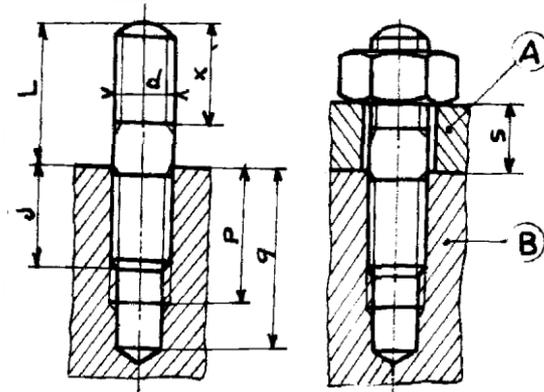


Figure 2.12: Assemblage par goujon.



Les goujons remplacent les boulons lorsque l'une des pièces à assembler est peu résistante ou lorsqu'elle est très épaisse.

2.5. Freinage des éléments filetés

La fonction du freinage est de s'opposer au desserrage des vis et des écrous soumis aux chocs, vibrations, différences de températures ... etc.

La réalisation de cette fonction peut être atteinte par adhérence (phénomène de frottement) ou par obstacle. La figure 2.13 présente les différentes techniques rencontrées en construction.

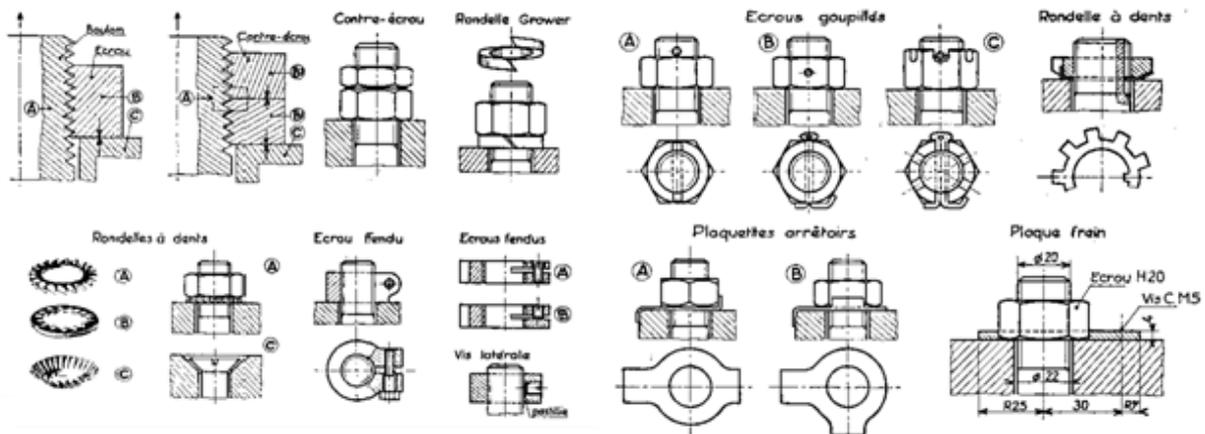


Figure 2.13: Freinage par adhérence.

3. 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:

$$\frac{P}{nd} < 0.05 \quad (2.2)$$

D'où:

$$P < \frac{d}{6.4} \quad (2.3)$$

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

3.1. 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 coté sur la tige de la vis et d'autre coté sur les filets.

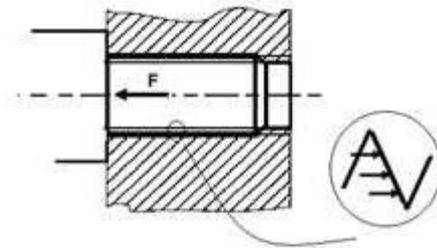


Figure 2.14: Efforts de serrage.

On trouve ainsi que la vis subit deux sollicitations:

- Une sollicitation d'extension dans la tige, de contrainte (daN/mm^2):

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

Où S est la section du noyau de la tige.

- Une sollicitation de cisaillement de filets, de contrainte (daN/mm^2):

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

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

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

$$a_{Nas} \leq R_e / FS \quad \text{et} \quad v_{Nas} \leq R_{pg} / FS \quad (2.6)$$

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: $S = \frac{nd^2}{k}$

où k 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:

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

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

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

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

$$d_{Ni} = \sqrt[n]{\frac{F.k.FS}{n.R_e}} \quad (2.9)$$

b. Calcul de l'implantation

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

$$\frac{F}{N.n.d.P} \leq \frac{R_g}{FS} \quad (2.10)$$

D'où

$$N \geq \frac{F.FS}{n.d.P.R_g} \quad (2.11)$$

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

$$N_{Ni} = \frac{F.FS}{n.d.P.R_g} \quad (2.12)$$

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:

$$J_{Ni} = \frac{F.FS}{n.d.R_{pg}} \quad (2.13)$$

Exemple 1:

Vérifier la résistance à l'extension de la tige d'une vis M 12 fabriquée d'un matériau dont $R_e = 240$ MPa et boquée à une force 18000 N. Sachant que cette vis est visée dans un matériau dont $R_{pg} = 40$ MPa, déterminer l'implantation minimale ($FS = 2$).

Résistance à l'extension:

$$a = \frac{F.k}{n.d^2} = \frac{18000.2,5}{n.12^2} = 99,47 \text{ MPa} < \frac{R_e}{FS} = \frac{240}{2} = 120 \text{ MPa}; \text{ la tige de la vis peut alors résister.}$$

Implantation minimale:

$$J_{Ni} = \frac{F.FS}{n.d.R_{pg}} = \frac{18000.2}{n.12.40} = 23,8 \text{ NN}$$

3.2. 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.

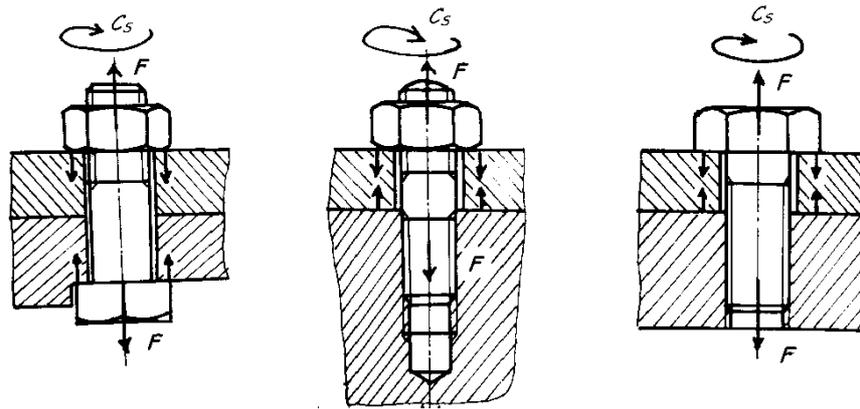


Figure 2.15: Actions de serrage dans les assemblages filetés.

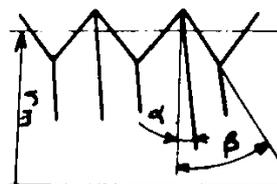
a. Calcul de couple de serrage

Le couple de serrage est souvent exprimé par la somme du couple C_1 dû aux efforts de frottement entre les filets et C_2 dû aux efforts de frottement entre les pièces assemblées.

On peut donc écrire:

$$C_s = C_1 + C_2 \tag{2.14}$$

Figure 2.16: spécification des filets métriques.



β : demi-angle de sommet des filets,
 α : angle d'inclinaison de l'hélice,
 r_m : rayon moyen du filetage.

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

$$C_1 = Fr_N \tan(\alpha + \varphi_1) \tag{2.15}$$

Où φ_1 est l'angle de frottement entre filets, donné par: $\tan \varphi_1 = \mu_1 / \cos \beta = \mu'_1$.

Puisque α et φ_1 sont des petits angles, on peut écrire: $\tan(\alpha + \varphi_1) = \alpha + \varphi_1$.

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

D'où:

$$C_1 = F \left(\frac{P}{2n} + \frac{d}{2} \mu_1 \right) \quad (2.16)$$

Le couple C_2 peut être exprimé par la relation:

$$C_2 = FR_N \tan \varphi_2 \quad (2.17)$$

Où φ_2 est l'angle de frottement, $\tan \varphi_2 = \mu_2$.

D'où:

$$C_2 = FR_N \mu_2 \quad (2.18)$$

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 .

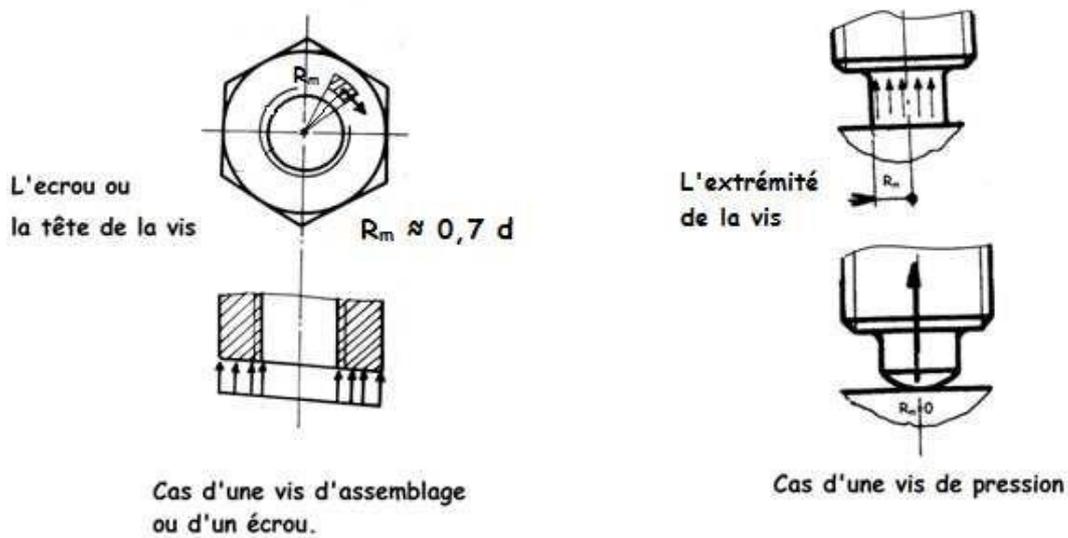


Figure 2.17: Rayon moyen de frottement dans les assemblages filetés.

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

$$C_c = F \left(\frac{P}{2n} + \frac{d}{2} \mu_1 + R \mu_2 \right) \quad (2.19)$$

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

- $F \frac{P}{2n}$: couple nécessaire pour la mise en tension de l'élément de serrage utilisé,
- $F \frac{d}{2} \mu_1$: couple nécessaire pour vaincre les frottements entre les filets,

- $FR_N\mu_2$: couple nécessaire les frottements entre l'éléments 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'éléments 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 frottements entre les filet.

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

$$C_d = Fr_N \tan(W_1 - \alpha) \quad (2.20)$$

De la même manière, on trouve:

$$C_d = F \left(\frac{d}{2} \mu_1 - \frac{P}{2n} \right) \quad (2.21)$$

Exemple 2:

Déterminer le couple de serrage et de desserrage d'une vis d'assemblage M 10 x 1,5 en admettant que toutes les surfaces de contact sont acier-acier ($\mu = 0,14$).

On a:

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu \quad \text{et} \quad \mu_1' = \frac{\mu_1}{\cos 30} = \frac{0,14}{0,86} = 0,16$$

$$R_N = 0,7 d = 0,7 \times 10 = 7 \text{ NN}$$

Couple de serrage:

$$C_c = F \left(\frac{P}{2n} + \frac{d}{2} \mu_1' + R_N \mu_2 \right) = F \left(\frac{1,5}{2n} + \frac{10}{2} \times 0,16 + 7 \times 0,14 \right) = 2,01F$$

Couple de desserrage:

$$C_d = F \left(\frac{d}{2} \mu_1 - \frac{P}{2n} \right) = F \left(\frac{10}{2} \times 0,16 - \frac{1,5}{2n} \right) = 0,56F$$

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:

$$\eta = \frac{F \cdot P}{C_c \cdot 2n} \quad (2.22)$$

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

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

Dans le cas de desserrage:

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

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.