

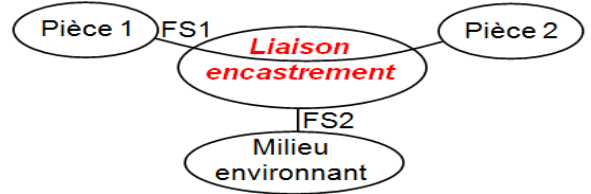
# 9- Liaisons Encastrements

2 SM-B; 1 STM; 1 STE; (Doc : élève)

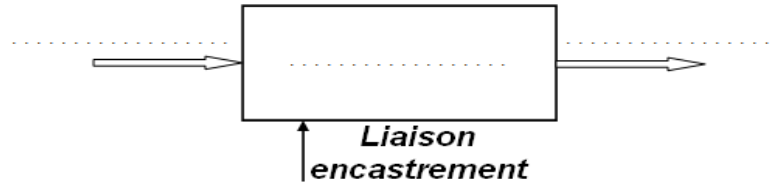
## 1- ANALYSE FONCTIONNELLE :

### 1.1- Diagramme pieuvre :

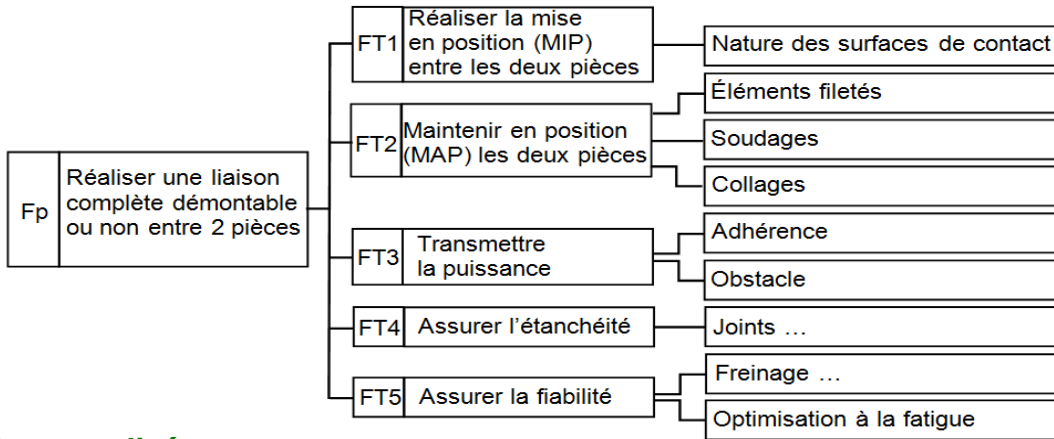
FS1 : FP : Annuler tous les degrés de liberté entre les 2 pièces en restant démontable (ou non).  
 FS2 : FC : s'adapter au milieu environnant.



### 1.2- Actigramme A-0 :

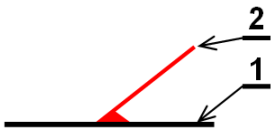


### 1.3- FAST :

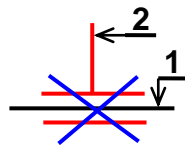


### 1.4- Symbole normalisé :

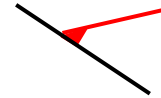
#### 1.4.1- Schéma cinématique :



#### 1.4.2- Schéma technologique :



#### 1.4.3- Schéma 3D :



## 2- CARACTÉRISTIQUES D'UNE LIAISON ENTRE 2 SOLIDES:

Liaison entre 2 solides est caractérisée soit par :

Complète (C)	Rigide (r)	Démontable (dé)	Par adhérence (a)	Directe (di)
Partielle (C̄)	Élastique (r̄)	Indémontable (dē)	Par obstacle (ā)	Indirecte (dī)

## 3- LIAISONS COMPLÈTES DÉMONTABLES :

### 3.1- Liaisons complètes par adhérence :

Les deux solides sont serrés fortement l'un contre l'autre, le plus souvent par des éléments filetés. Une liaison effectuée avec une vis, boulon et goujon est considérée obtenue par adhérence indirecte.

### 3.2- Symboles des têtes des vis :

Tête Hexagonale <b>H</b>	Tête cylindrique à six pans creux <b>CHC</b>				
Tête carrée : (quatre côtés) <b>Q</b>	Tête fraisée plate - fendue <b>FS</b>				
Tête cylindrique fendue <b>CS</b>	Tête fraisée bombée-fendue <b>FBS</b>				
Tête cylindrique large fendue <b>CLS</b>	Tête fraisée plate à six pans creux <b>FHC</b>				

# 9- Liaisons Encatremements

2 SM-B; 1 STM; 1 STE; (Doc : élève)

Exemples	Surfaces assurant la MIP	Éléments assurant le MAP	Remarques										
	<p>Surfaces planes</p> <table border="1"> <tr> <td><math>c</math></td> <td><math>r</math></td> <td><math>dé</math></td> <td><math>a</math></td> <td><math>di</math></td> </tr> <tr> <td><math>\bar{c}</math></td> <td><math>\bar{r}</math></td> <td><math>\bar{dé}</math></td> <td><math>\bar{a}</math></td> <td><math>\bar{di}</math></td> </tr> </table>	$c$	$r$	$dé$	$a$	$di$	$\bar{c}$	$\bar{r}$	$\bar{dé}$	$\bar{a}$	$\bar{di}$	<p>Boulon H figure de gauche Vis H figure de droite</p>	<p>Réglage angulaire impossible si plus d'une vis. Réglage axial impossible</p>
$c$	$r$	$dé$	$a$	$di$									
$\bar{c}$	$\bar{r}$	$\bar{dé}$	$\bar{a}$	$\bar{di}$									
	<p>Surface cylindrique</p>	<p>Boulon</p>	<p>Réglages angulaire et axial possibles</p>										
	<p>Surface conique</p>	<p>Écrou à encoches et rondelle frein</p>	<p>Réglage angulaire possible Réglage axial impossible</p>										

## 3.3- Liaisons complètes par obstacle :

### 3.3.1. Les goupilles :

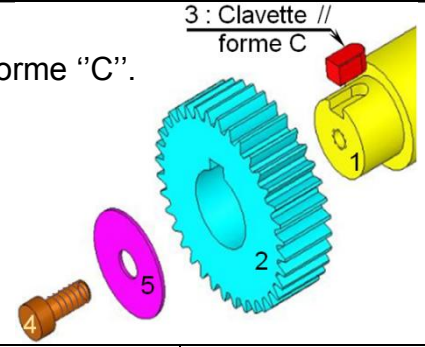
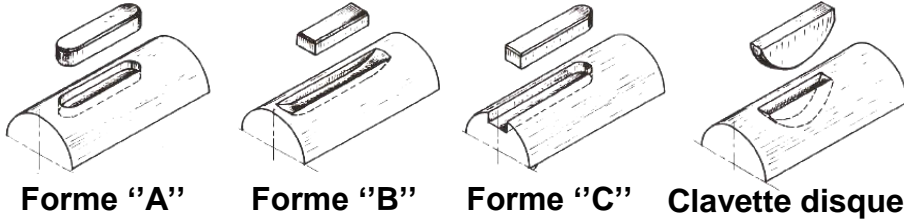
Goupille cylindrique	Goupille conique	Goupille cannelée	Goupille élastique
<p>Exemple</p>			
<p>MIP</p> <p>Surfaces cylindriques</p>		<p>MAP</p> <p>Goupille cylindrique montée serrée</p>	<p>Remarque</p> <p>Pas de réglage possible</p>
		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

# 9- Liaisons Encatremements

2 SM-B; 1 STM; 1 STE; (Doc : élève)

## 3.3.2- Les clavettes :

- Clavette parallèle : Il y a clavette parallèle forme "A", forme "B" et forme "C".



- Clavette disque :

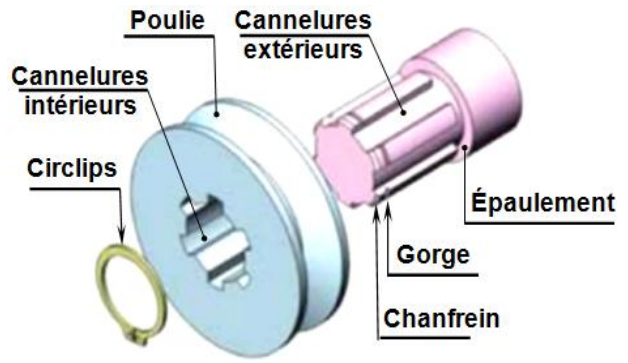
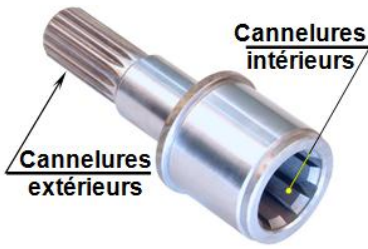
Exemple	MIP	MAP	Remarque
	Surfaces cylindriques et surface plane	Clavette parallèle 1, Rondelle plate 4 et Vis H 5	Pas de réglage possible
Exemple	MIP	MAP	

# 9- Liaisons Encatremements

2 SM-B; 1 STM; 1 STE; (Doc : élève)

## 3.3.3- Les cannelures :

Pour transmettre des couples importants.



Exemple	MIP	MAP	Remarque
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Exemple	MIP	MAP
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

## 3.3.4- 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
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

# 9- Liaisons Encatremements

2 SM-B; 1 STM; 1 STE; (Doc : élève)

## 4- LIAISONS COMPLÈTES PERMANENTES :

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

### 4.1- Assemblage par ajustement serré :

Le contenu (arbre, porte ...) et le contenant (alésage, cadre ...) ont une dimension nominale identique et l'ajustement est serré.

Une liaison effectuée avec un **ajustement serré** est considérée obtenue **par adhérence directe**.

Exemple d'ajustements serrés		Observation	
<b>H7u6</b> <b>H7s6</b>	assemblage fortement serré pouvant transmettre des efforts importants	presse lourde ou frettage	avec détérioration des pièces au démontage
<b>H7r6</b>	assemblage assez serré	presse	
<b>H7p6</b>	assemblage serré pouvant transmettre des efforts sans organes d'arrêt		
<b>H7n6</b>	assemblage sous faible pression, organe d'arrêt (clavette, goupille ...) nécessaire en rotation ; organe d'arrêt pas forcément nécessaire en translation	assemblage parfois possible au maillet (marteau)	sans détérioration des pièces au démontage
<b>H7m6</b> <b>H7k6</b>	assemblage légèrement serré, organes d'arrêt nécessaires en rotation et translation		

Voir cours des ajustements

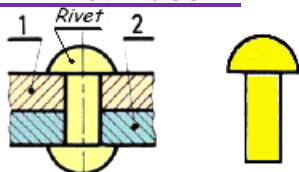
### 4.2- Frettage :

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 (arbre ...) ;  
- le frettage par dilatation du contenant (alésage ...) ;  
- le frettage par combinaison des deux cas précédents.

Exemple	MIP	MAP
<p>1 Bague 20 °C 2 azote liquide (-195 °C) 3 Jeu Bague contractée (à -195°C) 4 serrage 20 °C équilibre thermique</p>	.....	.....
<p>1 Roulement 20 °C 2 huile bouillante (150°C) 3 Jeu pièce dilatée (à 150°C) 4 serrage 20 °C équilibre thermique</p>	.....	.....

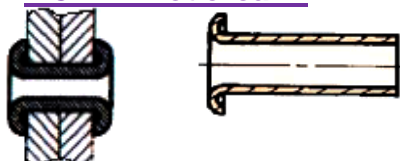
**4.3- Rivetage :** Une liaison effectuée avec **rivetage à froid** est considérée obtenue **par obstacle indirecte**.

#### 4.3.1- Rivet massif :



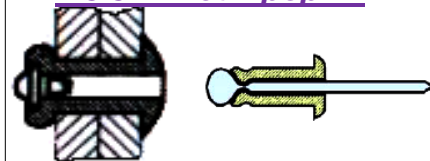
Le montage d'un rivet massif nécessite une intervention des deux cotés. Il peut avoir une tête cylindrique, bombée, fraisée.

#### 4.3.2- Rivet creux :



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

#### 4.3.3- Rivet « pop » :



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

# 9- Liaisons Encatremements

2 SM-B; 1 STM; 1 STE; (Doc : élève)

## 4.4- Soudage :

Le soudage c'est un assemblage des 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.

Une liaison effectuée par **soudure** est considérée obtenue **par obstacle indirecte**.

↳ **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**.

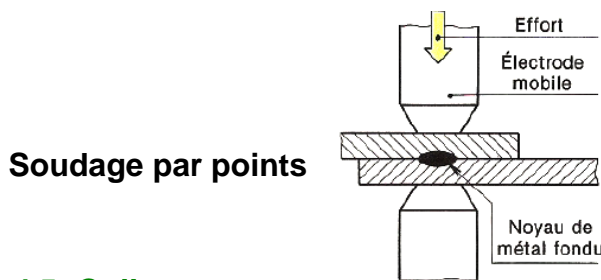
### 4.4.1- Soudage à l'arc électrique :

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

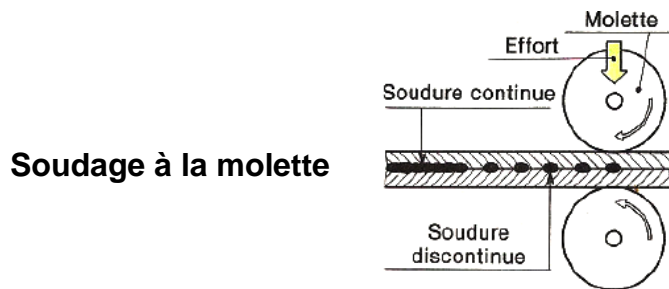


### 3.3.2- Soudage électrique par résistance :

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).



Soudage par points



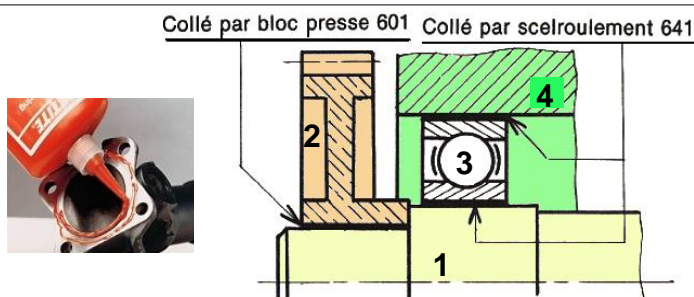
Soudage à la molette

## 4.5- Collage :

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

Une liaison effectuée par **collage** est considérée obtenue **par adhérence indirecte**.

### Exemple



### MIP

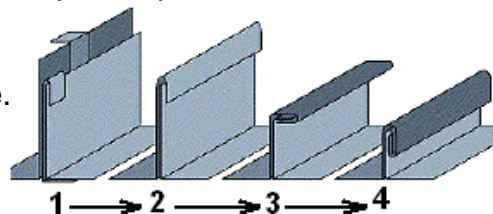
### MAP

.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

## 4.6- Sertissage et Agrafage :

Il consiste à assembler de façon étanche 2 pièces par déformation

- Ex: - Assemblage de tôles par pliage ;
- Capsule des bouteilles ;
- Sertissage des boîtes de conserve.



## 4.7- Par insertion au moulage :

Ex: Moulage du manche plastique sur la lame d'un tournevis en acier



# 9- Liaisons Encatremements

2 SM-B; 1 STM; 1 STE; (Doc : élève)

## IV- APPLICATIONS :

Compléter le tableau ci-dessous de la liaison fixe entre 2/1 et le dessin de l'exemple 2 et 3

Caractéristiques	MIP	MAP	Solution technologique
$\frac{c}{c} \mid \frac{r}{r} \mid \frac{d\bar{e}}{d\bar{e}} \mid \frac{a}{a} \mid \frac{d\bar{i}}{d\bar{i}}$	.....	.....	
$\frac{\textcircled{c}}{c} \mid \frac{\textcircled{r}}{r} \mid \frac{\textcircled{d\bar{e}}}{d\bar{e}} \mid \frac{a}{\textcircled{a}} \mid \frac{d\bar{i}}{\textcircled{d\bar{i}}}$	Surface cylindrique + Surface plane	Clavette // 3 + .....	
$\frac{c}{c} \mid \frac{r}{r} \mid \frac{d\bar{e}}{d\bar{e}} \mid \frac{a}{a} \mid \frac{d\bar{i}}{d\bar{i}}$	.....	.....	
$\frac{c}{c} \mid \frac{r}{r} \mid \frac{d\bar{e}}{d\bar{e}} \mid \frac{a}{a} \mid \frac{d\bar{i}}{d\bar{i}}$	.....	.....	

# 9- Liaisons Encatremements

2 SM-B; 1 STM; 1 STE; (Doc : élève)

Caractéristiques	MIP	MAP	Solution technologique
$\frac{c}{c} \mid \frac{r}{r} \mid \frac{dé}{dé} \mid \frac{a}{a} \mid \frac{di}{di}$	..... .....	..... .....	
$\frac{\textcircled{c}}{c} \mid \frac{\textcircled{r}}{r} \mid \frac{\textcircled{dé}}{dé} \mid \frac{\textcircled{a}}{a} \mid \frac{\textcircled{di}}{di}$	..... .....	Tampon .. + Goujon ..  + ..... + .....	
$\frac{c}{c} \mid \frac{r}{r} \mid \frac{dé}{dé} \mid \frac{a}{a} \mid \frac{di}{di}$	..... .....	..... ..... .....	
$\frac{c}{c} \mid \frac{r}{r} \mid \frac{dé}{dé} \mid \frac{a}{a} \mid \frac{di}{di}$	..... .....	a : Rivet à tige perforée 3  b : .....	
$\frac{c}{c} \mid \frac{r}{r} \mid \frac{dé}{dé} \mid \frac{a}{a} \mid \frac{di}{di}$	..... .....	..... .....	
$\frac{\textcircled{c}}{c} \mid \frac{\textcircled{r}}{r} \mid \frac{\textcircled{dé}}{dé} \mid \frac{\textcircled{a}}{a} \mid \frac{\textcircled{di}}{di}$	..... .....	Goupille élastique 3	