Assemblages vissés

Concevoir un assemblage vissé autour de la précharge — classes de qualité, relation couple-tension, longueur en prise du filetage, freinage, et les modes de défaillance dus à un effort de serrage mal maîtrisé.

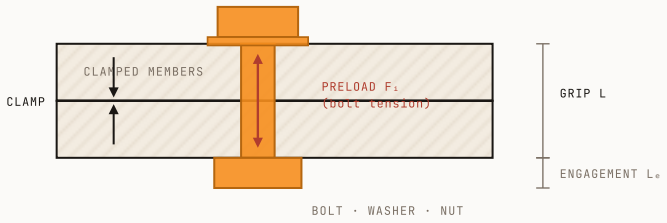
RÉVISION	PUBLICATION	RESPONSABLE	COMPLÉMENT
1.0	June 2026	Ingénierie Ideambox	Référence PDF

RÉSUMÉ

Un assemblage vissé transmet les efforts par la précharge (effort de serrage), et non par une vis travaillant comme un axe en cisaillement. Le serrage allonge la vis ; la tension emmagasinée serre les pièces. Les pièces serrées étant bien plus raides que la vis, la majeure partie d'un effort de traction extérieur sert à détendre le serrage plutôt qu'à augmenter la contrainte dans la vis — c'est pourquoi un assemblage correctement préchargé est à peine sollicité en fatigue et ne se desserre pas spontanément.

La section 1 explique le fonctionnement de l'assemblage. La section 2 couvre les classes de qualité et les matériaux. La section 3 traite de la précharge et du serrage (relation couple-tension, coefficient K, précision des méthodes). La section 4 traite de la longueur en prise et de l'arrachement des filets. La section 5 donne les règles de conception de l'assemblage. La section 6 couvre le desserrage et les méthodes de freinage. La section 7 regroupe les modes de défaillance et une liste de contrôle du serrage.

BOLTED JOINT — PRELOAD & CLAMP FORCE



UN ASSEMBLAGE VISSÉ EST UN RESSORT RAIDE EN TRACTION QUI SERRE DES RESSORTS BIEN PLUS RAIDES EN COMPRESSION. C'EST LA PRÉCHARGE — ET NON LA RÉSISTANCE STATIQUE DE LA VIS — QUI REPREND LES CHARGES CYCLIQUES ET EMPÊCHE L'ASSEMBLAGE DE SE DESSERRER SOUS VIBRATIONS.

SOMMAIRE

1. Fonctionnement d'un assemblage vissé
2. Classes de qualité et matériaux
3. Précharge et serrage
4. Longueur en prise et arrachement des filets
5. Règles de conception de l'assemblage
6. Desserrage et freinage
7. Modes de défaillance et liste de contrôle

1. Fonctionnement d'un assemblage vissé

Serrer une vis l'allonge comme un ressort ; la tension emmagasinée est la **précharge** (F_i), et la compression égale et opposée dans les pièces est l'**effort de serrage**. Au repos, elles s'équilibrent.

Lorsqu'un effort de traction extérieur F_e est appliqué, il est *partagé* entre la vis et les pièces au prorata de leurs raideurs. Les pièces serrées étant bien plus raides que la vis élancée, celle-ci n'en reprend qu'une faible part — le **facteur de charge** Φ = k_bolt / (k_bolt + k_members), typiquement 0.1–0.3. Le reste de F_e ne fait que détendre le serrage. Une vis fortement préchargée ne subit donc qu'une faible *amplitude* de contrainte sous charge cyclique — la clé de la tenue en fatigue — et l'assemblage reste serré tant que F_e ne dépasse pas la précharge.

1.1 Termes clés

`Précharge (Fᵢ)`	Tension de la vis après serrage — l'effort de serrage sous charge extérieure nulle
`Charge d'épreuve`	Tension maximale que la vis supporte sans déformation permanente (le plafond de calcul)
`Section résistante (Aₛ)`	Section effective de la partie filetée utilisée pour le calcul des contraintes (et non le Ø nominal)
`Facteur de charge (Φ)`	Part de l'effort extérieur qui s'ajoute à la tension de la vis (k_bolt / (k_bolt + k_members))
`Longueur serrée`	Épaisseur serrée, du dessous de la tête à la face d'appui de l'écrou
`Classe de qualité`	Niveau de résistance marqué sur la tête (p. ex. 8.8, 10.9)

Règle pratique de conception : **précharge élevée (≈75% de la charge d'épreuve), effort extérieur inférieur à la précharge, et longueur serrée suffisante pour que la vis s'allonge.** Ces trois décisions suffisent pour la plupart des assemblages.

2. Classes de qualité et matériaux

Les vis métriques en acier sont classées par **classe de qualité**, marquée sur la tête. Le premier chiffre ×100 ≈ résistance à la traction (MPa) ; le second ×10 ≈ limite d'élasticité en % de la résistance à la traction.

CLASSE	ÉPREUVE S_p (MPA)	LIMITE D'ÉLASTICITÉ 0.2% (MPA)	TRACTION S_u (MPA)	REMARQUES
4.8	310	340	420	Bas carbone, usage général
8.8	580 (≤M16) / 600	640	800	Carbone moyen, trempé et revenu — la classe à tout faire
10.9	830	940	1040	Acier allié trempé et revenu, compact et forte charge
12.9	970	1100	1220	Classe normalisée la plus élevée ; sensible à la fragilisation
A2-70 (inox 304)	—	450	700	Inox austénitique, écroui
A4-80 (inox 316)	—	600	800	Milieu marin / service corrosif

Utiliser **8.8 par défaut** ; passer en 10.9/12.9 seulement quand l'encombrement impose une vis plus petite et plus résistante — et surveiller la fragilisation par l'hydrogène des pièces haute résistance revêtues. L'inox (A2/A4) échange de la résistance contre la tenue à la corrosion et grippe facilement s'il est vissé à sec.

3. Précharge et serrage

La précharge cible vaut normalement **≈ 75% de la charge d'épreuve** pour les assemblages démontables : $F_i = 0.75 \cdot S_p \cdot A_s$. Les assemblages définitifs serrés à la limite élastique vont plus haut.

Le couple est le moyen habituel, mais indirect, d'atteindre cette tension :

$T = K \cdot F_i \cdot d$ — où d est le diamètre nominal et **K** le coefficient de couple (nut factor), dominé par le frottement sous tête et dans les filets.

ÉTAT DU FILETAGE / SOUS TÊTE	COEFFICIENT K
Acier propre et sec	0.20–0.30 (grippe sur l'inox)
État de livraison, légèrement huilé	0.20 (hypothèse par défaut)
Zingué	0.20–0.22
Bruni (oxydation noire)	0.15
Lubrifié huile / graisse	0.12–0.15
MoS_2 / pâte anti-grippage / cire	0.10–0.12
Revêtu PTFE	0.10–0.12

K variant fortement, **le couple fixe la précharge avec une grande dispersion** — l'état de lubrification compte autant que la clé :

MÉTHODE DE SERRAGE	DISPERSION DE LA PRÉCHARGE
Couple au jugé	±35%
Clé dynamométrique étalonnée	±25%
Couple + angle (serrage à l'angle)	±15%
Serrage à la limite élastique	±8%
Allongement de la vis / ultrasons / tendeur hydraulique	±3–10%

Couples indicatifs, classe 8.8, K = 0.20, ~75% de la charge d'épreuve (utiliser l'outil *Couple de serrage et précharge* pour la valeur exacte avec votre K) :

TAILLE	COUPLE (N·M)	TAILLE	COUPLE (N·M)
M3	1.3	M8	25
M4	3.0	M10	51
M5	6.0	M12	89
M6	10.5	M16	215

Pour la classe 10.9, multiplier par ≈1.4 ; pour la 12.9, par ≈1.7. Toujours lubrifier de façon constante, sinon un même couple donne des précharges très différentes.

4. Longueur en prise et arrachement des filets

Dimensionner la longueur en prise pour que **la vis rompe avant que les filets ne s'arrachent** — une rupture de vis est ductile et visible ; un filet arraché cède sans prévenir. La longueur en prise minimale dépend du *matériau de l'écrou ou du taraudage*, pas de la vis :

MATÉRIAU DE L'ÉCROU / DU TARAUDAGE (VIS ACIER)	LONGUEUR EN PRISE MIN. L_e
Acier, ≥ classe de la vis	0.8–1.0 × d
Fonte	~1.25 × d
Aluminium	1.5–2.0 × d
Magnésium / plastiques	2.0–2.5 × d

Ajouter 1–2 pas dans les trous taraudés borgnes pour les filets incomplets d'entrée. L'outil *Longueur en prise* dimensionne L_e exactement pour une classe de vis et un matériau de base donnés.

5. Règles de conception de l'assemblage

- **Donner de la longueur serrée à la vis.** Une vis longue et élancée emmagasine plus d'allongement : elle conserve sa précharge malgré le tassement et les cycles thermiques, et subit une amplitude de fatigue plus faible. Les vis courtes et trapues perdent leur précharge au moindre tassement.

- **Éviter les assemblages souples en fatigue.** Joints et empilements de revêtements fluent et détendent le serrage. Visser métal sur métal quand c'est possible, ou prescrire un resserrage après mise en place.

- **Les rondelles** répartissent la pression d'appui et protègent la surface sous l'élément tourné
  toujours en prévoir sur les trous oblongs, les matériaux tendres et les trous de passage surdimensionnés.

- **Entraxe et distance au bord :** distance au bord ≥ 1.5–2 × d, entraxe des vis ≥ 2.5–3 × d.

- **Assemblages en cisaillement :** choisir entre assemblage par adhérence (la précharge transmet le cisaillement par frottement) et assemblage par pression diamétrale (la tige porte sur le trou). L'assemblage par adhérence exige une précharge complète et vérifiée.

- **Ne pas surdimensionner le trou de passage**
  un jeu important combiné à des pièces tendres favorise le glissement et le tassement.

6. Desserrage et freinage

Le desserrage spontané est provoqué par des **vibrations transversales** qui vainquent momentanément le frottement dans les filets et laissent l'écrou se dévisser (mécanisme de Junker). La première parade est toujours **une précharge élevée et maintenue avec une longueur serrée suffisante** — la plupart des « vis desserrées » sont en réalité des vis insuffisamment préchargées.

MÉTHODE DE FREINAGE	MÉCANISME	TENUE AUX VIBRATIONS	RÉUTILISABLE
Précharge correcte + longueur serrée	frottement de serrage	élevée	oui
Écrou à bague nylon (Nylstop)	frottement de la bague	moyenne	limitée (≤ ~120 °C)
Écrou autofreiné tout métal	filet déformé	moyenne à élevée	quelques réutilisations
Paire de rondelles à effet de coin (p. ex. Nord-Lock)	effet de came sous la tête	très élevée	oui
Frein-filet (adhésif)	résine polymérisée remplissant les filets	élevée (selon le grade)	usage unique ; dégraisser d'abord
Rondelle fendue / rondelle Grower	—	~nulle face aux vibrations transversales	—
Contre-écrou	inversion de tension dans le filet	moyenne à élevée	oui
Écrou crénelé + goupille fendue / fil à freiner	arrêt positif par obstacle	très élevée	goupille à usage unique

Remarque : la rondelle fendue courante (rondelle Grower) **n'empêche pas** de façon fiable le desserrage spontané sous vibrations transversales selon les essais modernes — ne pas compter sur elle contre les vibrations.

7. Modes de défaillance et liste de contrôle

MODE	CAUSE	REMÈDE
Rupture par fatigue (congé sous tête / premier filet en prise)	précharge faible, longueur serrée courte, concentrateur de contraintes	précharge ~75% de l'épreuve, longueur serrée accrue, filets roulés, congé sous tête
Arrachement des filets	longueur en prise insuffisante, écrou tendre, sur-serrage	augmenter L_e, écrou/insert plus dur, maîtriser le couple
Tassement / relaxation	faces rugueuses ou tendres, revêtements, joints qui s'affaissent	resserrage après mise en place, moins d'interfaces, faces plus dures
Plastification par sur-serrage	mauvais K, lubrification irrégulière	maîtriser la méthode, utiliser le bon K
Fragilisation par l'hydrogène	haute résistance revêtue (≥10.9)	dégazage (étuvage) après revêtement, zingage mécanique, éviter en service H_2
Grippage (inox)	filets secs qui se soudent au vissage	pâte anti-grippage, vitesse réduite, couple d'alliages différents
Corrosion galvanique	métaux différents + électrolyte	visserie assortie/revêtue, isolation

7.1 Liste de contrôle du serrage

- **Classe**
  8.8 par défaut ; 10.9/12.9 seulement quand l'encombrement impose une vis plus petite ; A2/A4 pour la corrosion.

- **Taille et précharge**
  dimensionner sur la section résistante A_s ; viser une précharge ≈ 75% de la charge d'épreuve.

- **Prescription de serrage**
  couple via $T = K \cdot F_i \cdot d$ avec le K
  réel
  , ou angle / limite élastique / allongement pour plus de précision.

- **Longueur en prise**
  vérifier L_e pour le matériau de base (section 4 / outil).

- **Longueur serrée et rondelles**
  longueur serrée suffisante ; rondelles sous l'élément tourné ; éviter les assemblages souples ou avec joint en fatigue.

- **Freinage**
  adapter la méthode aux vibrations, à la température et aux besoins de réutilisation.

- **Indiquer sur le plan**
  classe, finition/revêtement, couple (et méthode), dispositif de freinage, rondelle.

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/fr/downloads/bolted-joint-reference/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact