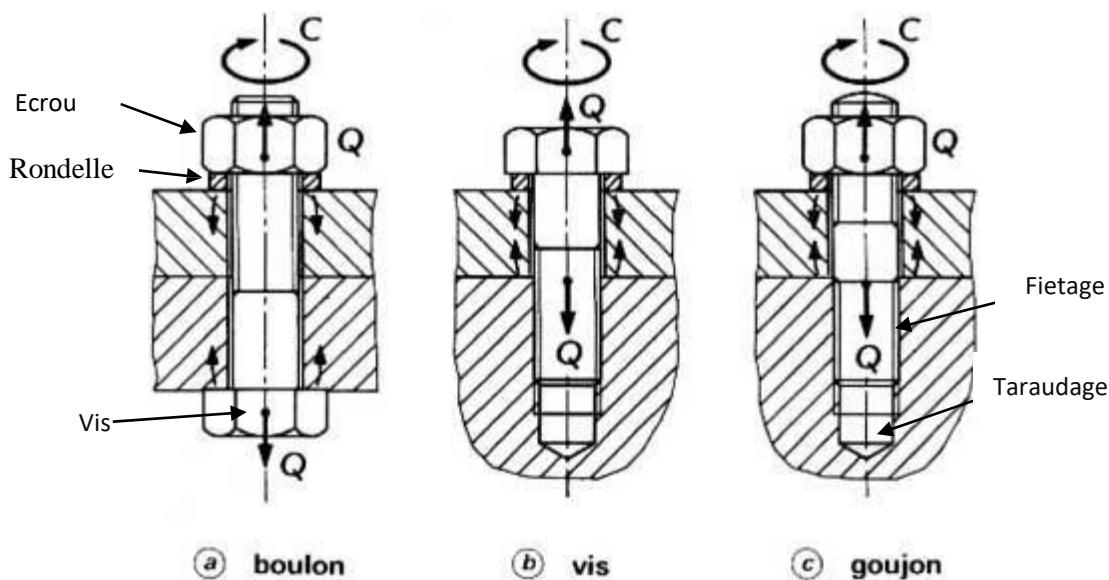


1) Introduction :

Les assemblages filetés sont souvent utilisés pour réaliser une liaison complète (immobilité totale) rigide (pas de petits mouvements relatifs) et démontable, entre deux pièces grâce à un effort de pression (tension) induit par le couple de serrage.

Dans ce qui suivra, on s'intéresse seulement aux vis de fixation et non aux vis de mouvement.

2) Les types d'éléments filetés :



- **Boulon = Vis + Ecrou :**

Les pièces à assembler possèdent *un trou lisse*. L'accessibilité est nécessaire des deux côtés.

- **Vis d'assemblage :**

La pièce (3) seule possède un trou *taraudé* recevant la partie filetée de la vis. Les autres pièces possèdent *un trou lisse*.

- **Goujon :**

Il est composé d'une tige, filetée à ses 2 extrémités séparées par une partie lisse. Le goujon est implanté dans la pièce possédant un trou *taraudé*. L'effort de serrage axial nécessaire au maintien en position est réalisé par l'écrou.

On l'utilise en cas de matériau de la pièce peu résistant et lorsque le montage et le démontage sont fréquents (roue d'automobile).

Nota : L'utilisation de rondelle assure une plus grande adhérence sur les éléments à assembler.

7.3 Les vis

7.3.1 Les vis d'assemblage (Fig. 7.17)

- **Fonction**

Réunir deux ou plusieurs pièces les unes sur les autres par pression mutuelle.

- **Utilisation**

— **Vis H** (Fig. 7.17a). Les plus couramment utilisées pour leur facilité et leur efficacité de serrage.

— **Vis Q** (Fig. 7.17b). Se placent très souvent dans les rainures à T. Une butée évite la rotation de la tête.

— **Vis CHc** (Fig. 7.17c). Gain de place en les logeant dans un chambrage de faible dimension.

— **Vis F/90 ou F/120** (Fig. 7.17d, e). Permettent de

noyer les têtes dans de faibles épaisseurs (ex : tôles). La forme du centrage peut être un inconvénient dans un montage à plusieurs vis.

— **Vis C à fente** (Fig. 7.17f, g). Peuvent être logées dans un chambrage.

Eviter les démontages et les montages fréquents (détérioration de la fente). Pour montage dans pièces non fraîsées, voir les rondelles cuvettes p. 120 (Fig. 7.52)

- **Choisir les longueurs l et x** dans les tableaux ci-contre.

- **Désignation normalisée** Voir Fig. 7.01 et page 107.

- **Matériaux** Suivant la classe de qualité. Voir pages 108 et 109.

- **Les lames et les trous de passage** sont donnés par les normes NF E 27-040 et 041 (Fig. 7.17h). Série : fine f, moyenne m, grossière g.

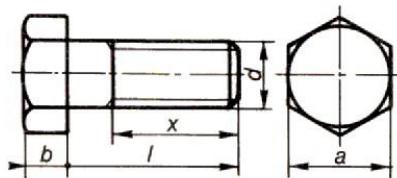


Fig. 7.17a. — Vis H NF E 27-311.

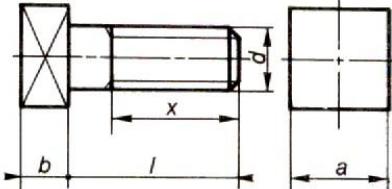


Fig. 7.17b. — Vis Q NF E 27-311.

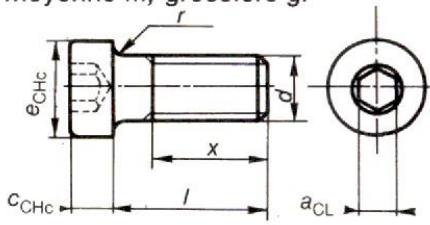


Fig. 7.17c. — Vis CHc NF E 27-161.

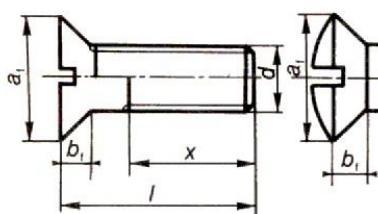


Fig. 7.17d. — Vis F/90, FB/90 NF E 27-113.

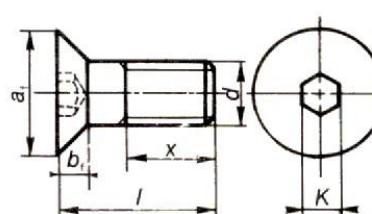


Fig. 7.17e. — Vis FHc/90 NF E 27-160.

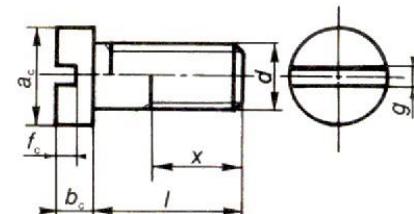


Fig. 7.17f. — Vis C à fente NF E 27-115.

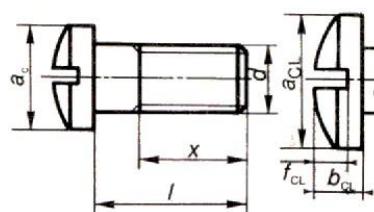


Fig. 7.17g. — Vis CB, CBL NF E 27-112.

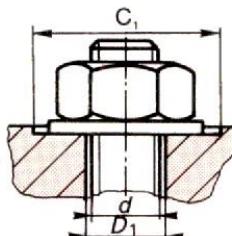
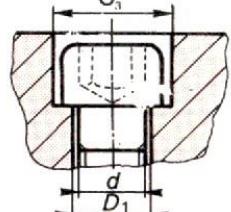


Fig. 7.17h. — Lames et trous de passage.



Vis $0,5d \leq j \leq 1,5d$

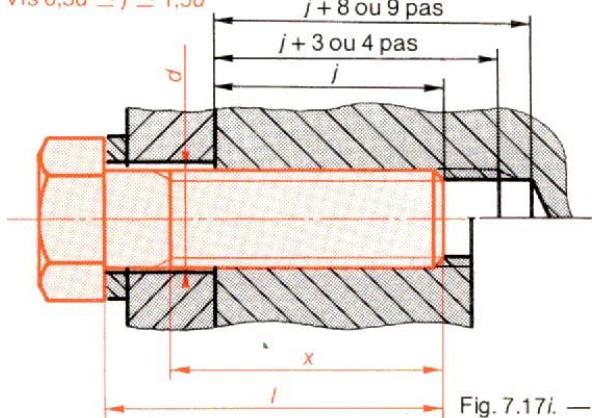
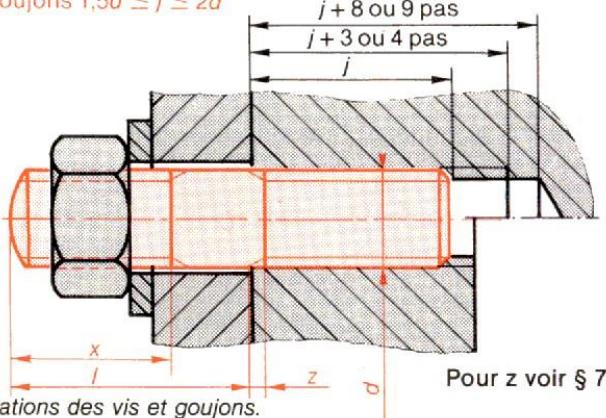


Fig. 7.17i. — Implantations des vis et goujons.

Goujons $1,5d \leq j \leq 2d$



Pour z voir § 7.6.2.

Vis à tête hexagonale mâle	Vis à tête hexagonale femelle	Vis à tête empreinte torx femelle	Vis parkers tête chanfreinée	Vis à bois à tête bombé
				
clé tête hexagonale femelle	clé tête hexagonale mâle	clé mal torx	Tourne vis cruciforme	Tourne vis plat

3) Longueur minimale d'implantation et réserve de filetage

- Longueur minimale d'implantation j :

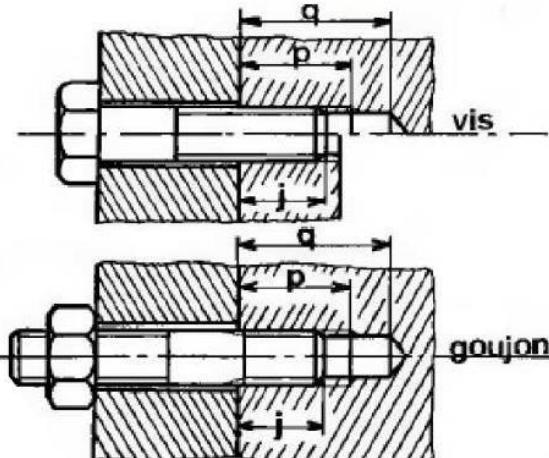
Vis :

Métaux durs : $j \geq d$ Métaux tendres : $j \geq 1,5d$

Goujon :

Métaux durs : $j \geq 1,5d$ Métaux tendres : $j \geq 2d$

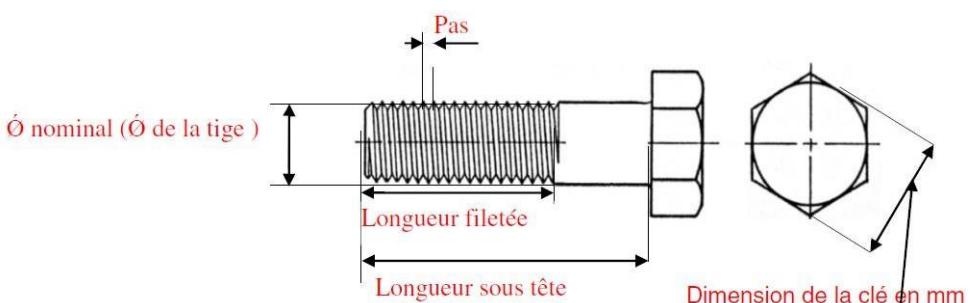
- La réserve de filetage p doit être de 3 à 4 pas ($p = j+3p$)
- La réserve de perçage q doit être de 8 à 9 pas ($q = j+8p$)



4) Désignation d'une vis : vis H, M 10 – 100 / 70 – 8.8

H Forme de la tête (H : hexagonale , C : cylindrique, Q : carré)
 M 10 Filetage métrique (ISO) Diamètre nominal 10 mm
 100 Longueur sous tête
 70 Longueur filetée
 8.8 Classe de qualité

5) Forme des têtes les plus usitées :



Vis à tête cylindrique : absence d'arêtes vives extérieures (sécurité et esthétique), transmission faible du couple de serrage.

Vis à tête hexagonale : bonne transmission du couple de serrage. Bon nombre de positions de serrage/desserrage.

Vis à tête carrée : s'arrondit moins facilement, excellente transmission du couple de serrage, faible positions de serrage/desserrage.

6) La classe de qualité : La classe est indiquée par deux chiffres S.Y On en déduit $Re = S * Y * 10$ en MPa et $Rr = 100 * S$ en MPa



- **Les classes de qualité pour vis et goujons :**
 $\{3.6 - 4.6 - 4.8 - 5.6 - 5.8 - 6.6 - 6.8 - 6.9\}$
 $\{8.8 - 10.9 - 12.9 - 14.9\}$ Qualité **HR** : Haute Résistance
- **Les classes de qualité pour écrou :** $\{4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 14\}$

Un écrou assemblé avec une vis de même classe (exemple : écrou 6 avec une vis 6.8) résiste jusqu'à la rupture de la vis.

7. Calcul des éléments filetés

Dans les montages filetés, le serrage est obtenu par le coincement de deux surfaces hélicoïdales. Si on remplace la trajectoire tracée par l'hélice par une ligne droite (projection), on trouve que ce coincement est très similaire à celui de deux surfaces planes inclinées.

Si l'état des surfaces en contact est convenable, la condition de stabilité de l'assemblage est exprimée par :

$$\frac{P}{\pi d} < 0,05 \quad (2.2)$$

D'où

$$P < \frac{d}{6.4} \quad (2.2)$$

Cette condition est la plus respectée dans les normes de filetages.

Dimensionnement des éléments filetés

Considérons un assemblage par visage de deux pièces (Fig 2.14). Le serrage est assuré par la force F . Cette force a une action d'un côté sur la tige de la vis et d'autre côté sur les filets.

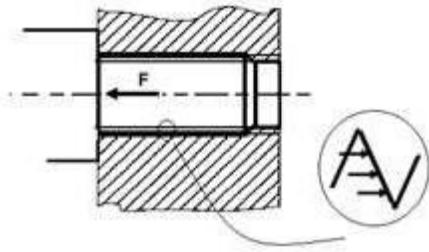


Figure 2.14: Efforts de serrage.

On trouve ainsi que la vis subit deux sollicitations:

- Une sollicitation d'extension dans la tige, de contrainte (daN/mm²):

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (2.4)$$

Où S est la section du noyau de la tige.

- Une sollicitation de cisaillement de filets, de contrainte (daN/mm²):

$$\tau = \frac{F}{NS_f} \quad (2.5)$$

Où N est le nombre de filets en prises et S_f est la section cisaillée d'un filet.

Pour que la vis puisse résister, les efforts maximaux d'extension et de cisaillement doivent être inférieurs ou égales à une valeur pratique. En introduisant un coefficient de sécurité, on peut écrire:

$$\sigma_{MAX} \leq \frac{R_e}{FS} \quad \text{et} \quad \tau_{max} \leq \frac{R_{pg}}{FS} \quad (2.6)$$

Où R_e est la limite élastique et R_{pg} est la résistance à la rupture par glissement.

a. Calcul du diamètre

La section du noyau d'une tige filetée est souvent exprimée par la relation suivante:

$$S = \frac{\pi d^2}{k} \quad k : \text{est le coefficient de concentration de contraintes, égale à 2.5 pour les filetages.}$$

En remplaçant S dans l'expression de la résistance à l'extension, on trouve que:

$$\frac{F.k}{\pi d^2} \leq \frac{R_e}{FS} \quad (2.7)$$

D'après cette condition d'inégalité, on peut déduire le diamètre nominal de la tige filetée,

soit:

$$d \geq \sqrt{\frac{F.k.FS}{\pi.R_e}} \quad (2.8)$$

D'où la valeur minimale du diamètre soit donnée par:

$$d_{min} = \sqrt{\frac{F.k.FS}{\pi.R_e}} \quad (2.9)$$

b. Calcul de l'implantation

Sachant que la section cisaillée d'un filet est donnée par: $S_f = \pi.d.P$ l'expression de la résistance aux cisaillements peut être donnée par:

$$\frac{F}{N \cdot \pi \cdot d \cdot P} \leq \frac{R_g}{F.S} \quad (2.10)$$

D'où

$$N \geq \frac{F \cdot F.S}{\pi \cdot d \cdot P \cdot R_g} \quad (2.11)$$

D'après cette inégalité, le nombre minimal de filets en prise est donné par:

$$N_{min} = \frac{F \cdot F.S}{\pi \cdot d \cdot P \cdot R_g} \quad (2.12)$$

Sachant que l'implantation J de la tige filetée est égale au produit du nombre de filets en prise et du pas, sa valeur peut être déduite par l'expression suivante:

$$J_{min} = \frac{F \cdot F.S}{\pi \cdot d \cdot R_g} \quad (2.13)$$

Serrage et desserrage

L'assemblage à l'aide des éléments filetés nécessite généralement un couple de serrage appliqué sur l'écrou ou la tête de la vis. Le couple résistant est dû aux actions de contact entre les filets, ainsi qu'entre les pièces serrées; sur la tête de la vis et sur l'écrou ou sur l'extrémité de la vis dans le cas d'une vis de pression.

La figure 2.15 présente quelques exemples sur les actions de serrage. C_s représente le couple de serrage et F est la force de blocage entre les pièces assemblées.

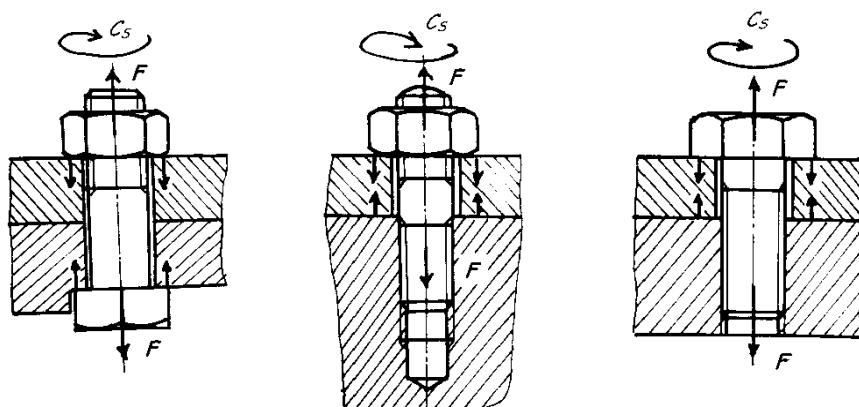


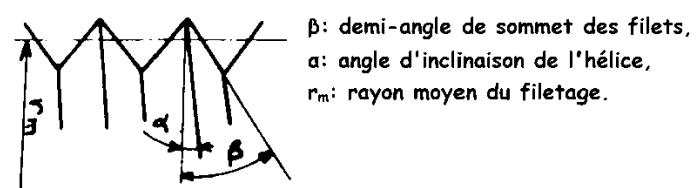
Figure 2.15: Actions de serrage dans les assemblages filetés.

a. Calcul de couple de serrage

Le couple de serrage est souvent exprimé par la somme du couple C dû aux efforts de frottement entre les filets et C_2 dû aux efforts de frottement entre les pièces assemblées. On peut donc écrire:

$$C_s = C_1 + C_2$$

Figure 2.16: spécification des filets métriques.(2.14)



A partir des spécifications des filets, présentées dans la figure 2.16, le couple C_1 est exprimé par la relation suivante:

$$C_1 = F r_m \tan(\alpha + \phi_1) \quad (2.15)$$

Où ϕ_1 est l'angle de frottement entre filets, donné par: $\tan \phi_1 = \mu_1 / \cos \beta = \mu'_1$.

Puisque α et ϕ_1 sont des petits angles, on peut écrire: $\tan(\alpha + \phi_1) = \alpha + \phi_1$.

On a aussi: $\tan \alpha = \alpha = P / \pi d$ et $r_m = d/2$.

D'où:

$$C_1 = F \left(\frac{P}{2\pi} + \frac{d}{2} \mu'_1 \right) \quad (2.16)$$

Le couple C_2 peut être exprimé par la relation:

$$C_2 = F R_m \tan \phi_2 \quad (2.17)$$

Où ϕ_2 est l'angle de frottement, $\tan \phi_2 = \mu_2$.

D'où:

$$C_2 = F R_m \mu_2 \quad (2.18)$$

R_m est le rayon moyen de la surface de frottement. La valeur de ce paramètre d'un cas à un autre. La figure 2.17 présente les cas de montage possibles avec la valeur de R_m .

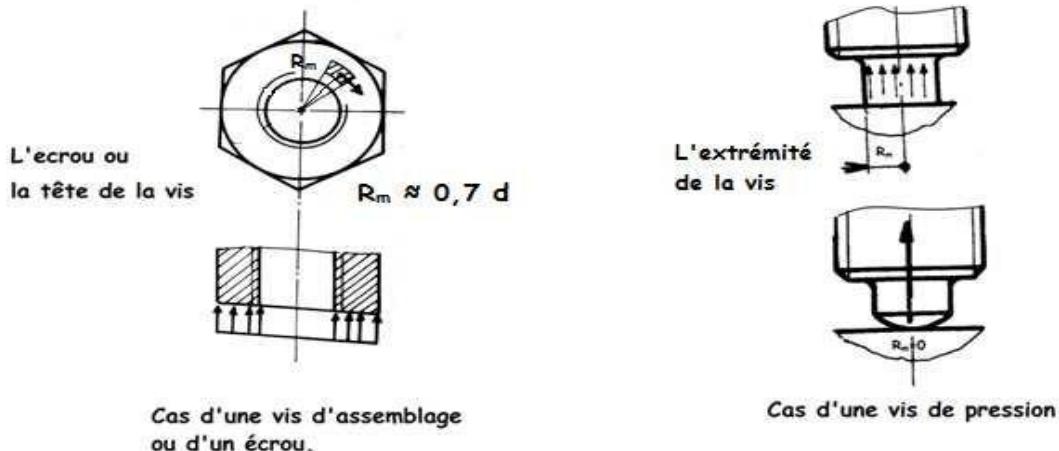


Figure 2.17: Rayon moyen de frottement dans les assemblages filetés.

A partir des relations 2.16 et 2.18, le couple de serrage, dans le cas général, est exprimé par:

$$C_s = F \left(\frac{P}{2\pi} + \frac{d}{2} \mu'_1 + R_m \mu_2 \right) \quad (2.19)$$

On trouve ainsi que cette expression est la somme de trois couples:

- $F \frac{p}{2\pi}$: couple nécessaire pour la mise en tension de l'élément de serrage utilisé
- $F \left(\frac{d}{2} \mu'_1 \right)$: couple nécessaire pour la mise en tension de l'élément de serrage utilisé ;
- $F(R_m \mu_2)$: couple nécessaire les frottements entre l'élément de serrage et les pièces à assemblées.

Dans le cas d'une vis de pression à extrémité ronde, la surface de contact entre l'élément de serrage et la pièce à bloquée est présentée par un point (fig 2.17). En effet, le rayon moyen de la surface de frottement est nul et le troisième terme de l'expression 2.19 sera, par conséquent, négligé.

b. Calcul de couple de desserrage

Dans le cas de desserrage d'un assemblage fileté, on suppose que les efforts de frottement entre l'élément d'assemblage et les pièces assemblées ne se produisent pas à cause de perte instantané de contact entre ces éléments. Par conséquent le couple nécessaire au desserrage C_d est exprimé uniquement à l'aide du couple dû au frottement entre les filets.

Sachant que ces derniers changent de sens dans le cas de desserrage, on peut écrire:

$$C_d = F r_m \tan(\phi_1 - \alpha) \quad (2.20)$$

De la même manière, on trouve:

$$C_d = F \left(\frac{d}{2} \mu'_1 - \frac{p}{2\pi} \right) \quad (2.21)$$

c. Calcul du rendement

Le rendement est le rapport du travail (déplacement de la vis avec effort F) sur le travail fourni (rotation de la vis avec un couple soit de serrage C_s ou de desserrage C_d).

Dans le cas de serrage:

$$\eta = \frac{F \cdot P}{C_s \cdot 2\pi} \quad (2.22)$$

Si on néglige le deuxième terme de la formule de C_s , on trouve que:

$$\eta = \frac{\tan \alpha}{\tan(\phi_1 + \alpha)} \quad (2.23)$$

Dans le cas de desserrage:

$$\eta = \frac{\tan \alpha}{\tan(\phi_1 - \alpha)} \quad (2.24)$$

Dans la réalité, la stabilité d'un filetage et son rendement sont deux sens opposés. Plus qu'un filetage est stable, plus son rendement est faible.