

CHAPITRE 1

Assemblage des matériaux

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 ensemble sont en contact direct.

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

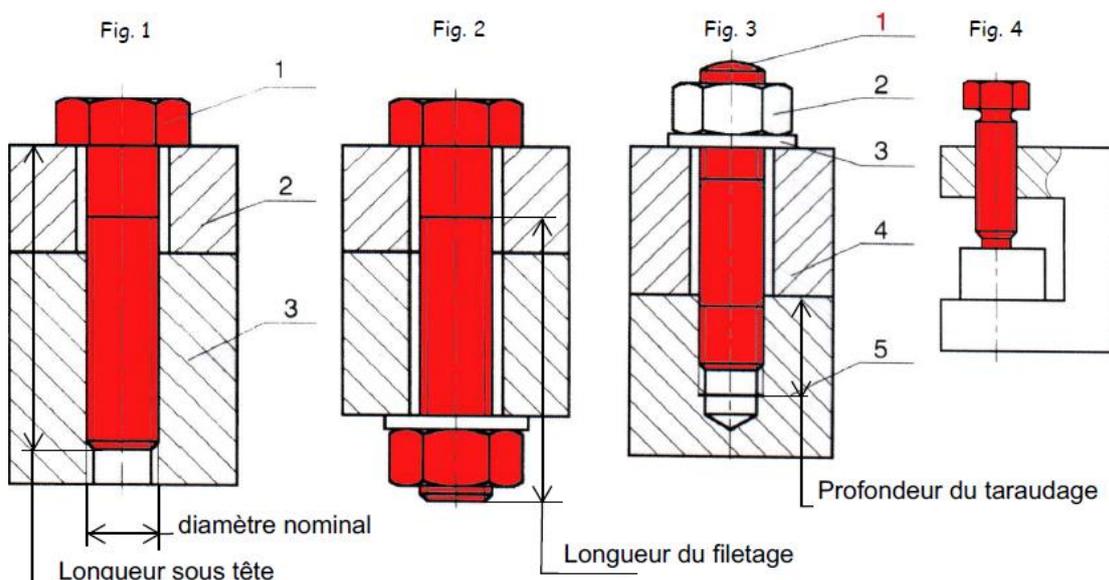
Coût - Durée de vie - Maintenabilité - Encombrement – Esthétique

1.1. 3. Moyens d'assemblage démontable

1.1. 3. 1. Par éléments filetés

L'assemblage est considéré obtenu par adhérence indirecte.

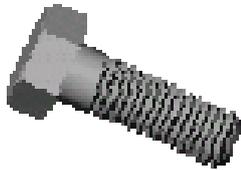
Les éléments filetés sont illustrés sur la figure suivante :



- Vis d'assemblage

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

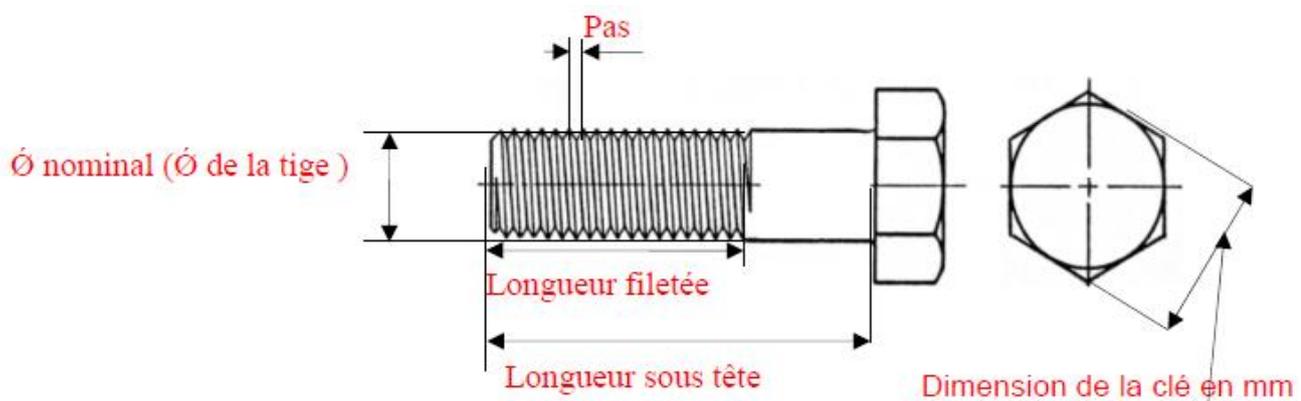
Les autres pièces possèdent un trou lisse.



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 mm².

Le quotient du 1er par le 2ème 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 mm². mini rupture 80 daN par mm².

$8 \times 8 = 64$ daN par mm² 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.

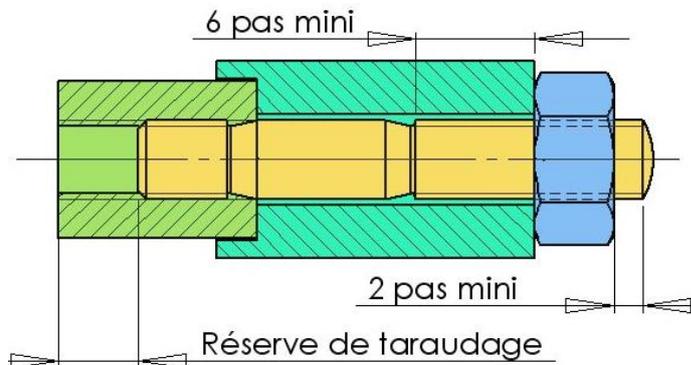
Le boulonnage est une méthode d'assemblage mécanique démontable. Les boulons servent à créer une liaison de continuité entre éléments ou à assurer la transmission intégrale des efforts d'une partie à l'autre d'une construction. Les éléments à assembler sont serrés entre la face d'appui de la tête de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

L'assemblage non démontable ou permanent : Impossible de supprimer la liaison sans provoquer la détérioration des pièces ou des éléments liés.

- 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.



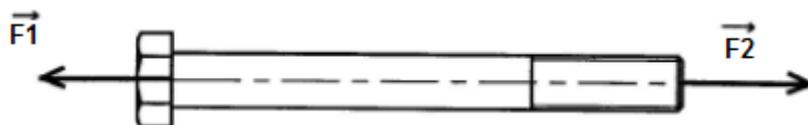
Afin d'améliorer la répartition de la pression de contact, il est recommandé de placer une rondelle large sous l'écrou. Ceci est également valable dans le cas des assemblages par boulons.

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) .

Exercice1

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



- 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.

$$\sigma \leq Re/s$$

$$Re \geq \sigma \cdot s$$

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

4- Détermination de l'allongement de la vis.

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

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

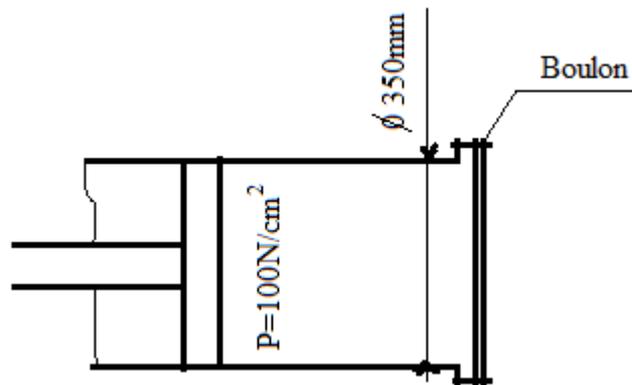
$$\Delta l = 0,0373 \text{ mm}$$

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/cm².

Déterminer le diamètre des boulons en supposant que chacun d'eux supporte la même fraction de la poussée (Rt= 60 N/mm²).



Solution

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

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

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.

1.2. Moyens d'assemblage non démontable

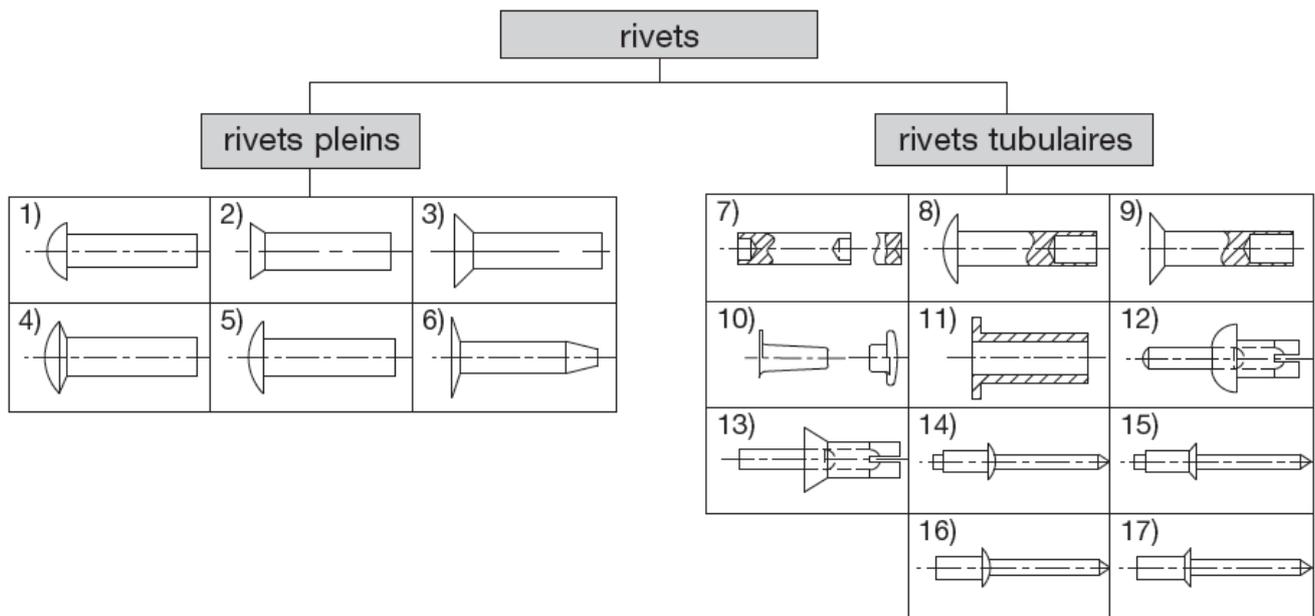
1.2.1. Par rivetage

La liaison entre deux pièces minces (tôles) est réalisée par déformation de l'extrémité d'un rivet. Cette déformation est appelée « rivure ».

Un rivet est un élément d'assemblage permanent. Il se présente sous la forme d'une tige cylindrique, généralement métallique, pleine ou creuse qui est munie à l'une de ses extrémités d'une "tête", c'est-à-dire une partie de section plus grande. L'autre extrémité sera aplatie et élargie par écrasement, pour solidariser les éléments qu'on veut riveter ensemble.

1.2.1. 1. Forme des rivets

Les rivets peuvent être classés par la forme de leur tête, par le type de leur tige et par le procédé de rivetage.

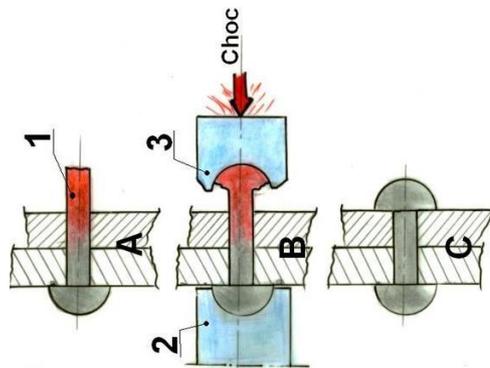


- | | | |
|---|---|------------------------------|
| 1) rivet à tête demi-ronde (bombée) DIN 660 (jusqu'à 8 mm), | 2) rivet à tête conique 75° | |
| 3) rivet à tête conique 90° SN 213126 | 4) rivet à tête en goutte de suif DIN 662 | |
| 5) rivet à tête bombée DIN 674 | 6) rivet à tête noyée DIN 675 | 7) goupille à rivet DIN 7341 |
| 8) rivet semi-creux à tête ronde DIN 6791 | 9) rivet semi-creux à tête conique DIN 6792 | |
| 10) rivet creux en deux parties DIN 7331 | 11) rivet tubulaire DIN 7339 + 7340 | |
| 12) rivet à expansion à tête ronde à percussion | 13) rivet à expansion à tête conique | |
| à percussion (coup ou choc). | | |
| 14) rivet à mandrin à tête demi-ronde | 15) rivet à mandrin à tête conique 120° | |
| 16) rivet à mandrin fermé à tête bombée | 17) rivet à mandrin fermé à tête conique | |

1.2.1. 2. Procédure de rivetage

1 - mise en place du rivet ,2 - mise en place de la bouterolle sur le rivet, 3 - écrasement de la tige du rivet et formation de la tête.

1= Rivet, 2= tas, 3= bouterolle



1.2.1. 3. Les matériaux des rivets

Les rivets doivent être suffisamment solides tout en étant faciles à déformer. Afin d'éviter la corrosion électrochimique et/ou un desserrage par réchauffement, les rivets sont idéalement du même matériau que les éléments à assembler.

1.2.1. 4. Avantages et inconvénients de rivetage

Avantages : sécurité de fixation ; économique ; cadences de production élevé ;assemblage de matières et d'épaisseurs différentes.

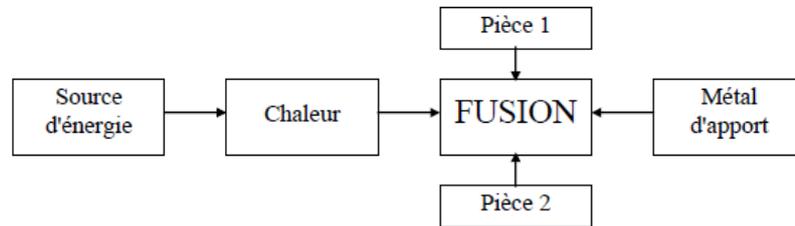
Inconvénients : non démontable ; tête protubérante

1.2.2. Soudage

Le soudage est un moyen d'assemblage permanent. Il a pour objet d'assurer la continuité de la matière à assembler. C'est une opération de micro-métallurgie consistant à exécuter un cordon fondu liant les bords de deux pièces ; il est dit homogène quand ces deux pièces, ainsi que le métal

d'apport du joint, ont une composition chimique identique ou voisine, et hétérogène dans les autres cas. Le soudage nécessite un apport de chaleur. Toutes les sources d'énergie peuvent être utilisées : chimique (flammes), lumineuse (laser), électrique ou mécanique.

1.2.2. 1. Principe de soudage



Il ya deux genres de soudures :

1.2.2. 2. Soudure Autogène

Le métal qui compose le joint est de même nature que les pièces à souder

1.2.2. 3. Soudure Hétérogène

Le métal qui compose le joint est de nature différente des pièces à souder

1.2.2. 4. Différents types de soudage

a) le soudage au gaz (au chalumeau) :

C'est un procédé de soudure par fusion où la chaleur de soudure est produite par la combustion de gaz. La composition oxygène-acétylène (oxyacétylénique).

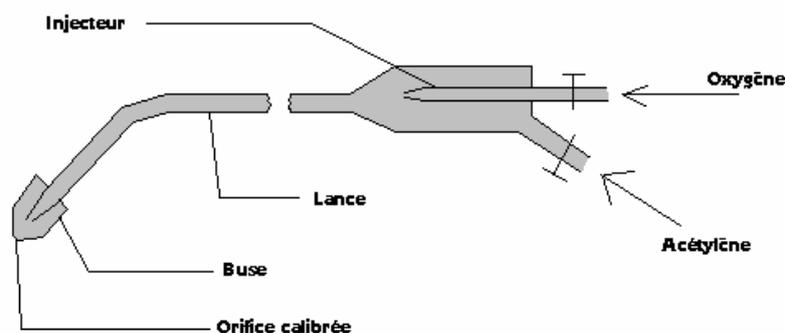
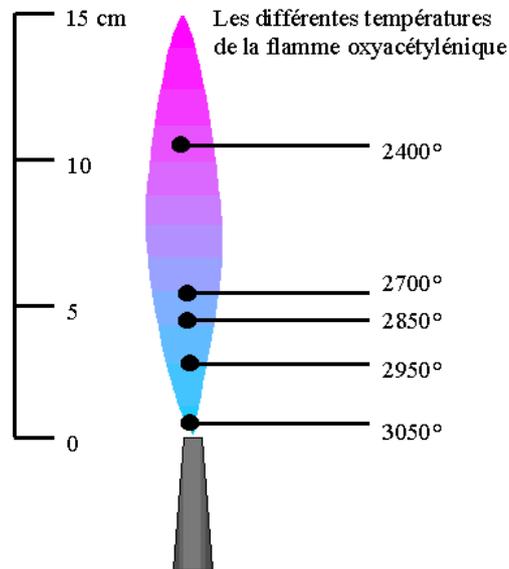


Schéma d'un chalumeau soudeur

La flamme oxyacétylénique résultant de la combustion d'un volume d'acétylène (gaz combustible) pour deux volumes et demi d'oxygène comburant (oxydant).

Le métal d'apport suivant la nature du métal de base (baguette de fil de 0,8 mm à 4,0 mm)



On notera qu'une trop forte proportion d'oxygène entraîne une chaleur plus importante mais le risque d'oxydation augmente.

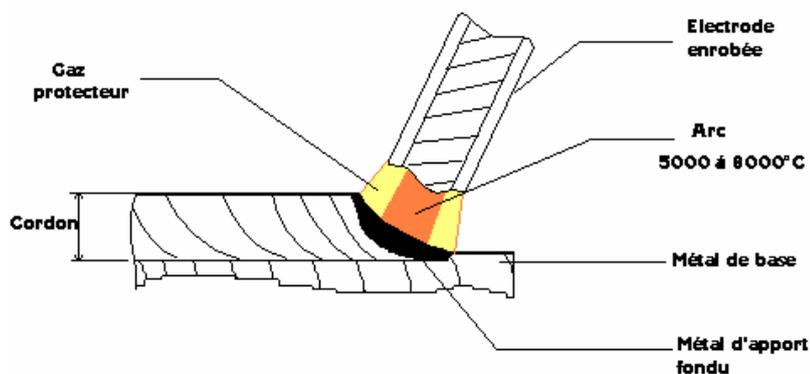
Exemples d'applications

Son aspect économique et sa rapidité d'exécution font que ce procédé est beaucoup employé par les artisans.

b) le soudage à l'arc

C'est un procédé de soudure par fusion où la chaleur est produite par un arc électrique, formé entre le métal de base et l'électrode, ou entre deux ou plusieurs électrodes. Le contact de l'électrode par rapport aux pièces provoque l'arc électrique. L'électrode est constituée d'un métal dont les caractéristiques mécaniques, chimiques et physiques sont très proches du métal des deux pièces à souder.

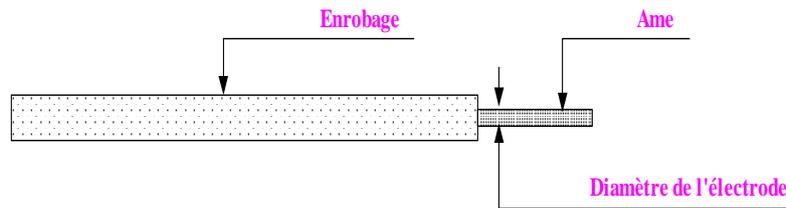
Principe de la soudure à l'arc électrique



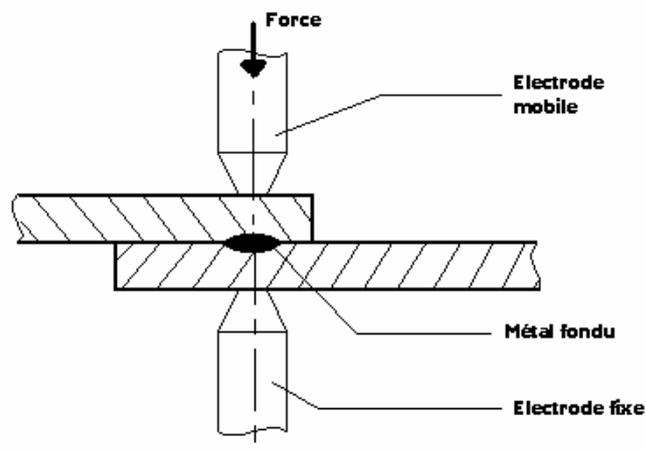
Le soudage à l'arc électrique comprend plusieurs techniques

- Soudage à l'électrode enrobée

L'électrode, dirigée manuellement est fusible et fournit le métal d'apport. L'enrobage assure un rôle protecteur.

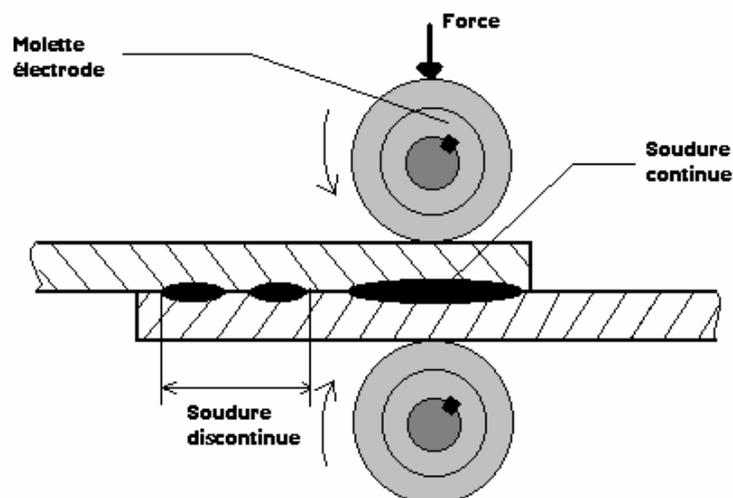


1.2.2. 5. Principe du soudage par points



Il existe de nombreuses variantes à cette technique de soudage tel que le soudage par molette qui est une variante du précédent, ici les électrodes sont remplacées par des molettes tournantes ce qui permet un soudage continu ou discontinu très rapide.

Principe du soudage par molette



Ce procédé est très utilisé en grande et petite série, il est aussi très rapide. Il est utilisé dans de très nombreux domaines : l'industrie automobile, aéronautique, aérospatiale, nucléaire, électrique et électronique, les appareils ménagers, le mobilier métallique, les armatures (ossatures) en fils, le soudage en bout de barre, de profilés, de pièces tubulaires, de tôles... etc.

1.2.2.6. Différents types d'assemblages par soudage

On distingue

- * Soudure d'angle
- * soudure en entaille
- * Soudure en bout
- * soudure en bouchon

Soudure d'angle

La soudure d'angle peut être utilisée pour assembler des éléments dont les faces à assembler par fusion forment un angle compris entre 60° et 120° .

Des angles inférieurs à 60° sont également admis. Toutefois, dans ces cas, la soudure doit être considérée comme une soudure en bout à pénétration partielle.

Soudure en entaille

Les soudures en entaille, constituées de soudure d'angles réalisées dans des trous circulaires ou allongés, ne peuvent être utilisées que pour transmettre des efforts de cisaillement pour éviter le voilement ou la séparation de parties qui se recouvrent, il faut que le diamètre du trou doit être inférieur à 4 fois l'épaisseur de l'élément perforé.

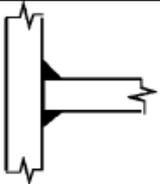
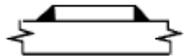
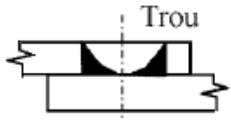
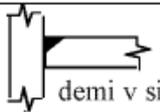
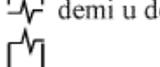
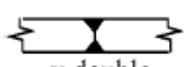
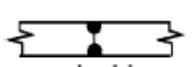
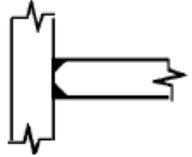
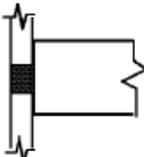
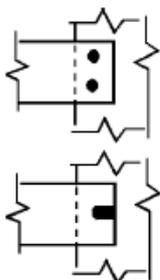
Soudures en bout

Il y a deux types de soudures en bout à savoir :

- soudure en bout à pleine pénétration
- soudure en bout à pénétration partielle

Soudures en bouchon

Les soudures en bouchon sont réalisées dans des trous circulaire ou oblongs (voir tableau), ce genre de soudure on le réalise que pour transmettre un effort de cisaillement.

Type de soudure	Type d'assemblage		
	Assemblage bout à -bout	Assemblage en T	Assemblage en clin
Soudure d'angle			
Soudure en entaille			
Soudure en bout à pleine pénétration (*)	 v simple  v double  u simple  u double	 demi v simple  demi v double  demi u double  demi u simple	
Soudure en bout a pénétration partielle (*)	 v double  u double		
Soudure en bouchon			

(*) Les soudures en bout peuvent quelquefois être réalisées sans chanfreinage

1.2.2. 7. Avantages et inconvénients de soudage

Avantages

- continuité de la matière (assemblage monolithe) assure une bonne transmission des sollicitations;
- Etanchéité;
- Procédé simple et rapide, (dispense des pièces secondaires, goussets...etc)
- Une bonne productivité;
- Moins encombrant et plus esthétique que le boulonnage ou le rivetage;

Inconvénients

- Déformation de retrait des soudures
- Contraintes résiduelles de soudure qui compliquent l'état de contrainte de l'assemblage (rupture par fatigue);
- Plus onéreux (main-d'œuvre qualifiée, matériel spécifique, contrôle des soudures)

1.2.2. 8. Dimensionnement d'une soudure

Le cordon est dimensionné en fonction de la résistance mécanique. On utilise la théorie des poutres en considérant que la section droite est le plan de gorge.

Plan de gorge

Le cordon de soudure peut être modélisé comme un dièdre ; le plan de gorge est le plan bissecteur de ce dièdre.

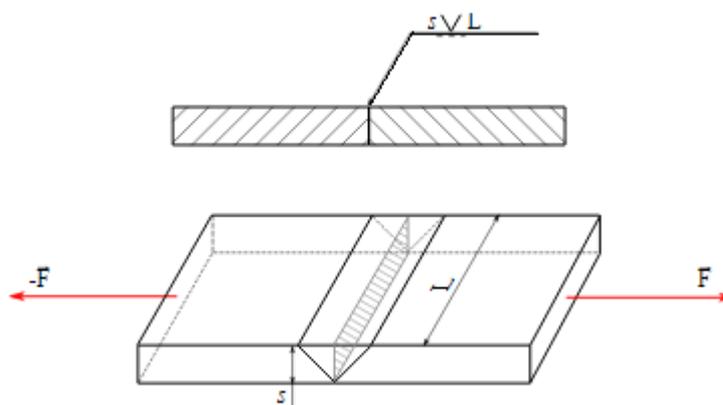
Traction sur une soudure bout-à-bout en vé.

Considérons deux tôles de même épaisseur s , soudées sur une longueur L , et soumises à de la traction avec une force F . Le plan de gorge, hachuré en gris sur la figure, a une aire

$$S = s \times L.$$

Le plan de gorge est soumis à de la contrainte normale σ :

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{F}{s \times L}.$$



Traction sur une soudure bout-à-bout en vé.

La valeur à ne pas dépasser est la résistance pratique à l'extension R_{pe} , qui est la limite d'élasticité R_e divisée par un coefficient de sécurité k , $R_{pe} = R_e/k$. La condition de résistance de la soudure est donc :

$$\sigma \leq R_{pe} \implies \frac{F}{s \times L} \leq \frac{R_e}{k}.$$

Si l'on suppose que l'épaisseur s est fixée, la longueur minimum que doit faire le cordon est:

$$L_{\text{mini}} = \frac{k \times F}{s \times R_e}$$

Par exemple, pour des tôles en acier S235 ($R_e = 235 \text{ MPa}$) et d'épaisseur $s = 5 \text{ mm}$, soumis à une force $F = 5\,000 \text{ N}$ et avec un facteur de sécurité $k = 2$, la longueur minimale du cordon vaut :

$$L_{\text{mini}} = \frac{2 \times 5\,000}{5 \times 235} = 8,5 \text{ mm.}$$

Avec un coefficient de sécurité de 2, un cordon ayant un plan de gorge de 1 cm^2 (soit $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ ou bien $20 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$) peut tenir plus de $10\,000 \text{ N}$ (soit l'équivalent de 1 t).

Une soudure acier tient une tonne par centimètre carré en traction.

Cisaillement d'une soudure d'angle

Considérons deux plats soudés ; on effectue une traction symétrique sur chacun des plats, d'une intensité F . Nous négligeons le moment du couple et ne considérons que la force.

Cette force est parallèle au plan de gorge, c'est donc un effort tranchant. L'aire des plans de gorge, au nombre de deux, vaut :

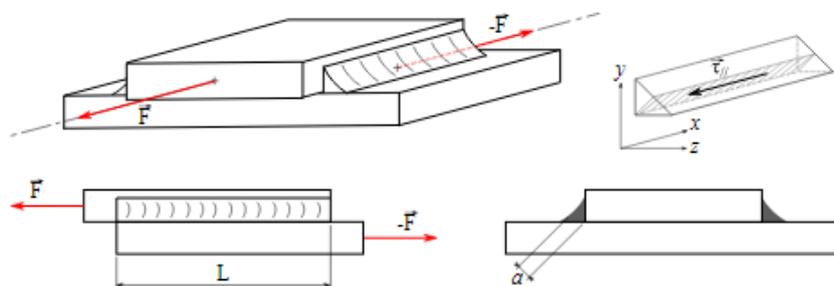
$$S = n \times L \times a ; n = 2$$

Contrainte de cisaillement parallèle

$$\tau_{//} = \frac{F}{S} = \frac{F}{n \times L \times a}$$

Pour que la conception de la soudure soit validée, il faut que cette contrainte soit inférieure à la résistance pratique au glissement R_{pg} , qui est la limite élastique au glissement R_{eg} à laquelle on applique un coefficient de sécurité k , $R_{pg} = R_{eg}/k$:

$$\tau_{//} \leq R_{pg} \implies \frac{F}{n \times L \times a} \leq \frac{R_{eg}}{k}$$

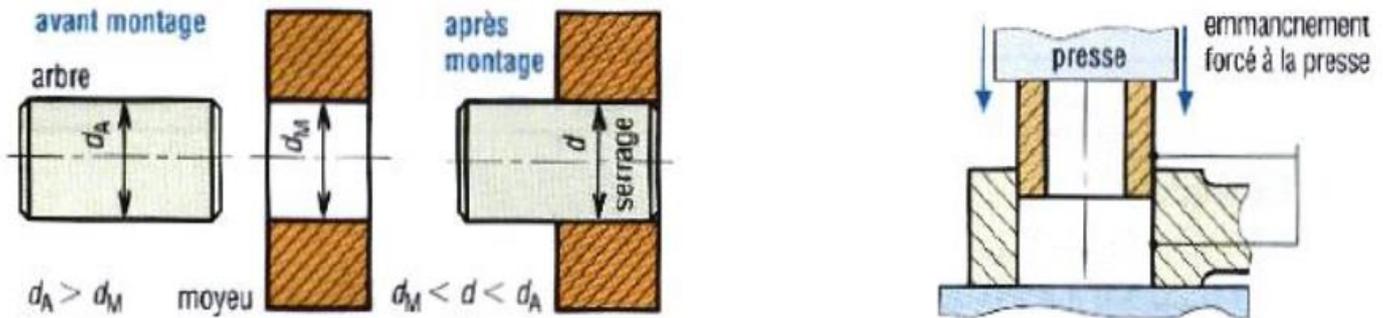


Soudure d'angle soumise à une force longitudinale

Par emmanchement forcé

Avant le montage, la cote effective de l'arbre (d_2) est légèrement supérieure à la cote effective de l'alésage (d_1).

On oblige l'arbre à pénétrer dans l'alésage avec un maillet ou une presse ...



Frettage

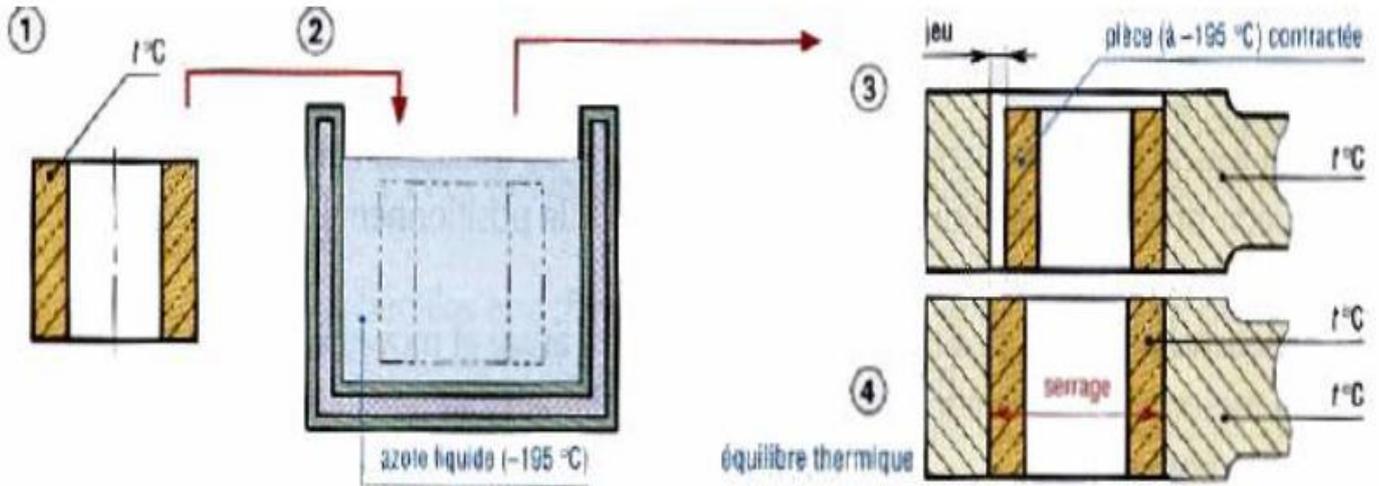
Consiste à modifier les dimensions des pièces avant leur assemblage, par variation de leur température.

Il existe trois possibilités :

Contraction du contenu.

Dilatation du contenu.

Combinaison des deux cas précédents.



Ajustements normalisés

Introduction

S'il faut fabriquer une série d'objets identiques, il est impossible à une même forme d'avoir toujours exactement la même dimension d'un objet à l'autre.

Une cote imposée sera plus facile à réaliser si elle peut varier entre deux valeurs limites: une cote maximale et une cote minimale. La différence entre les deux s'appelle la tolérance, ou intervalle de tolérance.

Plus la précision exigée est grande, plus l'intervalle de tolérance doit être petit.

Définitions

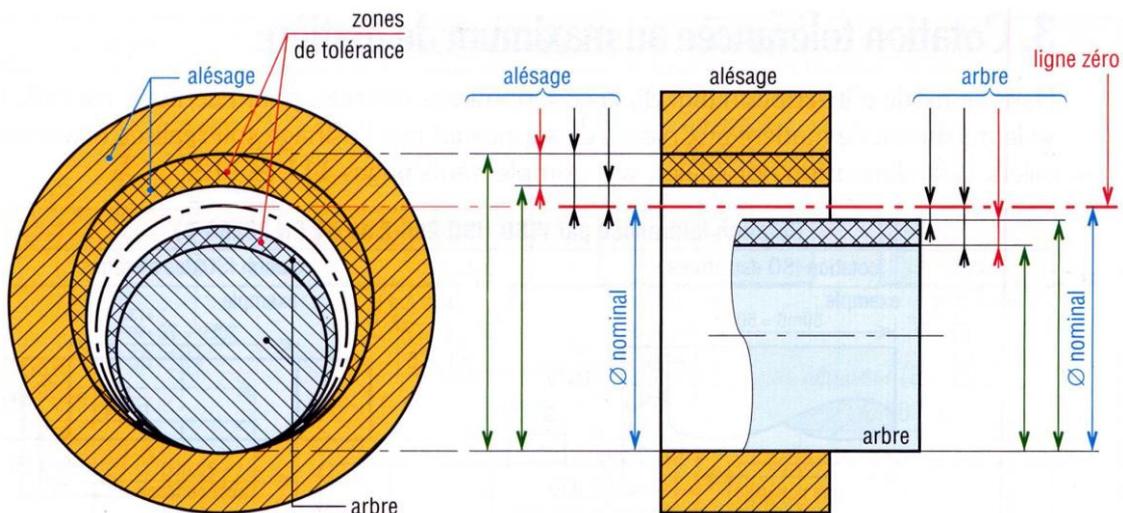
Cote nominale : Dimension ou cote qui sert de référence pour l'identification et l'inscription sur les dessins

Ecart supérieur : Egal à la différence entre la cote maxi et la cote nominale $ES = C_{max} - C_{nom}$

Ecart inférieur : Egal à la différence entre la cote mini et la cote nominale $EI = C_{mini} - C_{nom}$

Notion d'arbre : Désigne une pièce contenue (minuscule)

Notion d'alésage : Désigne une pièce contenant (majuscule)



Alésage

Ecart supérieur $ES = C_{maxi} - C_{nom}$

Ecart inférieur $EI = C_{mini} - C_{nom}$

Arbre

Ecart supérieur $es = c_{maxi} - c_{nom}$

Ecart inférieur $ei = c_{mini} - c_{nom}$

Les ajustements sont des catégories de dimensions normalisées utilisées pour les assemblages de deux pièces prismatiques ou cylindriques. On trouve :

- les ajustements avec jeu
- les ajustements avec serrage
- les ajustements incertains (jeu ou serrage)

Ajustement avec jeu (glissant)

La cote effective de l'alésage est toujours supérieure à la cote effective de l'arbre. Les IT ne se chevauchent pas.

$$\text{Jeu max} = A_{\text{maxi}} - a_{\text{mini}}$$

$$\text{Jeu mini} = A_{\text{mini}} - a_{\text{maxi}}$$

$$\text{IT jeu} = \text{IT}_A + \text{IT}_a$$

Ajustement avec serrage

La cote effective de l'arbre est toujours supérieure à la cote effective de l'alésage. Les IT ne se chevauchent pas.

$$\text{Serrage max} = A_{\text{mini}} - a_{\text{maxi}}$$

$$\text{Serrage mini} = A_{\text{maxi}} - a_{\text{mini}}$$

$$\text{IT serrage} = \text{IT}_A + \text{IT}_a$$

Ajustement incertain

L'ajustement obtenu sera soit avec jeu, soit avec serrage. Les IT se chevauchent.

$$\text{Serrage max} = A_{\text{mini}} - a_{\text{maxi}}$$

$$\text{Jeu max} = A_{\text{maxi}} - a_{\text{mini}}$$

Exemples

H7 g6 : ajustement glissant, avec une très bonne précision de guidage.

H7 m6 : ajustement théoriquement incertain, mais qui, en pratique, se révélera modérément serré (se monte au maillet).

H7 p6 : ajustement suffisamment serré pour transmettre des efforts (se monte à la presse).

Choix de l'ajustement

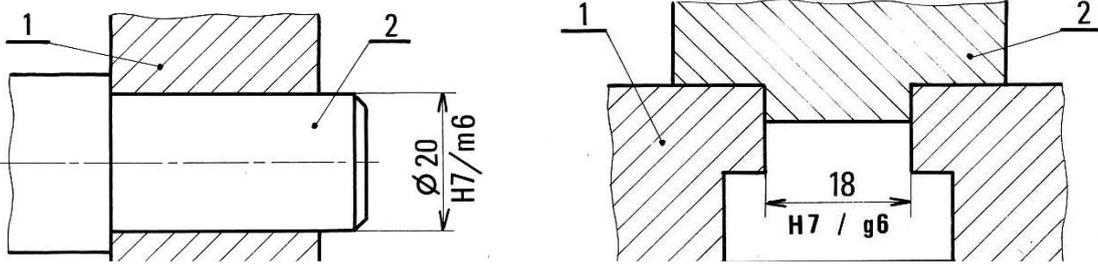
Le choix dépend de la liaison à réaliser et de la précision exigée pour le guidage. Les spécifications doivent être suffisantes mais non surabondantes. Une trop grande précision est inutile et chère.

Y a t il jeu ou serrage ? Les pièces sont-elles mobiles ou immobiles ? S'agit-il d'un positionnement

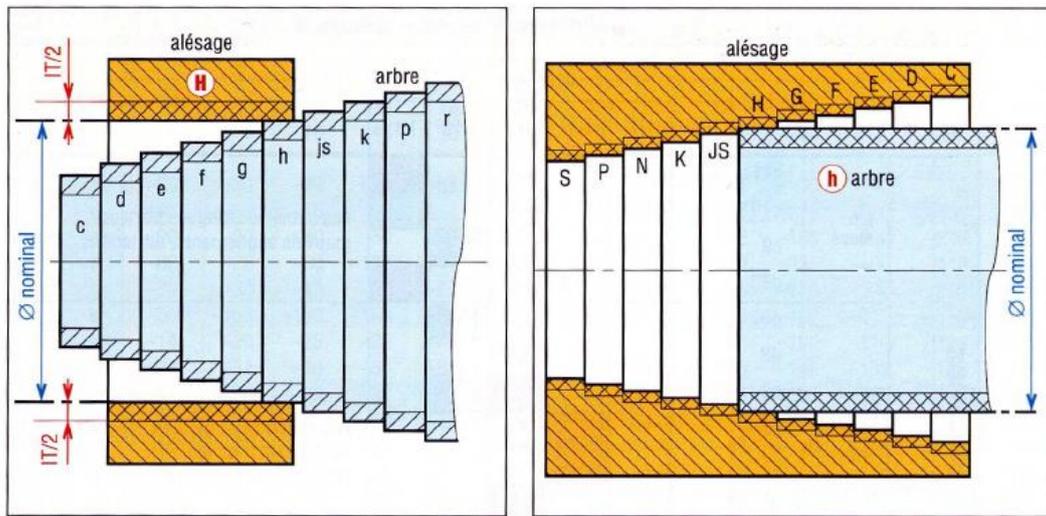
ou d'un centrage ? La liaison doit-elle transmettre des efforts ? ...

Application

Soient les ajustements des pièces (voir figures)



Donner la nature de l'ajustement (avec jeu, avec serrage ou incertain)



Tolérance h : C^-

Tolérance g : C^-

Tolérance r : C^+

Tolérance H : C^+

Tolérance G : C^\pm

Tolérance R : C^-

COTES TOLÉRANCÉES			IMAGES A RETENIR		LES AJUSTEMENTS	
A	IT à cheval sur la ligne zéro		D	Ajustement avec jeu (non chevauchement IT)	E	Ajustement avec serrage (non chevauchement IT)
B	IT au-dessus de la ligne zéro		F	Ajustement incertain (chevauchement IT)		
C	IT au-dessous de la ligne zéro					

Exemple

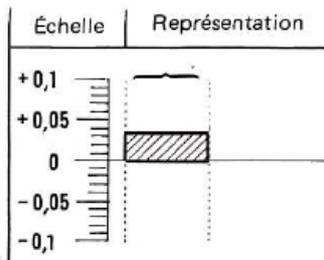
AJUSTEMENT : 85 H7/m6

ALÉSAGE : 85 H7

Écart sup.(ES) = + 0,035

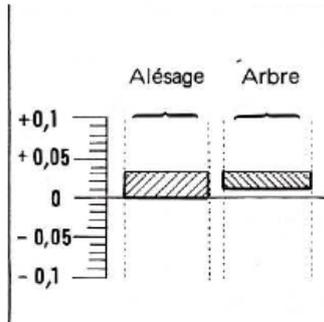
Écart inf.(EI) = 0

- Représenter l'IT.



AJUSTEMENT :

- Représenter les IT.
- Les IT se chevauchent-ils ?
- OUI (oui ou non)
- De quel type d'ajustement s'agit-il ? (avec jeu, avec serrage, incertain)
- Incertain

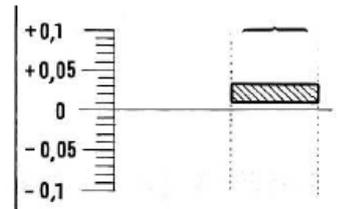


ARBRE : 85 m6

Écart sup.(es) = + 0,035

Écart inf.(ei) = + 0,013

- Représenter l'IT.



Principaux écarts en micromètres

Alésages	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
D 10	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+ 120 + 50	+ 149 + 65	+ 180 + 80	+ 220 + 100	+ 260 + 120	+ 305 + 145	+ 355 + 170	+ 400 + 190	+ 440 + 210	+ 480 + 230
F 7	+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+ 108 + 56	+ 119 + 62	+ 121 + 68
G 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17	+ 54 + 18	+ 60 + 20
H 6	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0	+ 36 0	+ 40 0
H 7	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0	+ 57 0	+ 63 0
H 8	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0	+ 89 0	+ 97 0
H 9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+ 100 0	+ 115 0	+ 130 0	+ 140 0	+ 155 0
H 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 185 0	+ 210 0	+ 230 0	+ 250 0
H 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 290 0	+ 320 0	+ 360 0	+ 400 0
H 12	+ 100 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0	+ 520 0	+ 570 0	+ 630 0
H 13	+ 140 0	+ 180 0	+ 220 0	+ 270 0	+ 330 0	+ 390 0	+ 460 0	+ 540 0	+ 630 0	+ 720 0	+ 810 0	+ 890 0	+ 970 0
J 7	+ 4 - 6	+ 6 - 6	+ 8 - 7	+ 10 - 8	+ 12 - 9	+ 14 - 11	+ 18 - 12	+ 22 - 13	+ 26 - 14	+ 30 - 16	+ 36 - 16	+ 39 - 18	+ 43 - 20
K 6	0 - 6	+ 2 - 6	+ 2 - 7	+ 2 - 9	+ 2 - 11	+ 3 - 13	+ 4 - 15	+ 4 - 18	+ 4 - 21	+ 5 - 24	+ 5 - 27	+ 7 - 29	+ 8 - 32
K 7	0 - 10	+ 3 - 9	+ 5 - 10	+ 6 - 12	+ 6 - 15	+ 7 - 18	+ 9 - 21	+ 10 - 25	+ 12 - 28	+ 13 - 33	+ 16 - 36	+ 17 - 40	+ 18 - 45
M 7	- 2 - 12	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
N 7	- 4 - 14	- 4 - 16	- 4 - 19	- 5 - 23	- 7 - 28	- 8 - 33	- 9 - 39	- 10 - 45	- 12 - 52	- 14 - 60	- 14 - 66	- 16 - 73	- 17 - 80
N 9	- 4 - 29	0 - 30	0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
P 6	- 6 - 12	- 9 - 17	- 12 - 21	- 15 - 26	- 18 - 31	- 21 - 37	- 26 - 45	- 30 - 52	- 36 - 61	- 41 - 70	- 47 - 79	- 51 - 87	- 55 - 95
P 7	- 6 - 16	- 8 - 20	- 9 - 24	- 11 - 29	- 14 - 35	- 17 - 42	- 21 - 51	- 24 - 59	- 28 - 68	- 33 - 79	- 36 - 88	- 41 - 98	- 45 - 108
P 9	- 9 - 31	- 12 - 42	- 15 - 51	- 18 - 61	- 22 - 74	- 26 - 88	- 32 - 106	- 37 - 124	- 43 - 143	- 50 - 165	- 56 - 186	- 62 - 202	- 68 - 223

Arbres	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
11	- 270 - 330	- 270 - 345	- 280 - 370	- 290 - 400	- 300 - 430	- 320 - 470	- 360 - 530	- 410 - 600	- 580 - 710	- 820 - 950	- 1 050 - 1 240	- 1 350 - 1 560	- 1 650 - 1 900
c 11	- 60 - 120	- 70 - 145	- 80 - 170	- 95 - 205	- 110 - 240	- 130 - 280	- 150 - 330	- 180 - 390	- 230 - 450	- 280 - 530	- 330 - 620	- 400 - 720	- 480 - 840
d 9	- 20 - 45	- 30 - 60	- 40 - 75	- 50 - 93	- 65 - 117	- 80 - 142	- 100 - 174	- 120 - 207	- 145 - 245	- 170 - 285	- 190 - 320	- 210 - 350	- 230 - 385
d 10	- 20 - 60	- 30 - 78	- 40 - 98	- 50 - 120	- 65 - 149	- 80 - 180	- 100 - 220	- 120 - 250	- 145 - 305	- 170 - 355	- 190 - 400	- 210 - 440	- 230 - 480
d 11	- 20 - 80	- 30 - 105	- 40 - 130	- 50 - 160	- 65 - 195	- 80 - 240	- 100 - 290	- 120 - 340	- 145 - 395	- 170 - 460	- 190 - 510	- 210 - 570	- 230 - 630
e 7	- 14 - 24	- 20 - 32	- 25 - 40	- 32 - 50	- 40 - 61	- 50 - 75	- 60 - 90	- 72 - 107	- 85 - 125	- 100 - 146	- 110 - 162	- 125 - 182	- 135 - 198
e 8	- 14 - 28	- 20 - 38	- 25 - 47	- 32 - 59	- 40 - 73	- 50 - 89	- 60 - 106	- 72 - 126	- 85 - 148	- 100 - 172	- 110 - 191	- 125 - 214	- 135 - 232
e 9	- 14 - 39	- 20 - 50	- 25 - 61	- 32 - 75	- 40 - 92	- 50 - 112	- 60 - 134	- 72 - 159	- 85 - 185	- 100 - 215	- 110 - 240	- 125 - 265	- 135 - 290
f 6	- 6 - 12	- 10 - 18	- 13 - 22	- 16 - 27	- 20 - 33	- 25 - 41	- 30 - 49	- 36 - 58	- 43 - 68	- 50 - 79	- 56 - 88	- 62 - 98	- 68 - 108
f 7	- 6 - 16	- 10 - 22	- 13 - 28	- 16 - 34	- 20 - 41	- 25 - 50	- 30 - 60	- 36 - 71	- 43 - 83	- 50 - 96	- 56 - 106	- 62 - 119	- 68 - 131
f 8	- 6 - 20	- 10 - 28	- 13 - 35	- 16 - 43	- 20 - 53	- 25 - 64	- 30 - 76	- 36 - 90	- 43 - 106	- 50 - 122	- 56 - 137	- 62 - 151	- 68 - 165
g 5	- 2 - 6	- 4 - 9	- 5 - 11	- 6 - 14	- 7 - 16	- 9 - 20	- 10 - 23	- 12 - 27	- 14 - 32	- 15 - 35	- 17 - 40	- 18 - 43	- 20 - 47
g 6	- 2 - 8	- 4 - 12	- 5 - 14	- 6 - 17	- 7 - 20	- 9 - 25	- 10 - 29	- 12 - 34	- 14 - 39	- 15 - 44	- 17 - 49	- 18 - 54	- 20 - 60
h 5	0 - 4	0 - 5	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 15	0 - 18	0 - 20	0 - 23	0 - 25	0 - 27
h 6	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 16	0 - 19	0 - 22	0 - 25	0 - 29	0 - 32	0 - 36	0 - 40
h 7	0 - 10	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63

h8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-14	-18	-22	-27	-33	-39	-46	-54	-63	-72	-81	-89	-97
h9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-25	-30	-36	-43	-52	-62	-74	-87	-100	-115	-130	-140	-155
h10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-40	-48	-58	-70	-84	-100	-120	-140	-160	-185	-210	-230	-250
h11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-60	-75	-90	-110	-130	-160	-190	-220	-250	-290	-320	-360	-400
h13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-140	-180	-220	-270	-330	-390	-460	-540	-630	-720	-810	-890	-970
j6	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+12	+13	+14	+16	+16	+18	+20
	-2	-2	-2	-3	-4	-5	-7	-9	-11	-13	-16	-18	-20
js5	±2	±2,5	±3	±4	±4,5	±5,5	±6,5	±7,5	±9	±10	±11,5	±12,5	±13,5
js6	±3	±4	±4,5	±5,5	±6,5	±8	±9,5	±11	±12,5	±14,5	±16	±18	±20
js9	±12	±15	±18	±21	±26	±31	±37	±43	±50	±57	±65	±70	±77
js11	±30	±37	±45	±55	±65	±80	±95	±110	±125	±145	±160	±180	±200
k5	+4	+6	+7	+9	+11	+13	+15	+18	+21	+24	+27	+29	+32
	0	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+4	+5
k6	+6	+9	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+28	+33	+36	+40	+45
	0	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+4	+5
m5	+6	+9	+12	+15	+17	+20	+24	+28	+33	+37	+43	+46	+50
	+2	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+13	+15	+17	+20	+21	+23
m6	+8	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+46	+52	+57	+63
	+2	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+13	+15	+17	+20	+21	+23
n6	+10	+16	+19	+23	+28	+33	+39	+45	+52	+60	+66	+73	+80
	+4	+8	+10	+12	+15	+17	+20	+23	+27	+31	+34	+37	+40
p6	+12	+20	+24	+29	+35	+42	+51	+59	+68	+79	+88	+98	+108
	+6	+12	+15	+18	+22	+26	+32	+37	+43	+50	+56	+62	+68

Qualité de la tolérance

Plus le chiffre est faible, la qualité est meilleure, mais le prix augmente d'une façon exponentielle .

Quelques ordres de grandeur :

	Classe de qualité	Tolérance sur une dimension de 40 mm
Usinage d'ébauche	11 à 13	0,2 à 0,5 mm
Usinage de finition	7 ou 8	0,025 à 0,04 mm
Rectification	5 ou 6	0,01 à 0,016 mm
Rodage	4	quelques microns...

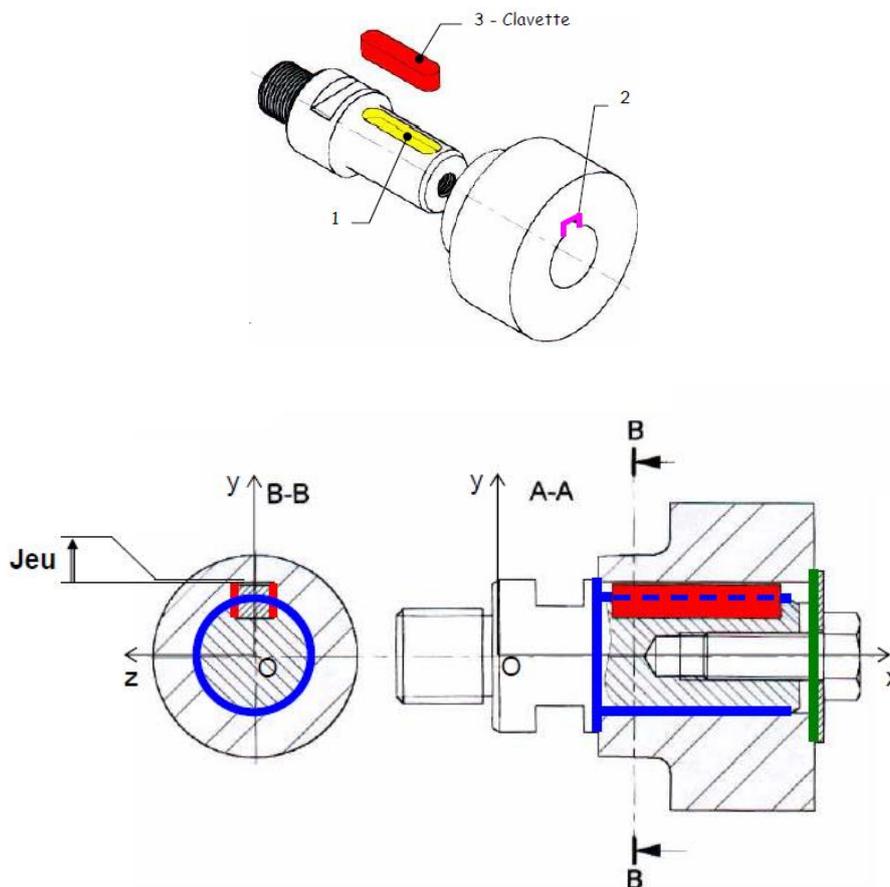
Éléments d'obstacles

Clavette

Une clavette est une pièce qui a pour fonction de lier en rotation deux pièces (liaison de moyeux). implantée par moitié environ dans un arbre et dans un moyeu pour l'autre moitié.

Un clavetage se réalise entre un arbre (1) et un moyeu (2) s'assemblant par l'intermédiaire de formes cylindriques ou coniques.

1. Rainure de clavette dans l'arbre
2. Rainure de clavette dans le moyeu
3. Clavette



Il existe plusieurs types de clavettes:

Clavettes parallèles

Elles sont utilisées lorsque le diamètre d de l'arbre est proche de la longueur l de la clavette ($l < 1,5d$).

Il existe trois formes de clavettes parallèles

Clavette parallèle forme A	Clavette parallèle forme B	Clavette parallèle forme C	Clavette disque

Calcul :

- 1) La précision dépend de l'ajustement de l'assemblage cylindrique et de l'ajustement de la clavette
- 2) Les dimensions de la clavette doivent être déterminées en fonction de sa sollicitation (cisaillement + matage)

Dimensionnement d'une clavette

a) Dimensionnement au cisaillement

La surface cisailée A_{cis} de la clavette est égale à : $A_{cis} = a l$

En appelant V l'effort tranchant s'exerçant sur celle-ci, on trouve :

$$\tau_{moyen} = \frac{V}{A_{cis}} = \frac{V}{a l}$$

On remarque que :

$$V \frac{d}{2} = M_t \Rightarrow V = \frac{2 M_t}{d}$$

d : le diamètre de l'arbre (mm)

M_t : le moment de torsion (Nmm)

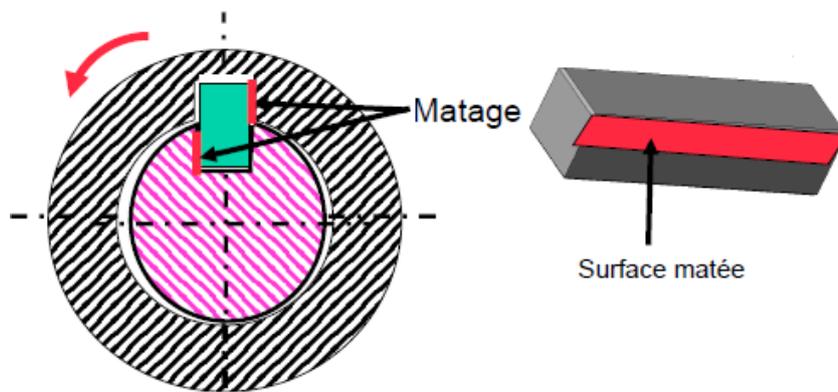
On aura

$$\tau_{moyen} = \frac{2 M_t}{a l d} \leq \tau_{adm cis}$$

$$l \geq \frac{2 M_t}{a d \tau_{adm cis}}$$

l est la longueur de la clavette en mm

b) Dimensionnement au matage



La pression admissible de matage doit être beaucoup plus faible.

En effet, il faut que l'on puisse facilement monter et démonter l'assemblage. Aucune déformation n'est permise.

En pratique, pour le calcul d'une clavette, c'est la condition de non matage qui sera excellente par rapport à la condition au cisaillement.

Pour assurer la condition de non matage il faut :

$$\frac{V}{\frac{b}{2}l} \leq p_{adm\ mat} \quad \text{et} \quad V = \frac{2 M_t}{d}$$

$$l \geq \frac{4 M_t}{b d p_{adm\ mat}}$$

$P_{adm\ mat}$: pression admissible de matage N/mm²

b : hauteur de la clavette en mm.

Les longueurs des clavettes sont uniformisées dans l'industrie et toujours un multiple de 5mm.

Application

Une poulie transmet à un arbre de 80 mm de diamètre un couple moteur de 1200 Nm.

Si nous considérons un coefficient de sécurité de 5 et un clavetage fixe utilisé dans de très mauvaises conditions, déterminez le dimensionnement de la clavette à utiliser.

(Acier spécial à clavettes : $R_m = 1000 \text{ N/mm}^2$ et $R_e = 850 \text{ N/mm}^2$).

Solution

Clavette normalisée pour un diamètre 80 mm $a = 22 \text{ mm}$ et $b = 14 \text{ mm}$.

Calcul au cisaillement

$$\tau_{adm\ cis} = 0.8 \frac{R_e}{S} = 0.8 \times \frac{850}{5} = 136 \text{ N/mm}^2$$

$$l \geq \frac{2 M_t}{a d \tau_{adm\ cis}} = \frac{2 \times 1200 \cdot 10^3}{22 \times 80 \times 136} = 10 \text{ mm}$$

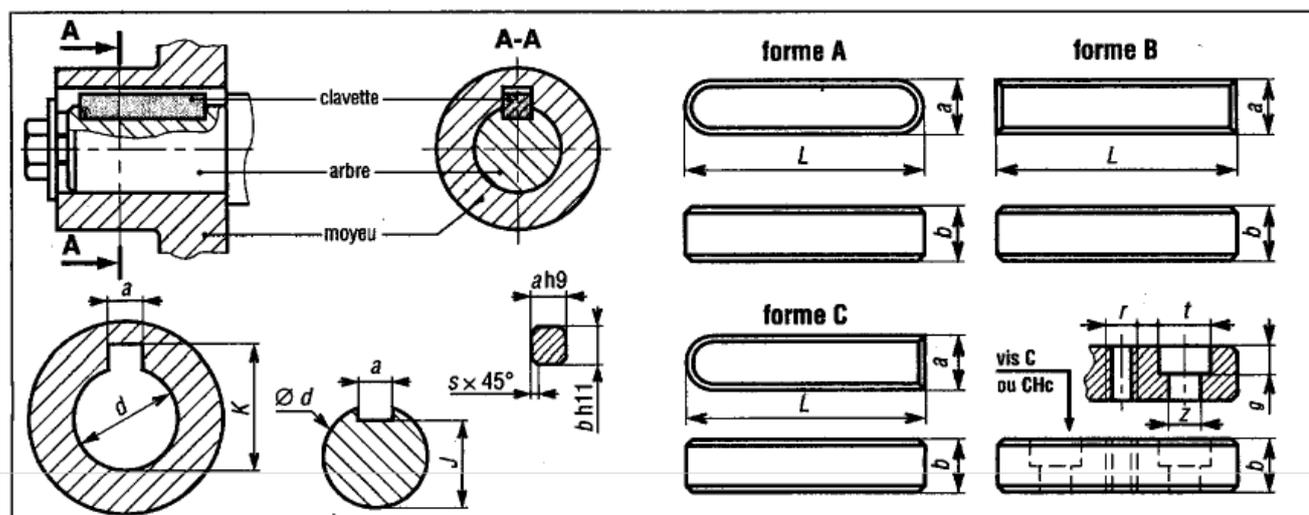
Calcul au matage

$$p_{adm\ mat} = 40 \text{ N/mm}^2$$

$$l \geq \frac{4 M_t}{b d p_{adm\ mat}} = \frac{4 \times 1200 \cdot 10^3}{14 \times 80 \times 40} = 107 \text{ mm}$$

Longueur choisie : 110 mm

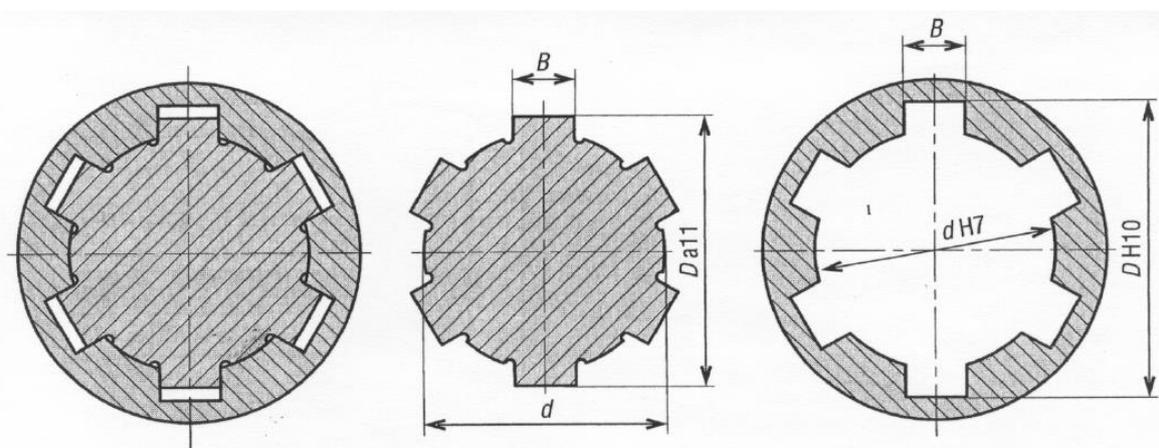
Ajustement des clavettes



Montage	Libre	normal	serré
a_{arbre}	H9	N9	P9
a_{moyeu}	D10	Js9	P9
a_{clavette}	h9	h9	h9

Cannelures

Les cannelures sont des rainures taillées dans l'arbre ou dans le moyeu. Elles permettent de transmettre des couples importants, l'une mâle (l'arbre), l'autre femelle (le moyeu) ; dans certains cas, le moyeu peut coulisser sur l'arbre.



Calcul de dimensionnement

La surface portante équivalente A par unité de longueur (75% de la surface portante théorique)

$$A = \frac{3}{4} \cdot n \cdot h$$

Couple transmissible

$$C = \frac{pALD_m}{2}$$

Condition de non matage

$$p = \frac{2C}{ALD_m} \leq p_{adm}$$

Détermination de la longueur des cannelures

$$L \geq \frac{8C}{3nhD_m p_{adm}}$$

n : nombre de cannelures

h : hauteur d'une cannelure

C : couple à transmettre

p : pression de contact

L : longueur des cannelures

Dm : diamètre moyen : (D+d)/2

Les ressorts

Définition d'un ressort

Le ressort est un système dont la fonction est de se déformer, sous l'action d'une force ou d'un couple, puis de rendre l'énergie emmagasinée à la reprise de sa forme initiale.

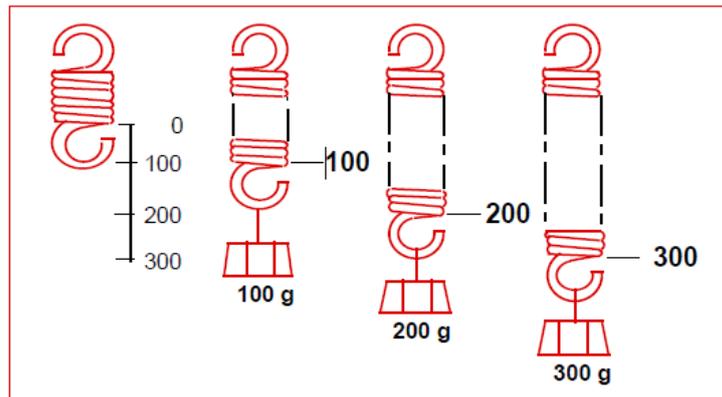
Nous considérons les ressorts les plus utilisés, soit les ressorts hélicoïdaux dotés d'un fil rond, d'un pas constant et d'un diamètre extérieur constant.

Loi de Hooke

Hooke a trouvé, c'est que beaucoup de matériaux se déforment proportionnellement à la force appliquée et s'applique aux matériaux linéairement élastiques ou hookéens comme les barreaux d'acier, les tiges, les fils, les ressorts...etc.

La loi se formule de la façon suivante : $F = ks$

k : une constante basée sur les caractéristiques du ressort (longueur, diamètre du fil, matériau)
 s : le déplacement.



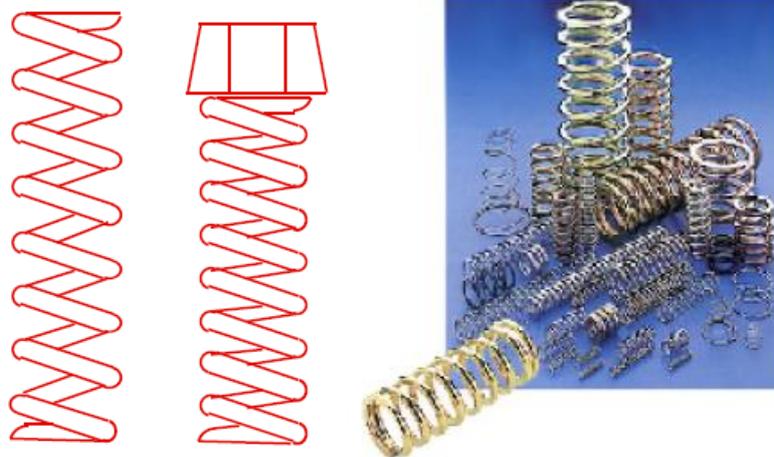
Principaux types de ressorts étudiés

Il existe de nombreux types de ressorts. Parmi ceux-ci, on distingue les ressorts de compression, les ressorts de traction et les ressorts de torsion.

Ressorts de compression

Le ressort de compression est le type le plus employé. Comme son nom l'indique, il est conçu pour être comprimé. La sollicitation doit ainsi être principalement axiale et dirigée vers le ressort.

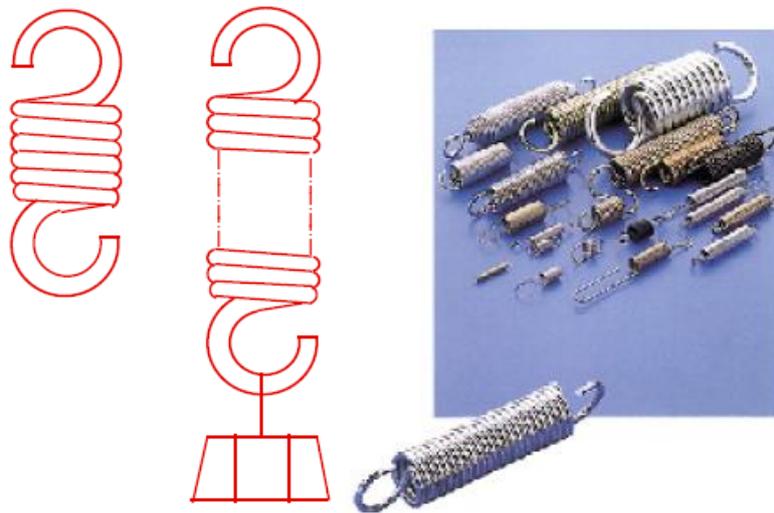
Pour faciliter l'application de la force, les extrémités des ressorts sont souvent rapprochées et meulées.



Ressorts de traction

Les ressorts de traction, quant à eux, doivent être sollicités de manière à augmenter leur longueur. Ils sont utilisés comme rappel dans de nombreuses applications (portes, interrupteurs électriques, balais

d'essuie-glace, etc.). Il existe de nombreux systèmes d'accrochage. La méthode la plus courante consiste à déformer les dernières spires du ressort pour former une boucle ou un crochet.



Ressorts de torsion

Les ressorts de torsion, également enroulés en hélice, ont pour rôle essentiel de restituer un couple. Leur champ d'application est très vaste. Cela explique que les systèmes d'accrochage sont très divers et sont souvent conçus pour les applications considérées.



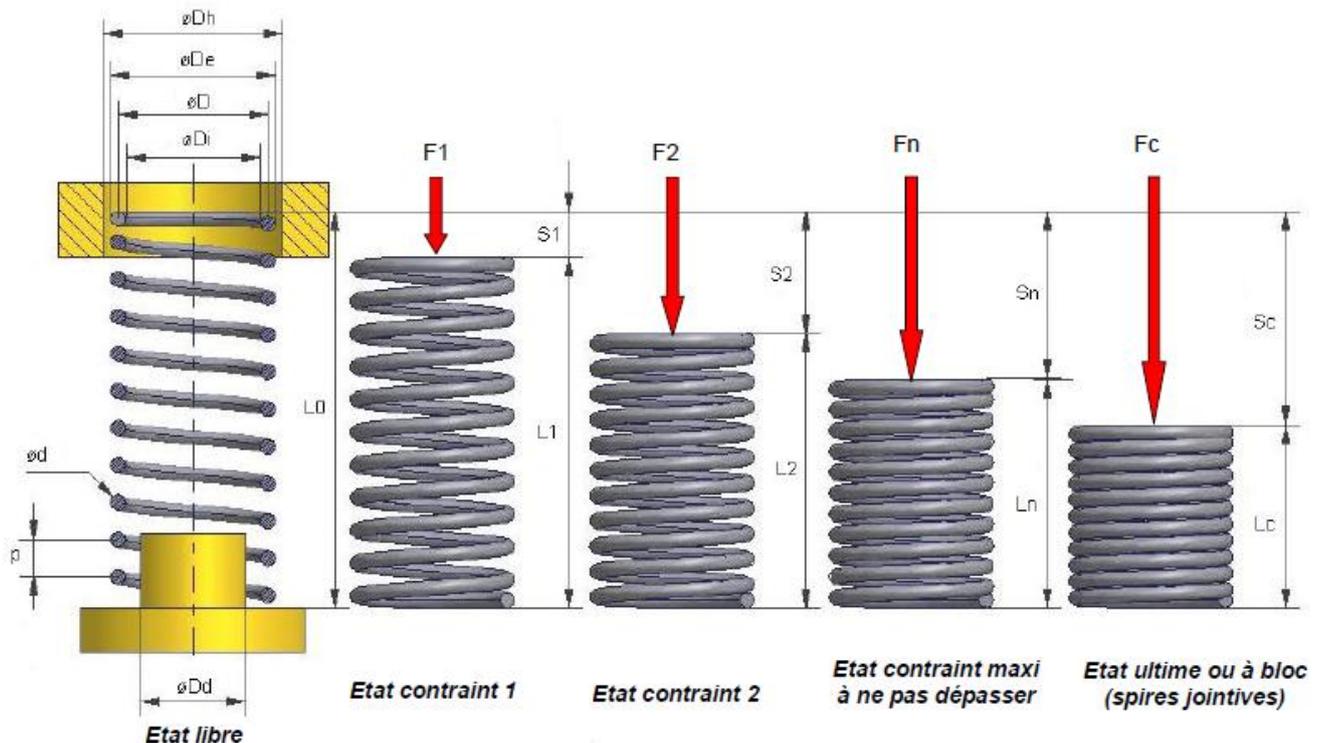
Matériaux des ressorts

Pour fabriquer un ressort de manière industrielle, le matériau utilisé doit tout d'abord être: de mise en forme facile, sans défaut, peu coûteux et disponible. Pour que le ressort fabriqué soit performant, il faut aussi que le matériau allie les propriétés suivantes : haute limite élastique, bonne résistance à la fatigue et bonne résistance à la corrosion.

C'est pourquoi la majorité des ressorts sont réalisés en acier. Voici les trois types d'aciers les plus fréquents : l'acier non allié, tréfilé à froid, l'acier non allié, trempé à l'huile et revenu ainsi que l'acier inoxydable.

Les aciers tréfilés entrent souvent dans la fabrication des ressorts. Ces aciers ont une bonne résistance à la fatigue. Leur limite élastique est augmentée lorsque le formage d'un ressort est suivi d'un traitement thermique (revenu). Celui-ci permet de relâcher les contraintes internes dans le matériau. Ces aciers ont une faible résistance à la corrosion, mais on peut facilement leur ajouter un revêtement protecteur. Ils peuvent travailler à des températures très basses et sont sujets à la relaxation à haute température. Le domaine d'utilisation peut ainsi être compris entre -80°C et 150°C . Les aciers trempés ont une bonne résistance à la fatigue et sont moins sujets à la relaxation que les aciers tréfilés. Suivant la relaxation tolérée, on peut considérer que le domaine d'utilisation va de -20°C à 170°C . Ces aciers ont une faible résistance à la corrosion.

Dimensionnement des ressorts (Ressort hélicoïdal de compression)



L_0 : longueur du ressort au repos (mm)

L_1, L_2 : longueur sous charge F_1 ou F_2 (mm)

L_n : longueur sous charge maxi (mm)

L_c : longueur à bloc (mm) $L_c = n \cdot d + d$

d : diamètre du fil (mm)

$L_0 = n \cdot p + 3d$ (pour extrémités rapprochées)

$L_1 = L_0 - S_1$

S_i : flèche du ressort (mm) $S_i = L_0 - L_i$

D : diamètre moyen d'enroulement (mm)

De : diamètre extérieur (mm) Di : diamètre intérieur (mm) Dh : diamètre minimum de l'alésage capable de guider le ressort (mm)
 Dd : diamètre maximum de l'arbre capable de guider le ressort (mm)
 Fi : charge appliquée (N)
 n : nombre de spires utiles à arrondir à la ½ spire près (sans dimension) p : pas de l'hélice (mm)
 k : raideur du ressort (N/mm)
 G : module d'élasticité transversale ou module de Coulomb du matériau (MPa)
 Rpg : résistance pratique au glissement du matériau (MPa).

Flèche du ressort.

La résistance des matériaux nous donne la flèche :

$$S_i = \frac{8 \cdot \|\vec{F}_i\| \cdot n \cdot D^3}{G \cdot d^4}$$

Relation effort-déformation : raideur.

La relation effort-déformation d'un ressort est considérée linéaire tant que les spires restent faiblement inclinées (<7°) :

$$\text{La raideur vaut } k = \frac{\|\vec{F}_i\|}{S_i} = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot n \cdot D^3}$$

(valeur indicative de G pour un acier C60 $\approx 8 \cdot 10^4$ MPa)

Condition de résistance.

La contrainte doit rester inférieure à la résistance pratique : $\tau_{\max i} = \frac{8 \cdot \|\vec{F}_2\| \cdot D}{\pi \cdot d^3} \leq R_{pg}$

$$\text{On tire de cette formule : } d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot \|\vec{F}_2\| \cdot D}{\pi \cdot R_{pg}}}$$

Assemblage des plastiques

Le Collage

Un collage est un assemblage de matériaux au moyen d'une colle.

Les adhésifs sont des produits organiques. Ils ont souvent des caractéristiques mécaniques plus variables que les métaux. On peut donc se demander ce qui peut permettre à un assemblage collé d'être plus résistant qu'un assemblage riveté par exemple. Ceci tient au fait que lorsque l'on colle deux matériaux, on les assemble sur toute leur surface de contact. Chaque cm² de surface collée est moins résistant qu'une vis, mais la multiplication des surfaces et donc la multiplication des points de liaison peut entraîner un assemblage plus résistant. C'est pour cela que l'on doit, lors d'un

assemblage par collage, éviter toute concentration des efforts et répartir la colle de manière uniforme sur la plus grande surface possible (création d'un joint de colle).

Il faut éviter le clivage et le pelage qui entraînent l'apparition d'efforts localisés lorsque l'assemblage est soumis à une contrainte. L'assemblage est alors fragilisé.

Avantages

Répartition plus régulière des contraintes

Possibilité d'assembler des matériaux de nature et d'épaisseur différente.

Peu de détérioration des matériaux au niveau du joint : pas de température d'assemblage élevée, pas d'ouverture des pièces, absence de corrosion électrochimique.

Élasticité des joints collés : amortissement des vibrations.

Étanchéité des joints collés et possibilité d'isolation électrique, électromagnétique, acoustique...

Allègement des structures

Amélioration de l'esthétique de l'assemblage

Prix de revient généralement inférieur à un assemblage traditionnel

Opération facilement automatisable permettant des grandes cadences de production

Inconvénients

Résistance à la chaleur souvent limitée

La durabilité en milieux sévères est parfois moyenne (5 à 20 ans)

Des traitements de surfaces sont souvent nécessaires

Faible résistance au pelage

Démontage difficile

Le temps de prise de la colle est parfois long.