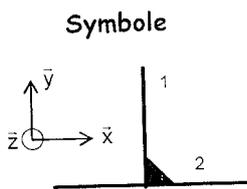


# LA LIAISON COMPLETE

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

## 1. Introduction



**Degrés de liberté**

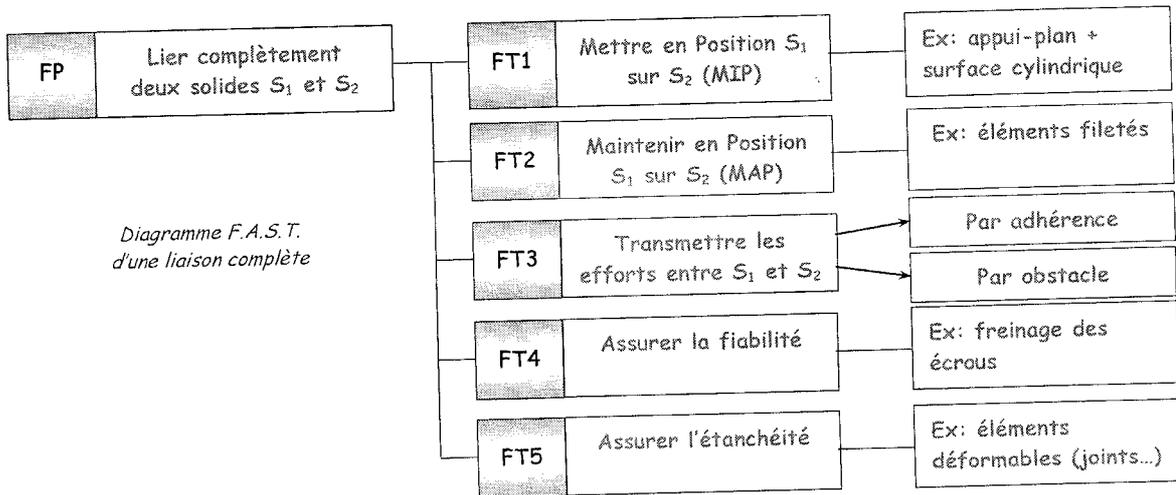
	T	R
$\bar{x}$	0	0
$\bar{y}$	0	0
$\bar{z}$	0	0

**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

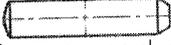
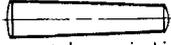
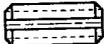
Les deux solides sont serrés fortement l'un contre l'autre, le plus souvent par des éléments filetés.

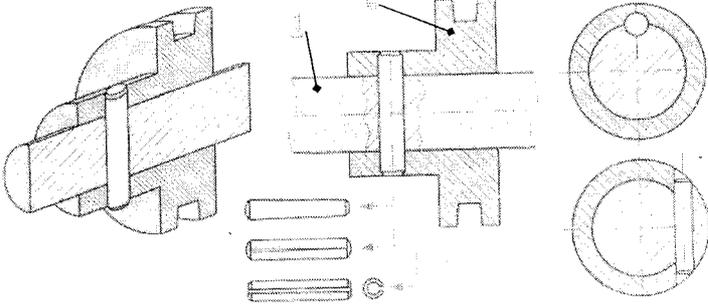
Exemples	Surfaces assurant la MIP	Éléments assurant le MAP	Remarques
	Surfaces planes	Boulon H figure de gauche Vis H figure de droite	Réglage angulaire impossible si plus d'une vis. Réglage axial impossible
	Surface cylindrique	Boulon	Réglages angulaire et axial possibles
	Surface conique	Ecrou et rondelle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

**2.2. Par obstacle**

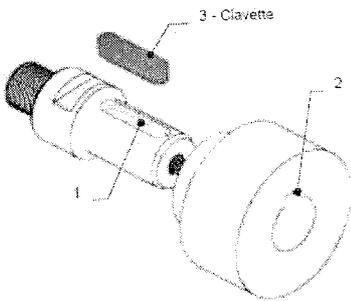
Lorsque l'adhérence ne suffit plus pour transmettre l'effort, le plus souvent, on ajoute au dispositif réalisant les fonctions techniques 1 et 2, un élément dont l'unique objectif est de transmettre l'effort en s'intercalant comme obstacle

**2.2.1. Les goupilles**

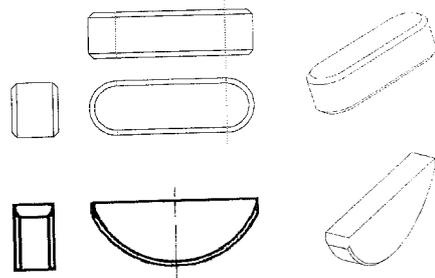
- *Goupille cylindrique*  Elles exigent des usinages avec des ajustements très précis
- *Goupille conique*  La forme conique permet le maintien de la goupille dans son logement par « coincement »
- *Goupille cannelée*   Goupillage économique. Le plus souvent, trois cannelures à 120°, assurent le maintien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

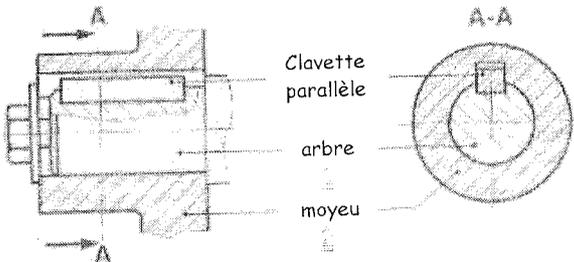
Exemple	MIP	MAP	Remarque
	Surfaces cylindriques	Goupille cylindrique montée serrée	Pas de réglage possible

**2.2.2. Les clavettes**



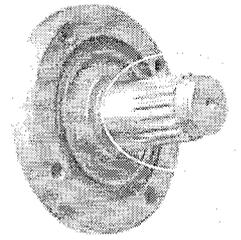
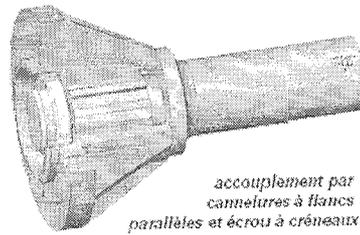
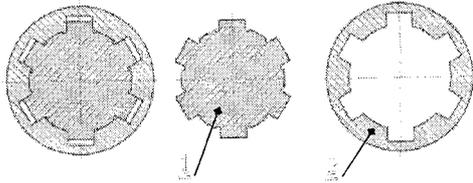
- *Clavette parallèle (voir tableau)*  
Le logement (rainure) peut être à bouts droits ou à bouts ronds, le second étant plus onéreux.
- *Clavette disque*  
Fraisage de l'arbre très simple donc peu onéreux.



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.



Arbre cannelé

**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 + Surface plane (épaulement)	Rondelle + Ecrou H	Aucun réglage possible (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 H7s6	assemblage fortement serré pouvant transmettre des efforts importants	presse lourde ou frettage	avec détérioration des pièces au démontage
H7r6	assemblage assez serré	presse	
H7p6	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		
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.

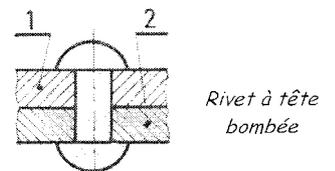
**Exemples**

MIP	MAP	Remarque
Surface cylindrique (+ Surface plane pour le roulement)	frettage	Pas de réglage possible

**3.2. Rivetage**

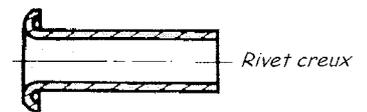
**3.2.1. Rivet massif**

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



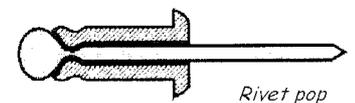
**3.2.2. Rivet creux**

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 important, 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**

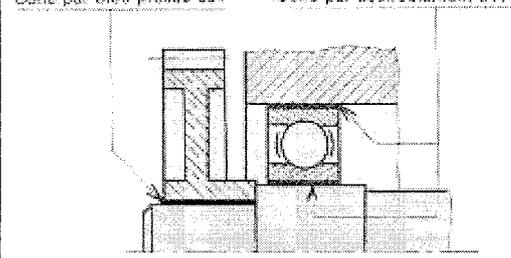
Avec métal d'apport. La fusion des pièces à assembler et du métal d'apport est obtenue par un arc électrique jaillissant entre l'électrode et les pièces.

**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).

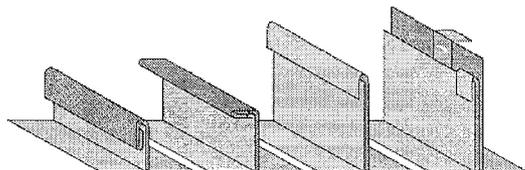
**3.3.3. Soudage au gaz, soudage par pression (vibrations, ultrasons, friction...)****3.4. Collage**

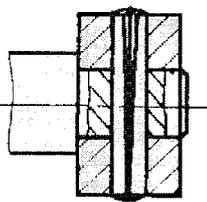
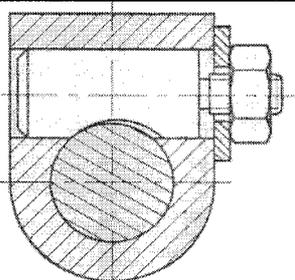
L'ajustement entre les pièces à coller doit être précis. C'est un procédé rapide.

Exemple	MIP	MAP	Remarque
	Surface cylindrique (+ surface plane pour la roue dentée)	colle	Pas de réglage possible

**3.5. Sertissage et Agrafage**

Assemblage de tôles par pliage.

**4. Applications**

Solutions technologiques	Qualification	MIP	MAP
	Liaison complète démontable par obstacle	Surface cylindrique + Surface plane	Goupille cannelée
	Liaison complète démontable par adhérence	Surface cylindrique	Tampon entaillé fileté + Rondelle + Ecrou

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