

## Introduction :

Les éléments filetés comptent parmi les organes les plus utilisés en construction des machines. Un filetage est obtenu par l'exécution d'une ou plusieurs rainures hélicoïdales sur la partie externe ou interne d'une pièce cylindrique. La partie pleine (saillie) restante entre deux rainures constitue un filet. Un système vis-écrou permet

- D'assembler d'une manière démontable deux ou plusieurs pièces (fixation de la roue d'une voiture par exemple)
- De transmettre un mouvement (vis d'étau de serrage par exemple).

## 1. Généralités

L'utilisation des filetages consiste à assembler deux pièces à l'aide d'une saillie hélicoïdale. L'une des pièces à assembler est une tige cylindrique dont la surface latérale porte une saillie hélicoïdale. Cette pièce est dite vis. L'autre pièce présente un trou dont la surface latérale est menée d'une forme complémentaire à la saillie hélicoïdale de la tige. Cette pièce est dite écrou (fig. 2.1).

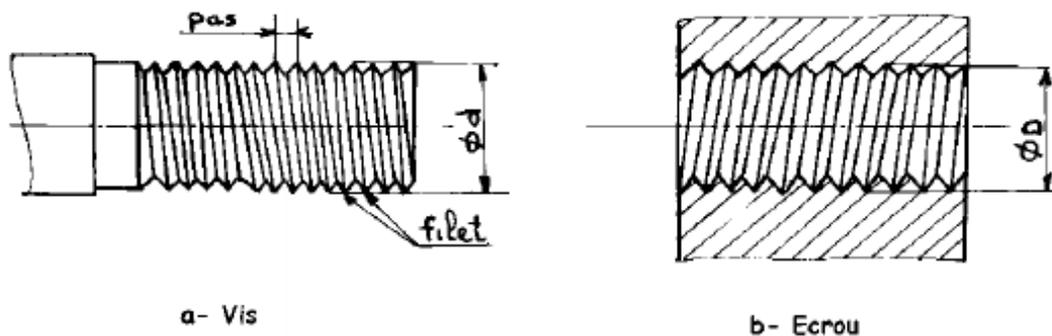


Figure 2.1 : Présentation des pièces filetées.

L'assemblage s'effectue en faisant tourner la tige dans le trou, de telle manière que le mouvement de rotation engendre un mouvement de translation. Cette combinaison appelée mouvement hélicoïdal fait coïncider les filets des deux pièces.

### 1.1. Rappels sur l'hélice

L'hélice est une ligne tracée sur un cylindre dont la tangente en chacun de ces angles fait un angle constant  $\alpha$  avec le plan perpendiculaire sur l'axe du cylindre (figure 2.2).

- Le pas de l'hélice est la longueur entre deux points consécutifs de l'hélice sur la même génératrice du cylindre sur lequel elle est tracée.
- L'angle  $\alpha$  de l'hélice est tel que :

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi d}$$

Où  $\alpha$  est l'angle d'inclinaison de l'hélice, P est le pas et d est le diamètre nominal du filetage.

– Si un point parcourant l'hélice monte à droite sur la partie vue de la courbe, l'hélice est dite à droite, sinon elle dite à gauche. Cette dernière est utilisée pour des cas particuliers. Elle est désignée par une saignée sur les arêtes de l'écrou.

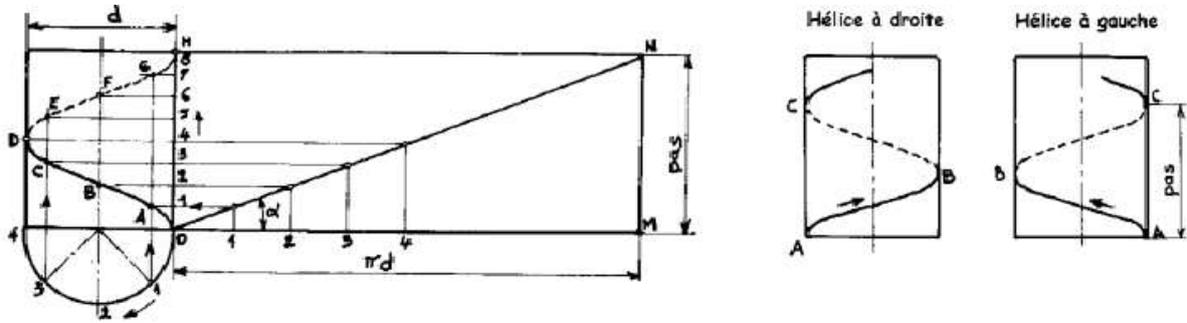


Figure 2.2 : Hélice définissant le filetage.

### 1.2. Différents profils des filets

Les différentes formes des surfaces hélicoïdales constituant les filets sont normalisés. Pour chacune de ces normes, on associe une désignation différente. La figure 2.3 présente les importants profils.

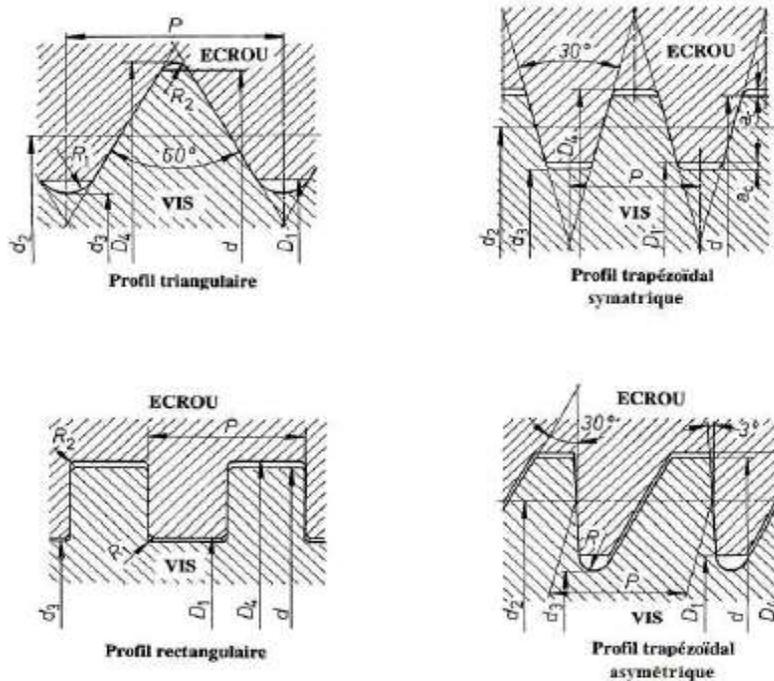


Figure 2.3 : Importants profils de filetage.

On trouve ainsi que le profil métrique (triangulaire) est le plus couramment utilisé en pas normaux ou pas fins.

Il existe d'autres profils spéciaux tel que: le profil trapézoïdal symétrique utilisé pour la transmission des efforts importants, le profil trapézoïdal asymétrique destiné à supporter des poussées uni axiales, ou le profil rond utilisé pour supporter de grands efforts de traction. La forme arrondie des filets diminue considérablement le risque de cisaillement. Rappelant que le coût de ces profils est plus ou moins élevé par rapport au coût du profil métrique.

## 2. Organes de liaison filetés

La liaison de deux pièces ne peut être toujours possible pour des raisons d'encombrement, de fabrication ou de montage. Il est parfois obligatoire d'utiliser des organes filetés et leurs accessoires. Selon le mode d'emploi, ces organes sont classifiés dans les catégories suivantes:

### 2.1. Les vis

Une vis est composée d'une tige filetée sur un certain longueur menée d'une tête de section plus grande dont le rôle est double; le vissage et le blocage. Selon le mode d'action, on trouve deux types de vis:

- Vis d'assemblage où la pression est exercée par la tête de la vis,
- Vis de pression où la pression exercée par l'extrémité.

#### a. Vis d'assemblage

Ils sont utilisés pour réunir plusieurs pièces les unes sur les autres par pression mutuelle. En effet, la tige d'une vis doit passer librement dans les premières pièces à assemblées et se visse uniquement dans la dernière (Fig. 2.4)

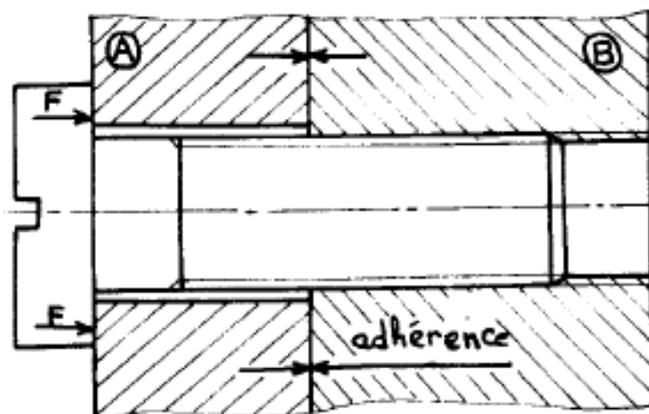


Figure 2.4 : Emploi des vis d'assemblage.

Selon la forme de la tête, qui a un double rôle la constitution d'une surface d'appui et la permission de manipulation (blocage) de la vis, on trouve plusieurs modèles (fig. 2.5)

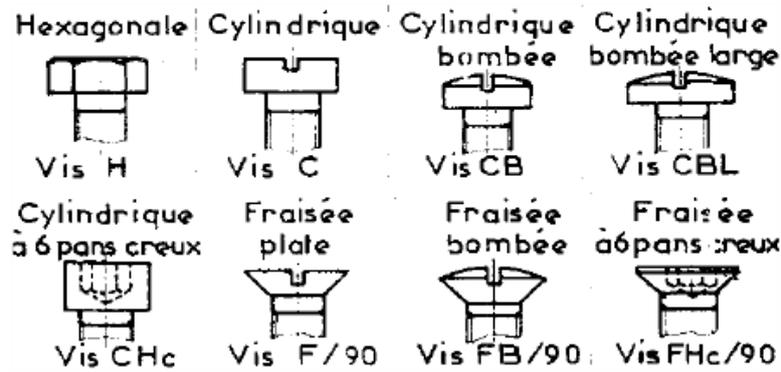


Figure 2.5 : Caractéristiques des vis d'assemblages

La figure 2.6 ci-dessous présente, à travers un exemple simple, les conditions fonctionnelles nécessaires pour l'emploi d'une vis d'assemblage.

- Md: diamètre nominal de la vis,
- L: longueur nominal de la vis,
- X: longueur filetée de la vis,
- $\phi$ : diamètre de la tête de la vis,
- H: épaisseur de la pièce A,
- T: diamètre du trou de passage de la vis,
- M: longueur taraudée de la pièce B,
- N: longueur percée de la pièce B

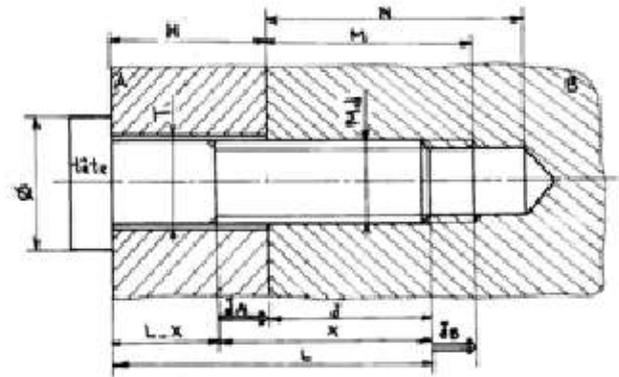


Figure 2.6

Afin d'assurer la stabilité d'assemblage et d'éviter les montages impossible, deux conditions doivent être respectées :

- L'implantation J doit vérifier la condition ; métaux tendres,
- Les jeux JA et JB doivent être positifs.

**b. Vis de pression**

Les vis de pression se diffèrent de celles d'assemblage par leurs longueurs totalement filetées et leurs extrémités. Elles sont utilisées dans les montages demandant peu de précision et un effort sur l'extrémité (fig. 2.7).

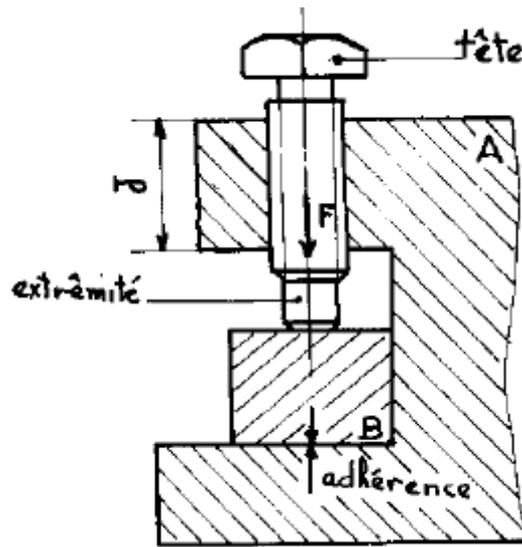


Figure 2.7 : Emploi des vis de pression.

La tête d'une vis de pression ne doit pas servir en blocage. Par conséquent, ses dimensions sont réduites. Pour une utilisation correcte de ce type de vis, l'implantation  $J$  doit vérifier la condition ;  $J \geq d$ , pour les métaux durs et tendres.

En plus à la forme de la tête, les vis de pressions sont caractérisées par la forme de l'extrémité. La figure 2.8 présente les formes de tête et d'extrémité rencontrées en construction mécanique.

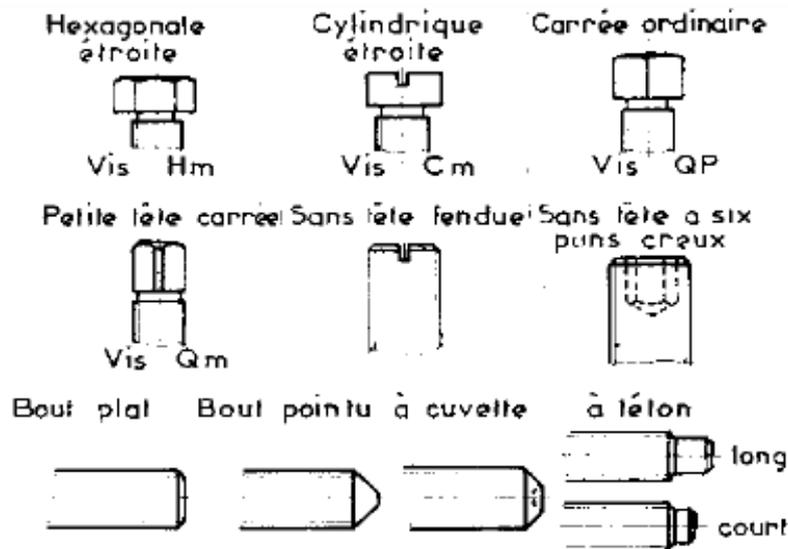


Figure 2.8 : Caractéristiques des vis de pression.

Les vis d'assemblage peuvent être servir de vis d'arrêt ou de guidage. Ces applications sont surtout valables pour les petits mécanismes, faiblement sollicités.

**2.2. Les écrous**

Un écrou est une pièce taraudée menée d'un dispositif de manœuvre pour en permettre le serrage et le desserrage. Cet organe est un complément indispensable à une vis pour réaliser un assemblage par boulon.

Selon le type du dispositif de manœuvre, on main. En effet, un écrou doit satisfaire deux fonctions :

- avoir une surface d'appui normale à l'axe du trou taraudé,
- avoir une forme qui permet sa manœuvre.

La figure 2.9 présente les écrous les plus utilisés en construction.

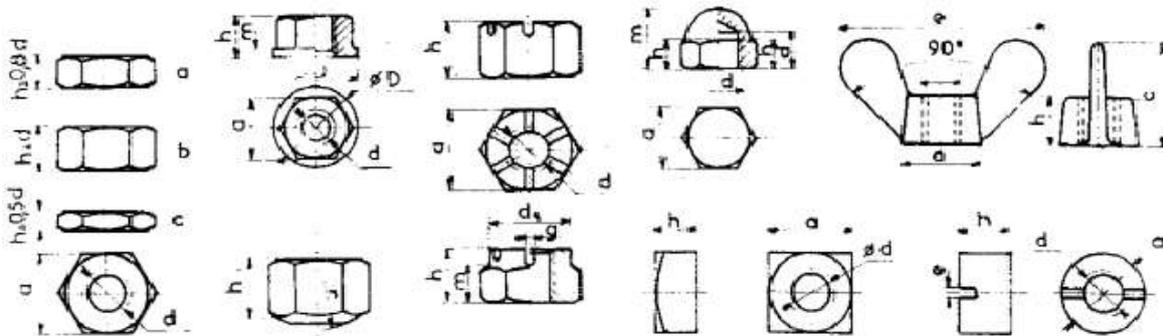


Figure 2.9 : Caractéristiques des écrous.

Désignation : Toute comme les vis, les écrous désignés par le mot Ecrou suivi du symbole puis désignation du filetage.

**2.3. Les boulons**

Un boulon est composé d'une vis et d'un écrou (Fig. 2.10). L'hors d'emploi, on peut utiliser tout types de vis avec un écrou lisses. On obtient ainsi un assemblage économique de plusieurs pièces par pression.

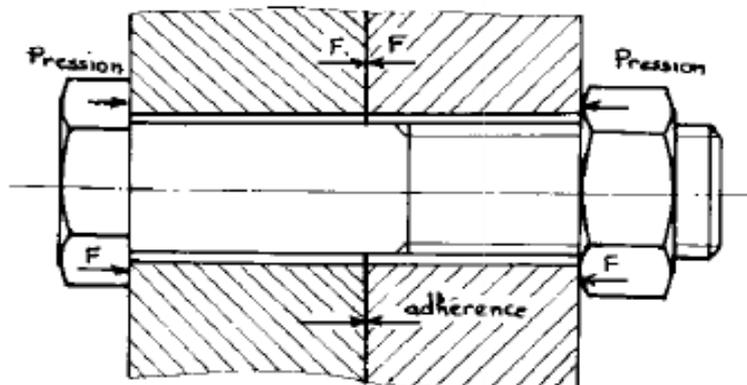


Figure 2.10 : Assemblage par boulon.

Dans les cas de serrage fort, la tête de la vis doit être immobilisée. L'immobilisation s'effectue parfois à l'aide d'un ergot rapporté ou venu directement par La figure 2.11 présente les techniques les plus fréquemment utilisées en construction mécanique.

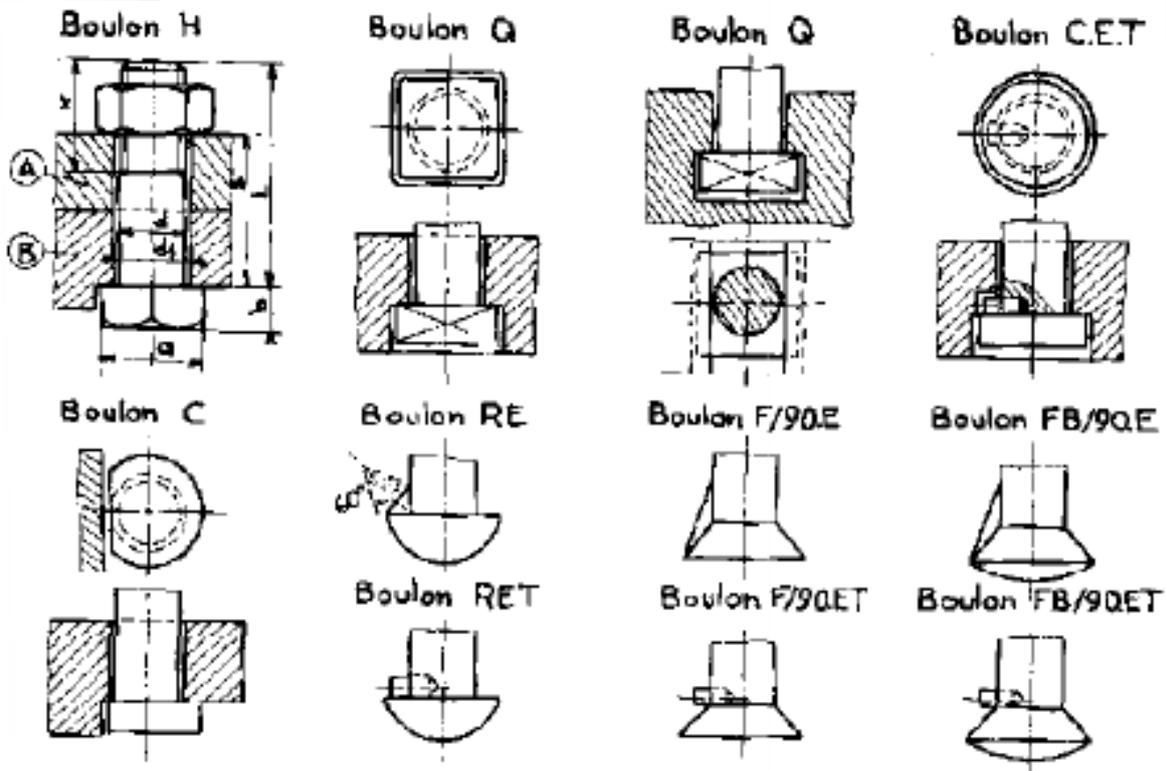


Figure 2.11 : Blocage des boulons

#### 2.4. Les goujons

Un goujon est tige filetée sur deux extrémités. Les deux filetages doivent être séparés par une partie lisse. Afin d'assembler deux pièces à l'aide de cet organe, on doit implanter l'une des extrémités dans la première pièce et passer le reste librement dans la deuxième. Le blocage est effectué à l'aide d'un écrou (Fig. 2.12). Les goujons remplacent les boulons lorsque l'une des pièces à assemblée est peu résistante ou lorsqu'elle très épaisse.

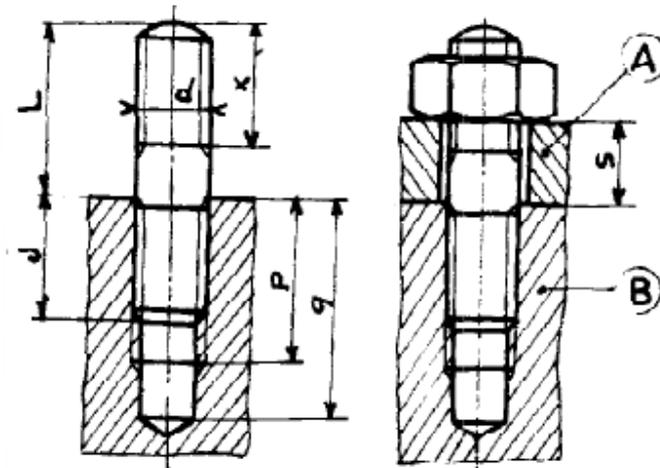


Figure 2.12 : Assemblage par goujon

### 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.

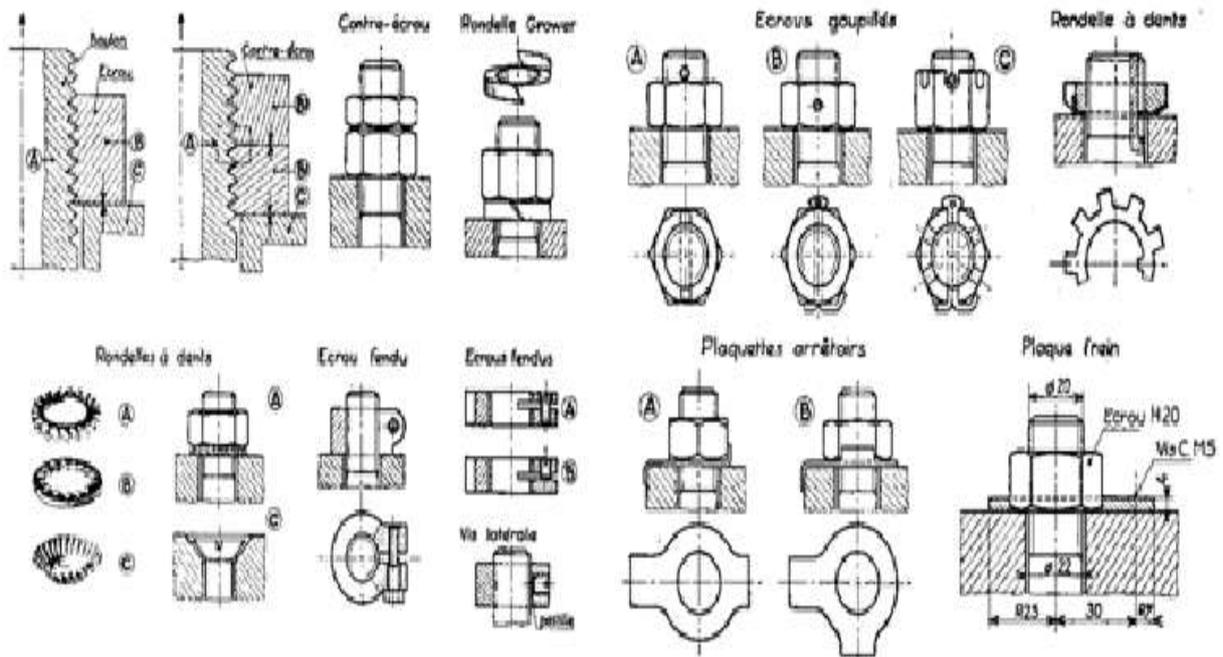


Figure 2.13 : Freinage par adhérence.

### 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 :

$$\frac{P}{\pi d} < 0.05$$

D'où :

$$P < \frac{d}{6.4}$$

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.

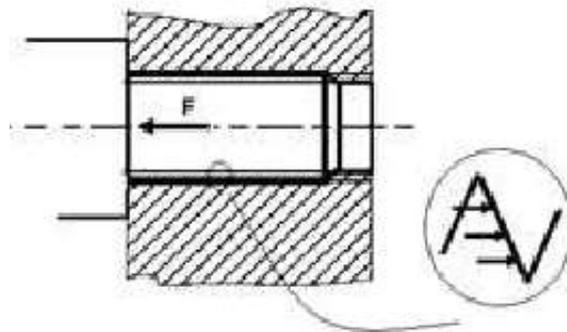


Figure 2.14 : Efforts de serrage.

On trouve ainsi que la vis subit deux sollicitations :

- Une sollicitation d'extension dans la tige, de contrainte en (daN/mm<sup>2</sup>) :

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

Où S est la section du noyau de la tige.

- Une sollicitation de cisaillement de filets, de contrainte en (daN/mm<sup>2</sup>) :

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

Où N est le nombre de filets en prises et S<sub>f</sub> 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 égales à une valeur pratique. En introduisant un coefficient de sécurité, on peut écrire :

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

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

### 3.2. Serrage et desserrage

L'assemblage à l'aide des éléments filetés nécessite généralement un couple de serrage. Le couple résistant est dû aux actions de contact appliqué sur l'écrou ou la tête de la vis, 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.

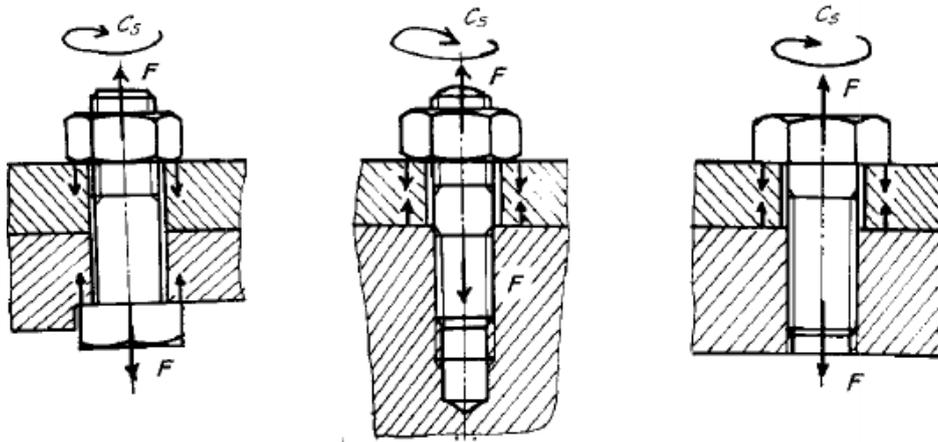


Figure 2.15 : Actions de serrage dans les assemblages filetés

### Calcul du couple de serrage

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

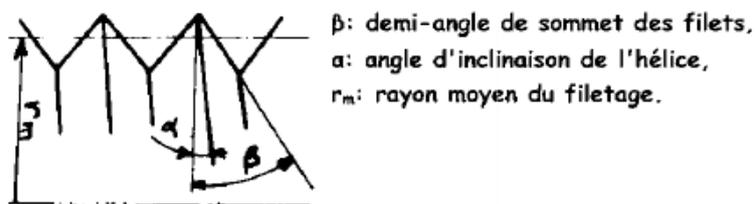


Figure 2.16 : spécification des filets métriques