par l'ajout d'une couche organo-minérale complémentaire.

Emile Maurin se tient à votre disposition pour vous proposer un traitement anti-corrosion sans Chrome «6» en fonction des performances souhaitées.

11. Visserie inoxydable

■ RÉSISTANCE A LA CORROSION

À l'exception de certains métaux précieux tels que l'or et le platine, que l'on trouve à l'état naturel, les métaux extraits de minerai, ont toujours tendance à s'altérer au contact de l'atmosphère, des eaux et de divers milieux corrosifs utilisés dans l'industrie pour retourner progressivement à un état combiné.

Le processus de dégradation des matériaux constitue le phénomène de corrosion, phénomène complexe de nature électrochimique.

Les types de corrosion les plus sévères pour les aciers inoxydables sont la corrosion par piqûres, la corrosion cavernueuse, la corrosion intergranulaire.

La composition chimique des aciers inoxydables a une influence importante dans leur comportement en face de ces différentes corrosions. Les éléments les plus influents pour garantir leur protection sont le chrome (Cr), le nickel (Ni), le molybdène (Mo), le cuivre (Cu). La faible teneur en carbone est essentielle pour préserver les propriétés mécaniques des éléments de fixation devant être utilisés à des températures élevées.

■ DÉSIGNATION

Le système de désignation des nuances d'acier inoxydable et des classes de qualité pour les vis et goujons est illustré dans le tableau ci-dessous. La désignation du matériau se compose de deux groupes de caractères séparés par un trait d'union. Le premier désigne la nuance d'acier, le deuxième la classe de qualité.

La désignation des nuances d'acier (premier groupe) se compose d'une lettre qui désigne le groupe d'acier :

A pour l'acier austénitique,
C pour l'acier martensitique,
F pour l'acier ferritique,

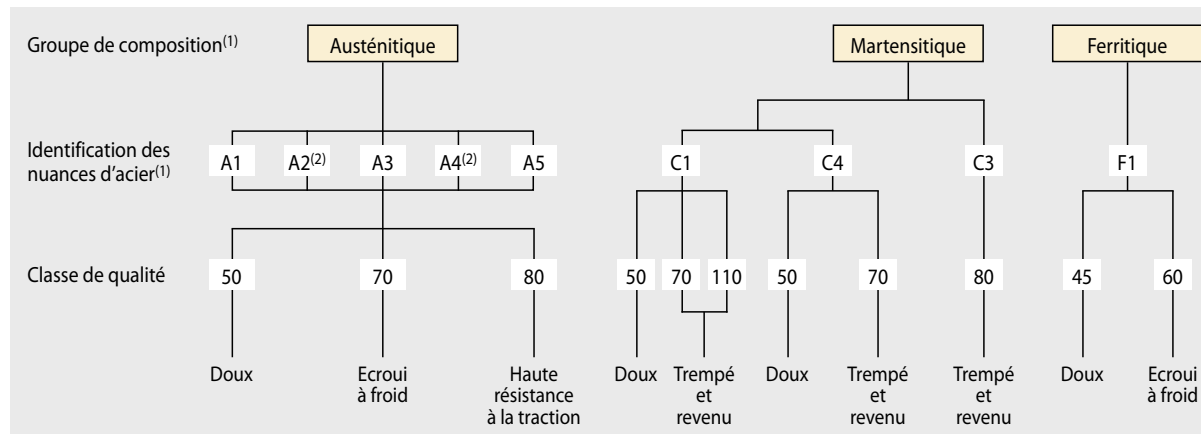
et d'un chiffre qui désigne la variation de la composition chimique dans ce groupe d'acier.

La désignation de la classe de qualité (deuxième groupe) consiste en deux chiffres indiquant $1/10^e$ de la résistance à la traction de l'élément de fixation.

Exemples :

1. A2-70 indique un acier austénitique écroui à froid, dont la résistance minimale à la traction est égale à 700 N/mm^2 (700 MPa).
2. C4-70 indique un acier martensitique trempé et revenu, dont la résistance minimale à la traction est égale à 700 N/mm^2 (700 Mpa).

Tableau n°35. Système de désignation des nuances d'acier inoxydable et des classes de qualité pour les vis et goujons



1. La description des groupes d'acier et des nuances d'acier de cette figure est définie dans l'annexe B et les compositions chimiques dans le tableau 1.
2. Le marquage des aciers inoxydables à faible teneur en carbone n'excédant pas 0,03% peut être complété par la lettre L. Exemple : A4 L - 80.

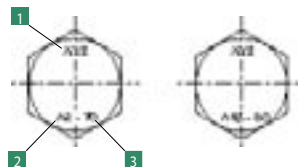
■ COUPLES DE SERRAGE ET VALEURS LIMITES POUR ACIERS INOXYDABLES A2, A4, 316L

Tableau n°36

| | Classe | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 | M 8 | M 10 | M 12 | M 14 | M 16 | M 20 | M 24 | M 27 | M 30 | M 36 |
|------------------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Couple de serrage en Nm | 80 | 1,2 | 2,7 | 5,4 | 9,3 | 22 | 44 | 76 | 121 | 187 | 364 | 629 | 909 | 1240 | 2160 |
| | 70 | 0,9 | 2 | 4,1 | 7 | 17 | 33 | 57 | 91 | 140 | 273 | 472 | 682 | 930 | 1620 |
| | 50 | 0,4 | 1 | 1,9 | 3,3 | 7,8 | 15 | 27 | 43 | 65 | 127 | 220 | 318 | 434 | 755 |
| Limite de rupture en kN | 80 | 4 | 7 | 11,3 | 16,1 | 29,2 | 46,4 | 67,4 | 92 | 125,6 | 196 | 282,4 | 367,2 | 448,8 | 653,6 |
| | 70 | 3,5 | 6,1 | 9,9 | 14 | 25,6 | 40,6 | 59 | 80,5 | 109,9 | 171,5 | 247,1 | 321,3 | 392,7 | 571,9 |
| | 50 | 2,5 | 4,4 | 7,1 | 10 | 18,3 | 29 | 42,1 | 57,5 | 78,5 | 122,5 | 176,5 | 229,5 | 280,5 | 408,5 |
| Limite élastique en kN | 80 | 3 | 5,3 | 8,5 | 12 | 21,9 | 34,8 | 50,5 | 69 | 94,2 | 147 | 211,8 | 275,4 | 336,6 | 490,2 |
| | 70 | 2,2 | 3,9 | 6,4 | 9 | 16,4 | 26,1 | 37,9 | 51,8 | 70,6 | 110,2 | 158,8 | 206,6 | 252,5 | 367,7 |
| | 50 | 1,3 | 2,2 | 2,9 | 4,2 | 7,7 | 12,2 | 17,7 | 24,2 | 32,9 | 51,4 | 74,1 | 96,4 | 117,8 | 171,6 |
| Section de résistance en mm ² | | 5,03 | 8,78 | 14,2 | 20,1 | 36,6 | 58 | 84,3 | 115 | 157 | 245 | 353 | 459 | 561 | 817 |

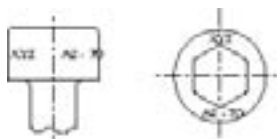
MARQUAGE DE LA VISSERIE EN ACIER INOXYDABLE

Toutes les vis à tête hexagonale et les vis à tête cylindrique à six pans creux ou à six lobes internes dont le diamètre nominal de filetage est $d \geq 5$ mm doivent être clairement marquées conformément au paragraphe « Désignation » et au tableau n°35. Le marquage doit inclure la nuance d'acier et la classe de qualité ainsi que le label d'identification du fabricant. Les autres types de vis peuvent être marqués de la même manière dans la mesure du possible, et seulement sur la tête. Les marquages complémentaires sont autorisés à condition qu'ils n'introduisent aucune confusion.



Marquage des vis à tête hexagonale

1. Identification du fabricant.
2. Nuance d'acier.
3. Classe de qualité.



Marquage de vis à tête cylindrique à six pans creux et à six lobes internes (autres possibilités)

■ CLASSIFICATION DES ACIERS INOXYDABLES LES PLUS COURAMMENT UTILISÉS EN BOULONNERIE VISSERIE

Tableau n°37. Aciers inoxydables austénitiques

| | AISI | AFNOR | DIN | WERKSTOFF | CARACTERISTIQUES |
|----|------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1 | 302 303 | Z 10 CN 18-09 Z 10 CNF 18.09 | X12 Cr Ni 18.8 X 10 Cr Ni S 18 09 | 1.4300 1.4305 | Acier au Cr-Ni, austénitique, non apte à la trempe meilleure usinage et résistance au grippage, grâce à l'apport de soufre. Amagnétique à l'état recuit, légèrement magnétique si usiné à froid. Il ne se prête pas à la fabrication de pièces soudées. |
| A2 | 304 | Z 6 CN 18-09 | X 5 Cr Ni 18 10 | 1.4301 | Acier au Cr-Ni, austénitique, non apte à la trempe, résistant à la corrosion. Amagnétique à l'état recuit, légèrement magnétique si usiné à froid. Bonne soudabilité et discrète résistance à la corrosion intercrystalline. Très bonne résistance jusqu'à de très basses températures. |
| | 304L | Z 2 CN 18-10 | X 2 Cr Ni 18 11 | 1.4306 | Acier au Cr-Ni, à basse teneur en C austénitique, non apte à la trempe particulièrement apte aux pièces soudées. Il présente une très bonne résistance à la corrosion intercrystalline. Employé jusqu'à 425°C. |
| | 305 | Z 8 CN 18-12 | X 8 Cr Ni 18 12 | 1.4303 | Acier au Cr-Ni, austénitique, non apte à la trempe amagnétique à l'état recuit. Il possède une structure austénitique particulièrement stable : comme tel il est moins sensible à l'écroissage. Il se prête donc, plus que les autres aciers austénitiques, à la frappe à froid. |
| | 309 | Z 15 CN 24-13 | X 15 Cr Ni 23 14 | 1.4828 | NS 24 : Acier réfractaire au Cr-Ni, austénitique, non apte à la trempe, avec une résistance très élevée à de hautes températures et à l'oxydation. Il résiste à l'écaillage avec une utilisation limitée à 1050° environ en atmosphère oxydante et de 900°C en atmosphère réductrice. On peut l'employer en atmosphère contenant 5 g de soufre par m ³ |
| | 310 | Z 12 CN 25-20 | X 12 Cr Ni 25- 20 | 1.4845 | NS 30 : Acier réfractaire au Cr-Ni, austénitique, non apte à la trempe, amagnétique. Très bonne résistance aux hautes températures. Il satisfait pratiquement toutes les différentes utilisations. On peut l'employer normalement jusqu'à 1100° environ en atmosphère réductrice, bien entendu toujours en atmosphère contenant moins de 2 g de soufre par m ³ |
| | 321 | Z 6 CNT 18-11 | X 6 Cr Ni Ti 18 11 | 1.4541 | Acier au Cr-Ni stabilisé au Ti, austénitique, non apte à la trempe, amagnétique, particulièrement indiqué pour des pièces soudées et pour des utilisations à températures entre 400°C et 800°C. Il est sensible à la corrosion intercrystalline. |
| | 347 | Z 6 CNNb 18-11 | X 6 Cr Ni Nb 18 11 | 1.4550 | Acier au Cr-Ni stabilisé au Nb, austénitique, non apte à la trempe, amagnétique à l'état recuit pour pièces soudées et pour des utilisations à des températures entre 400° et 800°C. |
| A4 | 316 | Z 6 CND 17-11 | X 5 Cr Ni Mo 1712 | 1.4401 | Acier au Cr-Ni-Mo, austénitique, non apte à la trempe, la présence de Mo donnant une résistance particulières à la corrosion. Même les propriétés mécaniques sont meilleures que celles de type analogues sans Mo, à de hautes températures. |
| | 316L | Z 2 CND 17-12 | X 2 Cr Ni Mo 17 12 | 1.4404 | Acier au Cr-Ni-Mo, austénitique, non apte à la trempe, basse teneur en C : apte particulièrement pour les pièces soudées. Très bonne résistance à la corrosion intercrystalline. Il s'emploie normalement jusqu'à 450°C. |

| | AISI | AFNOR | DIN | WERKSTOFF | CARACTERISTIQUES |
|----|------------|-----------------|------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A4 | 316 Mo+ | Z 6 CND 17-11 | X 5 Cr Ni Mo 1712 | 1.4435 | Acier au Cr-Ni-Mo, austénitique, non apte à la trempe, la présence de Mo donnant une résistance particulières à la corrosion. Propriétés mécaniques meilleures que celles de types analogues sans Mo, à hautes températures. |
| | 316 L Mo+ | Z 2 CND 17-12 | X 2 Cr Ni Mo 17 12 | 1.4436 | Acier au Cr-Ni-Mo, austénitique, non apte à la trempe, très basse teneur en C : apte particulièrement pour les pièces soudées. Très bonne résistance à la corrosion intergranulaire. Il s'emploie normalement jusqu'à 450°C. |
| | 316 Ti | Z 6 CNDT 17-12 | X 5 Cr Ni Mo 1712 | 1.4571 | Acier au Cr-Ni-Mo-Ti, austénitique, non apte à la trempe, la présence de Mo et de Ti le rend insensible à la corrosion intergranulaire. Les propriétés mécaniques sont meilleures que celles de type analogues sans Mo, à de hautes températures : résistance au fluage jusqu'à 700° C. |
| | - | Z1 NCDU 25.20 | X2 Ni Cr Mo Cu 25.20.5 | 1.4539 | Uranus B6, super austénitique, excellente tenue à la corrosion intergranulaire ; très bonne tenue dans les milieux très agressifs, en particulier phosphoriques, sulfuriques et chlorurés. |
| | ASTM A 276 | Z3 CND 22.05 Az | X2 Cr Ni Mo Cu 22.5.3 | 1.4462 | Duplex, acier austéno-ferritique, très haute résistance, à la corrosion intergranulaire ; indice de piqûration PRE=35. Très bonne tenue à la corrosion sous contrainte due à sa structure, et à ses bonnes résistances mécaniques. |

Tableau n°38. Aciers inoxydables martensitiques et ferritiques

| | AISI | AFNOR | DIN | WERKSTOFF | CARACTERISTIQUES |
|---|------|------------------------|---------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C | 410 | Z 10 C 13 Z 12 C 13 | X 12 Cr 13 | 1.4006 | Acier inoxydable martensitique, au Cr, apte à la trempe, pour différentes utilisations. Le traitement thermique améliorant les caractéristiques mécaniques. Bonne résistance à la corrosion sur des surfaces correctement polies, pour des milieux modérément agressifs. |
| | 416 | Z 12 CF 13 | X 12 Cr S 13 | 1.4005 | Acier inoxydable martensitique, au Cr, apte à la trempe, avec usinage amélioré et bonne résistance au grippage grâce à l'apport du soufre. Particulièrement apte pour le décolletage. |
| | 420 | Z 20 C 13 | X 20 Cr 13 | 1.4021 | Acier inoxydable martensitique, au Cr, apte à la trempe jusqu'à une dureté Hd = 500 environ. Il possède la plus grande résistance à la corrosion à l'état trempé et après polissage. |
| | 431 | Z15 CN 16.02 | X 16 Cr Ni 16 | 1.4057 | Acier inoxydable martensitique au Cr-Ni, apte à la trempe, caractéristiques mécaniques élevées, avec résistance à la corrosion supérieure aux types 410. 420. 430. |
| | 630 | Z7 CNU 17.04 | X 5 Cr Ni Cu Nb16.4 | 1.4542 | F16 PH : acier inoxydable martensitique au Cr-Ni, à durcissement structural, bonnes caractéristiques mécaniques jusqu'à Rm = 1400N/mm ² , bonne résistance à la corrosion. |
| F | 430 | Z 8 C 17 | X 8 Cr 17 | 1.4016 | Acier inoxydable ferritique au Cr, apte à la trempe. Pour différentes utilisations présente une plus grande résistance à la corrosion et à la chaleur que les aciers au 13% de Cr. |
| | 430F | Z 10 CF 17 | X 10 Cr S 17 | 1.4104 | Acier inoxydable ferritique au Cr, non apte à la trempe, à usinage amélioré. Pièces qui doivent être décolletées à grande vitesse sur des machines-outils enlevant les copeaux. |

12. Frein filet et étanchéité par pré- induction

Le procédé d'auto-freinage et/ou d'étanchéité est réalisé par un dépôt appliqué directement sur lefilet de la vis. Ce dernier adhère de façon permanente à la surface des filets.

Deux technologie principales : le micro-encapsulage et le dépôt par point.

■ MICRO-ENCAPSULAGE

Les enductions sèches au toucher contiennent des micro-capsules qui sont écrasées lors de l'assemblage libérant un produit actif qui initie la polymérisation, le dépôt se retrouvant sur toute la périphérie du filetage . Il permet d'assurer une ou deux des fonctions suivantes :

- le freinage.

Il existe différents types de produits pour obtenir des caractéristiques de freinage spécifiques. D'une manière générale, ces produits ont une grande résistance aux vibrations et à la chaleur. Ils ne modifient pas le coefficient de frottement lors de l'assemblage.

Le dépôt se fait en fonction des performances de freinage souhaitées. Ce procédé est simple, efficace et économique.

-l'étanchéité

Produit sec au toucher ne se polymérisant pas en rendant immédiatement les pièces étanches à haute pression.

■ DÉPÔT PAR POINT

Ce procédé d'auto-freinage utilise les propriétés de la déformation élastique d'un dépôt par point sur le filetage. Il permet de réaliser un assemblage présentant une bonne résistance aux vibrations.

13. Normalisation européenne

Évolution des normes françaises en normes européennes

■ POURQUOI CE CHANGEMENT ?

Sous l'impulsion de la CEE qui avait pour objectif de créer à partir du 1er janvier 1993 la libre circulation des produits et des services dans le marché intérieur européen, il a été décidé parmi d'autres mesures de réaliser l'unification et l'harmonisation des normes.

En effet, avant que les normes européennes ne soient créées, il existait côte à côte des normes internationales ISO qui avaient été reprises de façon diverses dans les collections de normes nationales ; si les caractéristiques générales des fixations étaient souvent proches, les caractéristiques dimensionnelles divergeaient en fonction des pays.

■ COMMENT LE CHANGEMENT S'EST-IL EFFECTUÉ ?

De façon générale les normes européennes d'éléments de fixation sont identiques aux normes internationales traitant du même sujet. Une norme européenne (EN) publiée est obligatoirement reprise en norme nationale par tous les pays membres de l'espace économique européen. Les normes nationales traitant du même sujet sont annulées. Cela signifie que les normes NF (France), DIN (Allemagne), BS (Grande-Bretagne), UMP (Italie), etc, sont remplacées par les normes européennes qui, de ce fait, deviennent identiques pour tous les pays européens.

■ RÈGLE DE NUMÉROTATION DES NORMES

La règle de numérotation suivante a été retenue pour les normes européennes, lorsque la norme EN est issue d'une norme ISO sans modification.

Pour une norme EN publiée avant le 1er juillet 1994, on additionne «20 000» au numéro de la norme ISO ;

ISO 4014 → EN 24014 → NF EN 24014, DIN EN 24014...

Pour une norme EN publiée à partir du 1er juillet 1994, on conserve la référence ISO en ajoutant «EN» devant ;

ISO 1479 → EN ISO 1479 → NF EN ISO 1479, DIN EN ISO 1479...

Le monogramme de chaque pays est conservé, NF pour la France.

■ LES PRINCIPAUX CHANGEMENTS

Modifications dimensionnelles

Vis et écrous hexagonaux standards (depuis 1993)

Modification de 4 valeurs de surplats (s)



| Diamètre nominal d | M10 | M12 | M14 | M22 |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| Nouvelle cote (s) | 16 | 18 | 21 | 34 |
| Ancienne cote (s) | 17 | 19 | 22 | 32 |

Augmentation de la hauteur (m) des écrous «normaux» (style 1) à partir du diamètre M5



| Diamètre nominal d | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | (M14) | M16 | (M18) | M20 | (M22) | M24 | (M27) | M30 | (M33) | M36 | M39 | etc |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|-------|-----|-------|------|-------|------|-------|-----|-----|-----|
| Nouvelle cote (m) | 4,7 | 5,2 | 6,8 | 8,4 | 10,8 | 12,8 | 14,8 | 15,8 | 18 | 19,4 | 21,5 | 23,8 | 25,6 | 28,7 | 31 | 32 | |
| Ancienne cote (m) | 4 | 5 | 6,5 | 8 | 10 | 11 | 13 | 15 | 16 | 18 | 19 | 22 | 24 | 26 | 29 | 31 | |

Modifications des caractéristiques mécaniques

Exemple : pour une vis de classe 8.8, de diamètre \leq M16, la dureté Hv passe de 230 à 250

Modifications de la géométrie



En 1994, pour les vis à tête.

14. Réglementation

■ LOIS ET DÉCRETS FRANÇAIS

En France, l'arrêté du 20 janvier 1995 rend obligatoire l'application des normes et des règles de mise sur le marché des boulons, vis, goujons et écrous, et ce, par référence aux normes européennes en vigueur.

Extrait du journal officiel du lundi 30 janvier 1995
Arrêté du 20 janvier 1995 portant mise en application obligatoire de normes

Le ministre de l'économie, le ministre de l'industrie, des postes et télécommunications et du commerce extérieur et le ministre du budget. Vu la loi du 24 mai 1941 relative à la normalisation. Vu le décret n°84-74 du 26 janvier 1984 fixant le statut de normalisation, modifié par le décret n°90-653 du 18 juillet 1990, le décret n°91-283 du 19 mars 1991 et le décret n°91-1235 du 15 novembre 1993. Vu le code des douanes, notamment ses articles 23 bis et 38. Sur proposition du délégué interministériel aux normes.

Arrêtent :

Art. 1. Toute mention à des fins publicitaires ou informatives faite par les fabricants, importateurs ou distributeurs concernant les caractéristiques mécaniques ou fonctionnelles, ou les performances techniques des éléments de fixation figurant dans l'annexe au présent arrêté doit être déterminée, exprimée et présentée par référence aux classes de qualité ou aux caractéristiques définies par les normes françaises ou étrangères mentionnées dans ladite annexe.

Art. 2. Les actions publicitaires ou informatives visées à l'article 1er comprennent notamment :

- le marquage des éléments de fixation,
- l'étiquetage apposé sur l'emballage d'éléments de fixation,
- les documents commerciaux d'accompagnement des éléments de fixation,
- les catalogues et tarifs de vente,
- les imprimés et l'affichage sur les lieux de vente ou d'exposition,
- la correspondance publicitaire,
- la publicité par voie d'insertion, quel que soit le support (affiches, journaux, périodiques, audiovisuel).

Art. 3. Est considérée comme présomption de preuve de conformité aux normes françaises ou étrangères figurant en annexe la présentation d'une déclaration de conformité établie et signée par le fabricant ou l'importateur ou, à défaut, le responsable de la mise sur le marché.

Cette déclaration comporte obligatoirement le numéro du lot de fabrication qui doit également figurer sur l'étiquetage apposé sur l'emballage des éléments de fixation.

La présentation de la déclaration de conformité est exigée à l'appui de la déclaration en douane en cas d'importation.

Le fabricant ou l'importateur ou, à défaut, le responsable de la mise sur le marché, tient à la disposition des services chargés du contrôle un dossier technique décrivant les moyens qu'il a mis en œuvre pour s'assurer de la conformité des produits aux caractéristiques annoncées.

Art. 4. Le délégué interministériel aux normes, le directeur général des stratégies industrielles, le directeur général de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes et le directeur général des douanes et droits indirects sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au «Journal officiel» de la République française.

Fait à Paris, le 20 janvier 1995.

ANNEXE

Nota : les normes étrangères visées dans l'article 1er de l'arrêté sont les normes des Etats membres de l'Union européenne ou d'autres Etats parties à l'accord instituant l'Espace économique européen reprenant les normes européennes figurant dans le tableau ci-dessous à la colonne «Normes étrangères».

| Éléments de fixation | Normes françaises | Normes étrangères |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Boulons, vis, goujons | NF EN 20898-1 | EN 20898-1 |
| Ecrous avec charges d'épreuves spécifiées | NF EN 20898-2 | EN 20898-2 |
| Ecrous avec charges d'épreuves spécifiées. Filetages à pas fin | NF EN 20898-6 | EN 20898-6 |
| Vis, goujons et écrous métaux non ferreux | NF EN 28839 | EN 28839 |

TABLE DE CONVERSION DES POUCES (et millièmes) EN MESURES METRIQUES

| POUCES | 1/1000 | 0" | 1" | 2" | 3" | 4" | 5" | 6" |
|--------|---------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | | millimètres | | | | | | |
| 0" | 0 | | 25,400 | 50,800 | 76,200 | 101,600 | 127,000 | 152,400 |
| 1/32 | 0,03125 | 0,794 | 26,194 | 51,594 | 76,994 | 102,394 | 127,794 | 153,194 |
| 1/16 | 0,0625 | 1,588 | 26,988 | 52,388 | 77,788 | 103,188 | 128,588 | 153,988 |
| 3/32 | 0,09375 | 2,381 | 27,781 | 53,181 | 78,581 | 103,981 | 129,381 | 154,781 |
| 1/8 | 0,125 | 3,175 | 28,575 | 53,975 | 79,375 | 104,775 | 130,175 | 155,575 |
| 5/32 | 0,15625 | 3,969 | 29,369 | 54,769 | 80,169 | 105,569 | 130,969 | 156,369 |
| 3/16 | 0,1875 | 4,762 | 30,162 | 55,562 | 80,962 | 106,362 | 131,762 | 157,162 |
| 7/32 | 0,21875 | 5,556 | 30,956 | 56,356 | 81,756 | 107,156 | 132,556 | 157,956 |
| 1/4 | 0,25 | 6,350 | 31,750 | 57,150 | 82,550 | 107,950 | 133,350 | 158,750 |
| 9/32 | 0,28125 | 7,144 | 32,544 | 57,944 | 83,344 | 108,744 | 134,144 | 159,544 |
| 5/16 | 0,3125 | 7,938 | 33,338 | 58,738 | 84,138 | 109,538 | 134,938 | 160,338 |
| 11/32 | 0,34375 | 8,731 | 34,131 | 59,531 | 84,931 | 110,331 | 135,731 | 161,131 |
| 3/8 | 0,375 | 9,525 | 34,925 | 60,325 | 85,725 | 111,125 | 136,525 | 161,925 |
| 13/32 | 0,40625 | 10,319 | 35,719 | 61,119 | 86,519 | 111,919 | 137,319 | 162,719 |
| 7/16 | 0,4375 | 11,112 | 36,512 | 61,912 | 87,312 | 112,712 | 138,112 | 163,512 |
| 15/32 | 0,46875 | 11,906 | 37,306 | 62,706 | 88,106 | 113,506 | 138,906 | 164,306 |
| 1/2 | 0,5 | 12,700 | 38,100 | 63,500 | 88,900 | 114,300 | 139,700 | 165,100 |
| 17/32 | 0,53125 | 13,494 | 38,894 | 64,294 | 89,694 | 115,094 | 140,494 | 165,894 |
| 9/16 | 0,5625 | 14,288 | 39,688 | 65,088 | 90,488 | 115,888 | 141,288 | 166,688 |
| 19/32 | 0,59375 | 15,081 | 40,481 | 65,881 | 91,281 | 116,681 | 142,081 | 167,481 |
| 5/8 | 0,625 | 15,875 | 41,275 | 66,675 | 92,075 | 117,475 | 142,875 | 168,275 |
| 21/32 | 0,65625 | 16,669 | 42,069 | 67,469 | 92,869 | 118,269 | 143,669 | 169,069 |
| 11/16 | 0,6875 | 17,462 | 42,862 | 68,262 | 93,662 | 119,062 | 144,462 | 169,862 |
| 23/32 | 0,71875 | 18,256 | 43,656 | 69,056 | 94,456 | 119,856 | 145,256 | 170,656 |
| 3/4 | 0,75 | 19,050 | 44,450 | 69,850 | 95,250 | 120,650 | 146,050 | 171,450 |
| 25/32 | 0,78125 | 19,844 | 45,244 | 70,644 | 96,044 | 121,444 | 146,844 | 172,244 |
| 13/16 | 0,8125 | 20,638 | 46,038 | 71,438 | 96,838 | 122,238 | 147,638 | 173,038 |
| 27/32 | 0,84375 | 21,431 | 46,831 | 72,231 | 97,631 | 123,031 | 148,431 | 173,831 |
| 7/8 | 0,875 | 22,225 | 47,625 | 73,025 | 98,425 | 123,825 | 149,225 | 174,625 |
| 29/32 | 0,90625 | 23,019 | 48,419 | 73,819 | 99,219 | 124,619 | 150,019 | 175,419 |
| 15/16 | 0,9375 | 23,812 | 49,212 | 74,612 | 100,012 | 125,412 | 150,812 | 176,212 |
| 31/32 | 0,96875 | 24,606 | 50,006 | 75,406 | 100,806 | 126,206 | 151,606 | 177,006 |

TABLE DE CONVERSION DES FILETAGES

| Nombre de filets au pouces | Pas en m/m | Nombre de filets au pouces | Pas en m/m | Nombre de filets au pouces | Pas en m/m | Nombre de filets au pouces | Pas en m/m |
|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| 64 | 0,3969 | 34 | 0,7473 | 19 | 1,3370 | 9 | 2,8222 |
| 60 | 0,4233 | 32 | 0,7938 | 18 | 1,4111 | 8 | 3,1750 |
| 56 | 0,4536 | 28 | 0,9071 | 16 | 1,5875 | 7 | 3,6286 |
| 48 | 0,5292 | 27 | 0,9407 | 14 | 1,8143 | 6 | 4,2333 |
| 45 | 0,5640 | 26 | 0,9769 | 13 | 1,9538 | 5 | 5,0800 |
| 44 | 0,5773 | 24 | 1,0583 | 12 | 2,1167 | 4½ | 5,6444 |
| 40 | 0,6350 | 22 | 1,1545 | 11 | 2,3091 | 4 | 6,3500 |
| 36 | 0,7056 | 20 | 1,2700 | 10 | 2,5400 | | |