

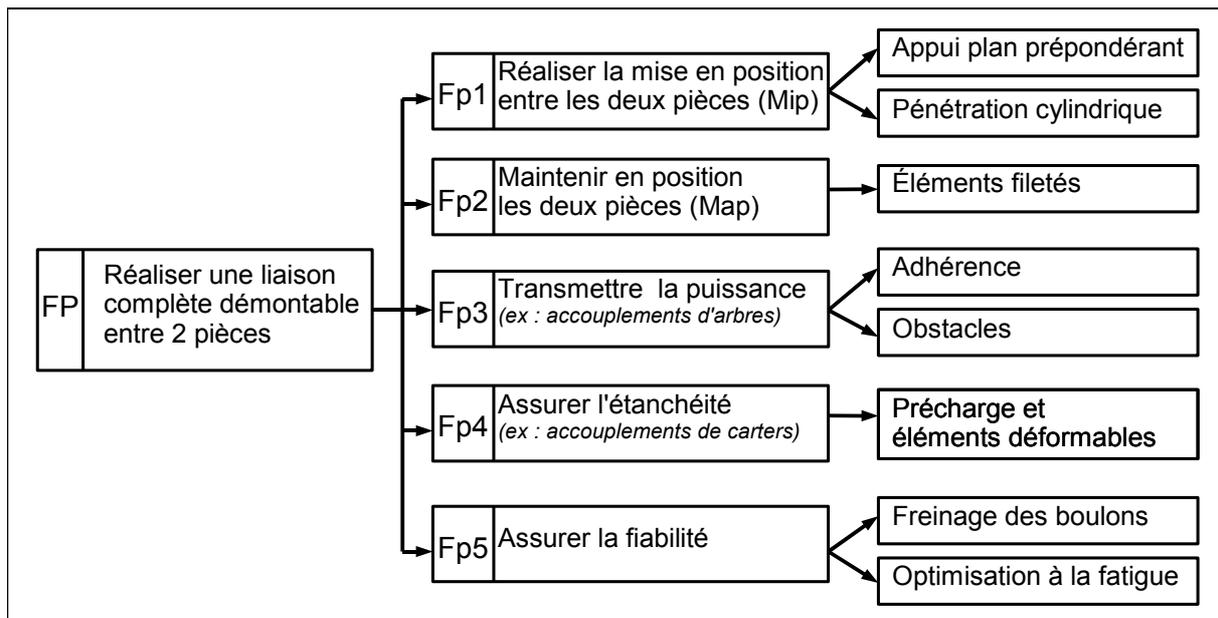
Les assemblages réalisant une liaison encastrement

Du point de vue du modèle cinématique, une liaison encastrement n'autorise aucun degré de liberté entre deux pièces constitutives d'un mécanisme. Le langage courant (mais inadapté) utilise « liaison complète »

1- Schématisation de la liaison encastrement

Représentations symboliques en projection orthogonale	Représentations symboliques en perspective	Mouvements relatifs autorisés

2- Description fonctionnelle d'une liaison complète démontable



3- Diverses réalisation de liaisons encastrement

Surface de contact plane	Surface de contact cylindrique	Frettage d'un coussinet	Soudage d'un pied	Rivetage d'une plaque constructeur

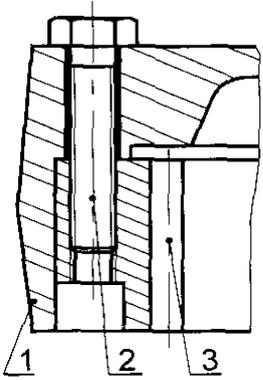
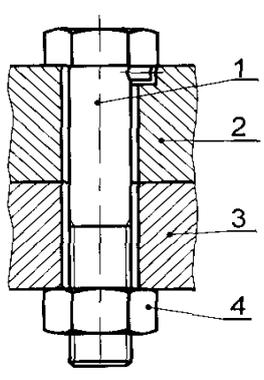
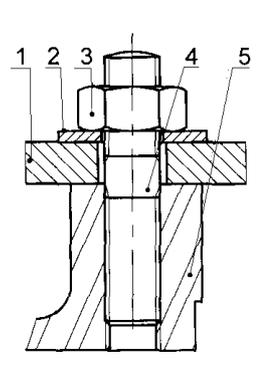
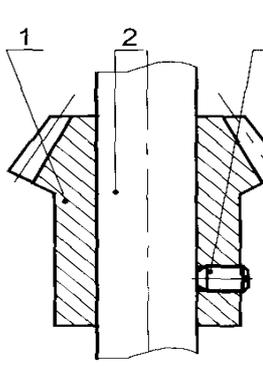
4- Réalisation à partir de surfaces planes

Aucune autre surface associée	Association d'une surface plane normale à Z	Association d'un centrage court	Association d'un centrage court et d'un pied de positionnement

5- Réalisation à partir de surfaces cylindriques

Association d'un appui axial	Association d'une vis à téton	Association d'une clavette et d'un écrou	Association d'une goupille

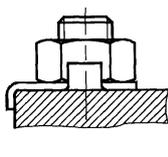
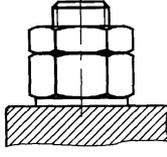
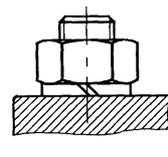
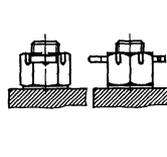
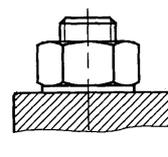
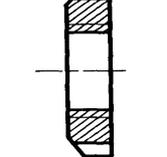
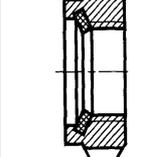
6- Réalisation à partir d'organes filetés

Vis d'assemblage repère 2	Boulon repères 1 et 4	Goujon repère 4	Vis de pression repère 3
			

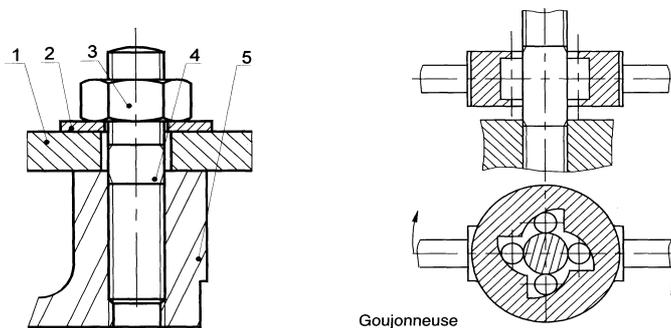
INFO : Réalisation d'une vis

1- Coupe du fil 2- Redressage	3- Préforme de la tête et de la zone fileté.	4- Matriçage d'une tête cylindrique.	5- Matriçage de l'hexagone. 6- Roulage filet.	7- Traitements et revêtements.
				

Freinage des écrous

Plaquette arrêteur	Écrou et contre-écrou	Rondelle frein	Écrou HK et goupille V	Collage	Écrou à encoches	Écrou de type Nylstop
						

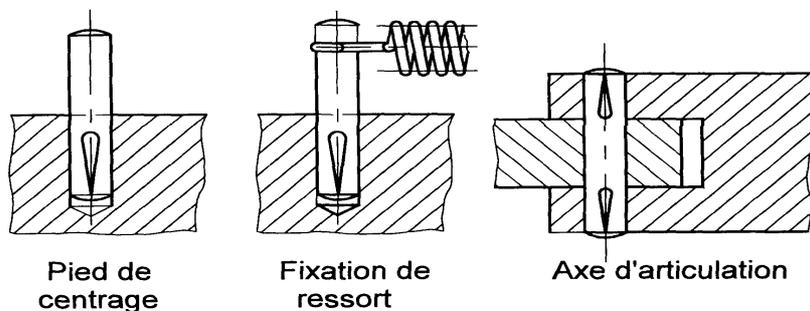
Serrage des goujons



7- Les obstacles de type standard

Goupille	Clavette	Dentelure	Anneau élastique	Segment d'arrêt	Anneau à arc-boutement

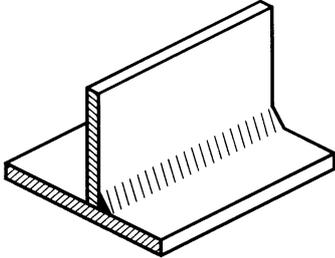
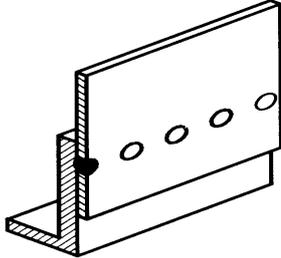
Différentes utilisation des goupilles



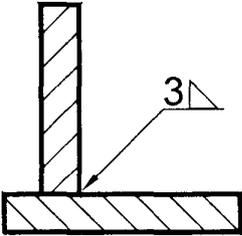
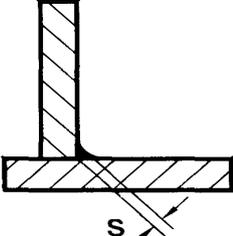
Anneaux élastiques à montage axial

Montage	Anneau pour arbre	Anneau pour alésage

8- Soudage

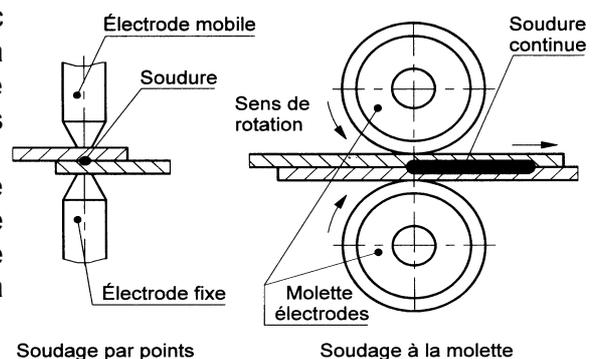
Soudage avec métal d'apport	Soudage sans métal d'apport
	

Représentations

Représentation simplifiée	Représentation symbolique
	

Principaux procédés de soudage avec métal d'apport

- **Soudage au chalumeau oxyacétylénique.** Il est utilisé pour la soudure des tôles minces avec apport de métal de même nature que les pièces assemblées. La température atteinte est d'environ 3000 °C.
- **Soudure à l'arc électrique.** Un arc électrique, produit entre une baguette et la pièce permet la fusion aux environ de 3500 °C de la baguette et des bordures des pièces à assembler. Ce soudage peut être réalisé à l'aide de baguettes enrobées ou sous atmosphère neutre (argon, argon + CO₂) empêchant le phénomène d'oxydation par diminution de la proportion d'oxygène.



Principaux procédés de soudage sans métal d'apport

- **Soudage par résistance électrique par point.** Deux électrodes plaquent les tôles assemblées par recouvrement, le passage du courant crée un échauffement qui permet la fusion locale des pièces.
- **Soudage par résistance électrique par molette.** Phénomène physique identique au soudage par point, les molettes permettent un soudage continu.
- **Soudage laser.**
Principe

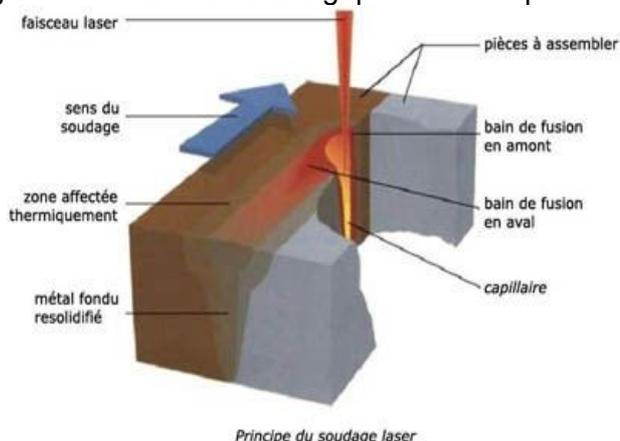
Le faisceau laser est focalisé par l'intermédiaire d'une lentille ou d'un miroir. Les densités de puissance ainsi obtenues, l'ordre de 10⁵ W/cm² à 10⁶ W/cm², permettent la création

d'un capillaire composé de vapeur métallique. Les parois du capillaire sont constituées par le métal en fusion. Le bain de fusion obtenu est déplacé. La solidification du métal en fusion après le passage du faisceau laser garantit la liaison métallurgique entre les pièces.

Le schéma ci-dessous reprend le principe décrit précédemment.

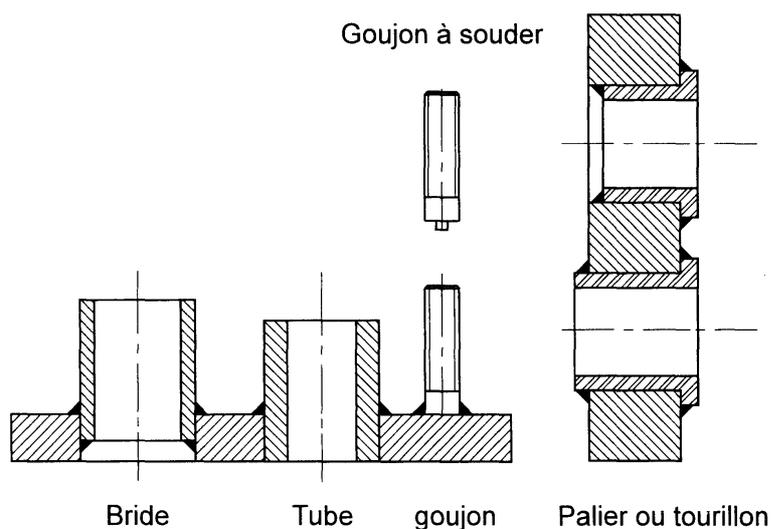
Avantages

- Densité de puissance élevée
- Vitesse de soudage élevée
- Faible déformation des pièces après soudage
- Zone affectée thermiquement faible
- Pas ou peu de reprise sur les cordons soudés
- Assemblage possible sans métal d'apport
- Robotisation aisée dans le cas du laser YAG (transport par fibre optique)



Conception des assemblages

Assemblage de pièces d'épaisseurs différentes	Croisement de soudure	Accessibilité des soudures
<p>Éviter les variations d'épaisseurs</p> <p>Préférer le changement progressif d'épaisseur</p>	<p>Éviter le croisement des soudures</p> <p>Préférer l'utilisation d'un gousset</p>	<p>Éviter les accès difficiles</p> <p>Préférer les accès aisés</p>

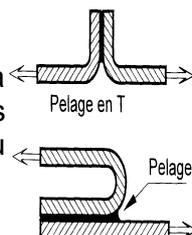


La figure ci-dessus présente les solutions préférées dans quelques cas d'assemblages. De nombreuses autres règles doivent être respectées pour réaliser un assemblage de qualité. La conception des assemblages soudés est affaire de spécialistes. La figure ci-contre décrit, à titre d'exemple, quelques applications de l'assemblage par soudage :

- soudage d'un tube ou d'une bride
- goujon à souder
- soudage d'un palier ou tourillon

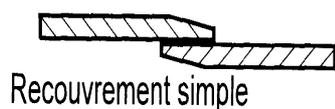
9- Collage

La colle est déposée sur des surfaces préalablement découpées. Elle se solidifie à la température ambiante (éventuellement à des températures supérieures obtenues au four). Les pièces collées doivent travailler essentiellement au cisaillement ; il faut impérativement éviter le phénomène de pelage.



Traction	Cisaillement	Clivage	Pelage

Conception des pièces collées



Recouvrement simple

Pour permettre au collage de travailler au cisaillement, plutôt qu'à la traction, il est nécessaire d'utiliser des liaisons à recouvrement (Voir figure ci-contre).



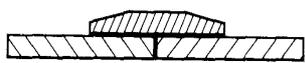
Recouvrement double

Avantages :

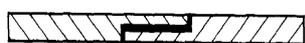
- Répartition plus régulière des contraintes
- Possibilité d'assembler des matériaux de nature et d'épaisseur différentes
- Peu d'altération des matériaux au niveau du joint : pas de température d'assemblage élevée, pas de percement des pièces, absence de corrosion électrochimique
- Élasticité des joints collés : amortissement des vibrations
- Étanchéité des joints collés et possibilité d'isolation électrique, électromagnétique, phonique...
- 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



Couvre joint double



Couvre joint simple



Simple feuillure

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



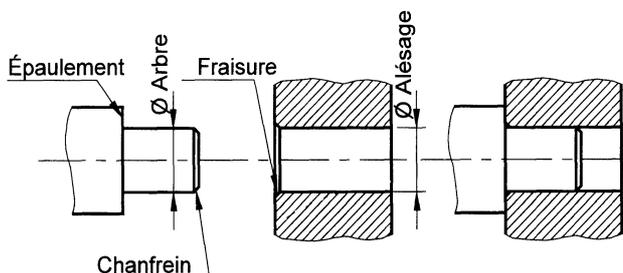
Double feuillure



Joint en biseau

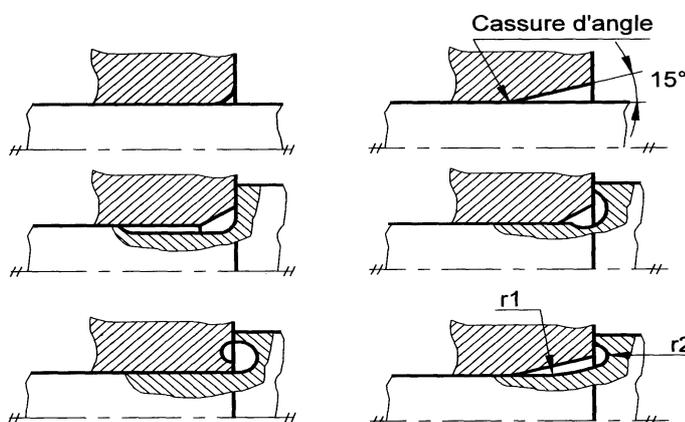
10- Emmanchements forcés ou frettage

Cette technique permet de réaliser une liaison encastrement non démontable par adhérence entre deux pièces cylindriques. Les actions mécaniques transmissibles par un assemblage fretté dépendent de la différence entre le diamètre de l'arbre et celui de l'alésage.



Principe

Le diamètre de l'arbre est supérieur à celui de l'alésage. Pour les charges élevées, on refroidit l'arbre par trempage dans de l'azote ou du gaz carbonique liquide. Il est ensuite emmanché à la presse dans un moyeu dilaté par chauffage au four ou dans un bain d'huile.

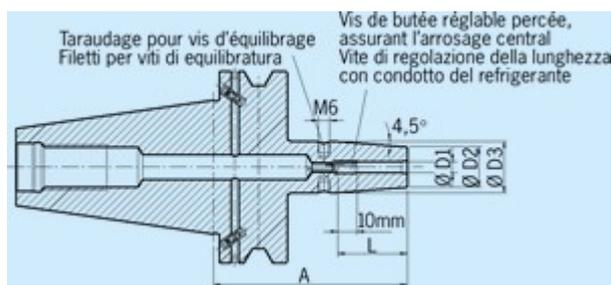


Forme des pièces et dispositions constructives

Il est nécessaire de prendre quelques dispositions constructives. Pour faciliter la pénétration des pièces, il est impératif de prévoir un chanfrein sur l'arbre et une fraisure sur le moyeu.

Des formes adaptées permettent de limiter les concentrations de contraintes.

Application : frettage des outils de coupe



L'assemblage par frettage permet une excellente concentricité de l'outil (inférieure à 0.003 mm) et permet de transmettre des couples très élevés. La précision de serrage et la rigidité sont particulièrement élevées. Seul le chauffage du porte-outil à une température de 200 °C au moins (selon Ø et tolérance) dilate suffisamment l'alésage pour libérer la queue cylindrique de l'outil. Le changement se fait obligatoirement à l'aide d'un appareil à frotter. Le porte-outil est chauffé par air chaud ou par induction, afin de dilater l'alésage. Les queues d'outils de diamètre plus petits que 4 mm se prêtent moins au frettage.

Les outils avec de courtes durées de vie nécessitent de fréquents changements ; il est souvent possible d'augmenter la durée de vie par un nouveau choix d'outil, afin de profiter au mieux des avantages de la technique de frettage.