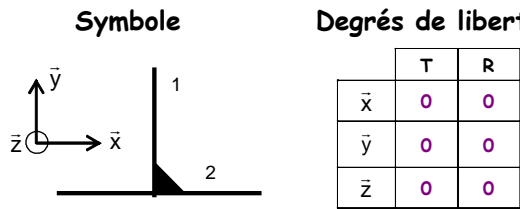


# LA LIAISON COMPLETE

Définition, liaisons complètes démontables (adhérence ou obstacle), permanentes, solutions constructives.

## 1. Introduction

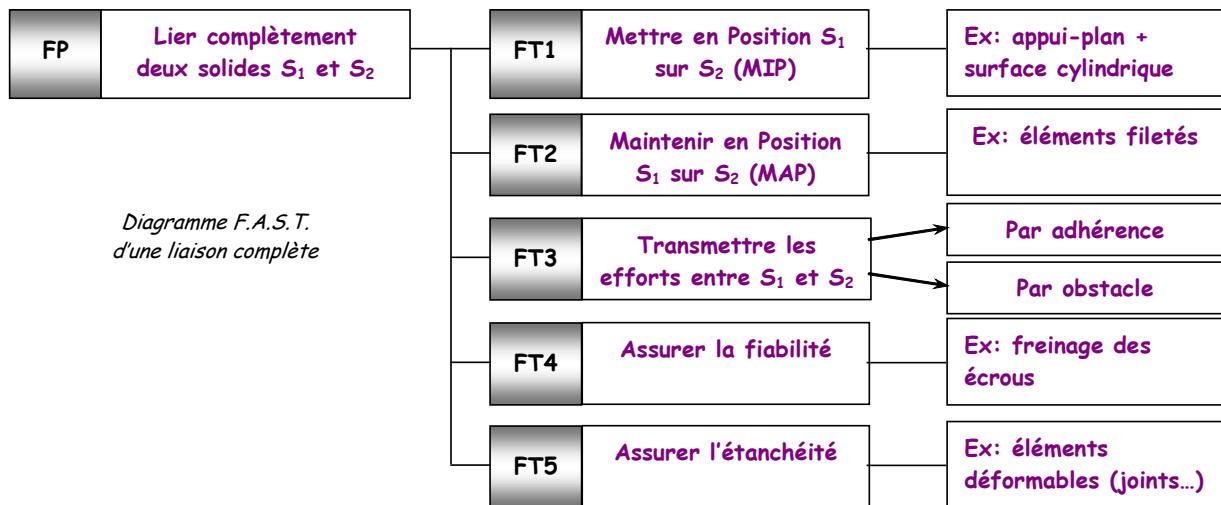


**Pourquoi ?**

- Nécessité de matériaux différents.
- Impossibilité de réaliser la pièce en un seul « morceau ».

**Comment ?**

En supprimant tous les degrés de liberté, pour cela il faut assurer différentes fonctions:



**Remarque :** Une liaison complète est aussi appelée liaison encastrement, ou liaison fixe.

## 2. Liaisons complètes démontables

### 2.1. Liaisons complètes par adhérence

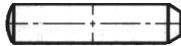
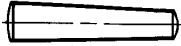


Les deux solides sont serrés fortement l'un contre l'autre, le plus souvent par des éléments filetés.

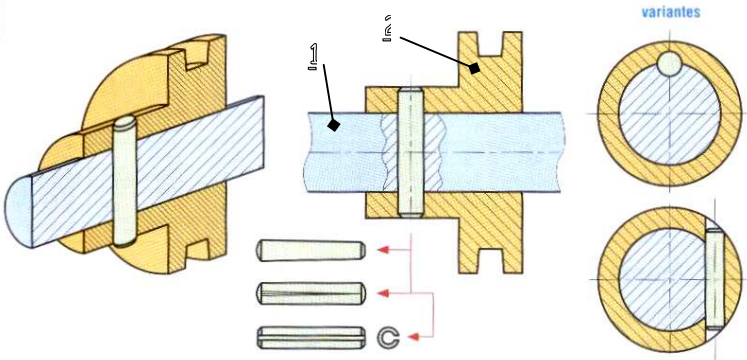
| Exemples | Surfaces assurant la MIP | Éléments assurant le MAP                            | Remarques   |
|----------|--------------------------|---|---|
|          | Surfaces planes          | Boulon H figure de gauche<br>Vis H figure de droite | Réglage angulaire impossible si plus d'une vis.<br>Réglage axial impossible |
|          | Surface cylindrique      | Boulon  | Réglages angulaire et axial possibles                                       |
|          | Surface conique          | Ecrou et rondelle à encoches                        | Réglage angulaire possible<br>Réglage axial impossible                      |

## 2.2. Par obstacle

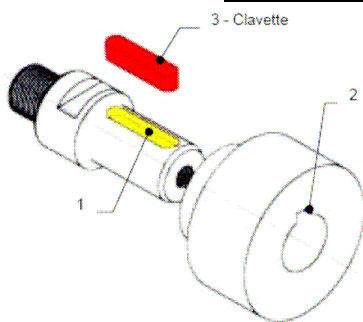
Lorsque l'adhérence ne suffit plus pour transmettre l'effort, le plus souvent, on ajoute au dispositif réalisant les fonctions techniques 1 et 2, un élément dont l'unique objectif est de transmettre l'effort en s'intercalant comme obstacle

### 2.2.1. Les goupilles

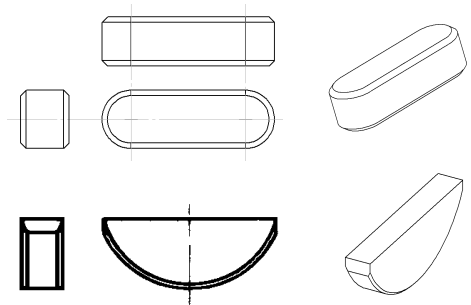
- **Goupille cylindrique**  Elles exigent des usinages avec des ajustements très précis
- **Goupille conique**  La forme conique permet le maintien de la goupille dans son logement par « coincement »
- **Goupille cannelée**  Gouillage économique. Le plus souvent, trois cannelures à 120°, assurent le maintien par déformation élastique.
- **Goupille élastique**  Gouillage économique. Obtenue par enroulement d'une tôle d'acier, elle se maintient dans son logement par déformation élastique.

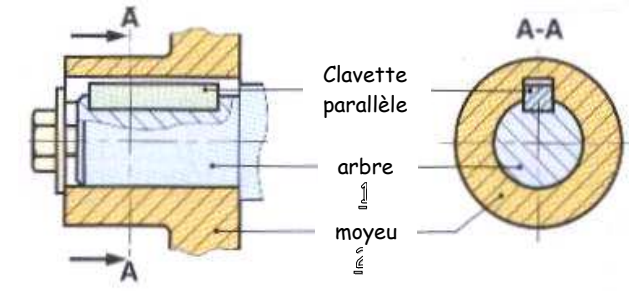
| Exemple   | MIP                   | MAP                                | Remarque                |
|---|-----------------------|------------------------------------|-------------------------|
|  | Surfaces cylindriques | Goupille cylindrique montée serrée | Pas de réglage possible |

### 2.2.2. Les clavettes



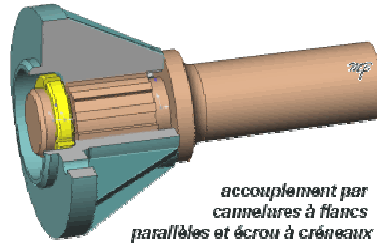
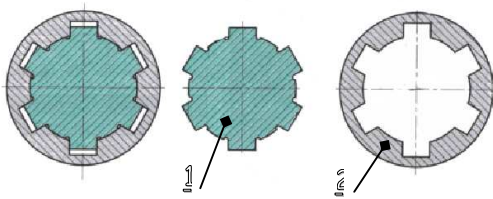
- **Clavette parallèle (voir tableau)**  
Le logement (rainure) peut être à bouts droits ou à bouts ronds, le second étant plus onéreux.
- **Clavette disque**  
Fraisage de l'arbre très simple donc peu onéreux.



| Exemple  | MIP                                 | MAP                                 | Remarque                |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
|  | Surface cylindrique + Surface plane | Clavette Parallèle + Rondelle + Vis | Pas de réglage possible |

**2.2.3. Les cannelures**

Pour transmettre des couples importants. Véritables clavettes taillées dans l'arbre.



**2.2.4. Les formes spéciales**

Pas de pièce supplémentaire pour réaliser l'obstacle, les deux pièces à assembler possèdent des formes autres que cylindriques de révolution.

| Exemple | MIP  | MAP                     | Remarque   |
|---------|--|-------------------------|--|
|         | Embout carré<br>+<br>Surface plane<br>(épaulement) | Rondelle<br>+<br>Ecou H | Aucun réglage possible<br>(4 positions angulaires à 90°) |

**3. Liaisons complètes permanentes**

Le démontage est impossible sans détérioration des pièces, mais son coût est souvent moins élevé.

**3.1. Assemblage par ajustement serré**

Le contenu et le contenant ont un diamètre nominal identique et l'ajustement est serré.

| Exemples d'ajustements serrés |  | observations                           |  |
|-------------------------------|--|--|--|
| H7u6<br>H7s6                  | assemblage fortement serré pouvant transmettre des efforts importants  | presse lourde ou frettage              | avec détérioration des pièces au démontage |
| H7r6<br>H7p6                  | assemblage assez serré / assemblage serré pouvant transmettre des efforts sans organes d'arrêt   |  |  |
| H7n6                          | assemblage sous faible pression organe d'arrêt (clavette...) nécessaire en rotation organe d'arrêt pas forcément nécessaire en translation | assemblage parfois possible au maillet | sans détérioration des pièces au démontage |
| H7m6                          | assemblage légèrement serré organes d'arrêt nécessaires en rotation et translation   |  |  |

**3.1.1. Emmanchement forcé**

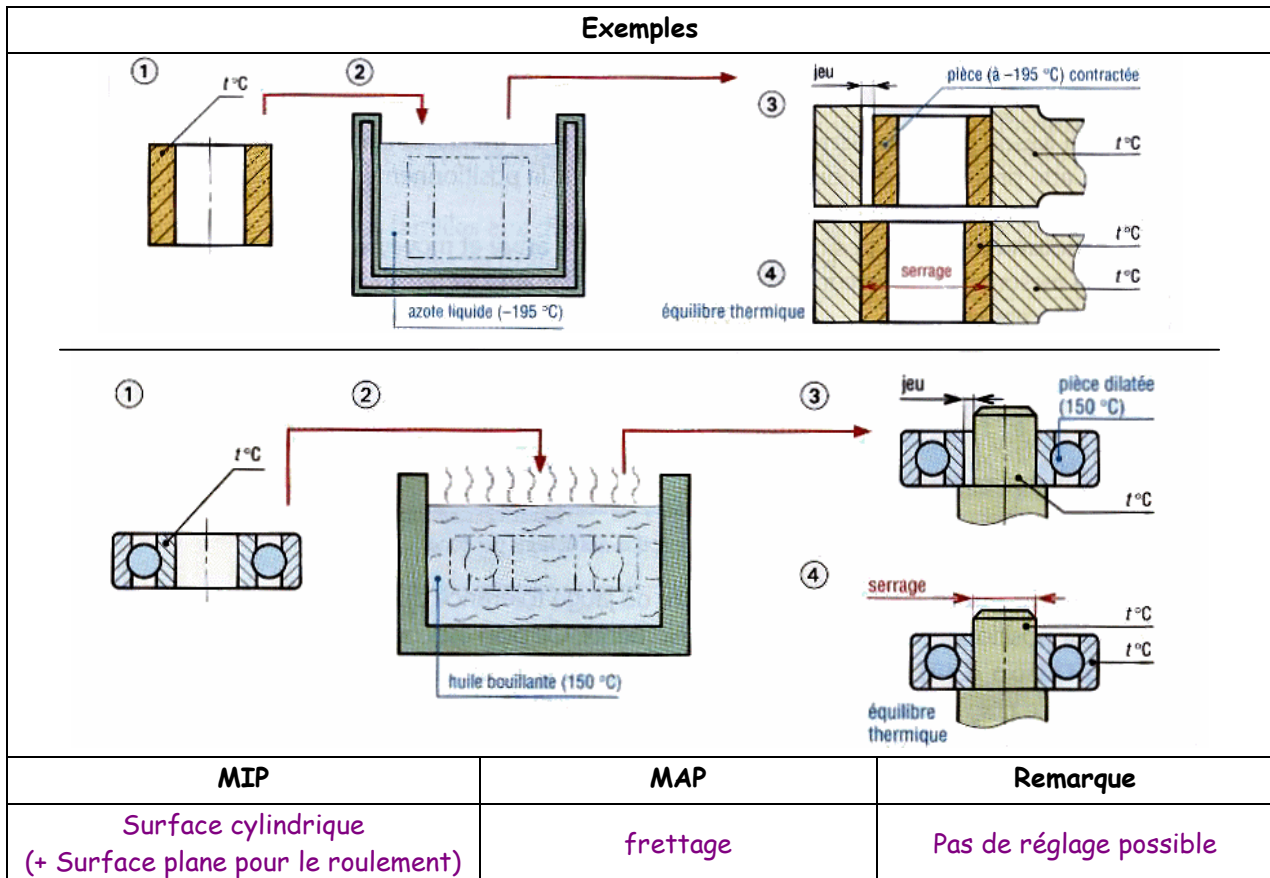
Montage par presse ou un dispositif équivalent.

| Exemple   |                           |  |
|---|---------------------------|--|
| avant montage<br>arbre<br>$d_A > d_M$<br>moyeu<br>$d_M < d < d_A$ | après montage<br>serriage | presse<br>emmanchement forcé à la presse |
| MIP   | MAP                       | Remarque                                 |
| Surface cylindrique   | Emmanchement forcé        | Pas de réglage possible                  |

### 3.1.2. Frettage

Cela consiste à modifier les dimensions des pièces avant leur assemblage, par variation de leur température. Il existe 3 possibilités:

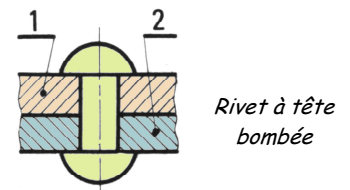
- le frettage par contraction du contenu.
- le frettage par dilatation du contenant.
- le frettage par combinaison des deux cas précédents.



## 3.2. Rivetage

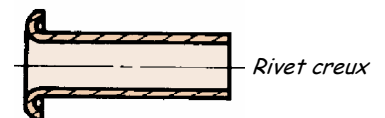
### 3.2.1. Rivet massif

Le montage d'un rivet massif nécessite une intervention des deux cotés. Il peut avoir une tête cylindrique, bombée, fraisée...



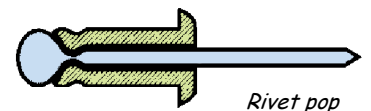
### 3.2.2. Rivet creux

Le rivet creux est plus léger et facile à riveter. Il est utilisé dans les domaines aéronautique et électromécanique.



### 3.2.3. Rivet « pop »

Il est utilisable lorsque les pièces à riveter ne sont accessibles que d'un coté. Il existe également la version étanche.



## 3.3. Soudage

Définition : C'est assembler 2 pièces de façon permanente en assurant la continuité de la matière.

De tous les procédés de base d'assemblage, le soudage est l'un des plus importants, il existe de nombreuses méthodes pour souder deux pièces.

Remarque : Lorsqu'un métal d'apport de composition différente des deux pièces à assembler est utilisé, on ne parle plus de soudage, mais de **brasage**.

### 3.3.1. Soudage à l'arc électrique

Avec métal d'apport. La fusion des pièces à assembler et du métal d'apport est obtenue par un arc électrique jaillissant entre l'électrode et les pièces.

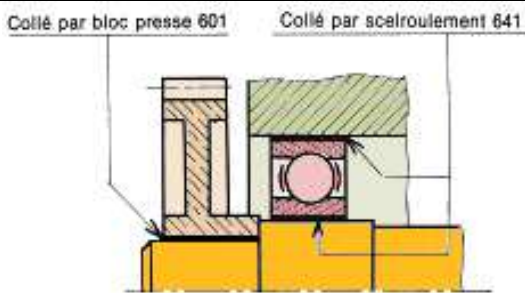
### 3.3.2. Soudage électrique par résistance

Sans métal d'apport. Les pièces à assembler sont maintenues en contact par un effort de compression. La fusion est provoquée par effet Joule (courant forte intensité, basse tension).

### 3.3.3. Soudage au gaz, soudage par pression (vibrations, ultrasons, friction...)

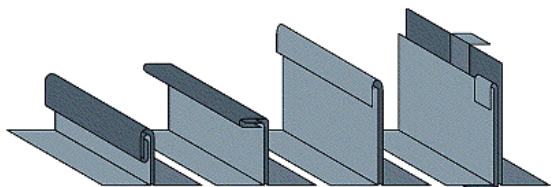
## 3.4. Collage

L'ajustement entre les pièces à coller doit être précis. C'est un procédé rapide.

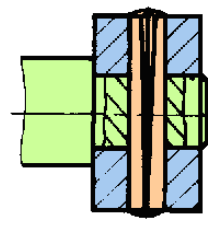
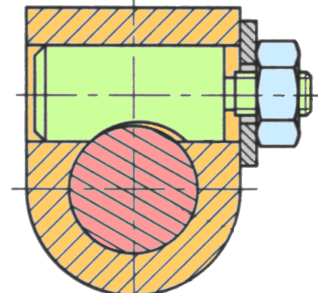
| Exemple   | MIP  | MAP          | Remarque                           |
|---|--|--------------|------------------------------------|
|  | <p>Surface cylindrique<br/>(+ surface plane pour la<br/>roue dentée)</p> | <p>colle</p> | <p>Pas de réglage<br/>possible</p> |

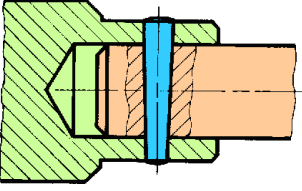
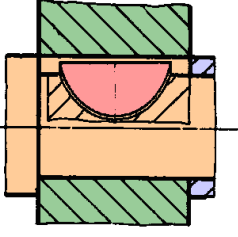
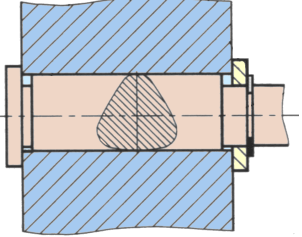
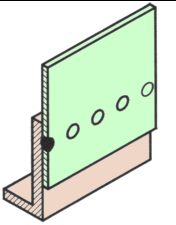
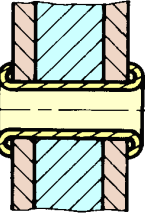
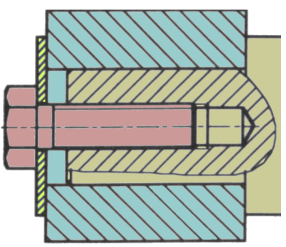
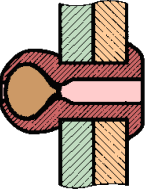
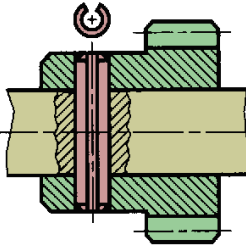
## 3.5. Sertissage et Agrafage

Assemblage de tôles par pliage.



## 4. Applications

| Solutions technologiques  | Qualification  | MIP  | MAP  |
|---|--|--|--|
|  | <p>Liaison complète<br/>démontable par obstacle</p>      | <p>Surface cylindrique<br/>+<br/>Surface plane</p> | <p>Goupille cannelée</p>   |
|  | <p>Liaison complète<br/>démontable par<br/>adhérence</p> | <p>Surface cylindrique</p>                         | <p>Tampon entaillé fileté<br/>+<br/>Rondelle<br/>+<br/>Ecrou</p> |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|    | Liaison complète<br>démontable par obstacle     | Surface cylindrique                       | Goupille conique  |
|    | Liaison complète<br>démontable par obstacle     | Surface cylindrique<br>+<br>Surface plane | Clavette disque<br>+<br>Entretoise<br>+<br>...            |
|    | Liaison complète<br>démontable par obstacle     | Profil polygone<br>+<br>Surface plane     | Profil polygone<br>+<br>Rondelle<br>+<br>Anneau élastique |
|   | Liaison complète<br>permanente                  | Surface plane                             | Points de soudure   |
|  | Liaison complète<br>permanente                  | Surfaces planes                           | Rivet creux   |
|  | Liaison complète<br>démontable par<br>adhérence | Surface cylindrique<br>+<br>Surface plane | Rondelle<br>+<br>Vis                                      |
|  | Liaison complète<br>permanente                  | Surface plane                             | Rivet pop   |
|  | Liaison complète<br>démontable par obstacle     | Surface cylindrique                       | Goupille élastique  |