

Chapitre 2 : Calcul des éléments d'assemblage

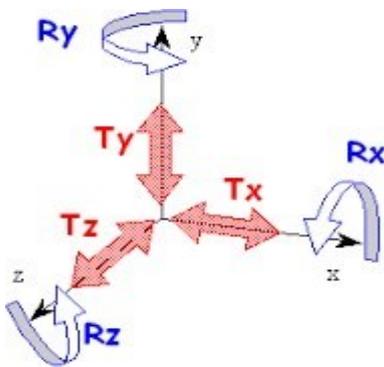
I. Liaisons mécaniques :

1. Généralités :

Deux pièces rapportées l'une à l'autre constitue un assemblage. Reste à définir le degré de liberté de la première pièce par rapport à la deuxième. Il existe six degrés de libertés ; trois rotations et trois translations.

Une translation peut être définie à l'aide de trois translations élémentaires T_x , T_y et T_z .

Une rotation peut être définie à l'aide de trois rotations élémentaires R_x , R_y et R_z .



- T_x : Translation le long de l'axe x
- T_y : Translation le long de l'axe y
- T_z : Translation le long de l'axe z
- R_x : Rotation autour de l'axe x
- R_y : Rotation autour de l'axe y
- R_z : Rotation autour de l'axe z

Il existe donc 6 mouvements élémentaires permettant de définir n'importe quelle combinaison de translation et de rotation.

Le nombre de mouvements autorisés par une liaison est appelée degré de liberté et dépend de la nature et du nombre de surfaces en contact.

2. Liaison mécanique

On dit que deux pièces sont en liaison si elles sont en contact par l'intermédiaire de surface(s) ou de point(s).

Une liaison mécanique permet de réaliser l'assemblage d'une pièce mécanique avec une ou plusieurs d'autres pièces. Les liaisons existantes entre deux pièces adjacentes peuvent être **rigides ou élastiques, complètes ou partielles, démontables ou non démontables.**

Une liaison rigide assure aux pièces assemblées une position relative bien déterminée, constante dans le temps, quelles que soient la nature et l'intensité des sollicitations extérieures, dans les conditions normales d'utilisation. **Une liaison élastique** permet, au contraire, un déplacement relatif limité des pièces assemblées. La position relative des pièces est fonction de

l'intensité des sollicitations extérieures. Ce type de liaison permet d'amortir les chocs et de réduire les vibrations provoquées par des sollicitations variables dans le temps.

On dit qu'une **liaison est complète** quand elle s'oppose à tout déplacement relatif des pièces assemblées. Elle est **partielle** et constitue alors un guidage si elle ne s'oppose qu'à certains déplacements relatifs en laissant subsister certaines libertés de mouvements relatifs.

Une **liaison est non démontable** si elle ne peut être supprimée sans destruction ou détérioration définitive de l'une au moins des pièces assemblées. Elle est **démontable** dans le cas contraire. Lorsqu'une liaison se prête facilement à des démontages rapides et fréquents, elle est dite temporaire.

II. Eléments d'assemblage :

1. Introduction :

Tout mécanisme comporte un certain nombre de pièces assemblées les unes avec les autres, dont certaines d'entre elles sont fixes et d'autres sont mobiles.

Ces dernières doivent être réunies aux pièces fixes par des assemblages ayant pour but de les guider et de limiter leur déplacement.

D'autre part, les exigences de fabrication, de montage, de transport et de réparation obligent également le constructeur à prévoir en plusieurs pièces certains organes fixes ou mobiles.

2. Définition :

Une solution constructive d'assemblage a pour fonction de lier des pièces les unes aux autres, en utilisant différentes techniques d'assemblages (soudage, collage, rivetage, serrage, etc).

III. TYPES D'ASSEMBLAGE :

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

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 compose un assemblage partiel.

Une culasse avec un bloc moteur composent un assemblage complet.

2. ASSEMBLAGE DEMONTABLE OU NON DEMONTABLE (PERMANENT) :

- Assemblage DEMONTABLE : Il est possible de supprimer la liaison sans détériorer les pièces ou les éléments liés.
- Assemblage NON DEMONTABLE (PERMANENT) : 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).

3. ASSEMBLAGE ELASTIQUE OU RIGIDE :

- Assemblage ELASTIQUE : 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 silentbloc participe à la réalisation d'un assemblage élastique.

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

4. ASSEMBLAGE PAR OBSTACLE OU PAR ADHERENCE :

- Assemblage PAR OBSTACLE : Un élément fait obstacle au mouvement entre deux pièces.
- Assemblage PAR ADHERENCE : 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.

5. ASSEMBLAGE DIRECT OU INDIRECT :

- Assemblage DIRECT : La forme des pièces liées est 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

Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux modes d'assemblage des pièces par collage, par brasage, par soudage, par rivetage et par éléments filetés.

6. ASSEMBLAGE PAR COLLAGE

a. Définition :

C'est un assemblage complet permanent. Peut utiliser en mécanique, mais largement utilisé en papeterie cuir et autres. Cependant il persiste en construction mécanique lorsqu'il s'agit de deux matériaux différents dans les autres procédés d'assemblages ne conviennent pas.

Le collage consiste en l'adhésion par attraction moléculaire entre deux parties et un adhésif interposé qui doit assurer la transmission des efforts.

b. Domaine d'emploi :

Le choix ou le rejet de la solution du collage dépend des réponses apportées aux quatre questions suivantes :

- Quelles propriétés physiques devra posséder l'assemblage ?
- Quelles sont les formes et les dimensions des pièces à assembler ?
- Quelle est la nature des matériaux à assembler ?
- Dans quelles conditions la fabrication est-elle réalisée ?

c. Propriétés physiques du collage :

- Esthétique invisible et ne déforme pas l'assemblage ;
- Légèreté plus légère que les autres assemblages ;
- Résistance aux agressions chimiques comme les acides.
- Isolation thermique, phonique et électrique bonne.
- Étanchéité assuré dans certaines conditions de pression et température.

d. Avantages / Inconvénients.

Avantages :

- Répartition régulière des contraintes.
- Possibilité d'assembler des matériaux de nature et d'épaisseur différente.
- Étanchéité et isolation électrique.
- Élasticité des joints (amortissement vibration).
- Prix de revient.

Inconvénients :

- Résistance à la chaleur limitée.
- Sensibilité à l'environnement (humidité, solvants, essences,...).
- Démontage difficile.
- Préparation des surfaces avant collage.

e. Exemples d'utilisation.

L'automobile est un bon exemple d'utilisation du collage, on retrouve :

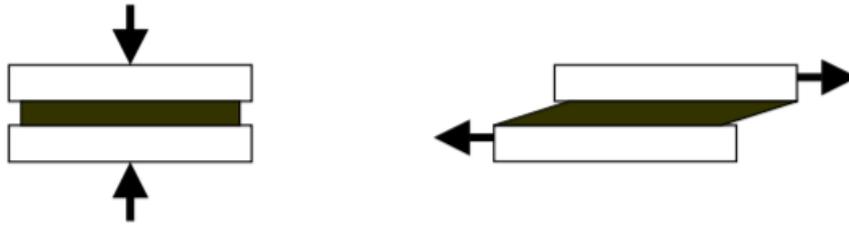
- La fixation des garnitures de freins.
- Les rétroviseurs (colle acrylique).
- Les baguettes latérales (adhésif double face).
- Les phares et parfois les blocs optiques arrière.
- Les portières (étanchéité).
- Les vitrages fixes (bus, camion, TGV, ...)

On peut aussi citer l'aéronautique (assemblage structures), le bois (parquet, agglomérés, ...), l'emballage (papier, carton, ...), le bâtiment (carrelage, plomberie, ...), le génie électrique (circuit imprimé, composants, ...), les chaussures, les skis, ...

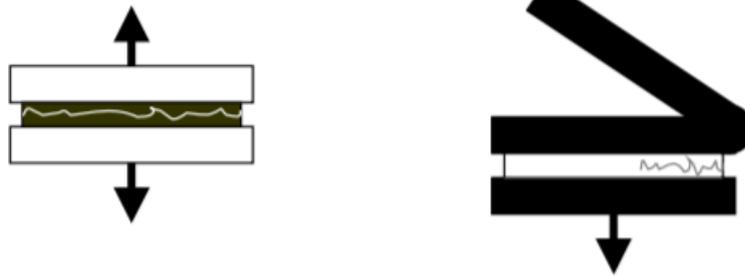
f. CONCEPTION

Paramètres à prendre en compte lors de la conception.

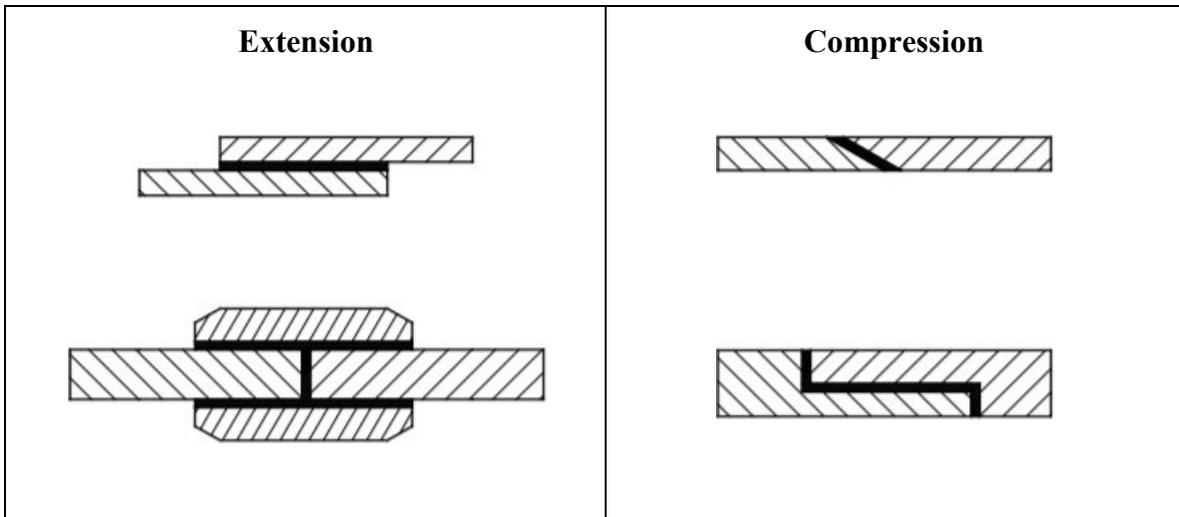
L'étendue de la surface collée est fonction des efforts supportés par la liaison et ces caractéristiques de la colle. La résistance maximale d'un assemblage collé est obtenue si toute la surface collée est également sollicitée. (De préférence compression ou cisaillement).



Eviter les charges localisées et les efforts tendant à séparer les pièces (arrachement, pelage, ...)



Exemples d'assemblages en fonction des sollicitations.



7. ASSEMBLAGE PAR RIVETAGE

a. Définition

Le rivetage est un moyen d'assemblage mécanique au même titre que le boulonnage, sauf qu'il est partiellement démontable.

L'assemblage par rivetage est obtenu au moyen de rivets que l'on introduit dans les trous de deux ou plusieurs pièces préalablement superposées.

La partie cylindrique (tige) est refoulée cela entraîne :

- Le gonflement de la tige qui remplit parfaitement son logement ;
- La formation d'une rivure qui assure un serrage axial énergétique.

Les matériaux utilisés sont les aciers diversifiés, on peut trouver l'aluminium, les aciers alliés, acier inoxydable, cuivre ...etc.

b. Avantages et inconvénients

C'est un procédé très utilisé (notamment en aéronautique) qui présente de nombreux avantages : économique, fiable, cadence de rivetage élevée, assemblage de pièces de matières et d'épaisseurs différentes. Les têtes et rivures en saillie posent parfois des problèmes d'encombrement.

c. Les rivets

Un rivet est constitué d'une tige cylindrique pleine ou creuse et terminée à une extrémité par une tête de forme variable.

Il existe plusieurs formes des têtes des rivets, on cite ci-dessous les formes principales les plus utilisées.

➤ Les rivets pleins :



Figure 1: Formes de tête de rivet.

Mise en place des rivets

La mise en place d'un rivet est effectuée avec une riveteuse dont l'extrémité opposée à la tête est rabattue vers l'extérieur en forme de couronne par une bouterolle. Cette opération est effectuée avec les démarches suivantes :

- 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 ;
- 4- Rivet posé.

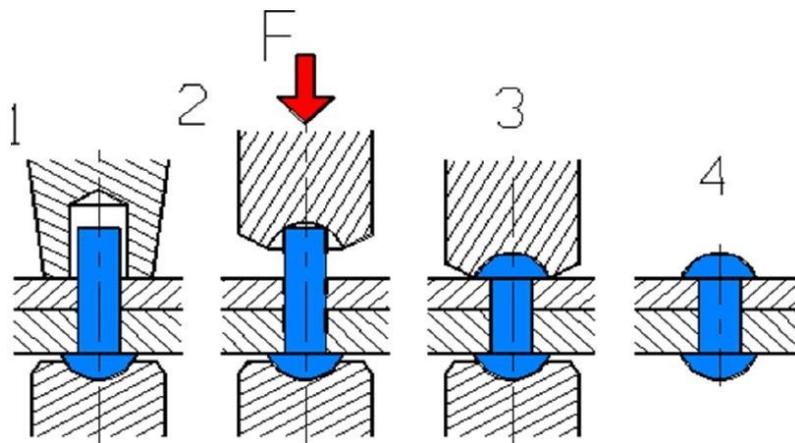


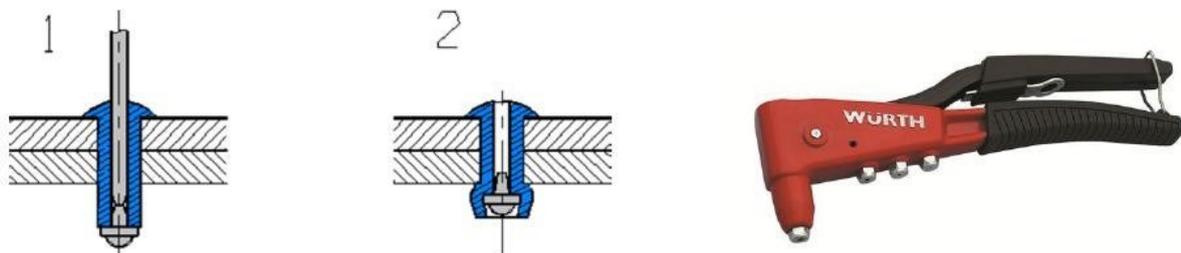
Figure 2: Façonnage des rivets.

Exemple de désignation d'un rivet :

Pour un rivet de tête fraisée de 90° de diamètre 6 de longueur 30 : Rivet F/90 6.30

➤ *Les rivets tubulaires à expansion (Pop) :*

Ce type de rivet permet le rivetage d'un seul côté, il se pose avec une pince qui réalise une traction sur la tige, crée le refoulement et coupe la tige.



Il existe deux types de ces rivets : les étanches et ceux qui ne le sont pas et ils peuvent être en aluminium, en acier, en cuivre, ...

Exemple de désignation d'un rivet :

Pour un rivet à expansion type « POP » de diamètre 4 et de longueur 12.5 : Rivet POP 4-12.5

➤ *Les rivets filetés*

Ces rivets permettent après leur mise en place, la pose d'une vis au pas isométrique.



d. Le dimensionnement des rivets

La longueur : elle est fonction de l'épaisseur à assembler, de la forme de la rivure, du jeu, du mode de rivetage.

La détermination précise de cette dimension peut être définie suivant suivante :

$$L = L_1 + L_2$$

Avec : $L_1 = 1.1 E$ et $L_2 = 1.5 d$

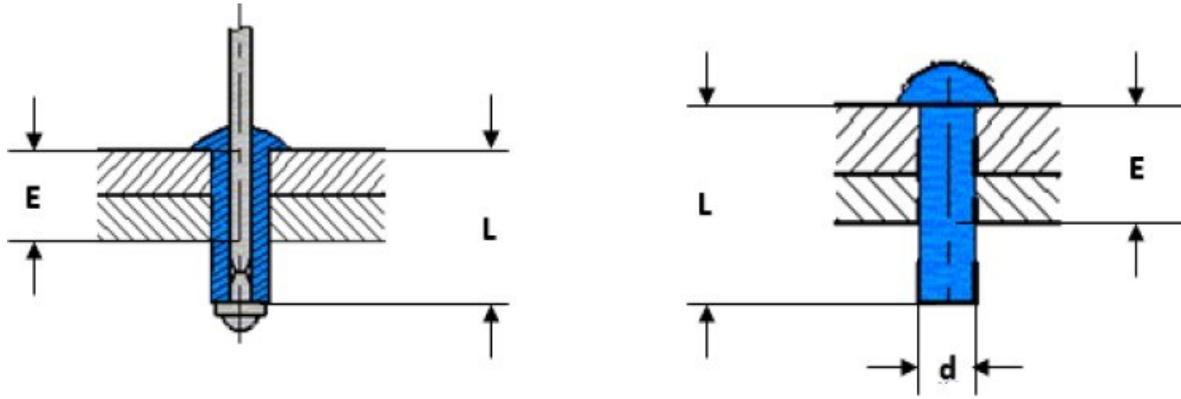
Le diamètre : est fonction de l'épaisseur totale à assembler (E)

Différentes règles sont appliquées :

- Si les épaisseurs sont identiques on appliquera : $d > 1.6 E$
- Si les épaisseurs sont différentes on appliquera : $E_{\max} < d < 3.5 E_{\min}$

Le diamètre de perçage : il est donné par la formule suivante diamètre de perçage :

$$D_p = 1.05 * d \text{ à } 1.1 * d$$



Application :

On donne : deux pièces de 4 mm d'épaisseur à assembler avec un rivet plein de 6mm.

On demande :

- De déterminer la longueur du rivet pour assembler les deux pièces
- De calculer le diamètre de perçage

Solution :

$$L_1 = 1.1 * 6 = 8.8$$

$$L_2 = 1.5 * 6 = 9$$

$$L = L_1 + L_2 = 17.8$$

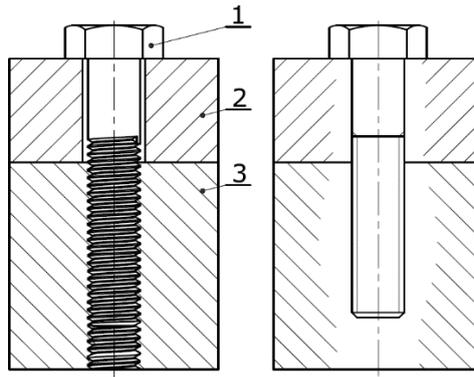
Diamètre de perçage = $1.05 * 6$ à $1.1 * 6$ donc $d_p = 6.5$ mm.

8. ASSEMBLAGE PAR ÉLÉMENTS FILETÉS :

L'assemblage est considéré obtenu par **adhérence indirecte**

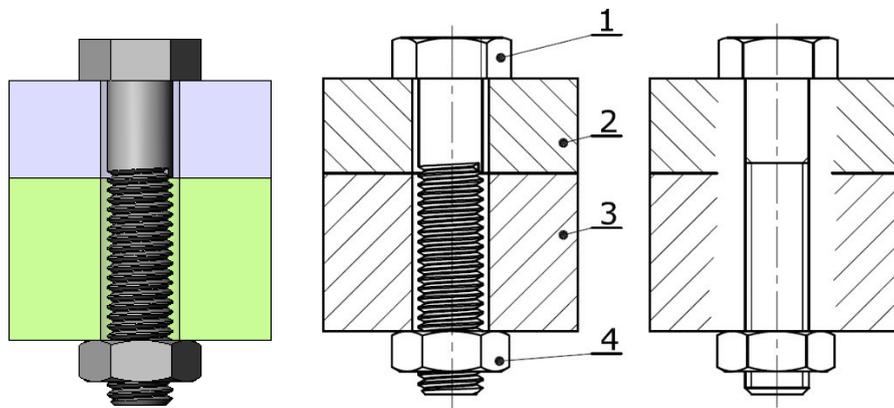
a. VIS D'ASSEMBLAGE :

La pièce (3) seule possède un trou *taraudé* recevant la partie filetée de la vis (1). L'autre pièce (2) possède *un trou lisse*.



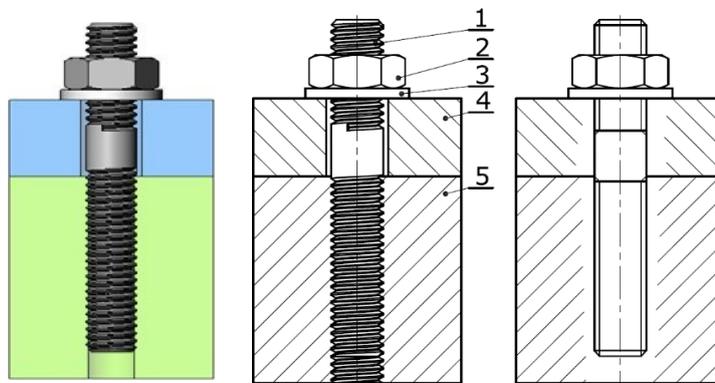
b. BOULON : BOULON = VIS + ECROU

Les pièces (2 et 3) à assembler possèdent *un trou lisse*. Le trou taraudé se trouve dans l'écrou (4).



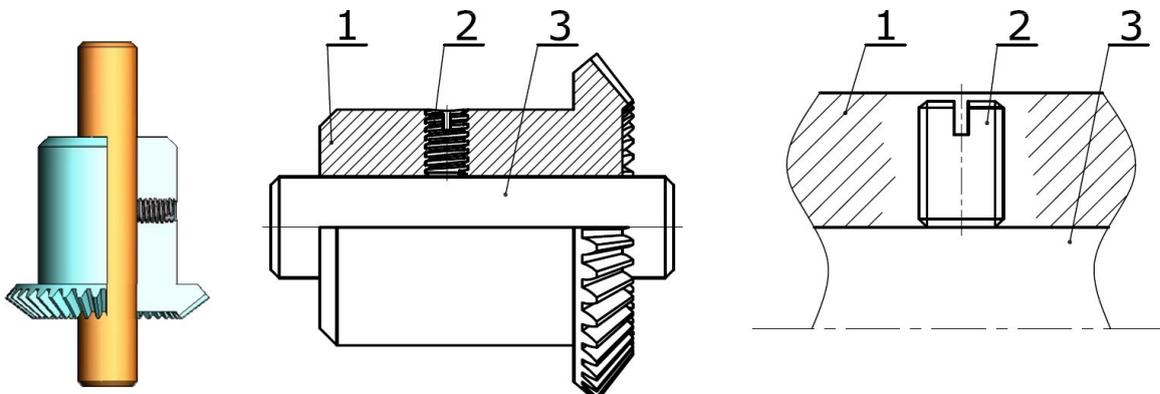
c. GOUJON :

Il est composé d'une tige, filetée à ses 2 extrémités séparées par une partie lisse. Le goujon (1) est implanté dans la pièce (5) possédant un trou *taraudé*. L'effort de serrage axial nécessaire au **MA**intien en **P**osition (**MAP**) est réalisé par l'écrou (2).



d. VIS DE PRESSION :

L'effort de serrage nécessaire au maintien en position est exercé par *l'extrémité de la vis*.



9. ASSEMBLAGE PAR SOUDAGE

L'assemblage par cordons de soudure est un procédé (moyen) qui consiste à lier (assembler) deux ou plusieurs pièces d'une façon complète et indémontable.

La soudure permet d'assembler des pièces métalliques ou plastiques de façon homogène. Les deux pièces sont chauffées à température de fusion à l'endroit de la soudure. Elles fondent localement ainsi que le métal d'apport afin de former un ensemble homogène. La soudure est une solution d'assemblage permanent utilisé pour des pièces mécaniques devant résister à des efforts importants.

