

Relations Couple serrage Tension résultante Vis ISO acier d'après NF E25-030-1 (*) :			
<b>Choix Ø Vis (M)</b>	<b>33</b>	Ø trou = M +	0
<b>Classe</b>	<b>4-8</b>	(soit 33 mm)	
<b>Pas</b>	<b>Autre</b>	(= 2mm)	
$\mu_{tot}$	0,47		
+/-	80, %	(0,09 à 0,85)	
Taux de serrage	26%	(90% max normalement)	
Imprécision serrage	0%		
<b>Couple serrage nominal (N.m)</b>	<b>225,3</b>	(225 à 225)	
<b>Tension résultante min. (N)</b>	<b>6 905</b>	(57646 max.)	
	(= 32 275	+/- 79% )	

Classe	Rm	Re	N adm.
Autre	230	100	73 283
3-6	300	180	131 910
4-6	400	240	175 880
4-8	400	320	234 507
5-6	500	300	219 850
5-8	500	400	293 133
6-8	600	480	351 760
8-8	800	640	469 013
10-9	1040	940	688 863
12-9	1200	1080	791 460
A 50	500	210	153 895
A 70	700	450	329 775
A 80	800	600	439 700
C 55	500	250	183 208
C 70	700	410	300 462
C 80	800	640	469 013
C 110	1100	820	600 923
F 45	450	250	183 208
F 60	600	410	300 462

Résistance vis en traction , relativement à Re = 234 507 à Rm = 292 984

Matériaux taraudés, serrés : Re = 235 Rm = 350 ,donc Rec = 292,5  
avec Reg = ko/(1+ko) \*Re = 105 => Longueur (mm) mini en prise = 6,1  
Matage ? avec ou sans rondelle ep.= 5 mm (à Fo max)  
(Øeq = M+1,5\*ep.rondelle) 40 68 N/mm² , à Fmax) 14% 23%

**Détails**  
Re = 320 Rm = 400  
Pas = 2 (ép. min. à serrer > 12)  
deq (Ø éq.) = 31,12  
As (S éq.) = 760,8  
d2 (à flanc de filet) = 31,7  
d1 = 30,84 r = 0,29  
d3 = 30,55 A3 = 732,83  
do (appuis sous tête) = 46,6  
dh (trou) = 33 rm = 21,78

T = Fo \* ( P/2/pi + µtot \*(0,577 \*d2 + rm) ) = 132,2 N.m µth µb  
avec Reg = ko/(1+ko) \*Re = 105 => Longueur (mm) mini en prise = 6,1  
T = Fo \* ( P/2/pi +0,577 \*µth \*d2 + µb \*rm) ) = 148,9 N.m 0,09 0,9  
Longueur résistante taraudage : Fmax = Reg \*A = Reg \* 7/8 \*3.14 \*Øvis(M) \*L

**Calcul du serrage, relations Couple Tension**

Couple (T) max =	225,3	N.m	( A = 3,91
Tension max (Fo max)	57 646	N	
Couple nom. =	225	N.m	
Couple min =	225	N.m	
<b>Tension min (Fp)</b>	<b>6 905</b>	<b>N</b>	( B = 32,63 )

M	Pas			Ø trou	= M +	Ø portée sous t rondel
	Normal	Autre	H12			
1,6	0,35	0,2	1,7	1,6	2,4	
2	0,4	0,25	2,2	2	3,1	
2,5	0,45	0,35	2,7	2,5	4,1	
3	0,5	0,35	3,2	3	4,6	
3,5	0,6	0,4	3,7	3,5	5	
4	0,7	0,5	4,3	4	5,9	0,8
5	0,8	0,5	5,3	5	6,9	1
6	1	0,75	6,4	6	8,9	1,2
7	1	0,75	7,4	7	10,25	1,5
8	1,25	1	8,4	8	11,6	1,5
10	1,5	1,25	10,5	10	14,6	2
12	1,75	1,25	13	12	16,6	2,5
14	2	1,5	15	14	19,6	2,5
16	2	1,5	17	16	22,5	3
18	2,5	1,5	19	18	25	3
20	2,5	1,5	21	20	27,7	3
22	2,5	1,5	23	22	31,4	3
24	3	2	25	24	33,3	4
27	3	2	28	27	38	4
30	3,5	2	31	30	42,8	4
33	3,5	2	34	33	46,6	5
36	4	3	37	36	51,1	5
39	4	3	40	39	55,9	6

(\*)  
Fixations — Assemblages vissés à filetage métrique ISO  
Partie 1 — Règles de conception pour les assemblages précontraints  
Démarche simplifiée Annexe C (normative) Rapport couple/tension

S'applique aux assemblages vissés par vis, goujons, tiges filetées et écrous ou taraudages :  
. en acier et alliés ( NF EN ISO 898-1,NF EN ISO 898-2, NF EN ISO 3506-1 ou la NF EN ISO 3506-2 ) ; et  
. à filetage métrique ISO avec les limitations suivantes :  
. filetage extérieur M5 à M39 pour les pas gros, de filetage extérieur M8x1 à M39x3 pour les pas fins, et de tolérance de filetage 6g ;  
. à *capacité de charge intégrale* ; et  
. filetage M5 à M39 pour les écrous à pas gros, de filetage M8x1 à M39x3 pour les écrous à pas fins, et de tolérance de filetage 6H ;  
. avec surface d'appui plane ou avec surface d'appui non plane, uniquement dans le cas d'un serrage par l'écrou (par exemple : vis à tête fraisée).

Ne s'applique pas :  
. aux assemblages par fixations en métaux non-ferreux (vis en aluminium, en titane, en matériau composite,etc.) ;

5.1 Principe d'un assemblage vissé  
Le serrage induit par le vissage doit garantir le bon maintien de la liaison boulonnée ou vissée en regard des sollicitations statiques et dynamiques retenues pour son dimensionnement.  
Cela revient à dire que :  
. les forces axiales extérieures ne doivent jamais annuler la compression dans l'assemblage introduite au moment du serrage (c'est ce que l'on qualifie par « NON-DECOLLEMENT »)  
. les forces transversales (cisaillement) doivent être reprises à l'interface par adhérence, par cette même tension et par le frottement au plan de joint des pièces assemblées (c'est ce que l'on nomme « NON-GLISSEMENT »)  
NOTE Dans la présente norme, l'expression « frottement au plan de joint » désigne le frottement d'adhérence avant glissement.  
. le cumul de ces forces (axiales et transversales) ne doit pas remettre en cause l'un ou l'autre de ces deux critères de dimensionnement.Le résistance d'un assemblage doit être celle de son élément le plus faible qui, sauf cas particulier, doit être la vis.

notes (2022) issues du site Technocalcul (<https://www.technocalcul.com/FR/index.html>) :

## Titane

Il existe de nombreuses nuances (grade 1 à 34) de titane ou d'alliage. Les grades 1 à 4 ne sont pas alliés.

Nuance	Rm (MPa)	Re (MPa)	A%
Grade 1	240	170	24,00 <span> </span> %
Grade 2	345	275	20,00 <span> </span> %
Grade 3	450	380	18,00 <span> </span> %
Grade 4	550	483	15,00 <span> </span> %
Grade 5 Ti6Al4L	895	828	10,00 <span> </span> %

selon ASTM B265

Comme pour l'acier et les inox, plus la résistance est élevée plus l'écart relatif entre limite élastique et résistance à la rupture se réduit, signe de fragilité croissante.  
Une optimisation des caractéristiques sera obtenue avec un cycle de recuit (procédé de traitement thermique).

Une vis en grade 5 (Titane allié : 6% d'aluminium, 4% de vanadium) dépasse en résistance une vis en acier de classe 8.8... pour une masse divisée par presque 2.  
D'autres matériaux nobles ont été créés pour répondre aux exigences de la construction aéronautique.

## Visserie aluminium

L'aluminium n'a pas la résistance de l'acier et présente, de ce point de vue, moins d'intérêt. Cependant, si vous chassez les gr sans avoir besoin d'un effort de serrage important...  
Application particulière : lorsque les écarts de dilatation thermique entre matériaux sont importants, utiliser des vis aluminium permet de conserver une tension constante malgré les variations de température, comme dans le cas du serrage de blocs moteur performants : à réserver aux spécialistes.

Nuance	Rm (MPa)	Re (MPa)	A%
6056	400	350	7,00 <span> </span> %
7075	570	505	10,00 <span> </span> %

## Nylon, Peek

"Nylon" est une dénomination pour le polyamide, symbole PA, dont plusieurs variantes sont à distinguer (liste non exhaustive) :  
Un des polymères techniques des plus intéressant est le PEEK (polyetheretherketone) : résistance mécanique, tenue en température (250°C en continu, dimensionnellement stable.

Type	Rm (MPa)	A%	ilience (KJ/le d'Young (MPa)
PA6	70	50	7
PA66	80	25	5
PA6G (obtention par injection)	75	60	4
PA6G GF30 (chargé fibres de verre)	180	5	--
PEEK	100 (Rp02)	34	7
PEEK 30% fibres de carbone	220	2	9
PEEK 30% fibres de carbone	155	2	10

Comme beaucoup de matières plastiques, le polyamide est sujet au phénomène de reprise d'humidité : gonflement et variation de volume de quelques % selon les conditions d'ambiance; y penser.

## Matériaux pour visserie aéronautique

Haute résistance mécanique, tenue à des températures élevées, réduction de masse, protection contre la corrosion : autant d'exigences à satisfaire... souvent simultanément!  
Que ce soit pour fixer des pièces de moteurs et turbines, relier entre eux tronçons de cellule et voilure, attacher des équipements aux mâts d'emport...

On entre ici dans un autre monde : nickel, chrome, cobalt, titane, vanadium sont largement utilisés. Non, non c'est pas cher.

La protection est assurée par un dépôt d'argent de l'ordre de 5 à 15 micron ou par anodisation dans le cas du titane.

Matériau	et Composé	température maximale d'essai
Waspaloy	Nickel (bas)	1210 MPa 700 <span> </span> °C
A286		température 1100 MPa 425 à 650°C
Inconel 718	80% de Nickel	1550 MPa 425 à 650°C
Inconel X750	15% de C	1110 MPa 425°C
Titane	de 5) 6% d'Al	1000 MPa 350°C

— coefficient de frottement faible,  $\mu_{tot}$  compris entre 0,06 et 0,09 ; les revêtements et les lubrifiants tels que la phosphatation avec lubrifiant organique spécifique, les graisses ou l'huile au bisulfure de molybdène (MoS2) peuvent être appliqués ;

— coefficient de frottement moyen  $\mu_{tot}$  compris entre 0,08 et 0,14 ; le revêtement tel que zinc ou zinc allié passivé et une finition spécifique brute ou de l'huile moteur peuvent être appliqués ;

— coefficient de frottement normal  $\mu_{tot}$  compris entre 0,12 et 0,18 ; le revêtement tel que le revêtement électrolytique ou revêtement de zinc lamellaire (voir NF EN ISO 4042 ou ISO 10683) et une finition spécifique peuvent être appliqués ;

— coefficient de frottement non maîtrisé  $\mu_{tot}$  compris entre 0,20 et 0,40 ou plus, non lubrifié ; la finition peut être, par exemple, brut sans revêtement, galvanisation à chaud ou acier inoxydable;

$$T_{max} = \frac{0,9.R_e.10^{-3}}{\left( \frac{1}{A \times A_s} \right)^2 + 3 \times \left( 16 \times \frac{1 - \mu_{tot}^{\min} \cdot \left( \frac{d_o + d_h}{4} \right)^2}{\pi \cdot d_{eq}^3} \right)^2} \quad A = \frac{1}{2\pi} \cdot P + \mu_{tot}^{\min} \cdot \left[ 0,577 \cdot d_2 + \left( \frac{d_o + d_h}{4} \right) \right]$$

La tension maximale  $F_0^{\max}$ , en N, doit être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$F_0^{\max} = 1000 \times \frac{T_{max}}{A}$$

Le couple de serrage nominal  $T$ , en N.m, et le couple de serrage minimal, en N.m sont données dans le Tableau

Classe des moyens d'application du couple	Couple de serrage nominal $T$ N.m	Couple de serrage minimal $T_{min}$ N.m
C10	100	$\frac{90}{100} \times T$
	110	$\frac{90}{100} \times T$
C15	100	$\frac{85}{100} \times T$
	115	$\frac{85}{100} \times T$
C20	100	$\frac{80}{100} \times T$
	120	$\frac{80}{100} \times T$
C30	100	$\frac{70}{100} \times T$
	130	$\frac{70}{100} \times T$
C50	100	$\frac{50}{100} \times T$
	150	$\frac{50}{100} \times T$

La précharge requise minimale  $F_0^{\min}$ , en N, doit être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$F_0^{\min} = 1000 \times \frac{T_{min}}{B} \quad \text{avec} \quad B = \frac{1}{2\pi} \cdot P + \mu_{tot}^{\max} \cdot \left[ 0,577 \cdot d_2 + \left( \frac{d_o + d_h}{4} \right) \right]$$

Méthode de serrage	Tolérance sur le couple de vissage	Écart en tension en fonction de la méthode de serrage	Incidence sur l'investissement machines
Serrage au couple coefficient de frottement standard $\mu_{tot} = 0,15 \pm 20\%$	± 20%	± 36%	1
	± 15%	± 32%	1 à 2
	± 10%	± 27%	3
		± 5% <sup>a</sup>	10

<sup>a</sup> Compte tenu de la technologie actuelle, cette précision engendre un surcoût important.

NOTE La précision sur la tension installée dépend du coefficient de frottement, de la dispersion du moyen de vissage et de l'opérateur.

Méthode de serrage	Remarques	Tolérance sur le couple de vissage	Écart en tension en fonction de la méthode de serrage	Incidence sur l'investissement machines
Serrage au couple coefficient de frottement standard $\mu_{tot} = 0,15 \pm 20\%$	Précision dépendant du coefficient de frottement, de la dispersion du moyen de vissage et de l'opérateur	± 20%	± 36%	1
		± 15%	± 32%	1 à 2
		± 10%	± 27%	3
		± 5% <sup>a</sup>	± 22%	10
Serrage au couple + angle dans le domaine d'élasticité coefficient de frottement standard $\mu_{tot} = 0,15 \pm 20\%$	Précision dépendant du coefficient de frottement sur le précouple de serrage	± 5%	± 15%	12
Serrage à la limite d'élasticité	Précision dépendant du coefficient de frottement filet, des caractéristiques mécaniques de la vis et de l'assemblage, du moyen de vissage	— <sup>b</sup>	± 10%	12
Serrage dans le domaine plastique (serrage couple + angle)	Précision dépendant du coefficient de frottement filet, des caractéristiques mécaniques de la vis et de la géométrie de la vis	± 5%	± 7,5%	12
Serrage ultrasons <sup>c</sup>	Précision dépendant de la géométrie et de métallurgie de la vis	— <sup>b</sup>	± 5%	≥ 12

<sup>a</sup> Compte tenue de la technologie actuelle, cette précision engendre un surcoût important.

<sup>b</sup> Pas d'impact sur la tension installée.

<sup>c</sup> Serrage non industriel.