

SCIENCES DE L'INGENIEUR

Manuel de cours

Liaisons des pièces  
mécaniques

1STE  
Sciences Math B  
2014/2015

glioula.mohamed@gmail.com

## Liaisons et Assemblages

### Représentation des filetages

4

.I	Vocabulaire	4
.II	Filetage	4
.III	Taraudage	5
.IV	Assemblage des pièces Filetées	5
IV-1	Trou débouchant	5
IV-2	Trou borne	6
IV-3	Application	6

### Liaisons mécaniques

7

.I	Vé Réglable	7
I-1	Fonction :	7
I-2	Dessin d'ensemble	7
I-3	Nomenclature :	7
I-4	Modèle 3d	8
I-5	Fonctionnement :	8
I-6	Dessin d'ensemble éclaté	9
.II	Liaisons	10
II-1	Définition :	10
II-2	Degrés de liberté	10
II-3	Degrés de liaison	10
II-4	Application	10
II-5	Classe d'équivalence	10
II-6	Liaisons usuelles	11
.III	Schéma cinématique	12
III-1	Définition :	12
III-2	Graphe des liaisons	12
III-3	Schéma cinématique	12

### ETUDE DE LA LIAISON ENCASTREMENT

13

.I	Liaisons encastrements démontables par adhérence	13
I-1	Principe :	13
I-2	Assemblage par Vis d'assemblage	13
I-3	Assemblage par Vis de pression	14
I-4	Assemblage par Boulons	15
I-5	Assemblage par Goujon	15
I-6	Assemblage par écrou et surface conique	16
.II	Freinage des éléments filetés	17
II-1	Contre écrou	17
II-2	Ecrou auto-freiné NYLSTOP	17
II-3	Ecrou à créneaux et goupille V	17
II-4	Rondelle de freinage	17
.III	Liaison encastrement par Obstacle	18
III-1	Liaison par clavette	18
III-2	Liaison par Goupille	20

## Liaisons et Assemblages

.IV	Liaison par cannelures	22
IV-1	Principe :	22
IV-2	Représentation simplifiée	22
.V	Les Anneaux Elastiques	23
V-1	Circlips pour arbre	23
V-2	Circlips pour alésage	23
V-3	Application :	23
.VI	Liaison Encastrement Indementable	24
VI-1	Liaison par rivet	24
VI-2	Liaison par soudage	24

## COTATION TOLÉRANCEE ET AJUSTEMENTS 25

.I	Notion de tolérance	25
.II	Tolérances du système ISO	25
.III	Ajustement :	26
III-1	Définition :	26
III-2	Nature de l'ajustement :	26
III-3	Système à alésage normal H	27

## GUIDAGE EN TRANSLATION 28

.I	Définition :	28
.II	Schéma cinématique :	28
.III	Solutions technologiques :	28
III-1	Guidage par surfaces prismatique	29
III-2	Guidage par surfaces cylindriques	31
.IV	Application :	32

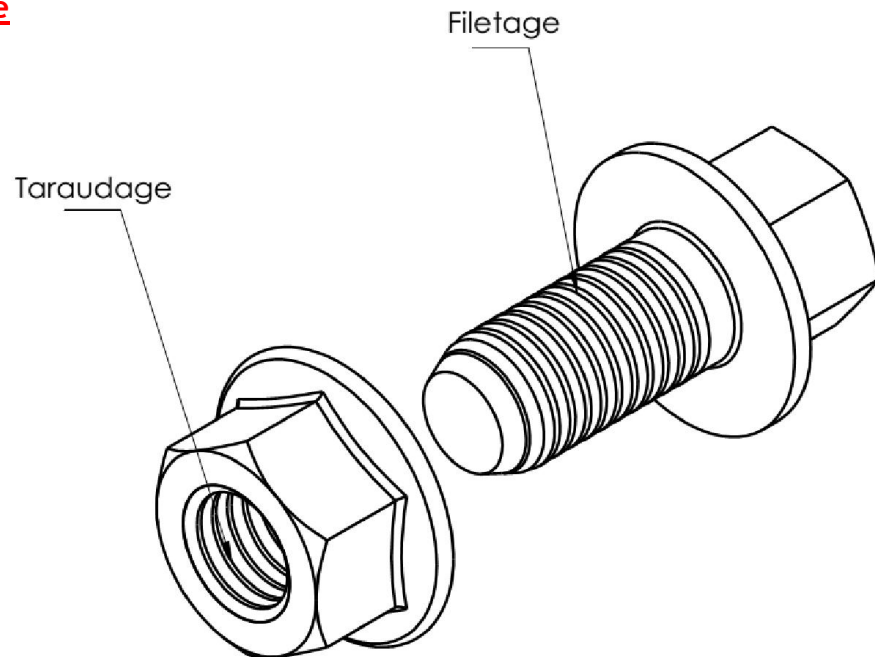
## GUIDAGE EN ROTATION 33

.I	Définition :	33
.II	Représentation normalisée	33
.III	Solutions constructives	33
III-1	Contact direct	33
III-2	Contact indirect : Guidage par Coussinets	34
III-3	Guidage en rotation par roulements	35
.IV	Applications :	38
.V	Protection des Roulements	40
V-1	Etanchéité	Erreur ! Signet non défini.
V-2	Lubrification	Erreur ! Signet non défini.
V-3	Application	41

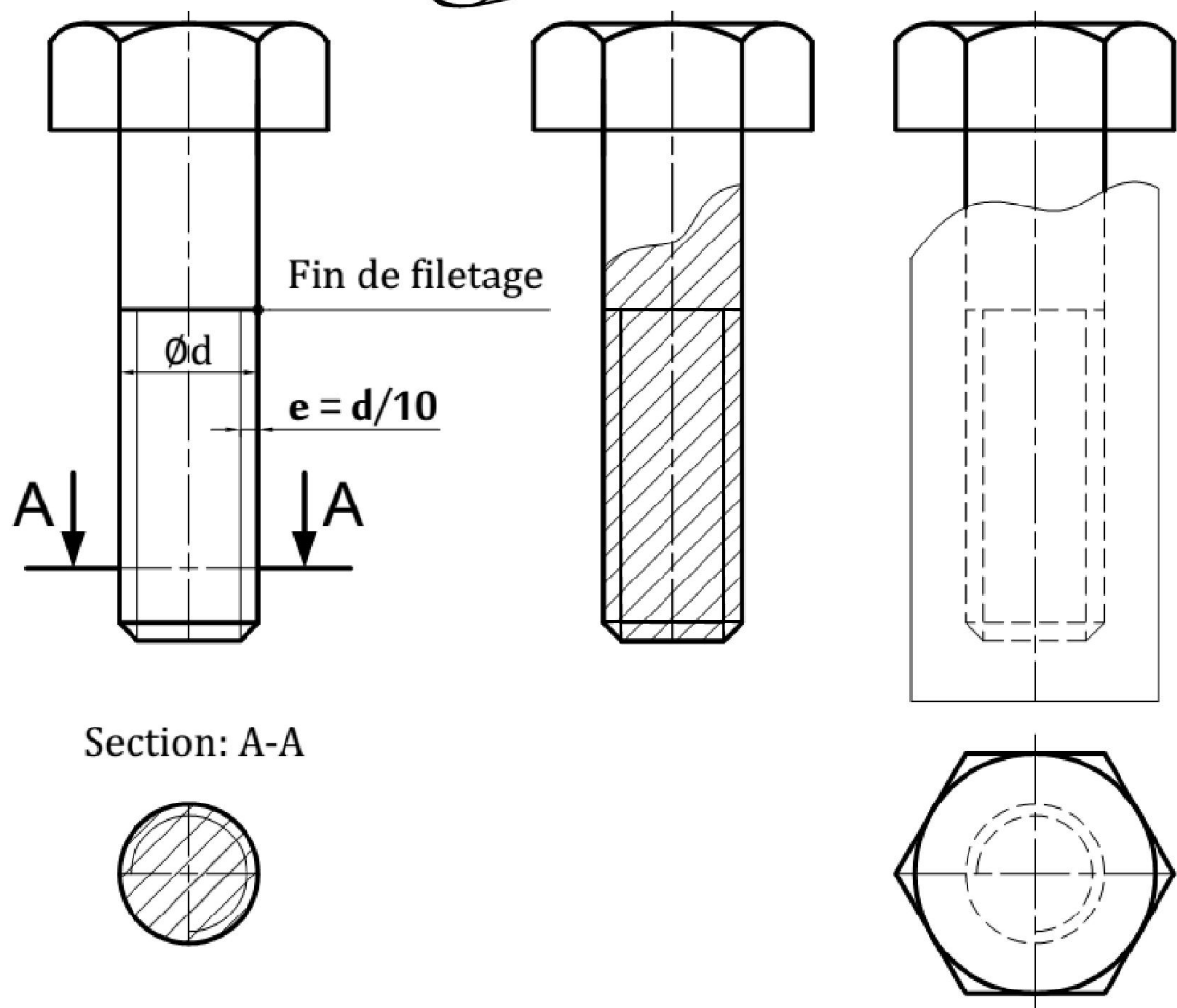
## Liaisons et Assemblages

### Représentation des filetages

#### .I Vocabulaire

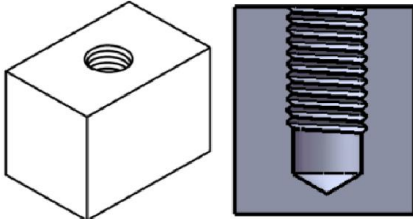
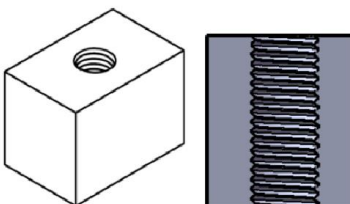
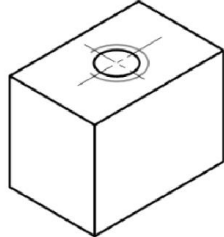
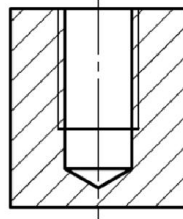
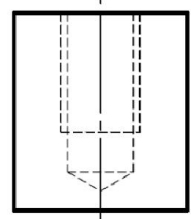
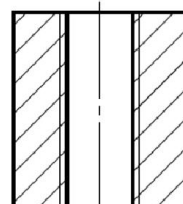
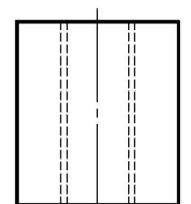


#### .II Filetage



## Liaisons et Assemblages

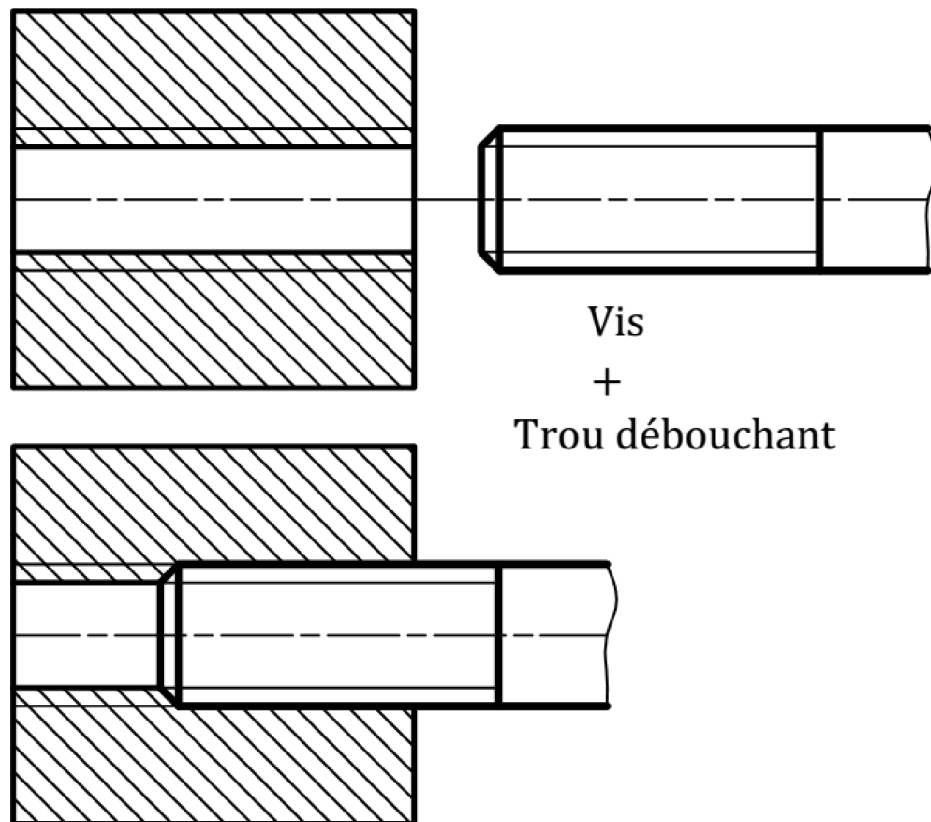
### .III Taraudage

Représentation réelle		Représentation simplifiée		
				
				
		<i>En perspective</i>	<i>En coupe</i>	<i>S'il est caché</i>

### .IV Assemblage des pièces Filetées

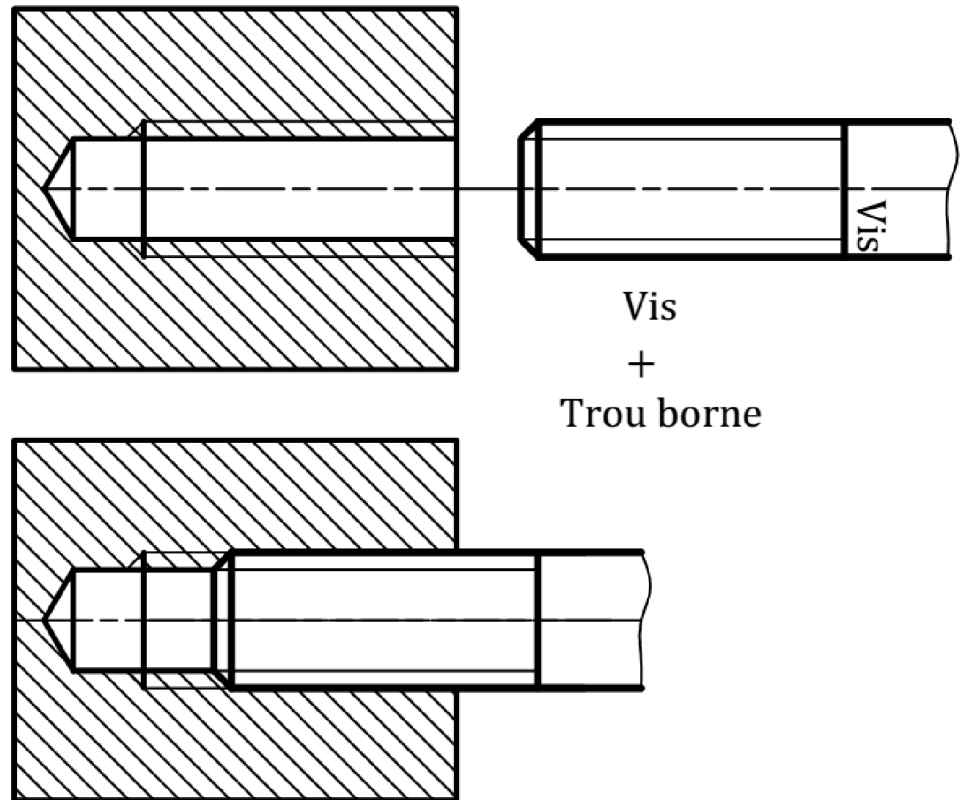
La représentation de la vis est prépondérante

#### IV-1 Trou débouchant



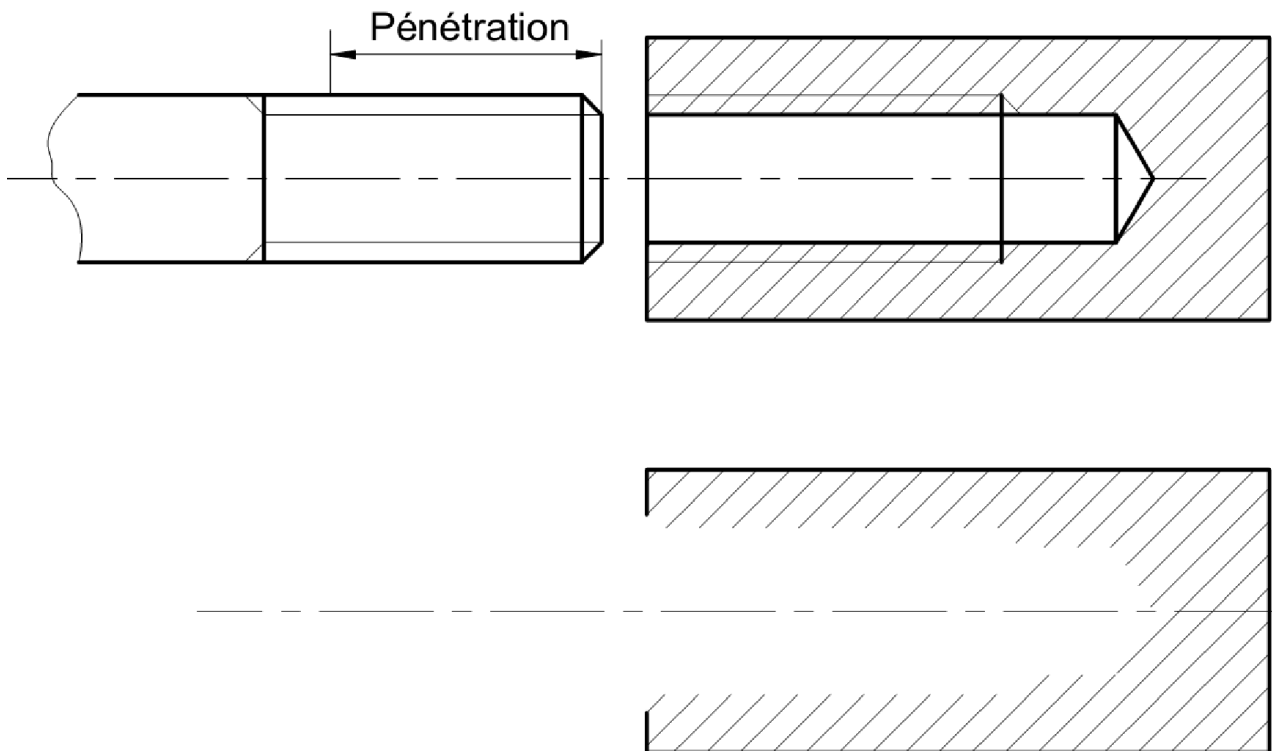
## Liaisons et Assemblages

### IV-2 Trou borne



### IV-3 Application

Compléter l'assemblage suivant:



## Liaisons et Assemblages

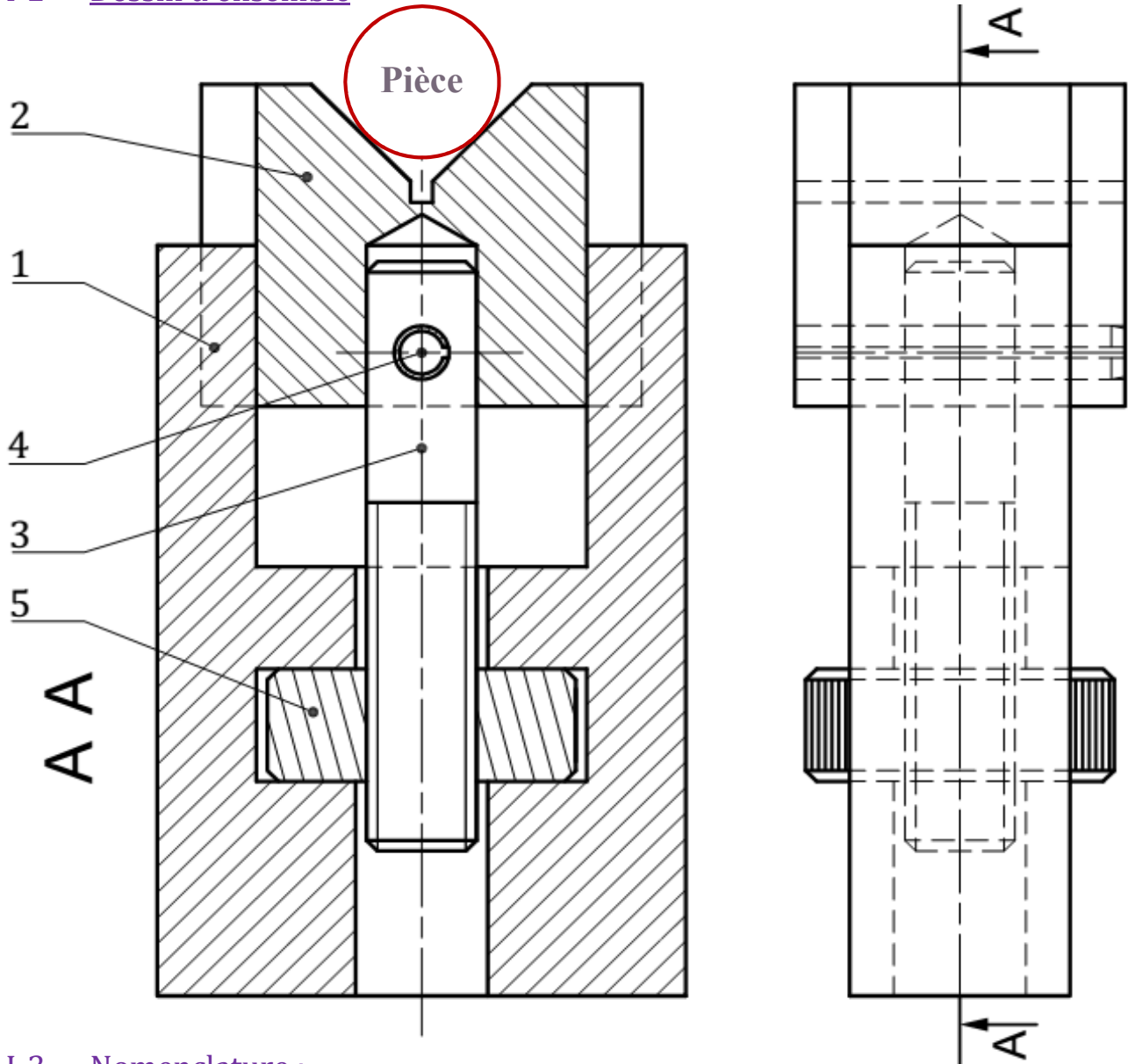
### Liaisons mécaniques

#### .I Vé Réglable

##### I-1 Fonction :

Le Vé réglable est un mécanisme simple composé de 5 pièces dont la fonction globale est : positionner verticalement des pièces cylindriques en vue de les contrôler

##### I-2 Dessin d'ensemble

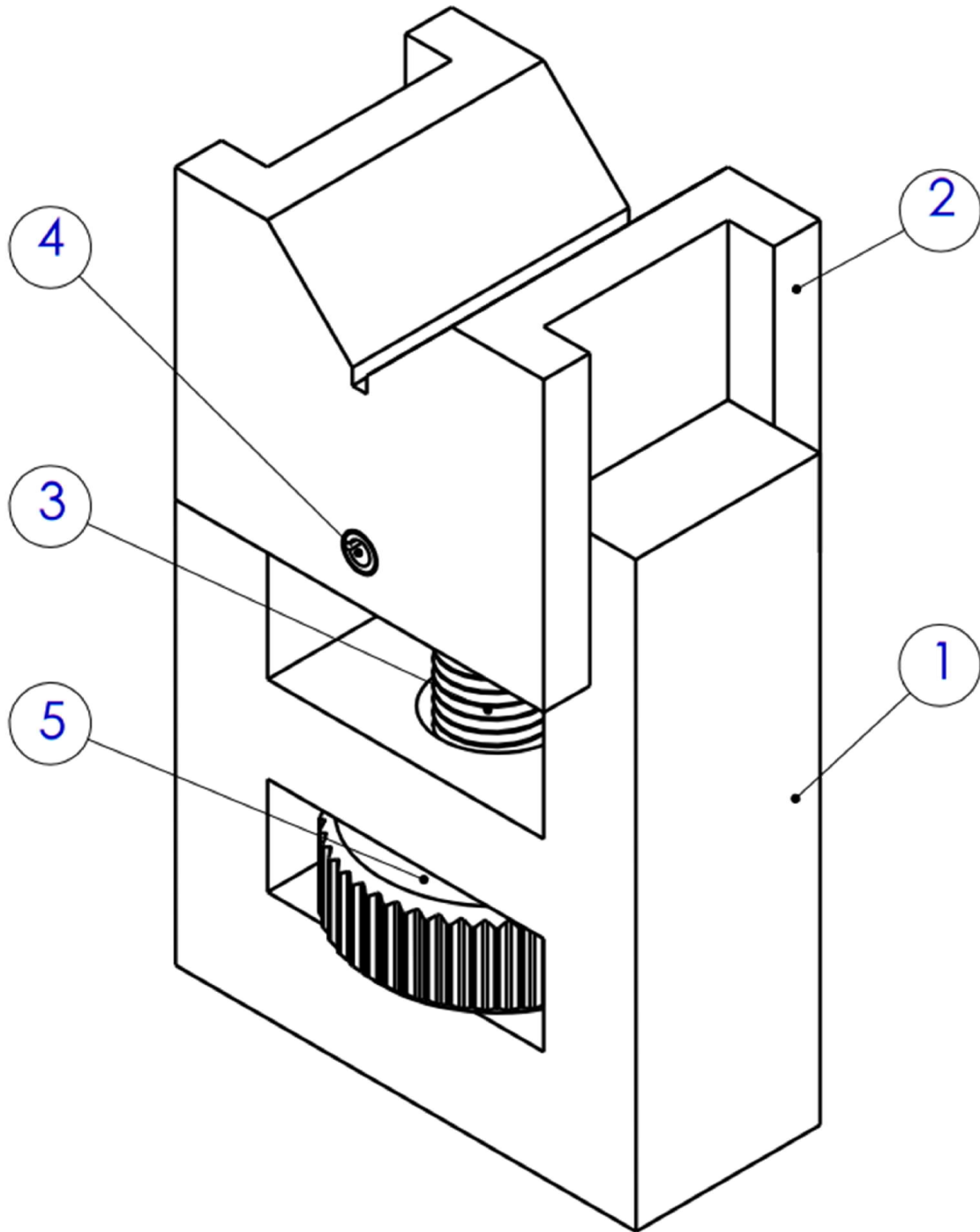


##### I-3 Nomenclature :

2	Coulisseau en Vé	4	Goupille élastique		
1	Corps	3	Tige filetée	5	Ecrou moleté
Rep	Nom	Rep	Nom	Rep	Nom

## Liaisons et Assemblages

### I-4 Modèle 3d



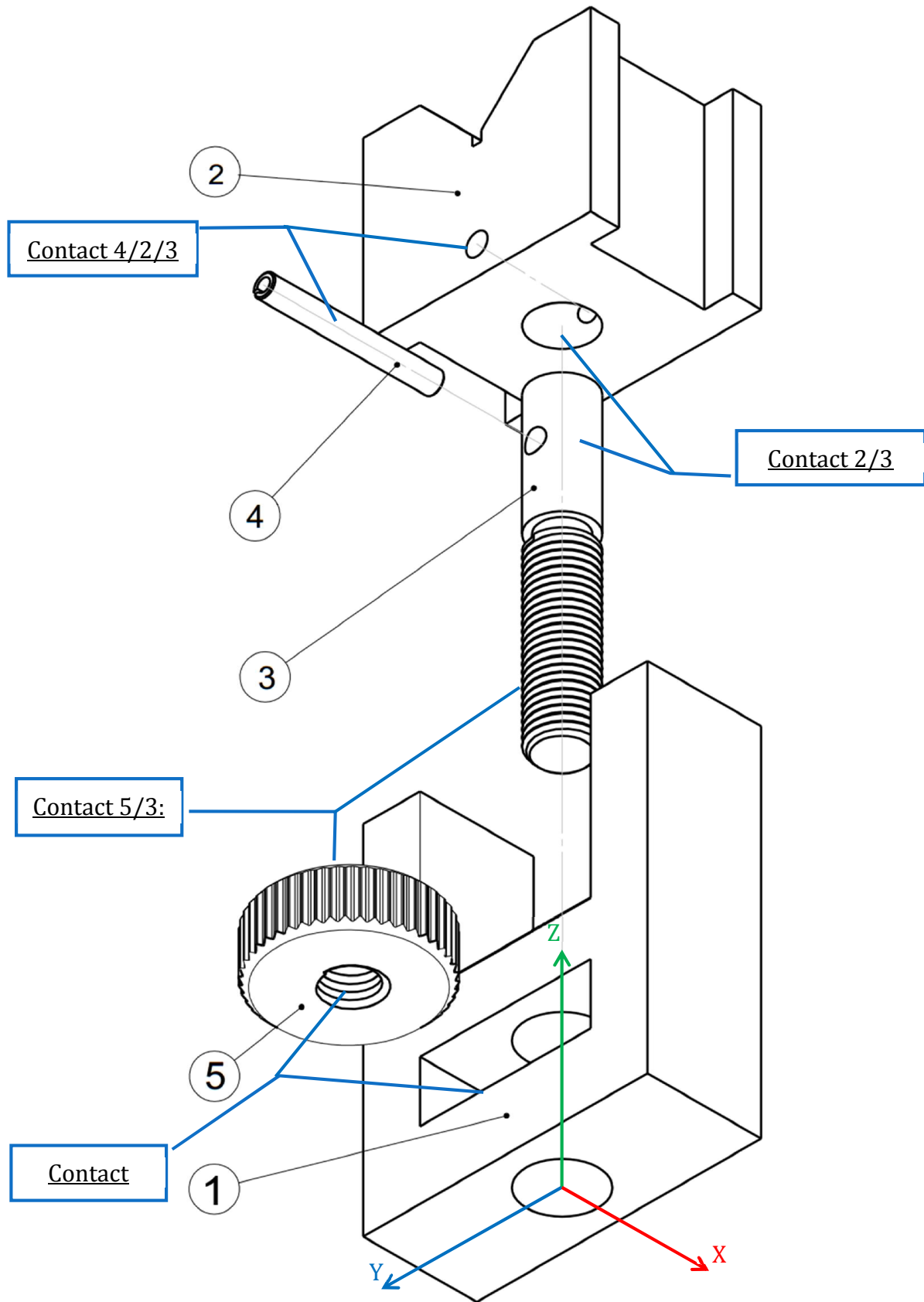
### I-5 Fonctionnement :

La rotation de l'écrou moleté 5 autour de l'axe Z provoque la translation du coulisseau 2 suivant l'axe Z



## Liaisons et Assemblages

### I-6 Dessin d'ensemble éclaté



## Liaisons et Assemblages

### .II Liaisons

#### II-1 Définition :

*Une liaison est une relation de contact entre deux pièces.*

#### II-2 Degrés de liberté

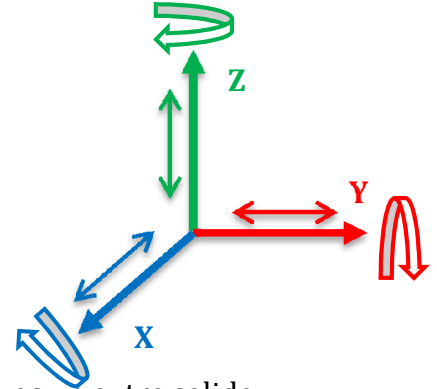
Un solide libre dans l'espace possède 6 mouvements possibles par rapport à un repère  $R(X,Y,Z)$  appelés degrés de liberté

##### 3 Rotations :

-  Rx
-  Ry
-  Rz

##### 3 Translations :

-  Tx
-  Ty
-  Tz



#### II-3 Degrés de liaison

Ce sont les degrés liberté éliminés par une relation de contact avec un autre solide.

*La nature des surfaces de contact détermine les mouvements relatifs*

#### II-4 Application

En se référant au dessin d'ensemble, au model 3D et au dessin éclaté, Compléter le tableau des liaisons suivant :

Pièces	Surfaces de contact		Degrés de liberté			Liaison	Symbole
			X	Y	Z		
1/2	Surfaces planes S1, S2	T				Glissière	
		R					
3/2	Surface cylindrique	T					
		R					
3/2/4	Surfaces cylindriques	T					
		R					
3/5	Surface hélicoïdale	T					
		R					
1/5	Surface plane	T					
		R					

#### II-5 Classe d'équivalence

C'est un groupe de pièces liées ensemble par liaison encastrement : EX : {3,2,4}

## Liaisons et Assemblages

### II-6 Liaisons usuelles

	Géométrie du contact	Degrés de liberté			Nom de la liaison	Symbole normalisé		
		T	R					
	Surfacique cylindrique			2				
	Surfacique cylindrique + Surfacique plan			1				
	Hélicoïdale			1				
	Surfacique sphérique			3				
	Surfacique sphérique + linéique rectiligne			2				
	Linéique annulaire			4				
	Plusieurs surfaciques plans			1				
	Surfacique plan			3				
	Linéique rectiligne			4				
	Ponctuel			5				

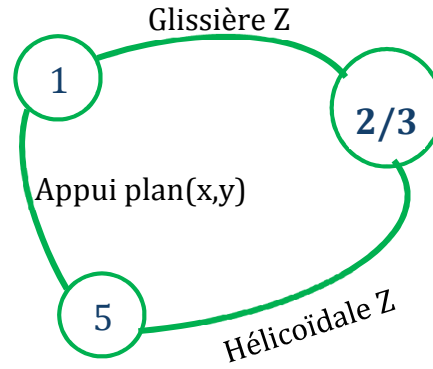
## Liaisons et Assemblages

### .III Schéma cinématique

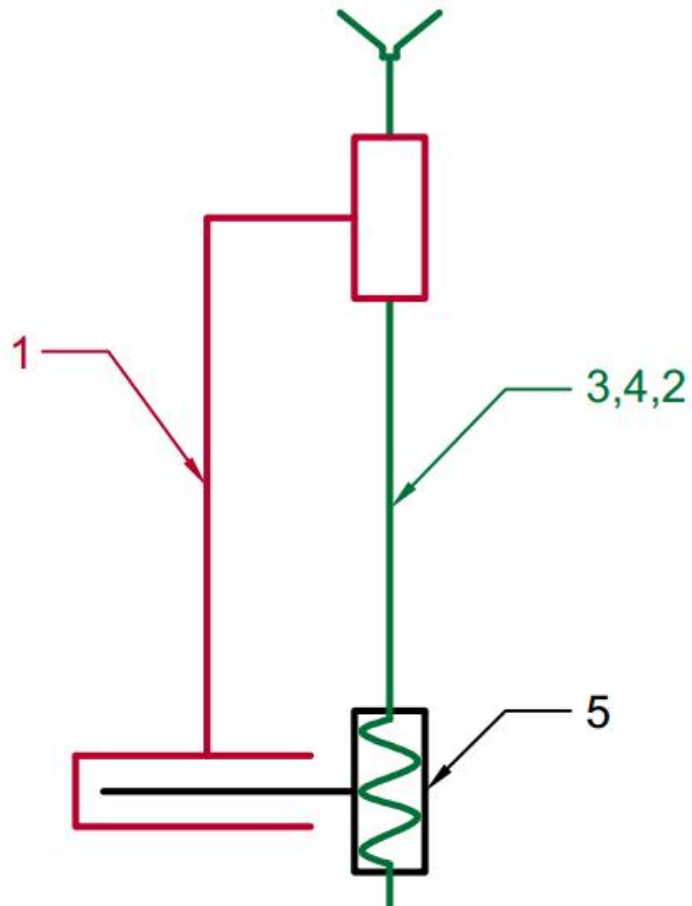
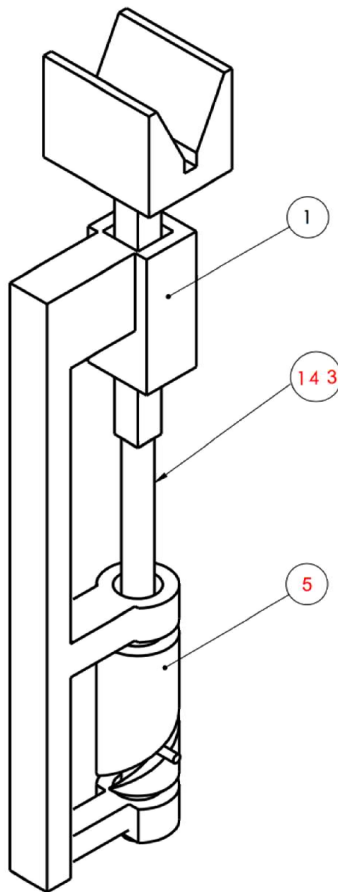
#### III-1 Définition :

C'est une représentation simplifiée du mécanisme qui décrit fidèlement son fonctionnement

#### III-2 Graphe des liaisons



#### III-3 Schéma cinématique

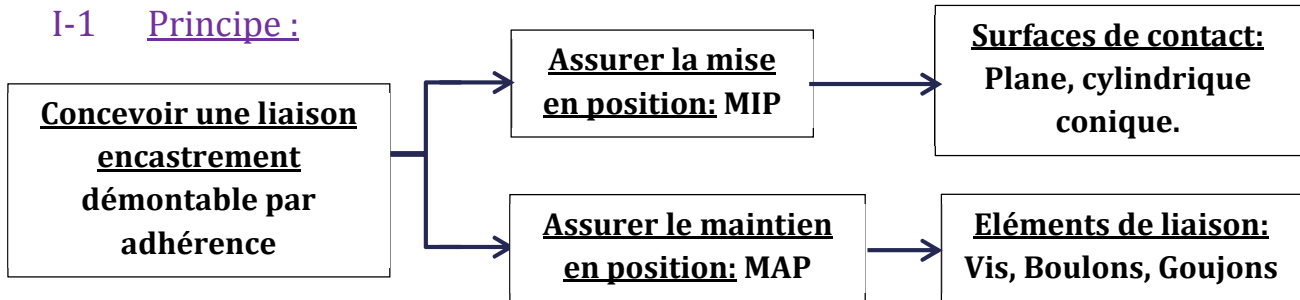


## Liaisons et Assemblages

### ETUDE DE LA LIAISON ENCASTREMENT

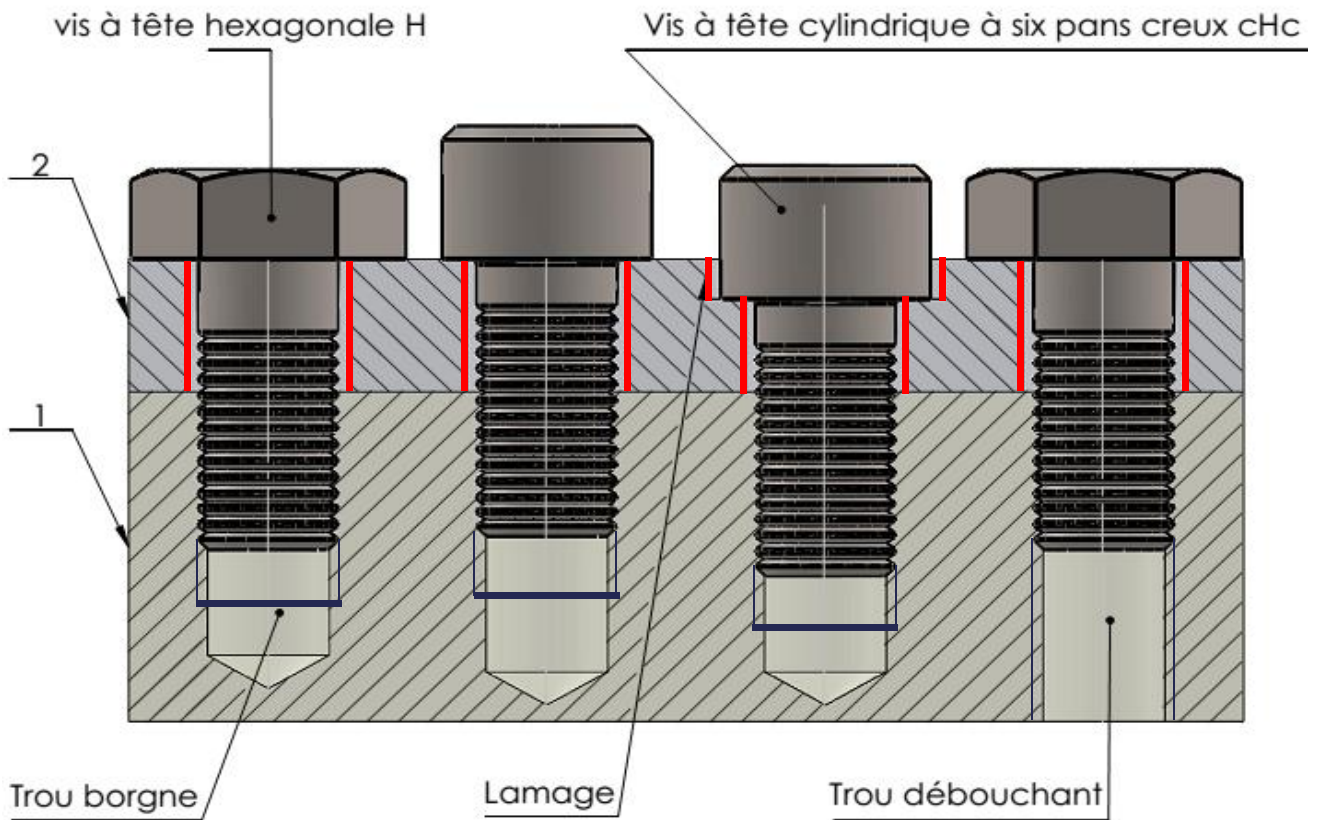
#### .I Liaisons encastrements démontables par adhérence

##### I-1 Principe :



##### I-2 Assemblage par Vis d'assemblage

###### 2.1 ) Principe

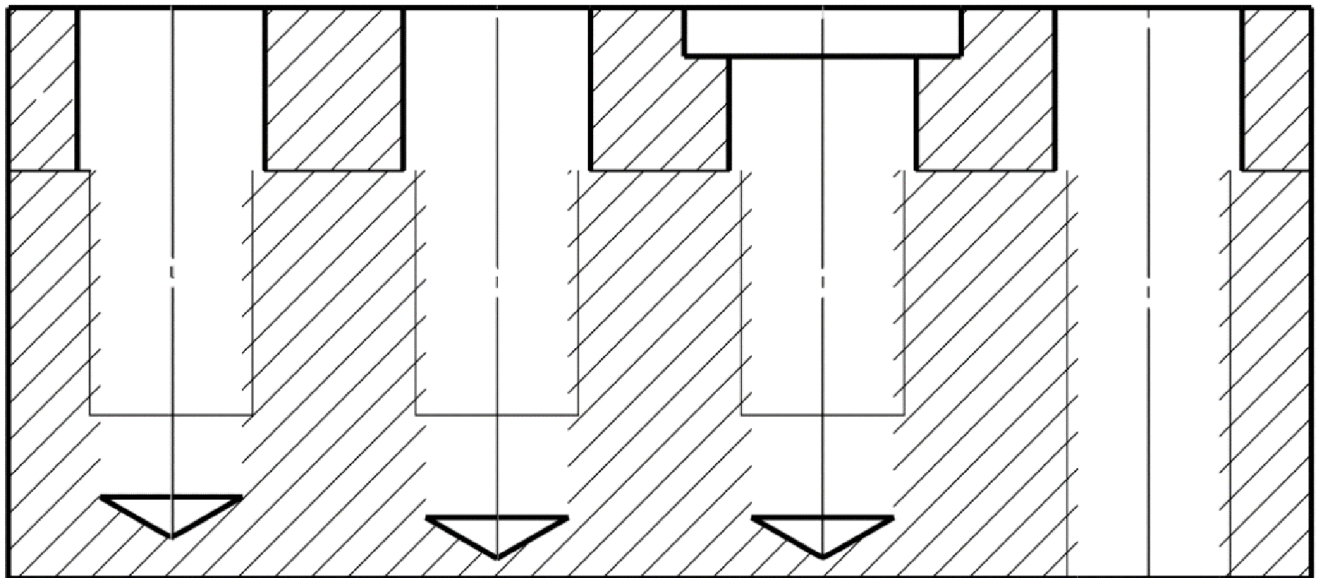


MIP : Surface plane  
 MAP : Vis d'assemblage

## Liaisons et Assemblages

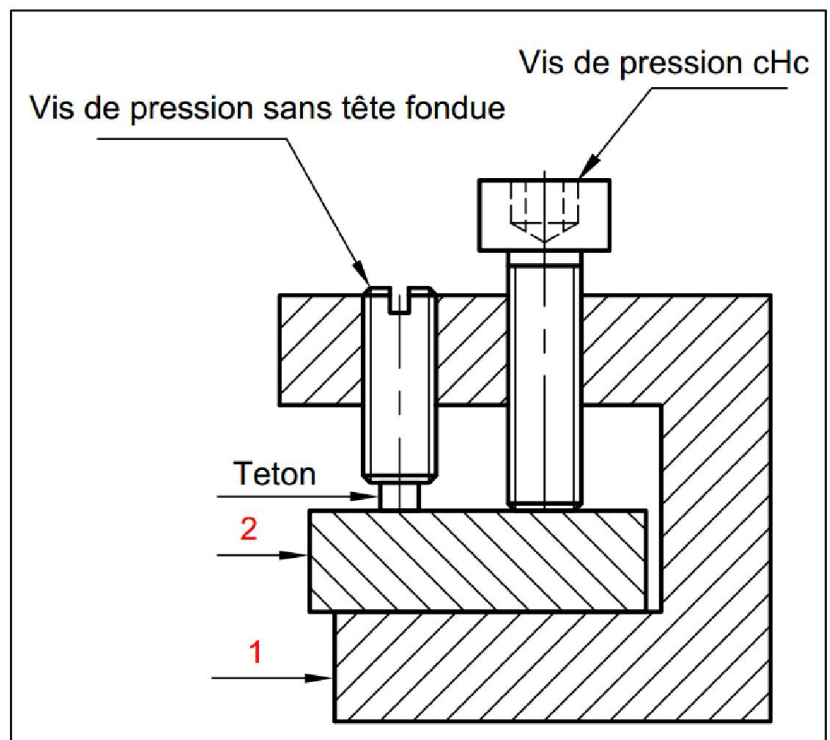
### 2.2 ) Représentation normalisée

(Compléter la représentation des vis d'assemblage)



### I-3 Assemblage par Vis de pression

MIP : Surface plane  
MAP : Vis de pression



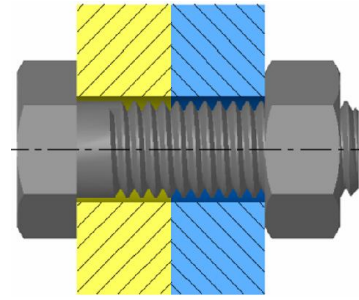


## Liaisons et Assemblages

### I-4 Assemblage par Boulons

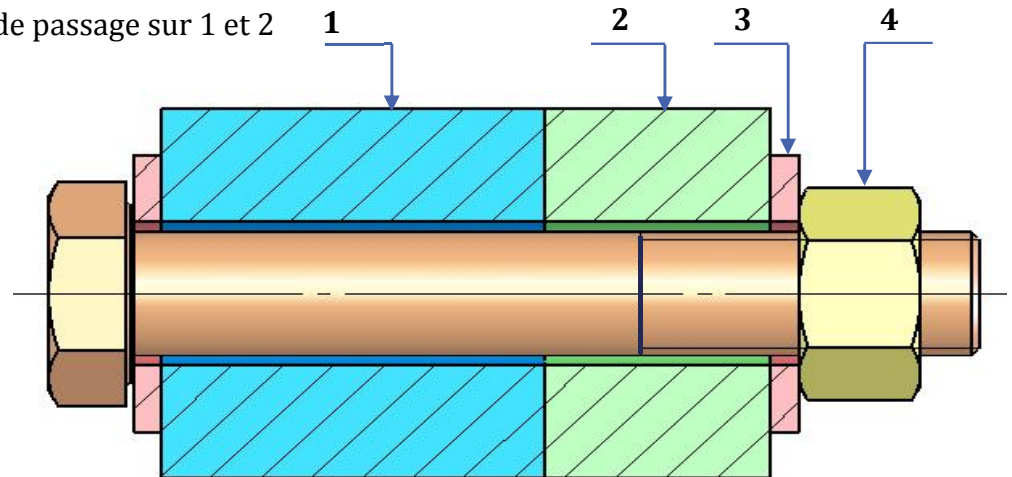
#### 4.1 ) Principe :

1.1. C'est une vis plus un écrou  
Les 2 pièces sont munies de trous de passage



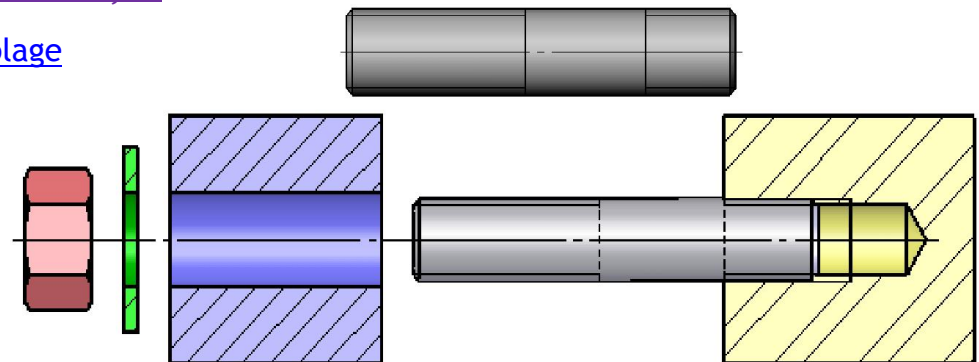
#### 4.2 ) Représentation normalisée

Repérer les trous de passage sur 1 et 2



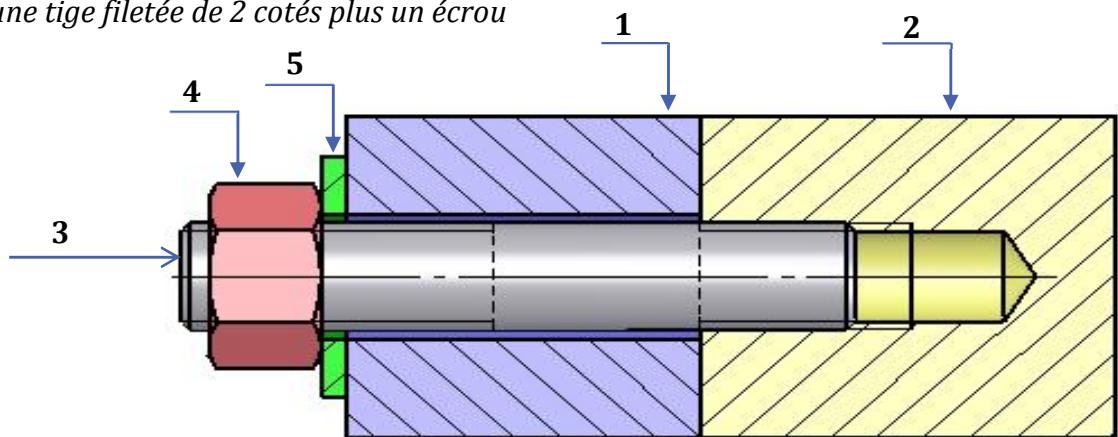
### I-5 Assemblage par Goujon

#### 5.1 ) Avant assemblage



#### 5.2 ) Après assemblage

C'est une tige filetée de 2 cotés plus un écrou



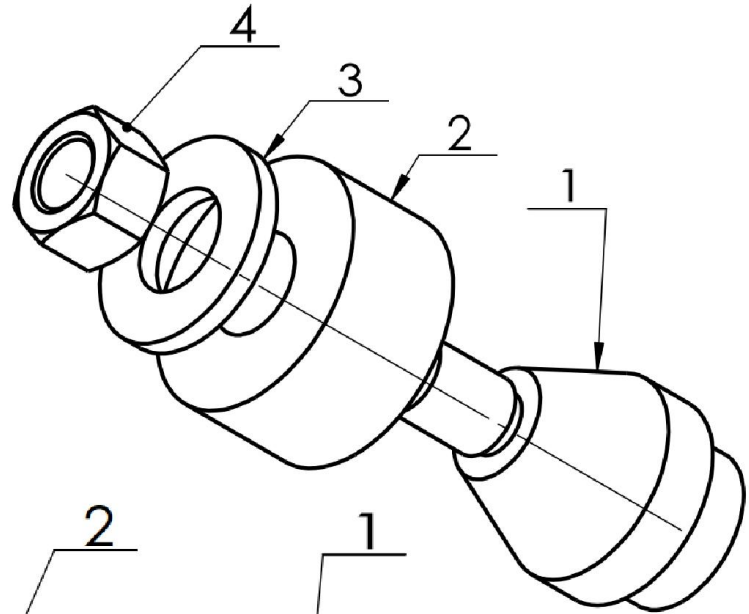
## Liaisons et Assemblages

### I-6 Assemblage par ecrou et surface conique

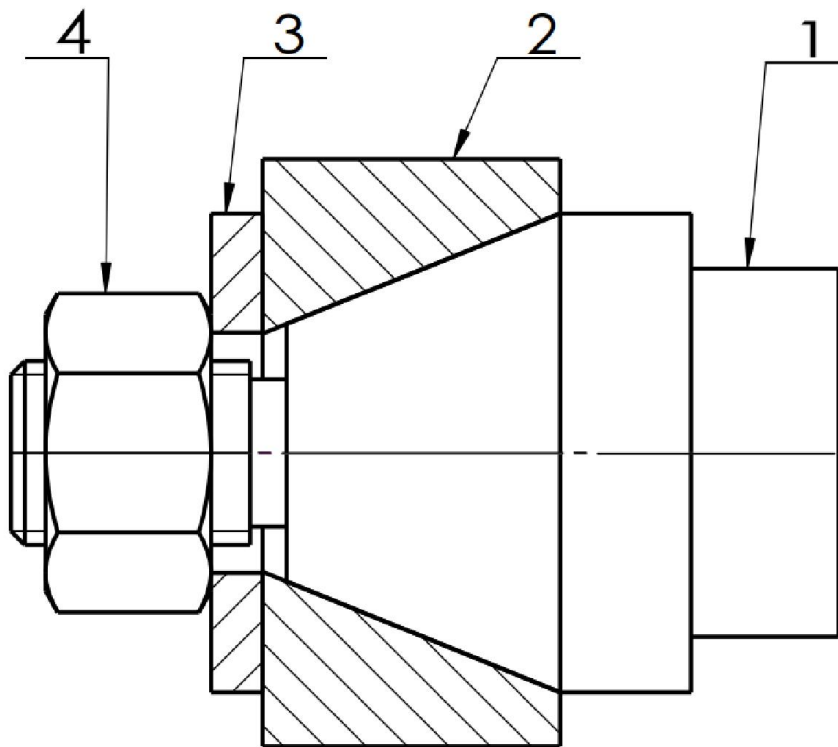
#### 6.1 ) Principe

MIP : surface conique

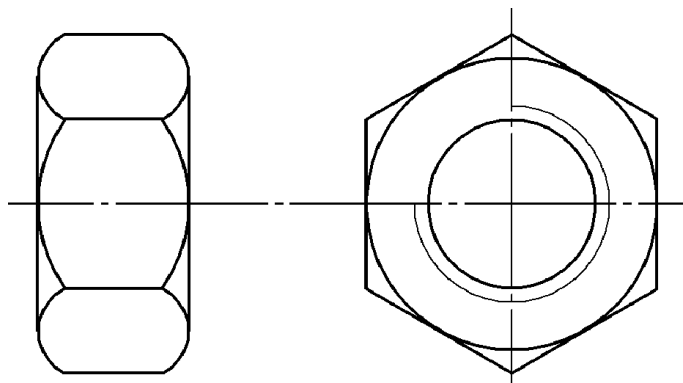
MAP : Ecrou H+ Rondelle



#### 6.2 ) Représentation normalisée



✚ Ecrou H seul

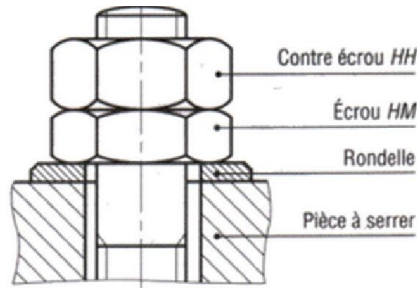




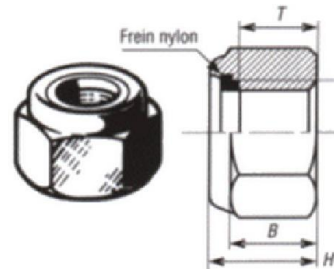
## Liaisons et Assemblages

### .II Freinage des éléments filetés

#### II-1 Contre écrou

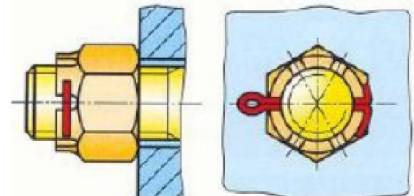
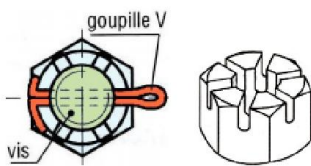


#### II-2 Ecrou auto-freiné NYLSTOP



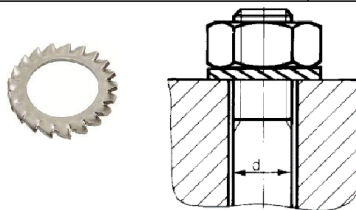
#### II-3 Ecrou à créneaux et goupille V

Par Ecrou HK et goupille V

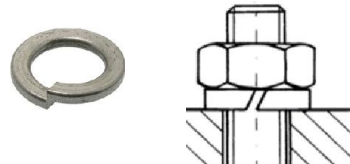


#### II-4 Rondelle de freinage

##### 4.1 ) Rondelle à dents

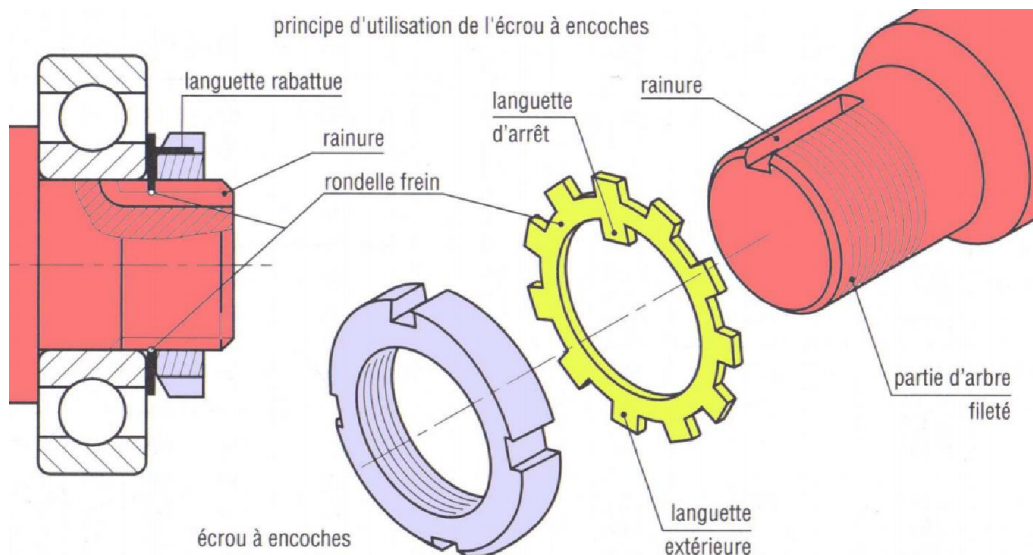


##### 4.2 ) Rondelle Grower



##### 4.3 ) Ecrou à encoche et rondelle frein

principe d'utilisation de l'écrou à encoches



## Liaisons et Assemblages

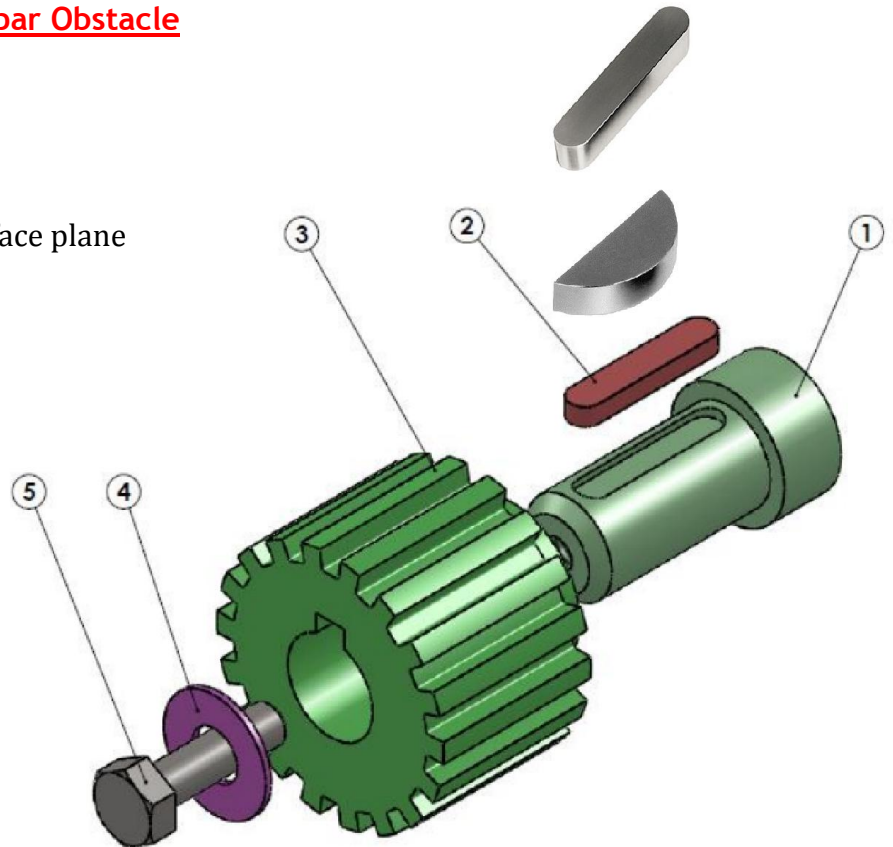
### .III Liaison encastrement par Obstacle

#### III-1 Liaison par clavette

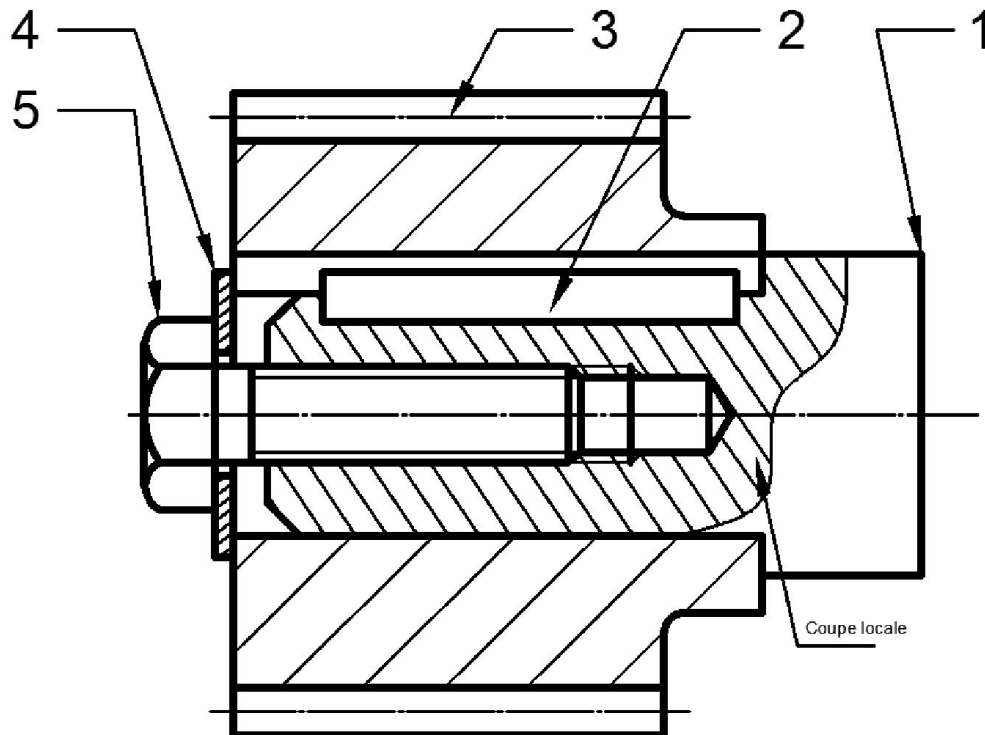
##### 1.1 ) Principe :

**MIP** : Surface cylindrique, surface plane

**MAP** : Vis plus rondelle



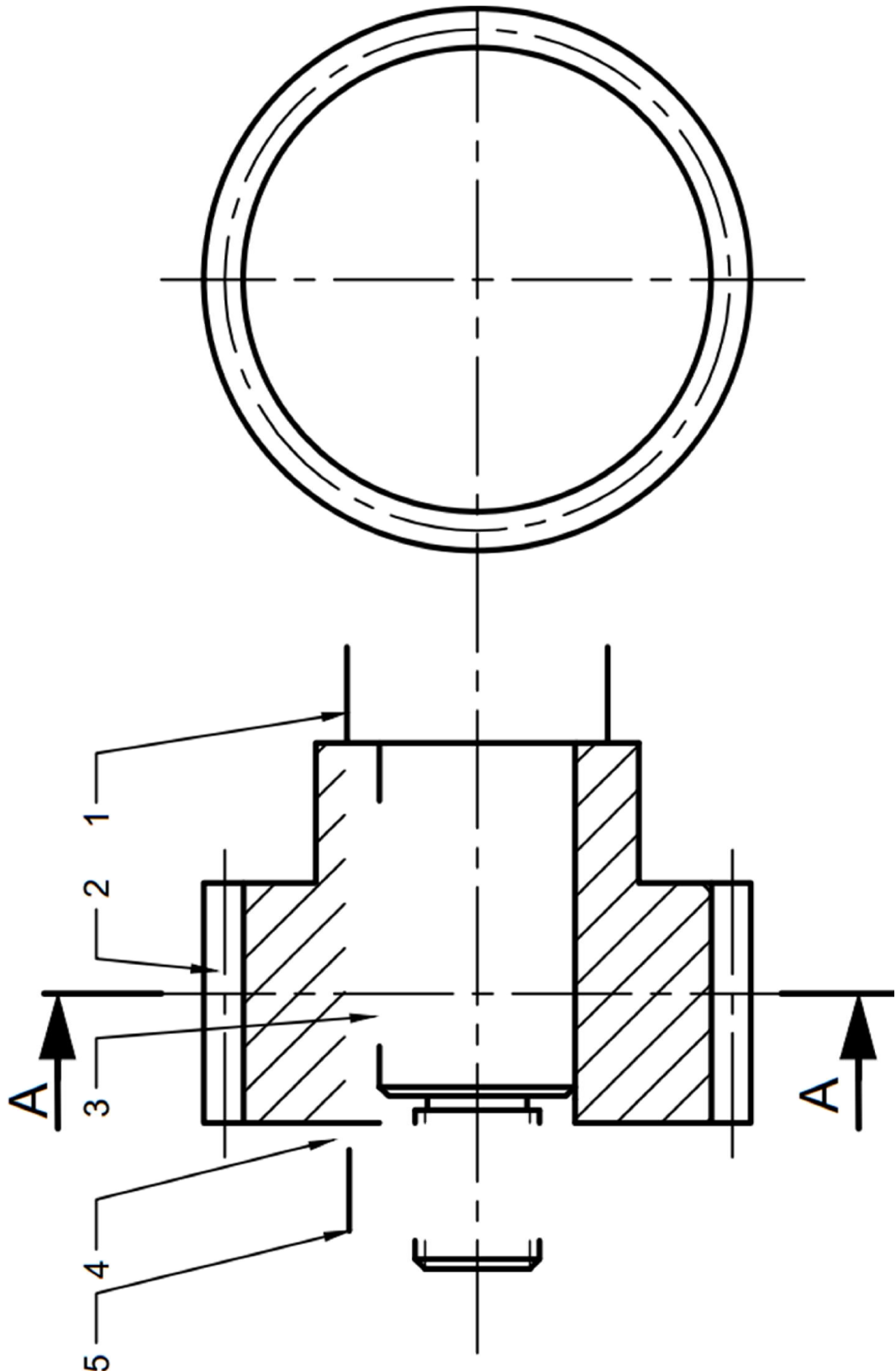
##### 1.2 ) Représentation ;



## Liaisons et Assemblages

### 1.3 ) Application :

Concevoir la liaison encastrement 1 et 2 par clavette 3 Ecrou H 5 et Rondelle plate 4  
Compléter la vue de Gauche en coupe A-A de la roue dentée 2 seule



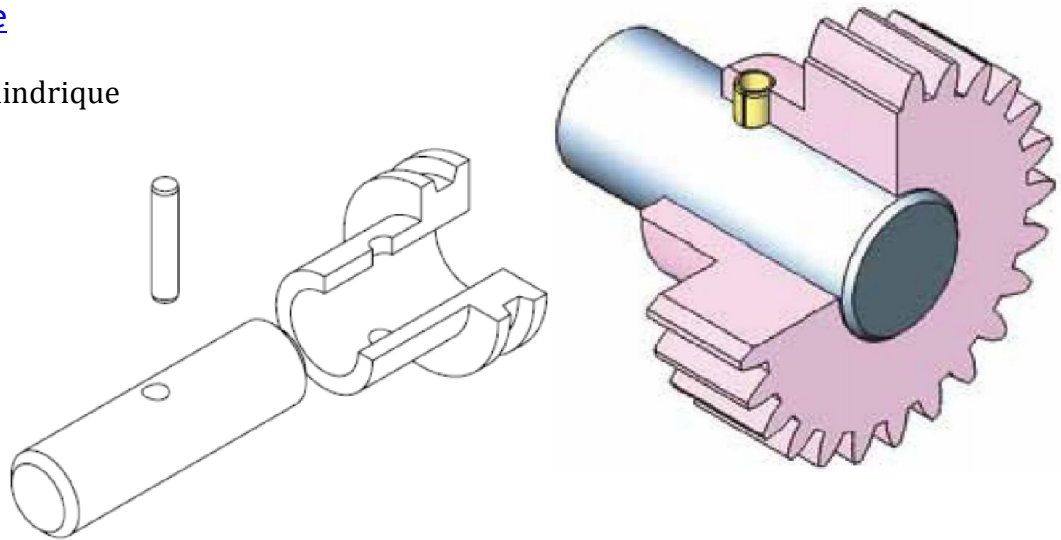
## Liaisons et Assemblages

### III-2 Liaison par Goupille

#### 2.1 ) Principe

**MIP** : Surface cylindrique

**MAP** : Goupille

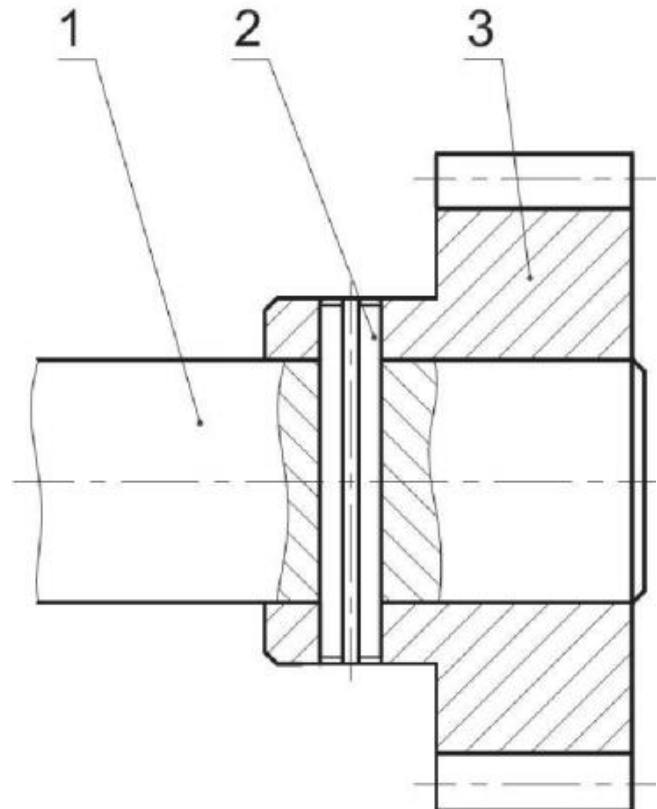


#### 2.2 ) Représentation :

**GOUPILLE ELASTIQUE**



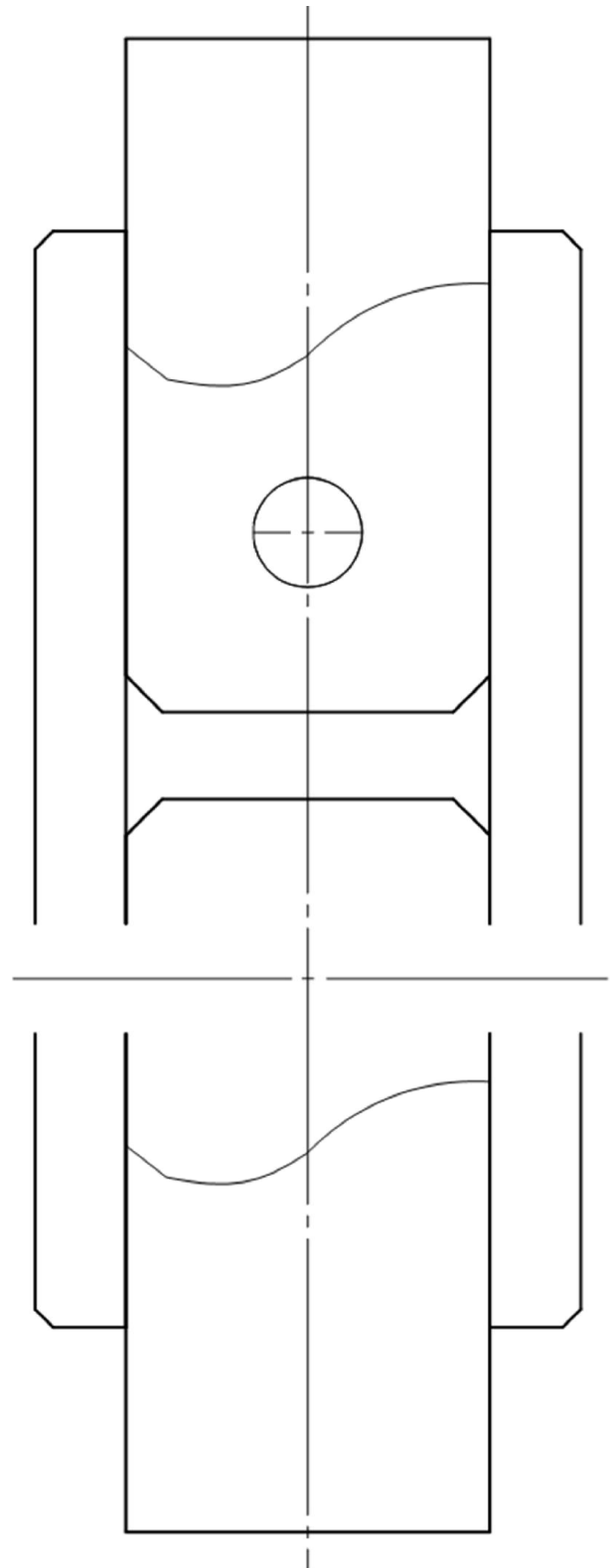
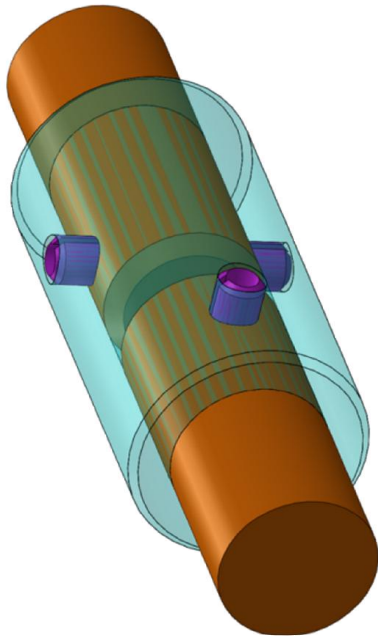
**GOUPILLE CYLINDRIQUE**



## Liaisons et Assemblages

### 2.3 ) Application :

*Compléter la conception de l'accouplement des arbres suivante par Deux goupilles Elastique Fondues*

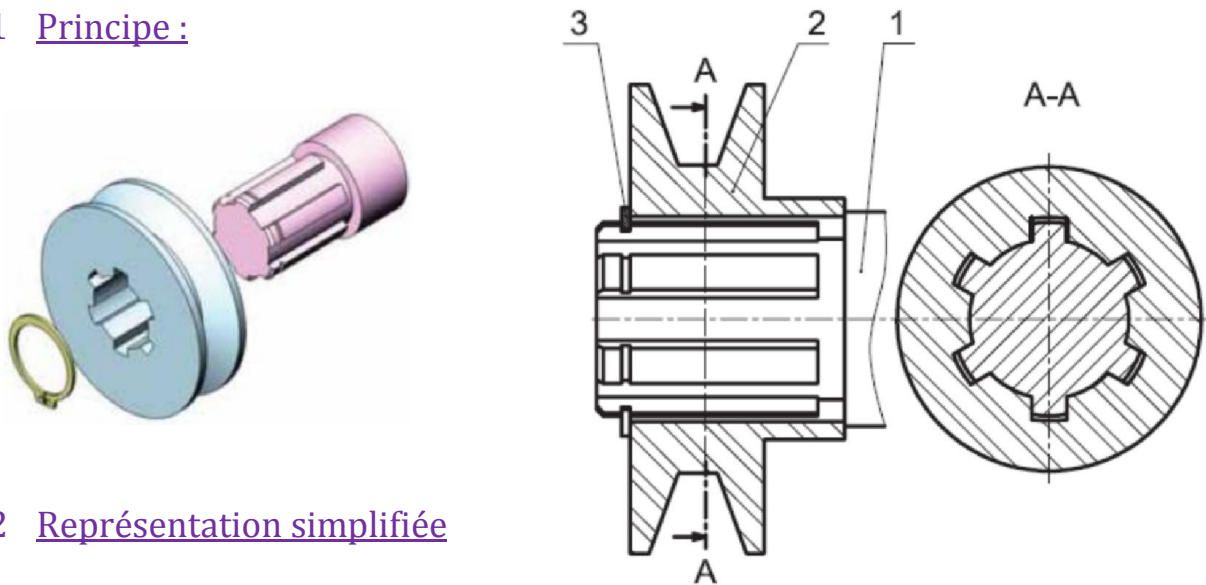




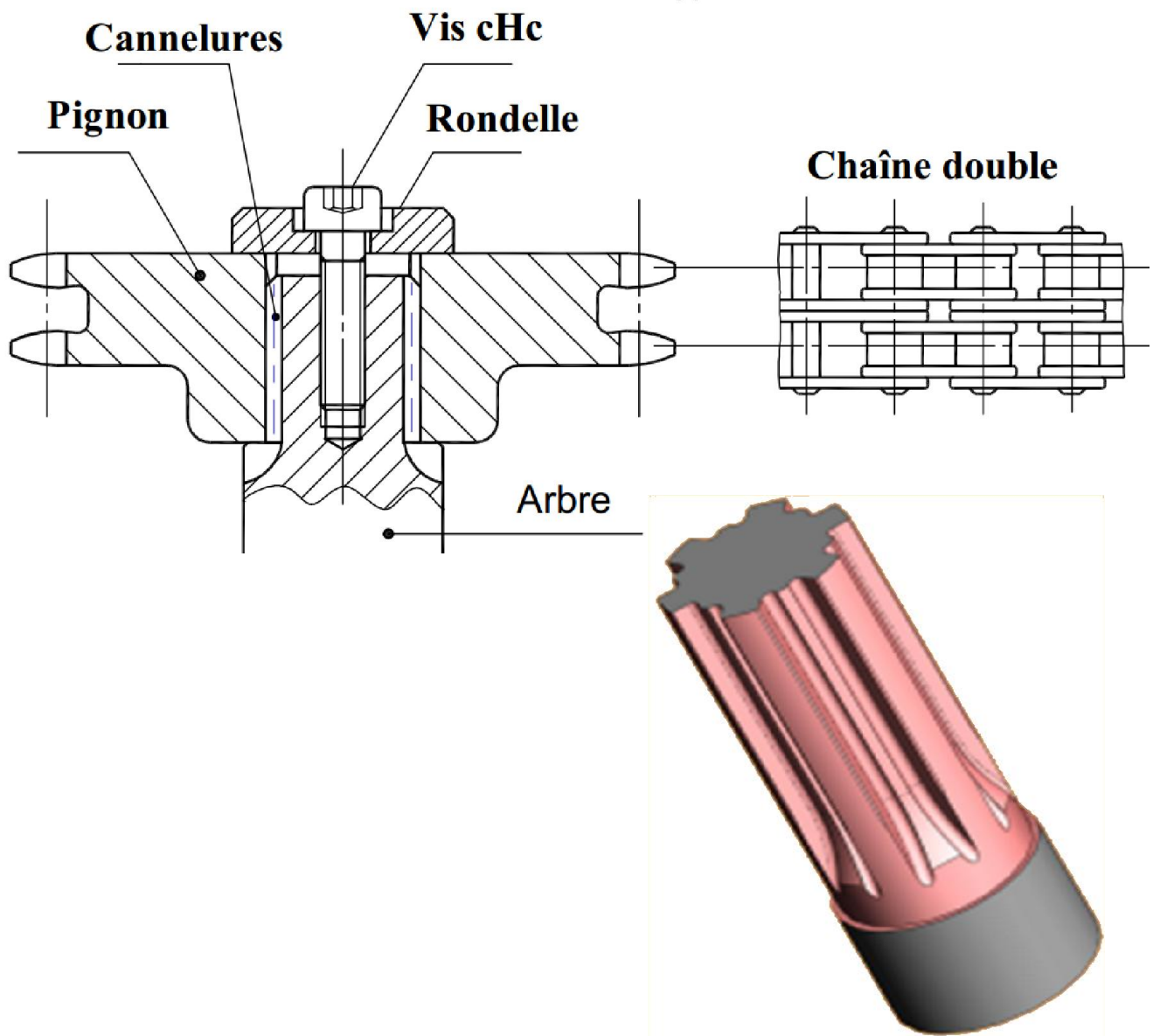
## Liaisons et Assemblages

### .IV Liaison par cannelures

#### IV-1 Principe :



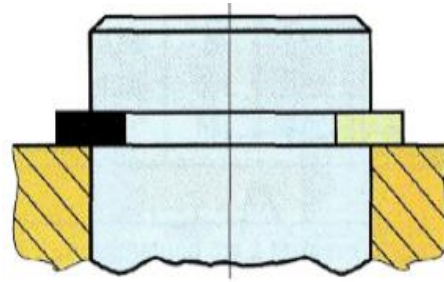
#### IV-2 Représentation simplifiée



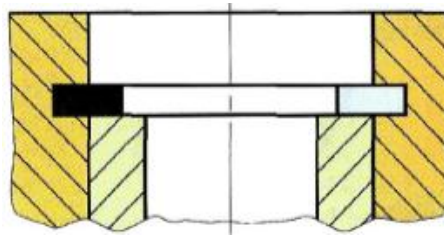
## Liaisons et Assemblages

### .V Les Anneaux Elastiques

#### V-1 Circlips pour arbre

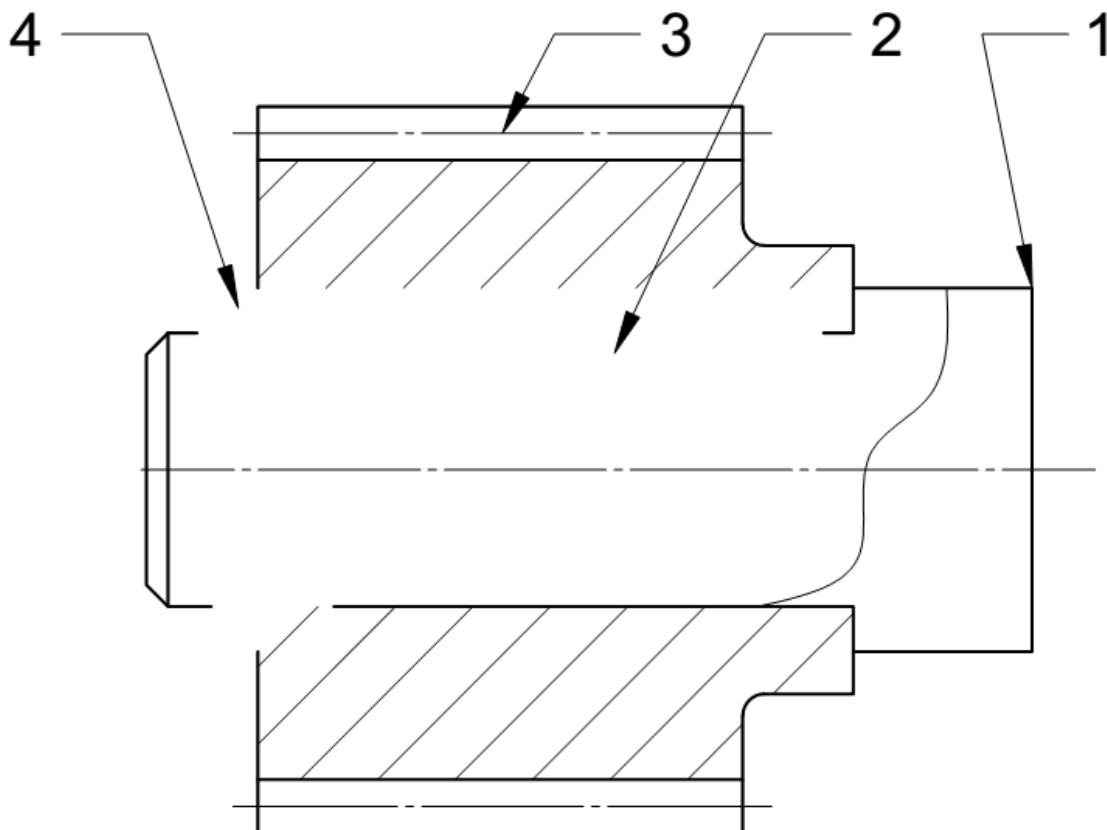


#### V-2 Circlips pour alésage



#### V-3 Application :

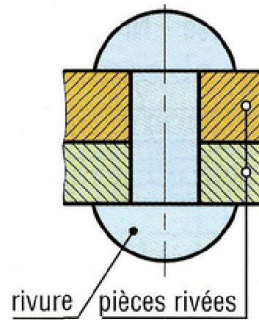
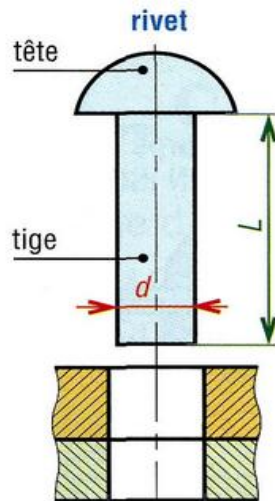
Compléter la liaison encastrement de 3 avec 1 par une clavette 2 et un anneau élastique 4



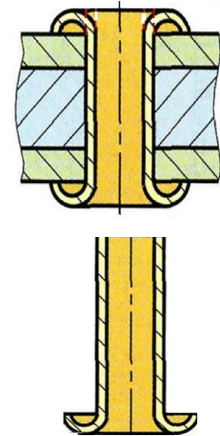
## Liaisons et Assemblages

### .VI Liaison Encastrement Indementable

#### VI-1 Liaison par rivet

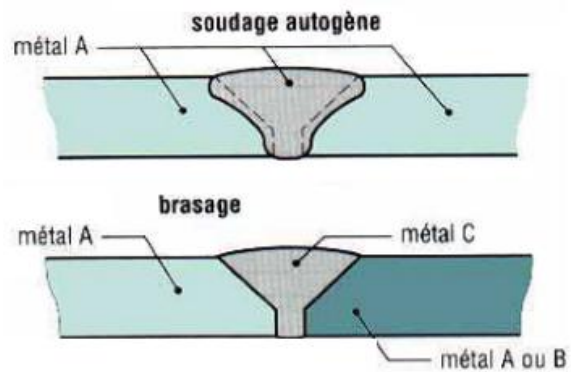


Rivet creuse

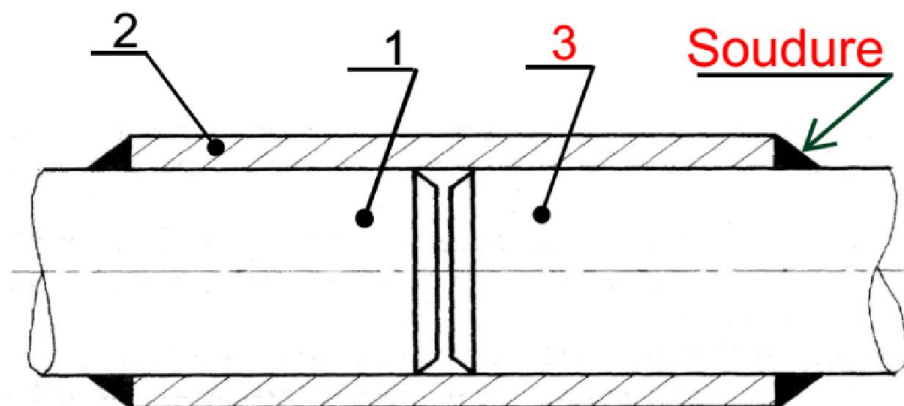


#### VI-2 Liaison par soudage

##### 2.1 ) Principe :



##### 2.2 ) Représentation :



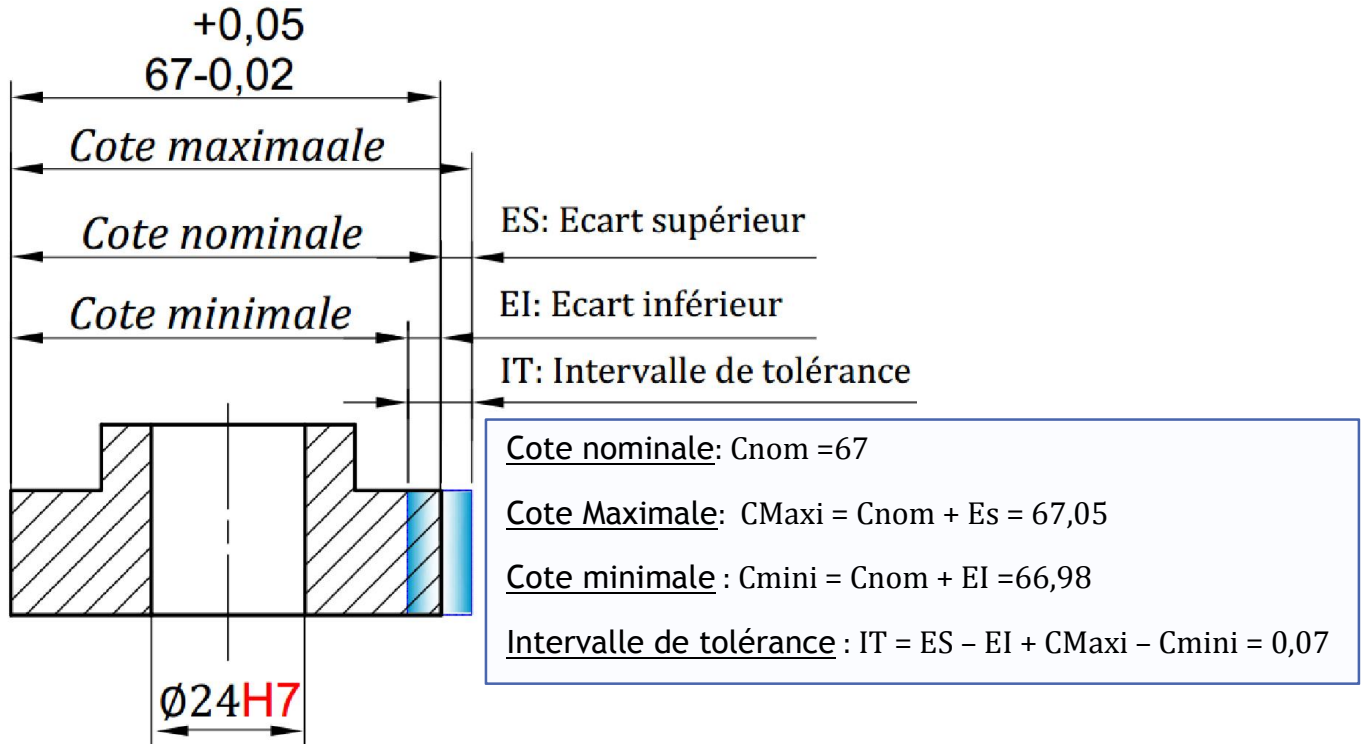


## Liaisons et Assemblages

### COTATION TOLÉRANCEE ET AJUSTEMENTS

#### .I Notion de tolérance

Une pièce ne peut jamais être réalisée avec des dimensions rigoureusement exactes. Mais pour qu'elle remplisse sa fonction dans un mécanisme, il suffit en pratique que chaque dimension soit comprise entre deux limites : Ecart supérieur et inférieur



#### .II Tolérances du système ISO

$\Phi 24H7$  : Cote pour alésage.

$\Phi 24g6$  : Cote pour Arbre.

$\Phi 24$	Cote nominale : Diamètre 24
Lettre Majuscule : H	Indique la position de l'IT par rapport à la cote nominale d'un alésage
Lettre Minuscule : g	Indique la position de l'IT par rapport à la cote nominale d'un arbre
7, 6	Qualité : indique la valeur de l'IT
$\Phi 24H7$	Sur le tableau des ajustement on lie : $24 \pm$
$\Phi 24g6$	Sur le tableau des ajustement on lie : $24 \pm$

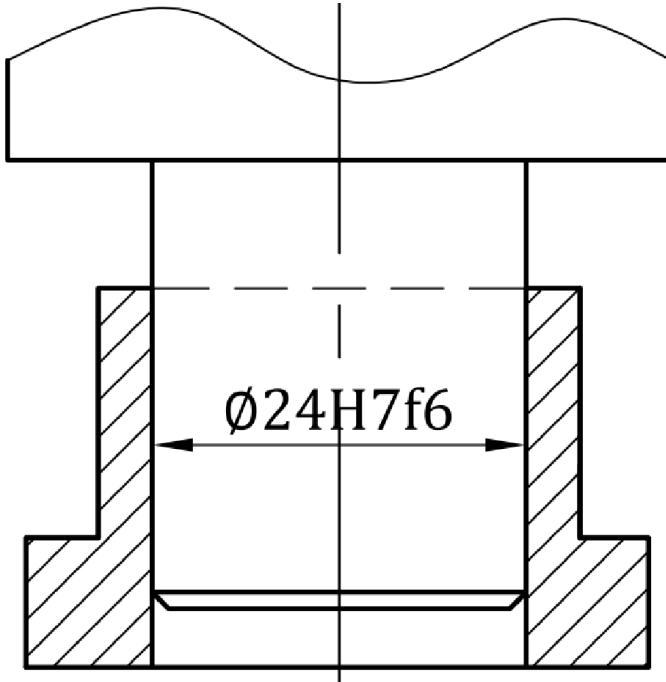
## Liaisons et Assemblages

### .III Ajustement :

#### III-1 Définition :

C'est une cotation normalisée utilisée pour les assemblages de deux pièces Arbre et Alesage, il permet de spécifier à la fois la cote du contenant ou alésage, et celle du contenu ou arbre

Φ 24H7f6



#### Cote de l'arbre :

Φ 24f6 :

Cnom : 24

CMaxi :

Cmini :

#### Cote de l'alésage :

Φ 24H7 :

Cnom : 24

CMaxi :

Cmini :

#### III-2 Nature de l'ajustement :

##### 2.1 ) Ajustement Avec jeu :

$J_{\min} = C_{\min} \text{ de l'Alésage} - C_{\max} \text{ de l'Arbre} \geq 0$   
Cote Arbre < Cote Alésage

##### 2.2 ) Ajustement Avec serrage :

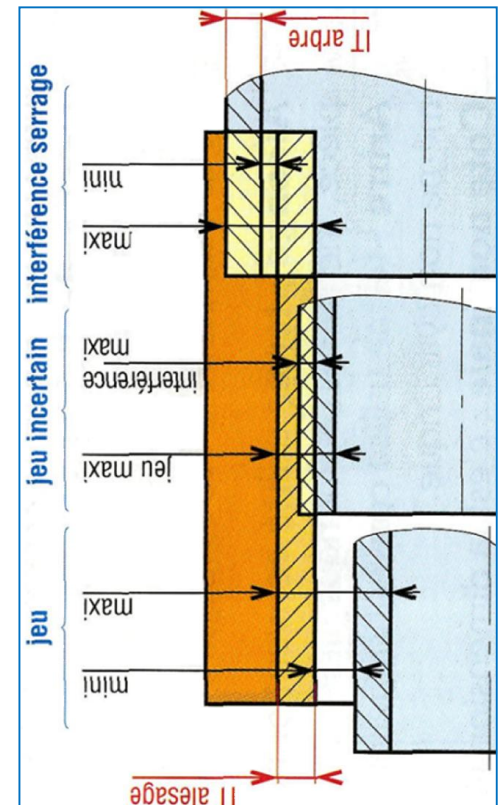
$J_{\max} = C_{\max} \text{ de l'Alésage} - C_{\min} \text{ de l'Arbre} \leq 0$   
Cote Arbre > Cote Alésage

##### 2.3 ) Ajustement incertain

$J_{\max} = C_{\max} \text{ de l'Alésage} - C_{\min} \text{ de l'Arbre} \geq 0$   
 $J_{\min} = C_{\min} \text{ de l'Alésage} - C_{\max} \text{ de l'Arbre} \leq 0$

Cote-min Arbre < Cote-Max Alésage

Cote-Max Arbre < Cote-min Alésage



## Liaisons et Assemblages

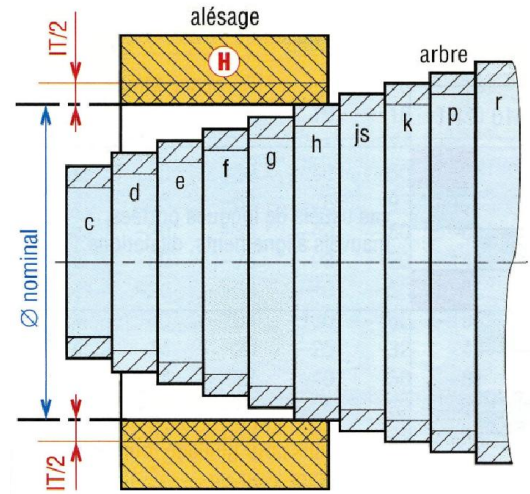
### III-3 Système à alésage normal H

Dans ce système l'Alésage est toujours pris comme base et tolérancé H. Seule la dimension de l'arbre varie.

#### 3.1 ) Remarque :

De (a à h) H les ajustements sont avec jeu

De (m à z) H les ajustements sont avec serrage

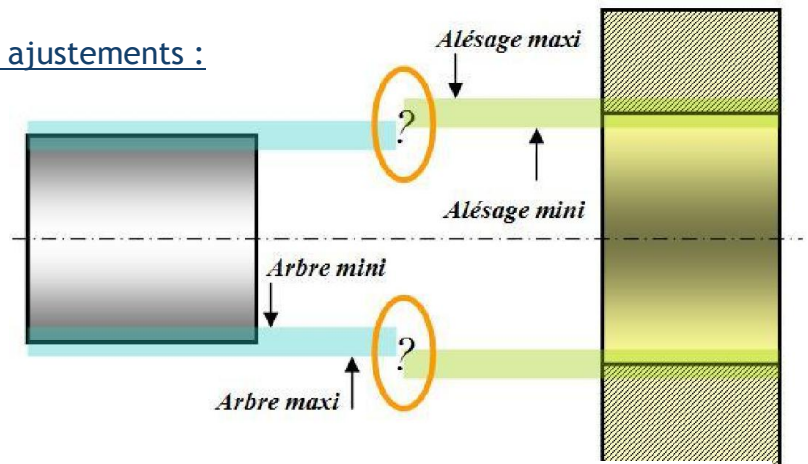


#### 3.2 ) Application :

a ) Compléter le tableau suivant:

Ajustements	Alésage				Arbre			JMax	Jmin
	Cn	ES	EI	IT	es	ei	it		
80H7/g6									
185 H7/p6									
250 H6/h5									
12 H8/m6									
80 H6/g5									

b ) Conclure sur la nature des ajustements :



Ajustements	Alésage en (µm)		Arbres en (µm)		Nature
80H7/g6	+30	-0	-10	-29	.....
185 H7/p6	+46	-0	+79	+50	.....
250 H6/h5	+29	-0	+0	-20	.....
12 H8/m6	+27	-0	+18	+7	.....
80 H6/g5	+19	-0	-10	-30	.....

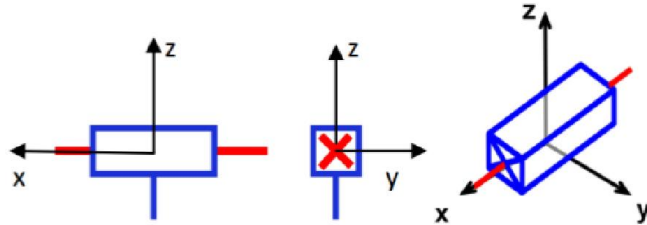
## Liaisons et Assemblages

### GUIDAGE EN TRANSLATION

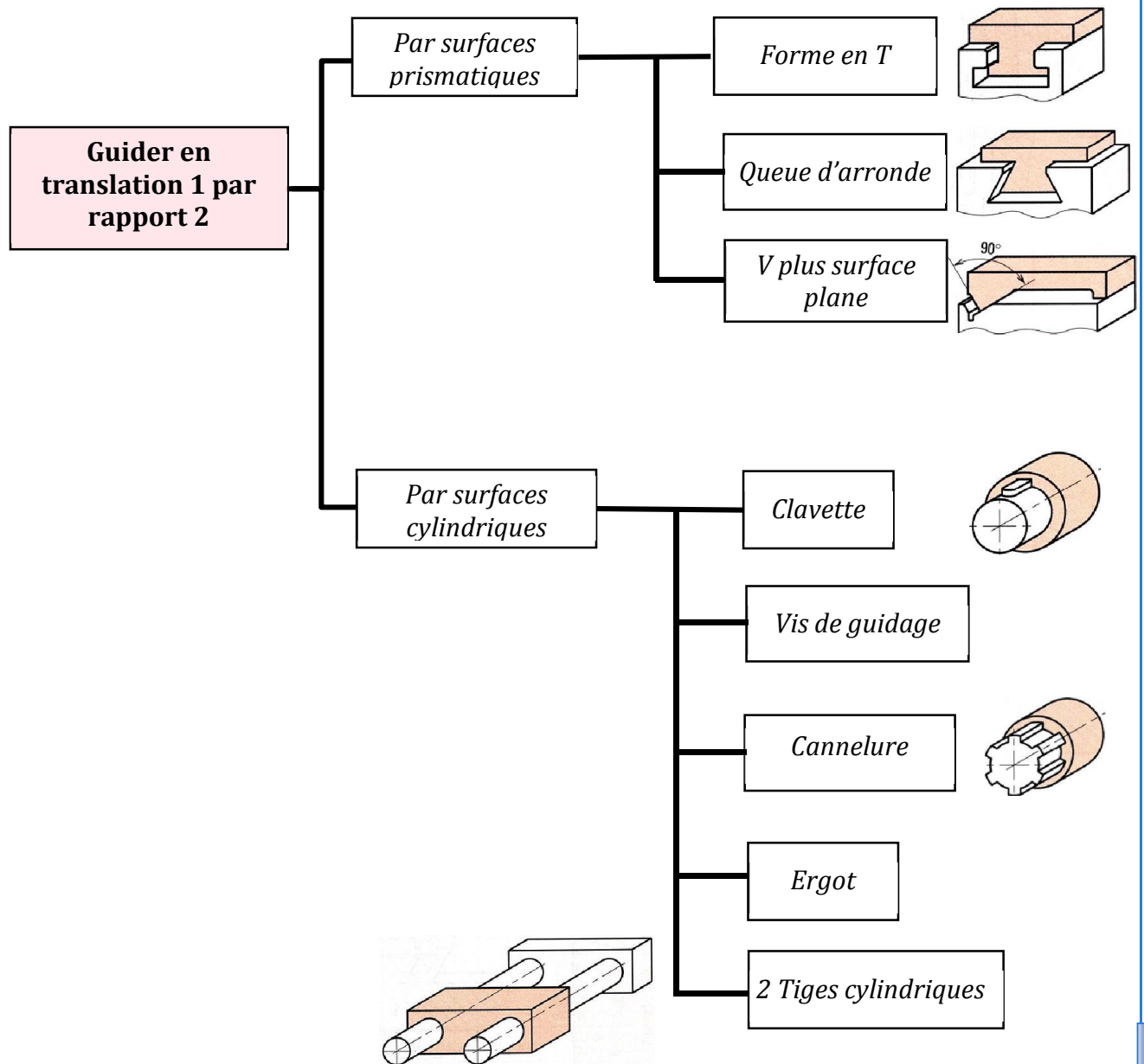
#### .I Définition :

La solution constructive qui réalise une liaison glissière est appelée *guidage en translation*.

#### .II Schéma cinématique :



#### .III Solutions technologiques :





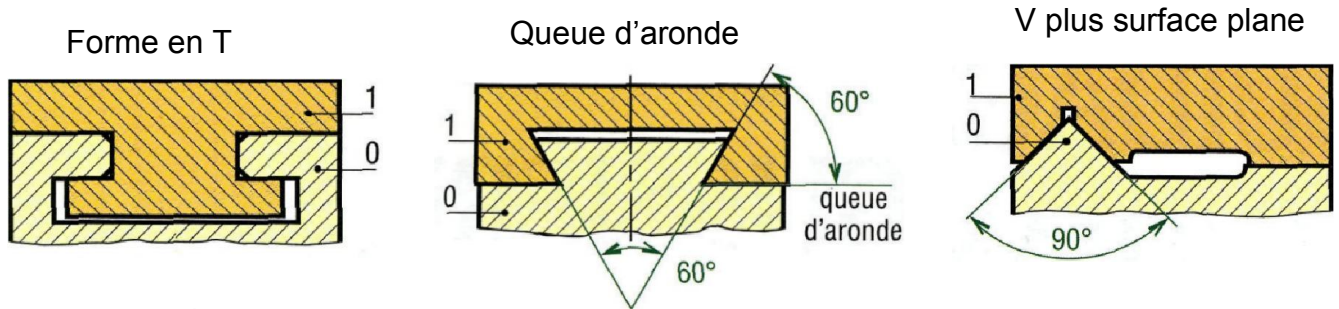
## Liaisons et Assemblages

### III-1 Guidage par surfaces prismatique

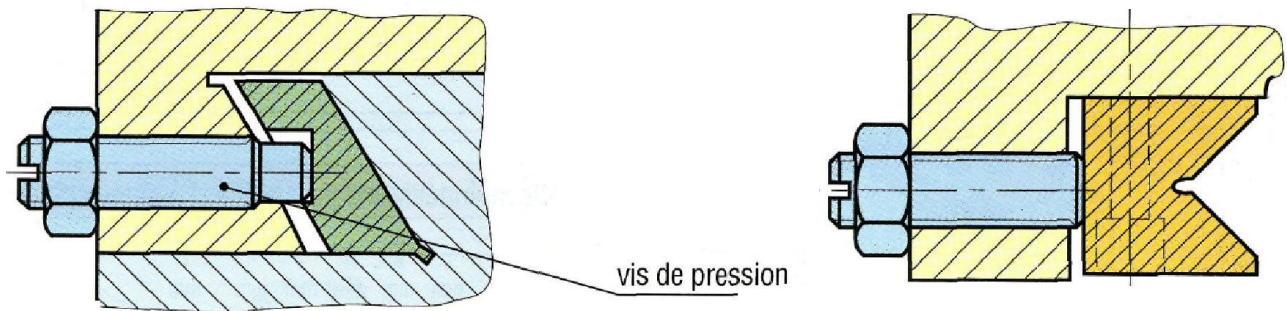
#### 1.1 ) Contact direct

- ✚ Solution simple et économique
- ✚ Frottement important entre le coulisseau et la glissière,
- ✚ Réglage de jeu indispensable.

##### a ) Exemple de solution :



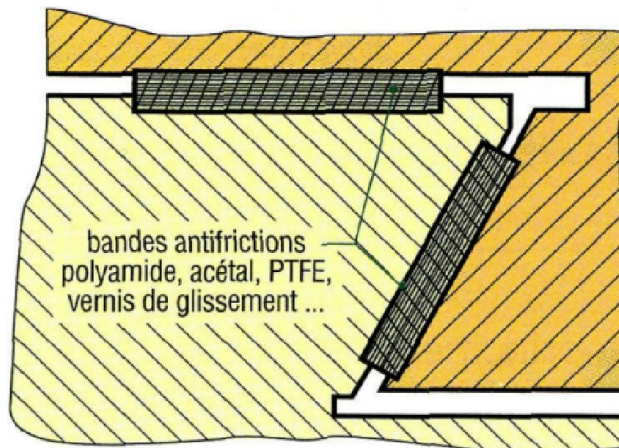
##### b ) Réglage du jeu fonctionnel



#### 1.2 ) Contact indirect

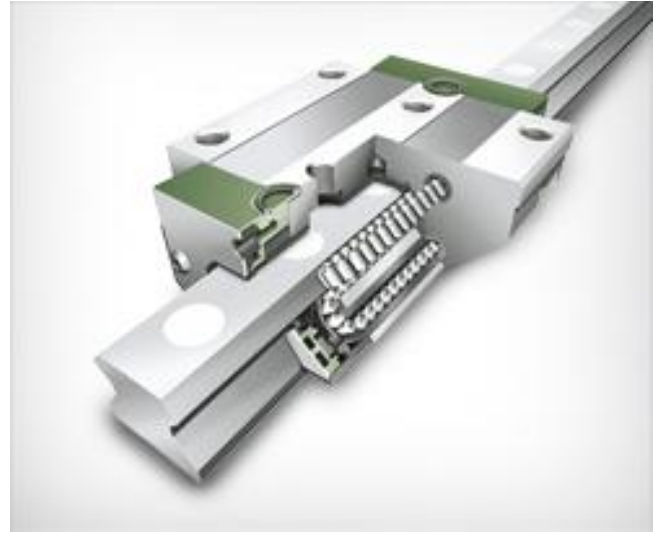
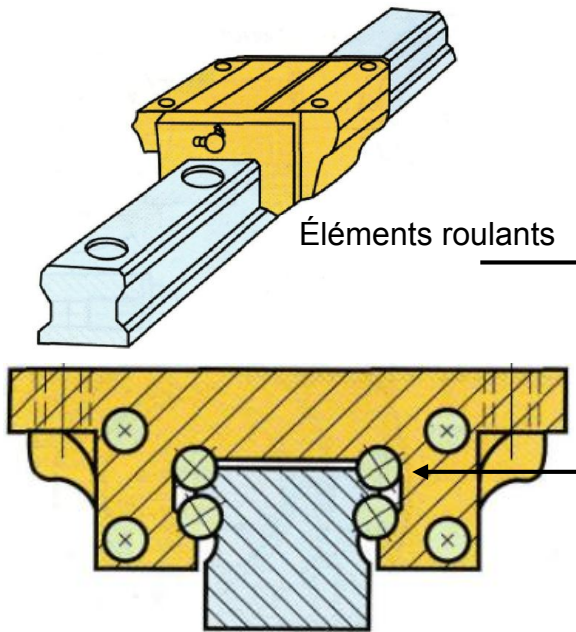
Pour diminuer le frottement on interpose entre les surfaces de contact des bandes anti friction ou éléments roulants

##### a ) Guidage par interposition de Bandes anti friction

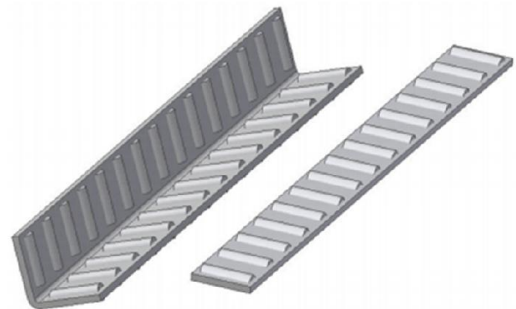
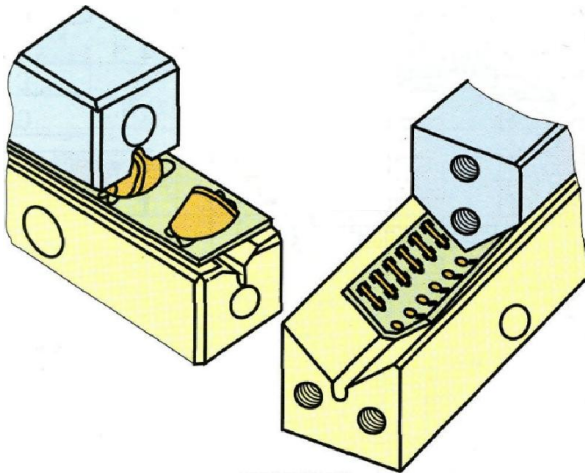


## Liaisons et Assemblages

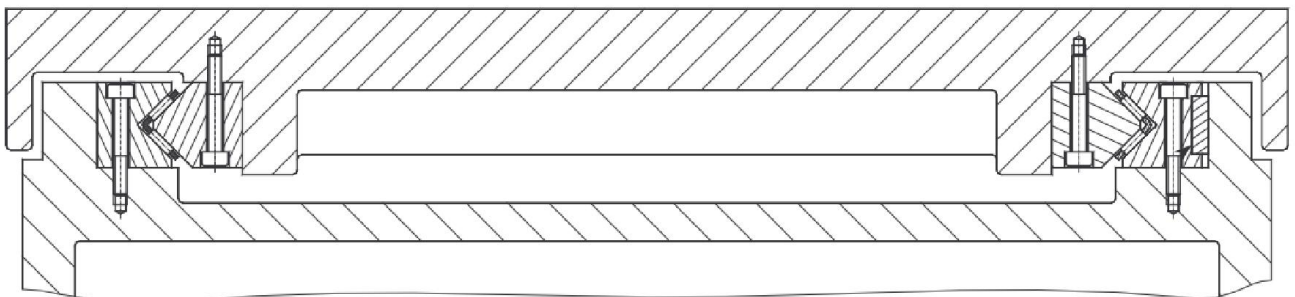
### b) Guidage par interposition d'éléments roulants



### ⚡ Patins à billes à rouleaux ou à aiguilles



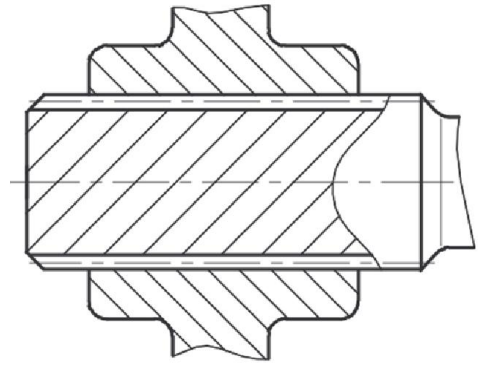
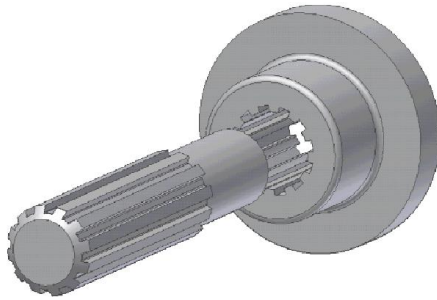
### ⚡ Représentation graphique



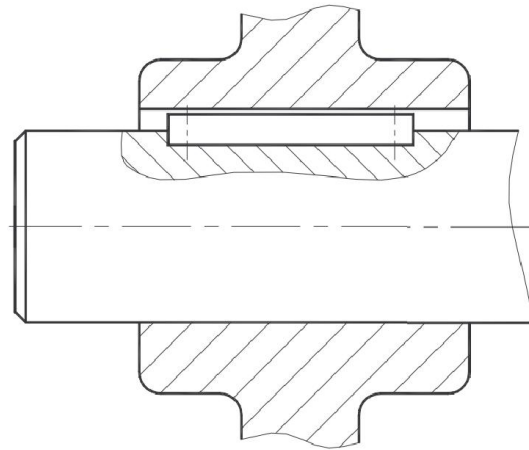
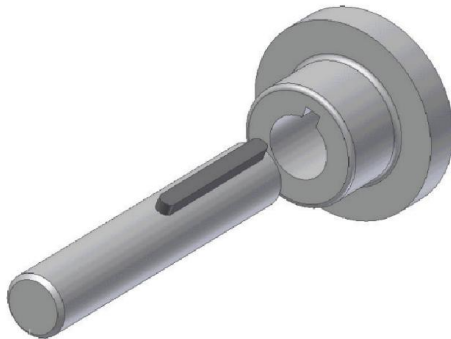
## Liaisons et Assemblages

### III-2 Guidage par surfaces cylindriques

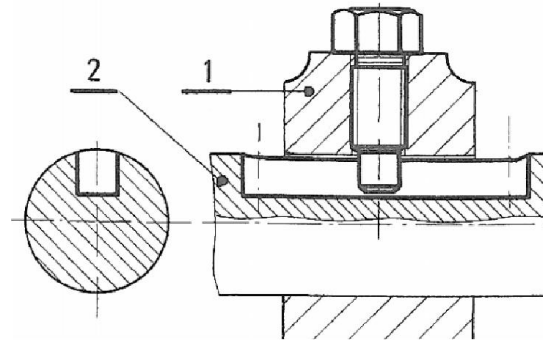
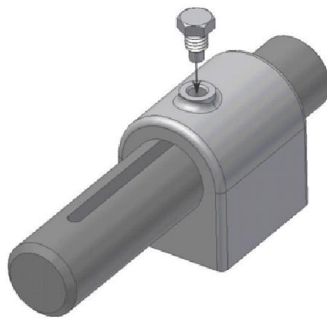
#### 2.1 ) Guidage par cannelures



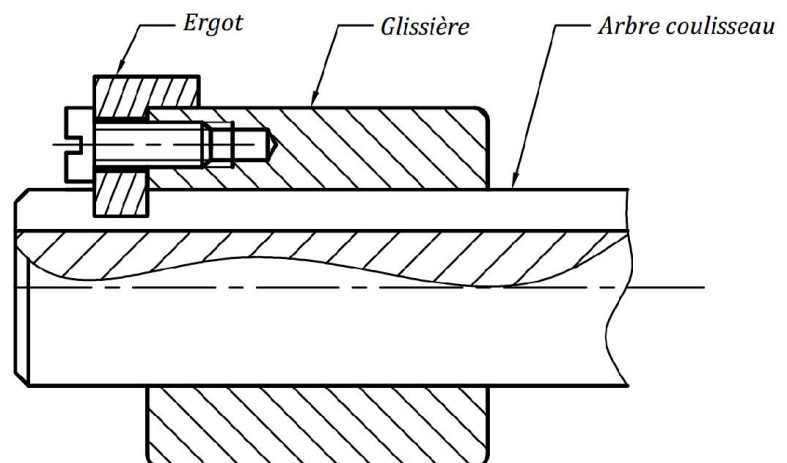
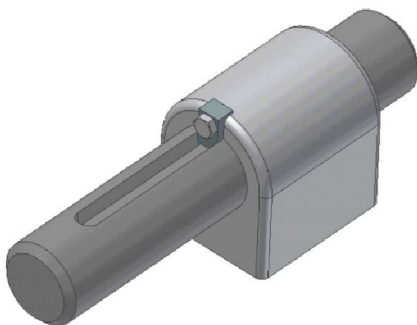
#### 2.2 ) Guidage par clavette



#### 2.3 ) Guidage par Vis de guidage



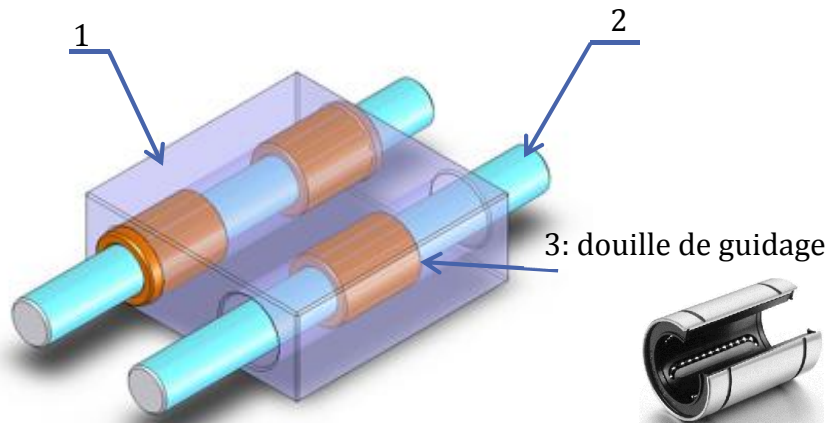
#### 2.4 ) Guidage par Ergot





## Liaisons et Assemblages

### 2.5 ) Guidage par tiges cylindriques



Module de guidage linéaire

### .IV Application :

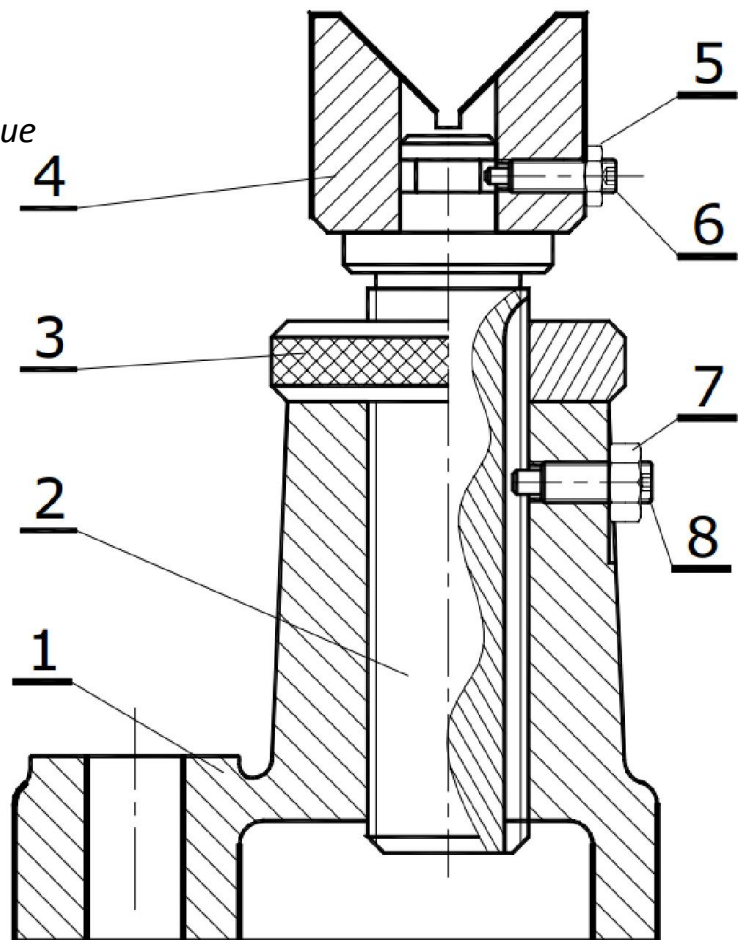
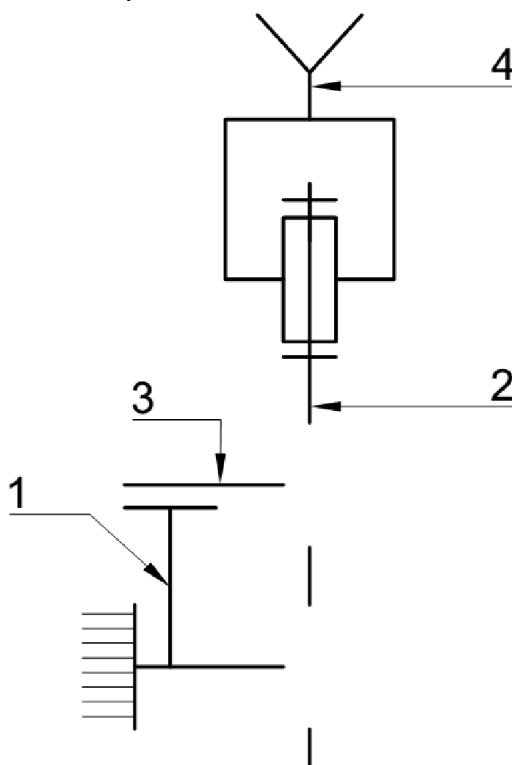
Guider en translation 2 par rapport à 1

.....

Compléter le tableau des liaisons

	Liaisons
1/2	
3/2	
4/2	
3/1	

Compléter les schémas cinématique





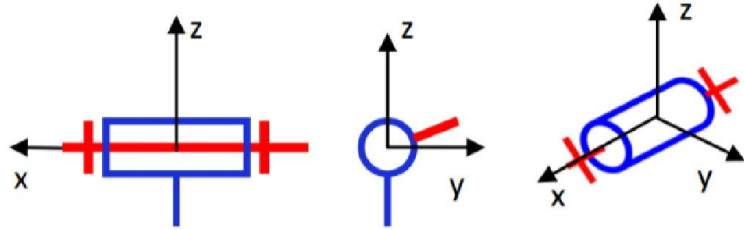
## Liaisons et Assemblages

### GUIDAGE EN ROTATION

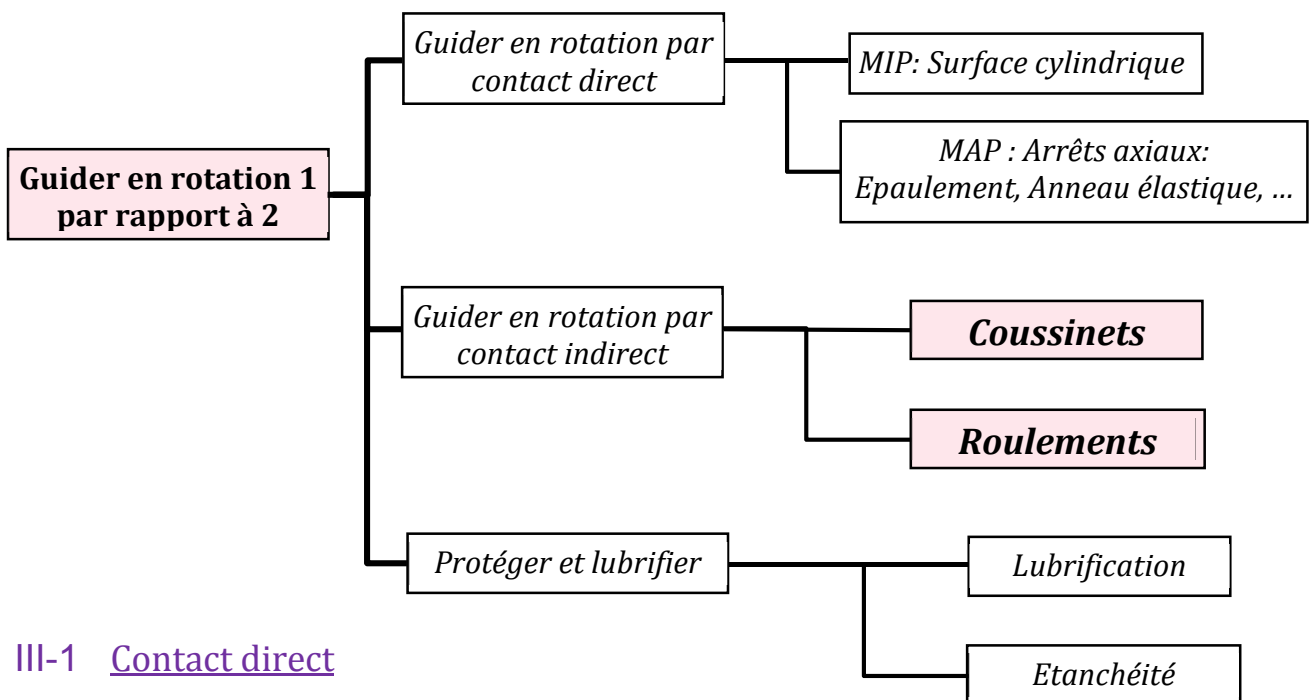
#### .I Définition :

La solution constructive qui réalise une liaison pivot est appelée *guidage en rotation*.

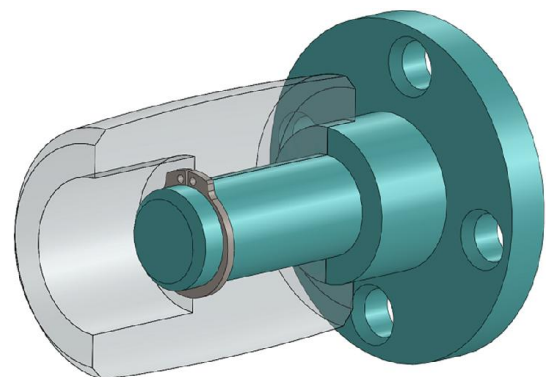
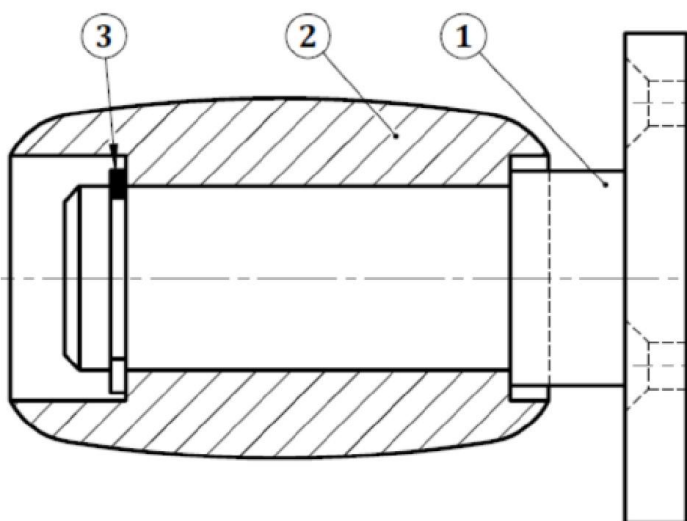
#### .II Représentation normalisée



#### .III Solutions constructives



#### III-1 Contact direct



1: Arbre  
2: Poulie  
3: Anneau Elastique

## Liaisons et Assemblages

### 1.1 ) Avantage :

*Coût peu élevé*

### 1.2 ) Inconvénients

*Frottements, Echauffement, Usure*

### 1.3 ) Domaine d'utilisation

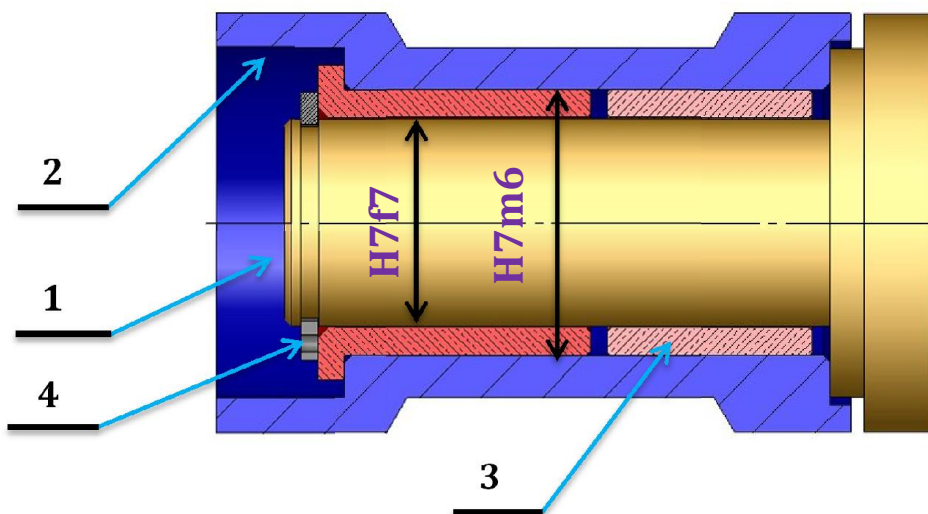
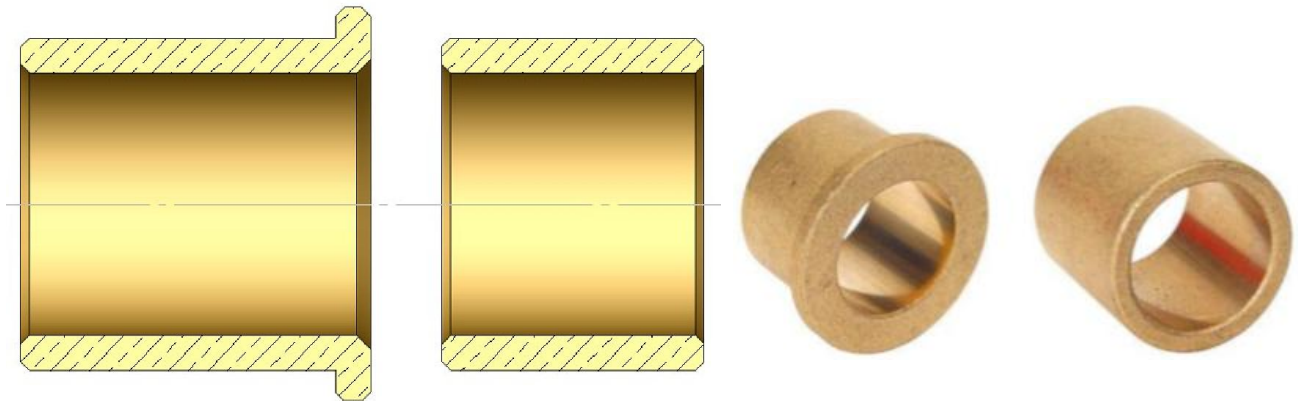
A cause des risques d'échauffement, cette solution est à réserver aux domaines suivants :

- Faibles vitesses ;
- Efforts transmissibles peu élevés.

## III-2 Contact indirect : Guidage par Coussinets

Le principe du contact direct est amélioré en interposant des bagues de frottement qui vont :

- Diminuer le coefficient de frottement ;
- Augmenter la durée de vie de l'arbre et du logement ;
- Diminuer le bruit ;
- Reporter l'usure sur les bagues.



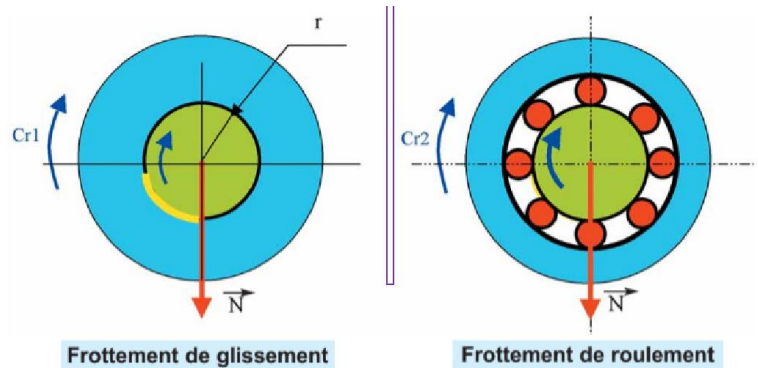
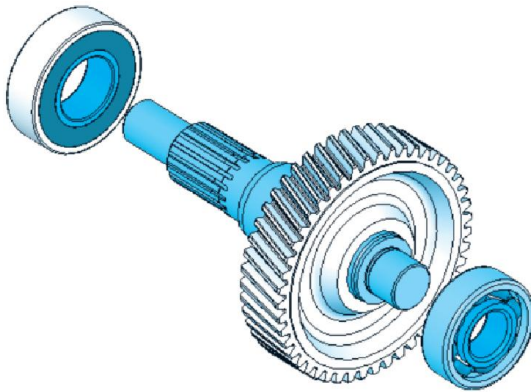
1: Arbre  
2: Poulie  
3 : Coussinet  
4: Anneau Elastique

## Liaisons et Assemblages

### III-3 Guidage en rotation par roulements

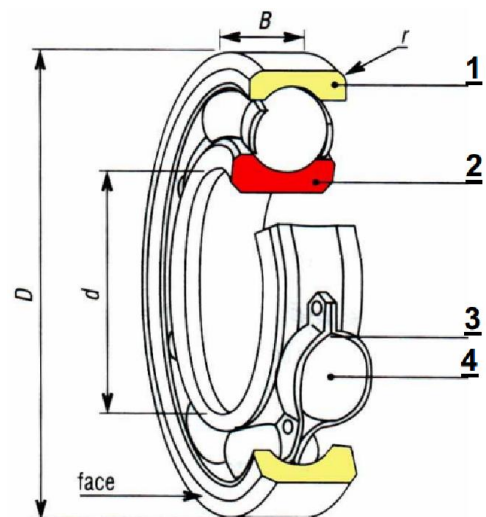
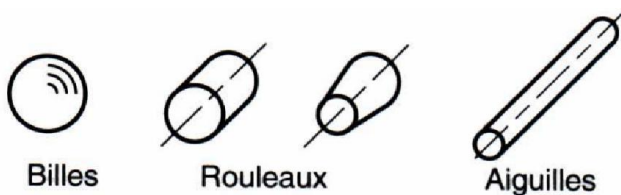
#### 3.1 ) Principe :

Pour améliorer le rendement, on remplace le frottement de glissement par le frottement de roulement en interposant des éléments roulants (**Billes Rouleaux cylindrique ou conique, Aiguilles**) entre l'arbre et son moyeu « alésage ».



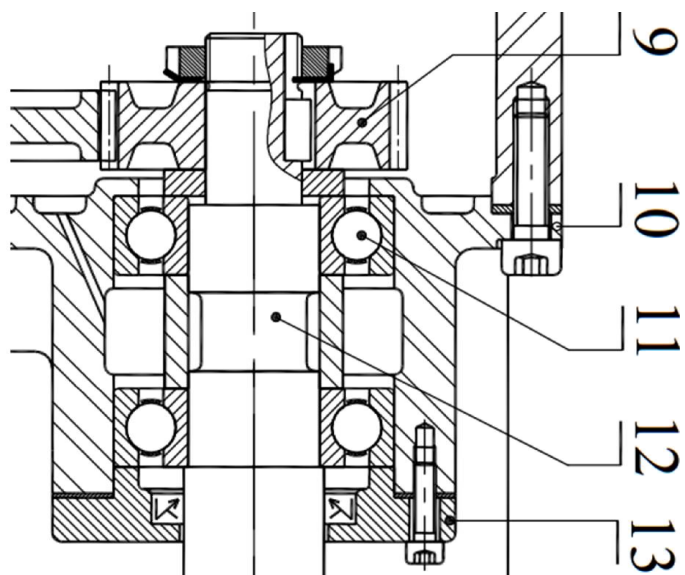
#### 3.2 ) Constitution d'un Roulement

- 1 - bague extérieure liée à l'alésage
- 2 - bague intérieure liée à l'arbre
- 3 - cage maintien les éléments roulants
- 4 - éléments roulants



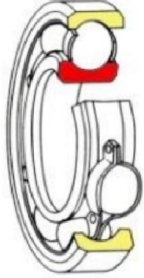

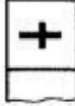


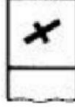
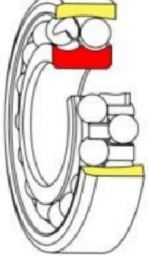




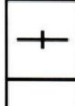


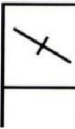
#### 3.3 ) Représentation graphique :

L'arbre 12 est guidé en rotation par 2 roulements 11



## Liaisons et Assemblages

### 3.4 ) Types de roulements

Roulements	Nom	Représentation normale	Représentation conventionnelle	Type de forces supportées
	Roulement à billes à contact radial			
	Roulement à une rangée de billes à contact oblique			
	Roulement à deux rangées de billes à rotule			
	Roulement à rouleaux cylindriques			
	Roulement à rouleaux coniques			

### 3.5 ) Critères de choix

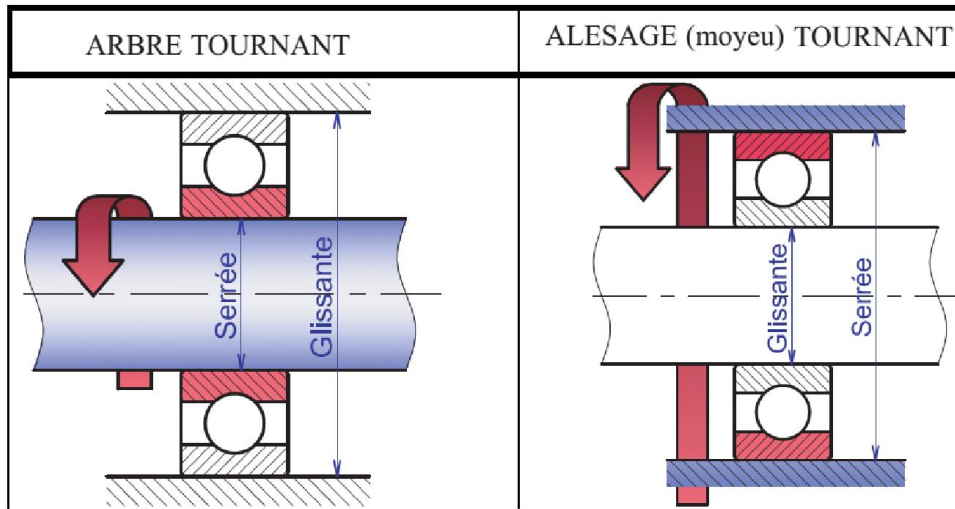
- Charge et direction supportée (Elevée, modérée, faible, direction : axiale radiale, combinée)
- Vitesse de rotation
- défaut d'alignement des arbres
- espace disponible,....



## Liaisons et Assemblages

### 3.6 ) Montage des roulements (Roulement BC)

#### Montage Radial



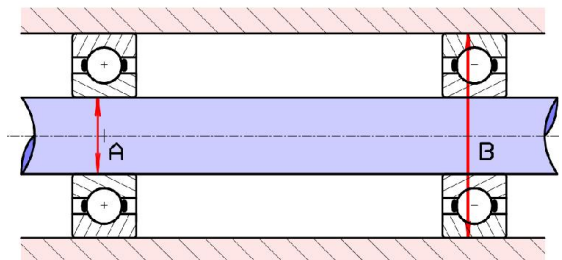
La bague intérieure **tournante** est montée.....  
La bague extérieure fixe est montée.....

La bague intérieure fixe est montée.....  
La bague extérieure **tournante** est montée.....

#### Montage Axial

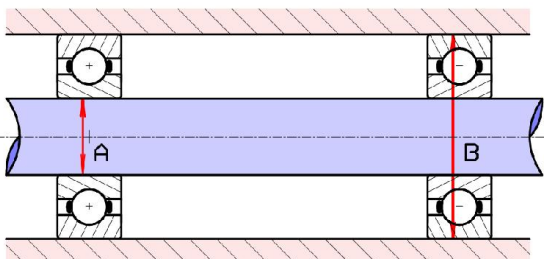
##### 1) Arbre tournant

Mettre en place les arrêts en translation.



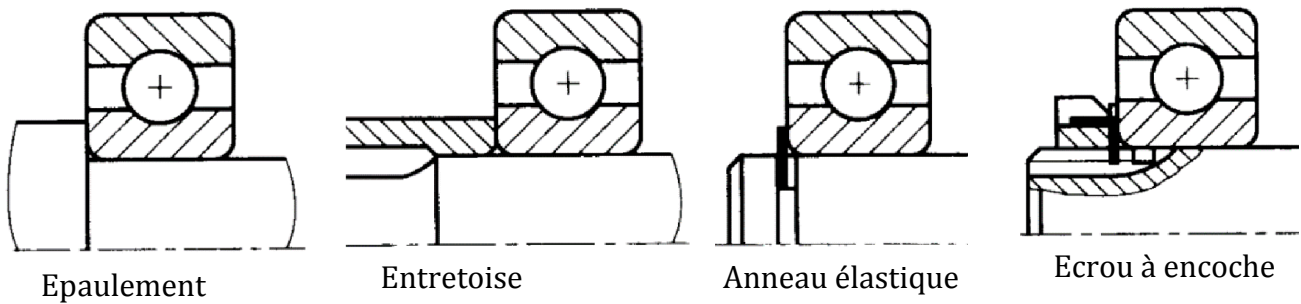
##### 2) Alésage tournant

Mettre en place les arrêts en translation.

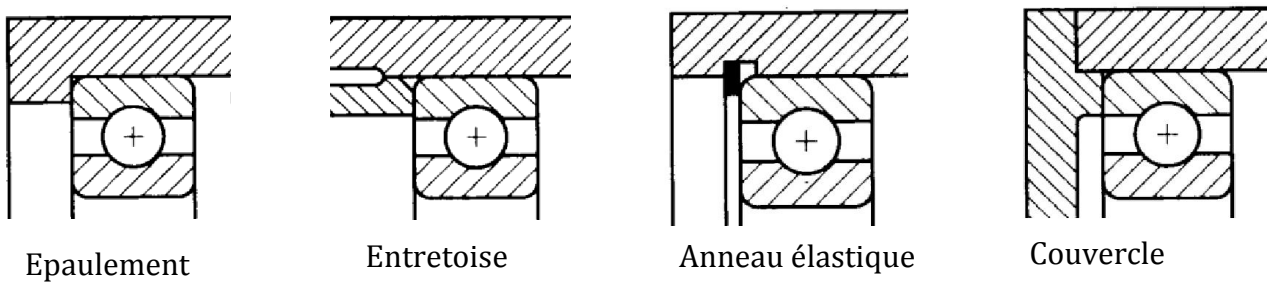


## Liaisons et Assemblages

### 3) Arrêts pour arbre

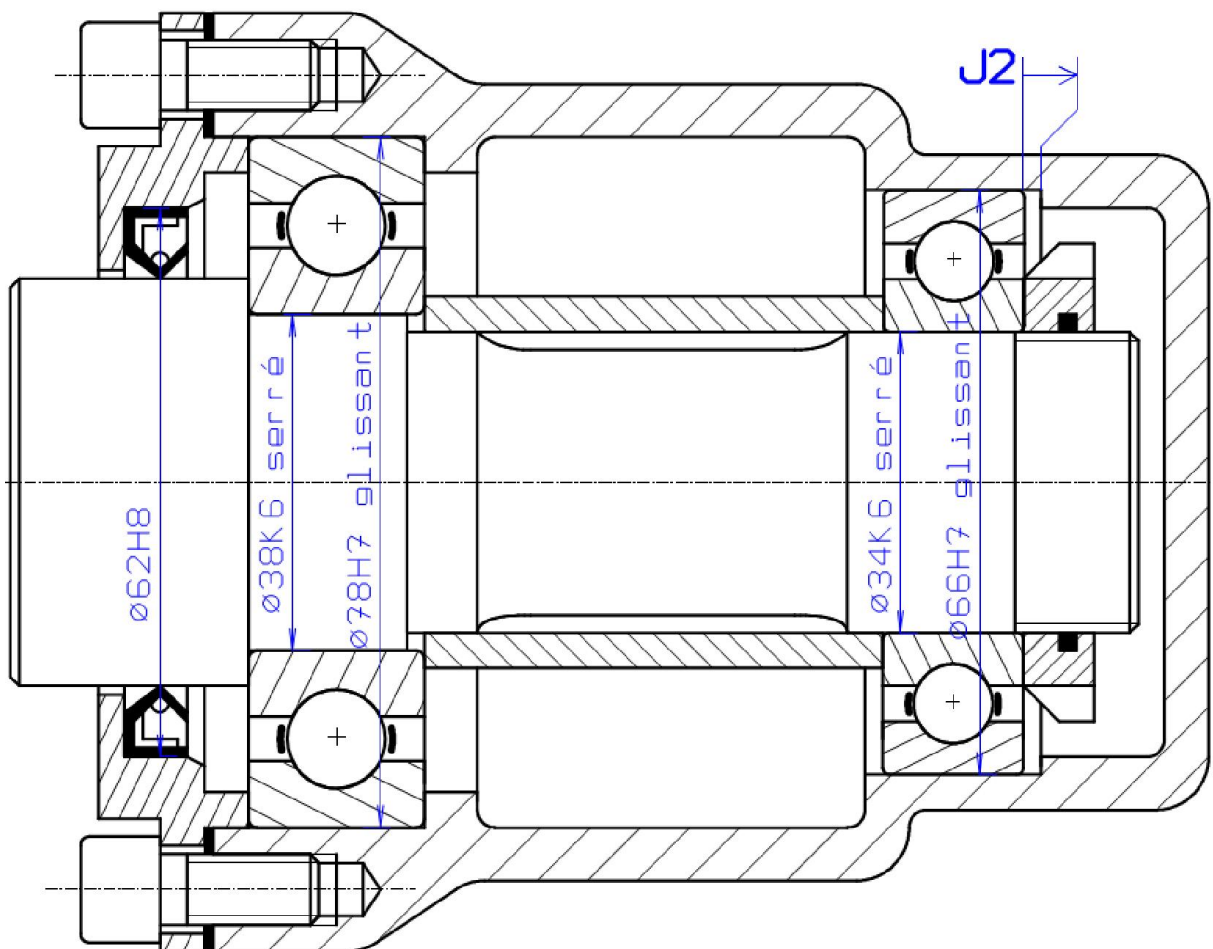


### 4) Arrêts pour alésage



## .IV Applications :

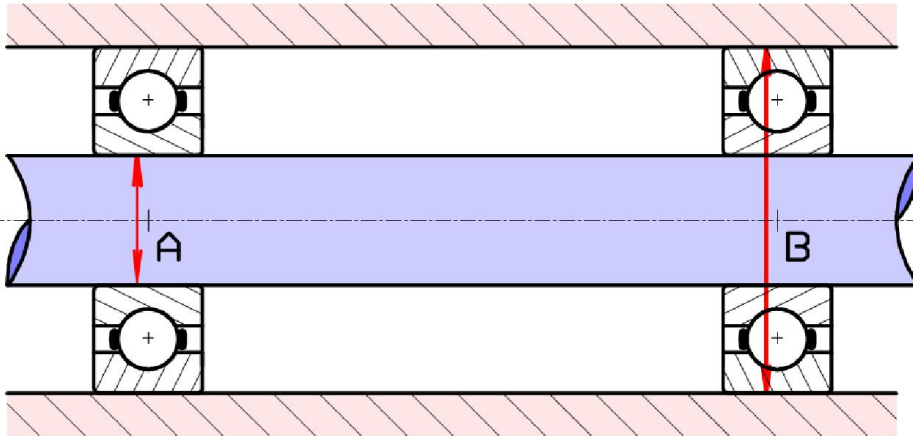
### IV-1 Montage Arbre tournant





## Liaisons et Assemblages

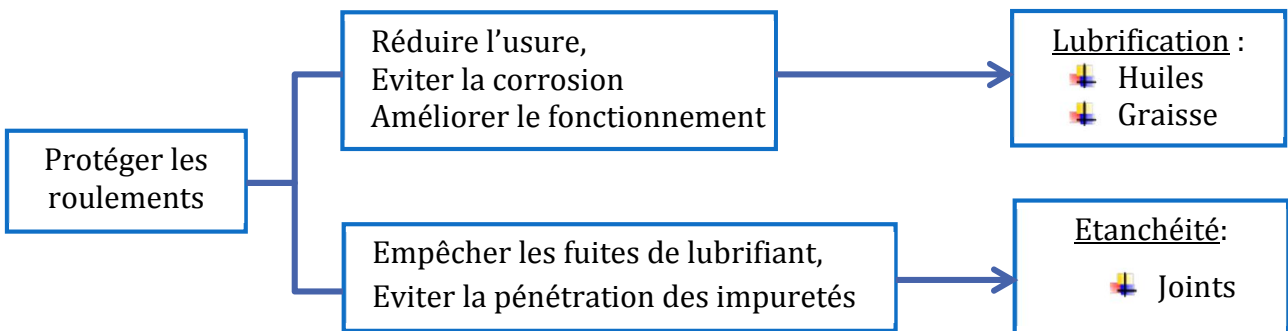
a) Mettre en place les arrêts en translation



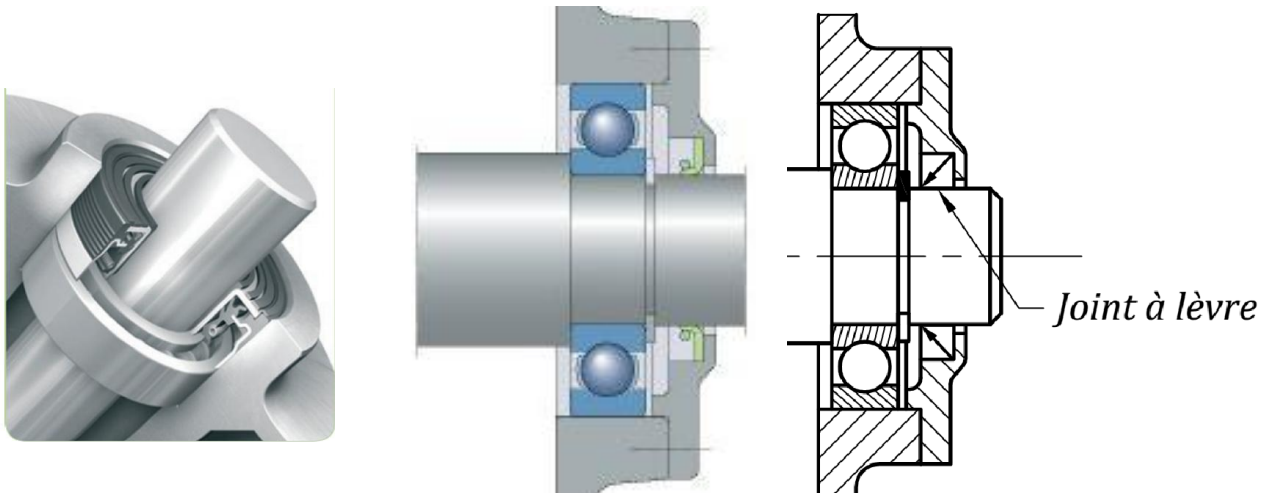
b) Indiquer le type d'ajustement en A et B

### .V Protection des Roulements

La protection des roulements est assurée par deux fonctions mécaniques :



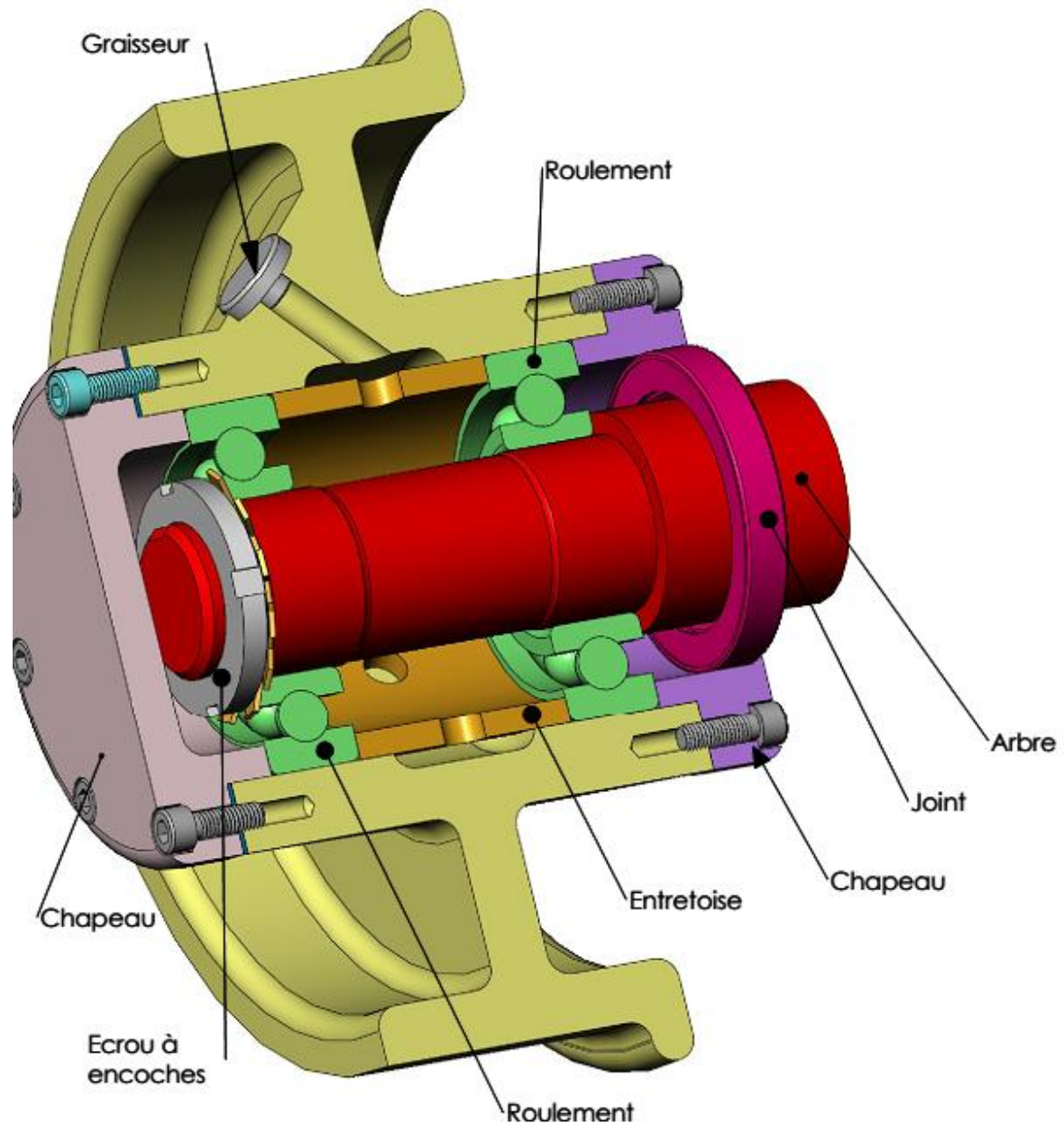
Exemple : Joint à lèvre





# Liaisons et Assemblages

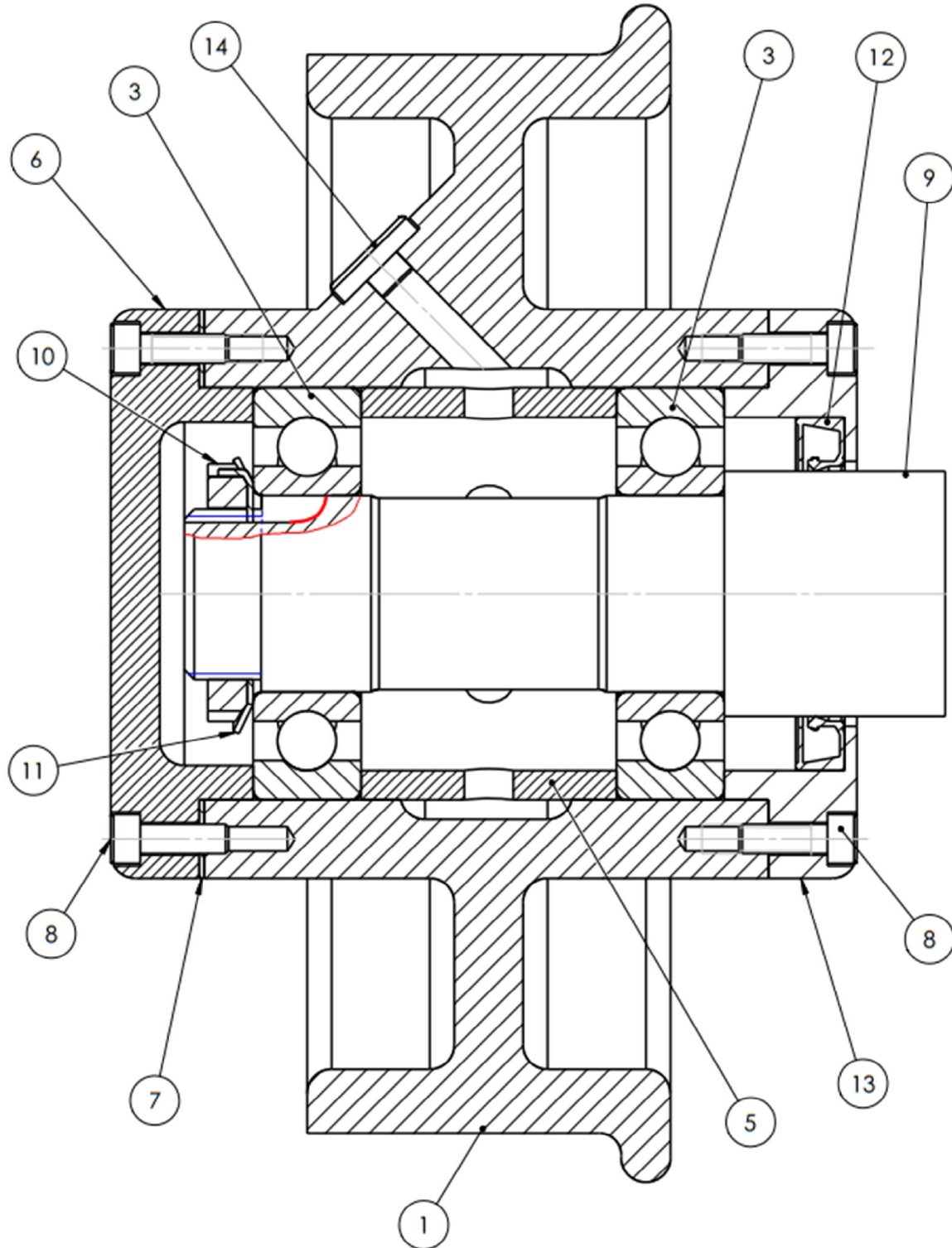
## V-1 Application : Roue de wagonnet



*En se référant au dessin d'ensemble Compléter la nomenclature suivante*

8		14	
7	<i>Cale de réglage de jeu</i>	13	
6		12	
5		11	
3		10	
1		9	
Repère	NOM	Repère	NOM

## Liaisons et Assemblages



Mettre en place les obstacles axiaux, Indiquer les ajustements.

