

## **CHAPITRE 1**

### **Assemblage des métaux**

#### **1.1. Définition de l'assemblage**

Un assemblage mécanique est la liaison de différentes pièces d'un ensemble ou produit.

##### **1.1. 1. Définition d'une liaison**

Est la mise en relation de deux pièces par contact physique permettant de les rendre partiellement ou totalement solidaire.

##### **1.1. 2. Types d'assemblage**

Chaque moyen d'assemblage peut être défini par cinq critères :

###### **1.1. 2. 1. Assemblage complet ou partiel**

- **Assemblage complet** : Aucun mouvement possible entre les pièces assemblées.

- **Assemblage partiel** : Mouvement(s) possible(s) entre les pièces assemblées.

Exemples : - Un piston dans un cylindre composent un assemblage partiel.

- Une culasse avec un bloc moteur composent un assemblage complet.

###### **1.1. 2. 2. Assemblage démontable ou non démontable (permanant)**

- **Assemblage démontable** : Il est possible de supprimer la liaison sans détériorer les pièces ou les éléments liés.

- **Assemblage non démontable (permanant)** : Impossible de supprimer la liaison sans provoquer la détérioration des pièces ou des éléments liés.

Exemples : - Une culasse avec le bloc moteur composent un assemblage démontable

- Les éléments du châssis d'une auto qui sont soudés composent un assemblage permanent (non démontable)

### 1.1. 2. 3. Assemblage élastique ou rigide

- **Assemblage élastique** : Un déplacement d'une pièce provoque la déformation d'un élément élastique (ressort, caoutchouc).

- **Assemblage rigide** : L'assemblage n'est élastique dans aucune direction de déplacement.

Exemples :

- Un assemblage par élément fileté (vis-écrou) est rigide

### 1.1. 2. 4. Assemblage par obstacle ou par adhérence :

- **Assemblage par obstacle**: Un élément fait obstacle au mouvement entre deux pièces.

- **Assemblage par adhérence**: L'assemblage est obtenu par le phénomène d'adhérence dû au frottement entre les pièces.

Exemples : - Une clavette réalise un assemblage par obstacle (elle empêche la rotation entre un arbre et un moyeu).

- Lorsque deux pièces sont montées serrées, l'assemblage est par adhérence.

### 1.1. 2. 5. Assemblage direct ou indirect

- **Assemblage direct** : La forme des pièces liées sont directement en contact. Il n'y a pas d'élément intermédiaire.

- **Assemblage indirect**: L'assemblage nécessite un ou des éléments intermédiaires.

#### Exemples

- L'assemblage entre une poulie et un arbre à l'aide d'une clavette est un assemblage indirect.

- Un roulement à billes participe à un assemblage indirect.

- Deux pignons qui engrènent ensembles sont en contact direct.

Le choix d'une solution d'assemblage dépend de :

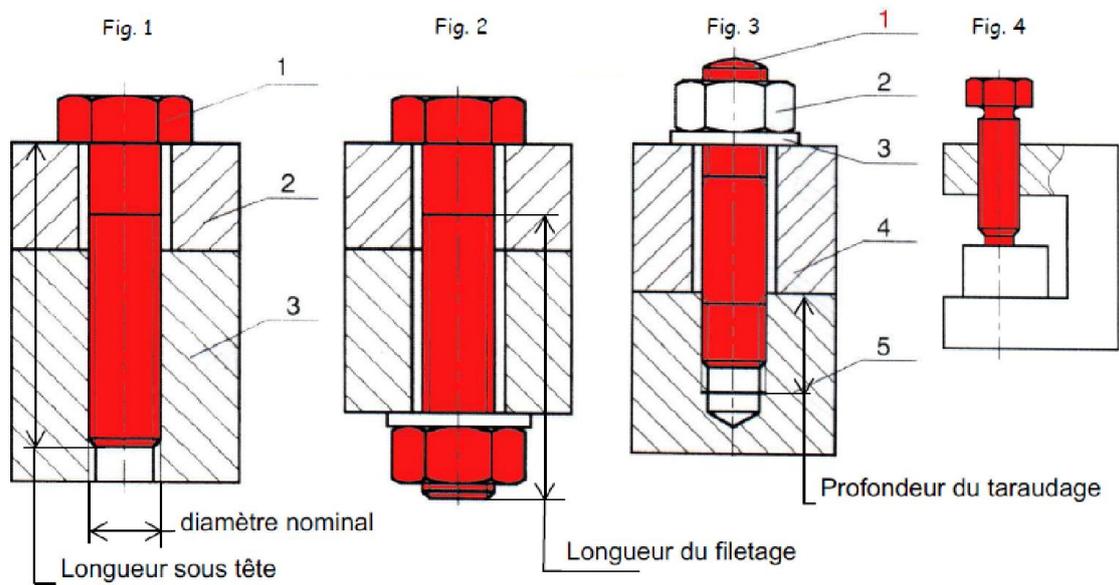
Coût - Durée de vie - Maintenabilité - Encombrement – Esthétique

### 1.1. 3. Moyens d'assemblage démontable

#### 1.1. 3. 1. Par éléments filetés

L'assemblage est considéré obtenu par adhérence indirecte.

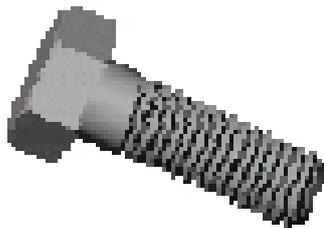
Les éléments filetés sont illustrés sur la figure suivante :



## - Vis d'assemblage

La pièce (3) seule possède un trou taraudé recevant la partie filetée de la vis.

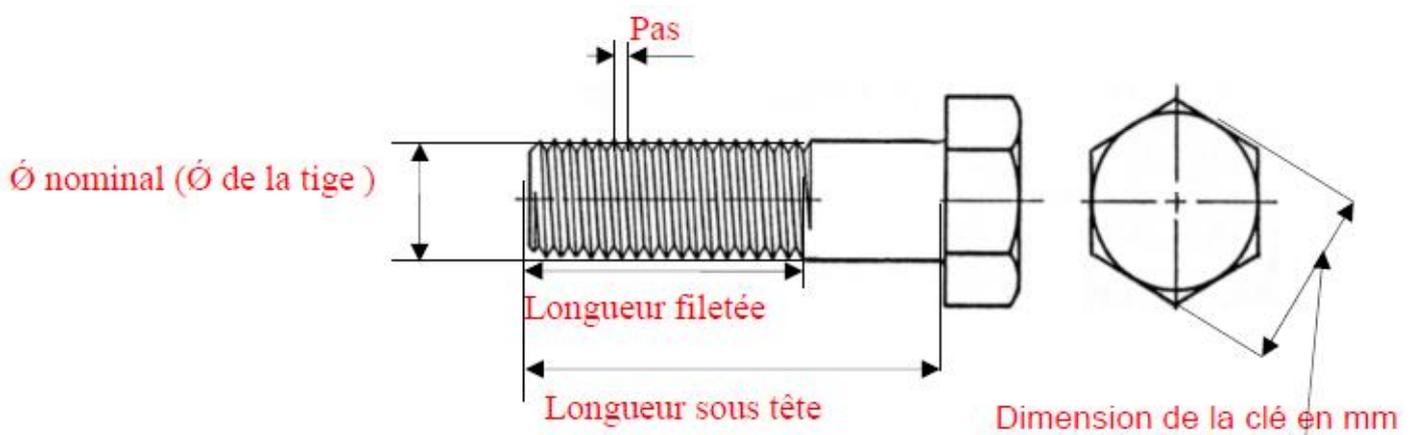
Les autres pièces possèdent un trou lisse.



Vis à filetage partiel



Vis à filetage total



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

H Forme de la tête (H : hexagonale, C : cylindrique)

M 10 Filetage métrique (ISO) Diamètre nominal 10 mm

100 Longueur sous tête

70 Longueur filetée

vis H M 8 x 35 - 8.8

vis à tête hexagonale de diamètre  $d = 8$  mm, filetage métrique ISO, longueur  $l = 35$ mm. Classe de qualité 8.8

Classe de qualité 8.8: Le premier chiffre 8 correspond à 1/10 de la valeur de la résistance minimale à la traction exprimée en daN par  $\text{mm}^2$ .

Le quotient du 1<sup>er</sup> par le 2<sup>ème</sup> chiffre de la classe donne la limite élastique en daN.

Exemple : 8.8 Le chiffre 8 indique la valeur de la résistance minimale à la rupture exprimée en daN par  $\text{mm}^2$ . mini rupture 80 daN par  $\text{mm}^2$ .

$8 \times 8 = 64$  daN par  $\text{mm}^2$  indique la limite élastique minimale.

## - Boulon

Boulon = Vis + Ecrou

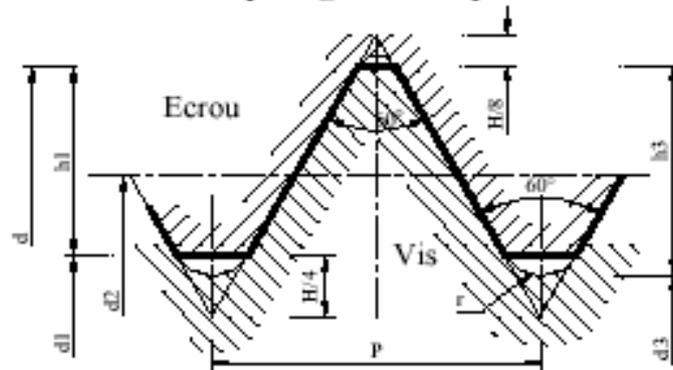


Les pièces à assembler possèdent un trou lisse. Le trou taraudé se trouve dans l'écrou.

Le boulonnage est une méthode d'assemblage mécanique démontable. Les boulons servent à créer une liaison de continuité entre éléments ou à assurer la transmission intégrale des efforts d'une partie à l'autre d'une construction. Les éléments à assembler sont serrés entre la face d'appui de la tête de vis et celle de l'écrou.

# Assemblage par boulons

## 1. Caractéristiques géométriques

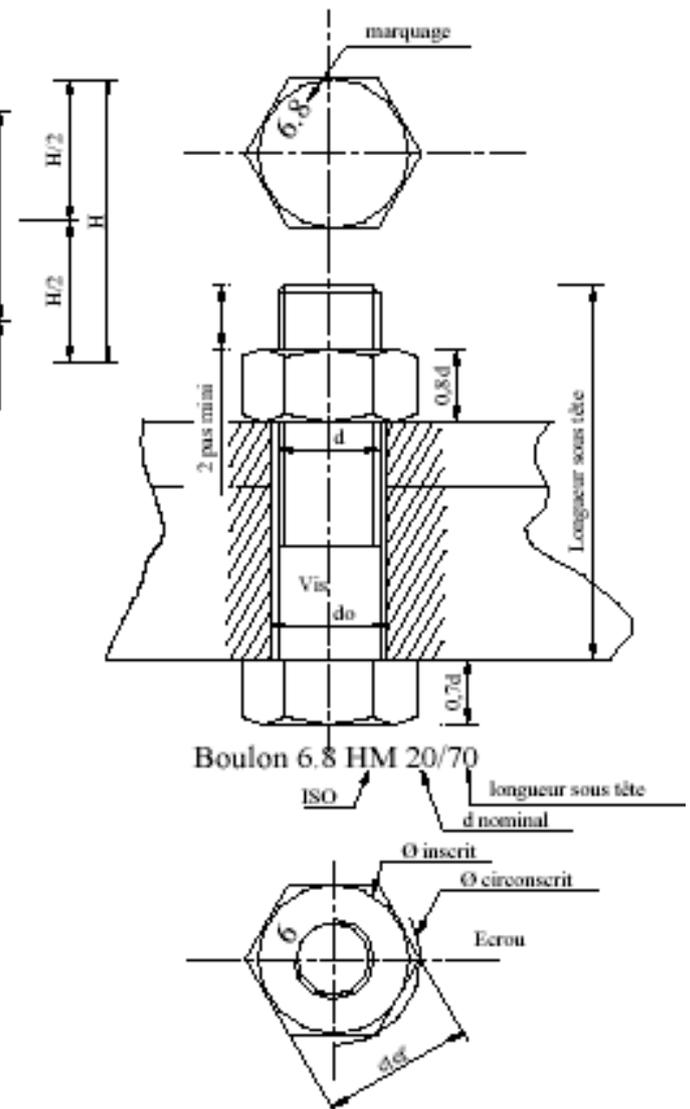


Vis + écrou = boulon

- P: Pas
- d: diamètre nominal
- $d1 = d - 1,0825 P$
- $d2 = d - 0,6495 P$
- $d3 = d - 1,2268 P$
- $r = 0,1443 P$

Diamètre des trous do  
Diamètre du boulon d

d	do
M 12, 14	d+1
M 16 à 24	d+2
>M 27	d+3



Boulon 6.8 HM 20/70

ISO      longueur sous tête  
d nominal

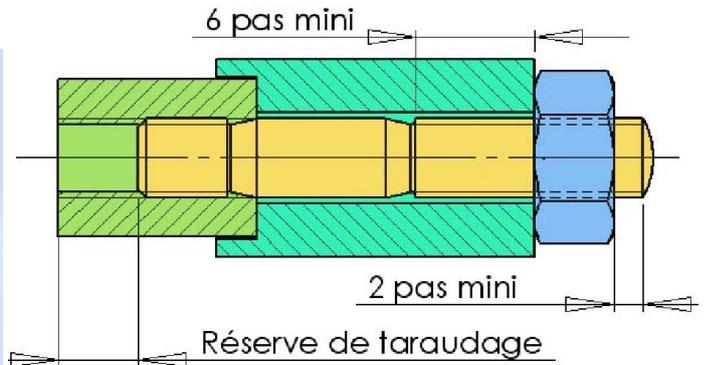
Ø inscrit  
Ø circonscrit  
Ecrou

Diamètre nominal d	Pas P	Clef	Diamètre du noyau de la vis d3	Diamètre intérieur de l'écrou d1	Diamètre de la rondelle	Section résistante As	Diamètre moyen dm	Tôle usuelle	Cornière usuelle
8	1.25	13	6.466	6.647	16	36.6	14	2	30
10	1.5	17	8.160	8.376	20	58.0	18.3	3	35
12	1.75	19	9.853	10.106	24	84.3	20.5	4	40
14	2	22	11.546	11.835	27	115	23.7	5	50
16	2	24	13.546	13.835	30	157	24.58	6	60
18	2.5	27	14.933	15.294	34	192	29.1	7	70
20	2.5	30	16.933	17.294	36	245	32.4	8	80
22	2.5	32	18.933	19.294	40	303	34.5	10.14	120
24	3	36	20.319	20.752	44	353	38.8	>14	>120
27	3	41	23.319	23.752	50	459	44.2	-	-
30	3.5	46	25.706	26.211	52	561	49.6	-	-
33	3.5	50	28.706	29.211		694		-	-
36	4		31.093	31.670		817		-	-

## - Goujons

Un goujon est un organe mécanique en forme de tige, en partie fileté, permettant de réaliser une liaison « complète, rigide, démontable » entre une pièce équipée du goujon et une ou plusieurs autres traversées par le goujon et verrouillée par un écrou.

Il ne faut pas confondre le goujon « vissé » avec une tige filetée. Les deux parties filetées du goujon « vissé » sont toujours séparées par un tronçon lisse.



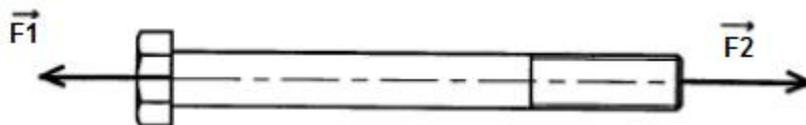
Afin d'améliorer la répartition de la pression de contact, il est recommandé de placer une rondelle large sous l'écrou. Ceci est également valable dans le cas des assemblages par boulons.

### Exemple

Goujon diamètre 8 mm, longueur libre 50 mm, implantation 12 mm, classe 8.8, filetage métrique ISO  
Goujon M8 x 50 - bm 12 - 8.8 (NF E 25-135) .

### Exercice 1

Soit la vis ci-dessous de longueur 150 mm et de diamètre 16 mm, en équilibre sous l'action des deux forces  $F_1$  et  $F_2$  d'intensité chacune 1000 daN. La vis est en acier et son module d'élasticité longitudinal est de 200 GPa.



- 1- A quel type de contrainte est soumise la vis ?
- 2- Calculer la valeur de la contrainte.
- 3- Si on adopte un coefficient de sécurité de 4, calculer la résistance élastique de l'acier.
- 4- Déterminer l'allongement de la vis.

## Solution

1- la vis est soumise à la traction –extension-Allongement.

2- Calcul de la valeur de la contrainte :

$$S = \pi d^2/4 = 3.14(16/2)^2/4 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = F/S = 10000/200.96 = 49,76 \text{ N/mm}^2 = 49,76 \text{ MPa}$$

3- Calcul de la résistance élastique de l'acier si le coefficient de sécurité = 4.

$$\sigma \leq Re/s$$

$$Re \geq \sigma .s$$

$$Re \geq 199 \text{ N/mm}^2$$

4- Détermination de l'allongement de la vis.

$$\Delta l / l_0 = \sigma / E$$

$$\Delta l = \sigma \times l_0 / E = 49,76 \times 150 / 2 \times 10^5$$

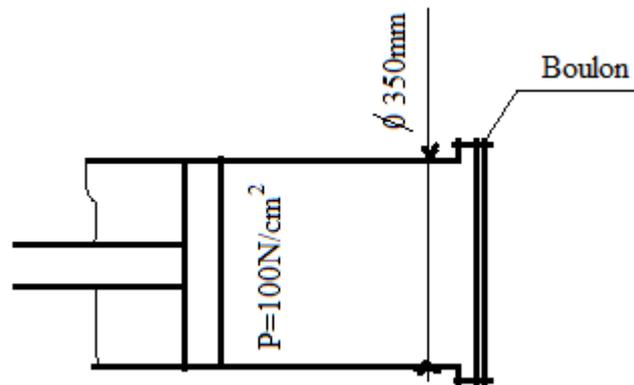
$$\Delta l = 0,0373 \text{ mm}$$

## Exercice2

Le fond d'un cylindre de machine à vapeur à double effet est fixé par 10 boulons.

Le diamètre d'alésage du cylindre est 350 mm et la pression effective est de 100 N/cm<sup>2</sup>.

Déterminer le diamètre des boulons en supposant que chacun d'eux supporte la même fraction de la poussée ( $R_t = 60 \text{ N/mm}^2$ ).



## Solution

### Exercice 3

Déterminer le diamètre des boulons

La section du fond

$$S = \pi d^2/4 = 3,14 \times (35)^2/4 = 962 \text{ cm}^2$$

La force exercée sur le fond

$$F = Pr \times S = 100 \times 962 = 96200 \text{ N}$$

Section d'un boulon

$$S = F/10Rt = 96200/10 \times 60 = 160 \text{mm}^2$$

Diamètre du noyau boulon

$$S = \pi d^2/4 \quad d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} =$$

$$\sqrt{\frac{4 \times 160}{3,14}} = 12,64 \text{mm}$$

Cette valeur de diamètre du noyau n'existe pas sur le tableau normalisé, donc, on prend la valeur la plus proche en excès à cause de la sécurité, soit  $d=13,54\text{mm}$  qui correspond à un diamètre nominal 16mm.

Alors, le diamètre cherché du boulon du fond de cylindre est 16mm.