

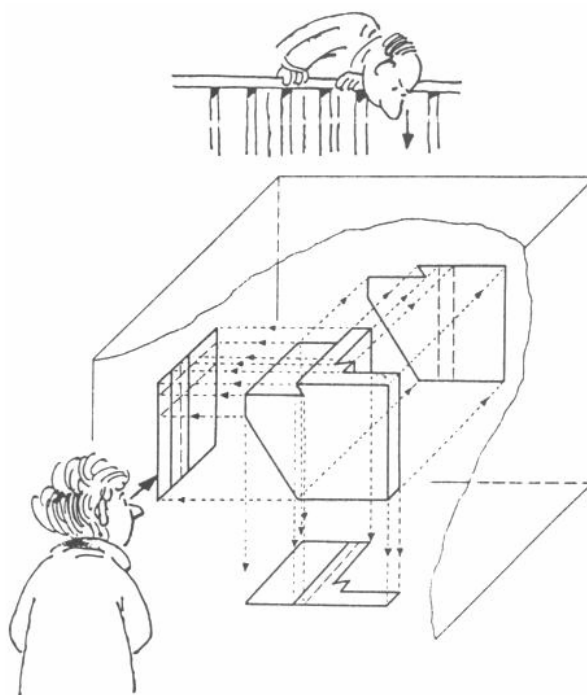
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET DE LA  
TECHNOLOGIE

---

DIRECTION DES ETUDES TECHNOLOGIQUES  
*Institut supérieur des études technologiques de Nabeul*  
DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE

---

## ***Support de cours de dessin technique***



NIVEAU 1

Élaborés par :

**M'HEMED SAMR**

Année universitaire : 2004-2005

# Dessin technique

## Niveau 1

présentation général du cours de dessin technique  
niveau 1

## **DUREE**

45 heures

## **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours, l'étudiant doit être capable de:

- lire un dessin d'ensemble
- définir les fonctions des éléments constituant un système mécanique ;

## **CONTENU DU PROGRAMME**

- Norme de dessin technique et désignation
  - Présentation
  - Traits
  - Écriture
  - Projection orthogonale
  - Sections et coupes
  - Hachures
  - Perspectives
- Liaisons mécaniques
  - Inventaire des liaisons normalisées
  - Dispositions constructives des liaisons
    - Liaisons usuelles
    - Liaisons démontables (vis, boulons, goujons, goupilles,...)
    - Liaisons indémontables (rivetage, soudage, collage, emmanchement,...)
  - Schéma cinématique,
- Guidages
  - Guidage en translation
  - Guidage par contact surfacique
  - Guidage par éléments roulants
  - Guidage en rotation

- Guidage par contact direct
  - Guidage sans contact direct
  - Articulation cylindrique
  - Guidage par roulements (désignation, montage, lubrification,..)
- Étanchéité
  - Étanchéité statique
  - Étanchéité dynamique
- Cotation dimensionnelle
  - Exécution graphique de la cotation
  - Tolérances et ajustements dimensionnels
  - Chaînes de cotes
- Cotation fonctionnelle
  - Spécification
  - Cotation fonctionnelle
  - États de surface

## ***PRE- REQUIS***

Mathématiques élémentaires

## ***BIBLIOGRAPHIE***

- Précis de construction mécanique, édition : AFNOR
- Guide de dessinateur, Edition : Hachette
- J. P TROTIGNONS, Précis de construction mécanique, Edition AFNOR
- Guide interactif de dessinateur industriel, Edition : Hachette
- Guide interactif des Sciences et Techniques Industrielles, Edition : NATHAN.
- Technologie des systèmes automatisés, Edition FOUCHER.



## **TABLE DES MATIERES**

### **FICHE DE PREPARATION 1: NORMES DE DESSIN TECHNIQUE ET DESIGNATIONS.....8**

1	NORMES DE DESSIN TECHNIQUE ET DESIGNATIONS .....	9
1.1	Dessin technique.....	9
1.2	Présentation .....	10
1.3	application .....	14

### **FICHE DE PREPARATION 2: REPRESENTATION GRAPHIQUE.... 17**

2	REPRESENTATION GRAPHIQUE .....	18
2.1	Projection orthogonale .....	18
2.2	disposition des vues .....	18
2.3	Nombre de vues nécessaires .....	19
2.4	Applications .....	19

### **FICHE DE PREPARATION3: SECTIONS ET COUPES..... 24**

3	LES SECTIONS ET COUPES.....	25
3.1	Section.....	25
3.2	Les hachures.....	26
3.3	Coupe .....	27
3.4	Observation d'un plan .....	29
3.5	Applications .....	31

### **FICHE DE PREPARATION 4: LES PERSPECTIVES..... 34**

4	LES PERSPECTIVES.....	35
4.1	Introduction.....	35
4.2	Principales règles et recommandations (NF ISO 5456-3).....	36
4.3	Perspective isométrique.....	36
4.4	Perspective cavalière .....	41
4.5	Applications .....	45

### **FICHE DE PREPARATION 5: LES LIAISONS MECANQUES..... 46**

5	LES LIAISONS MECANQUES.....	47
---	-----------------------------	----

5.1	Introduction.....	47
5.2	Notion de mobilités .....	47
5.3	Liaisons entre deux solides.....	47
5.4	Liaisons mécaniques usuelles .....	49
5.5	classes d'équivalence cinématiques (cec) .....	53
5.6	Graphe des liaisons .....	54
5.7	schéma cinématique .....	54
5.8	Application .....	55

## ***FICHE DE PREPARATION 6: TOLERANCES DIMENSIONNELLES ET AJUSTEMENTS ..... 56***

6	TOLERANCES DIMENSIONNELLES ET AJUSTEMENTS .....	57
6.1	la cotation .....	57
6.2	Tolérances dimensionnelles .....	57
6.3	Ajustement.....	58
6.4	Application .....	60

## ***FICHE DE PREPARATION 7:TOLERANCES GEOMETRIQUES..... 62***

7	TOLERANCES GEOMETRIQUES .....	63
7.1	Nécessite des tolérances.....	63
7.2	Eléments d'une tolérance.....	63
7.3	Inscription des références .....	63
7.4	Zones de tolérances.....	64
7.5	Application .....	69

## ***FICHE DE PREPARATION 8: ÉTAT DE SURFACE..... 72***

8	ÉTAT DE SURFACE.....	73
8.1	Introduction.....	73
8.2	Défauts de surface.....	73
8.3	Paramètres de rugosité de surface.....	74
8.4	Inscription des états de surface.....	76
8.5	Précédente normalisation .....	79
8.6	Application .....	80

## ***FICHE DE PREPARATION 9: COTATION FONCTIONNELLE..... 82***

9	COTATION FONCTIONNELLE.....	83
---	-----------------------------	----

9.1	But .....	83
9.2	Méthode générale pour coter « fonctionnellement » .....	83
9.3	cotation des pièces prismatiques et coniques .....	85
9.4	Calcul des cotes fonctionnelles .....	86
9.5	Application .....	87
<b>FICHE DE PREPARATION 10: ÉTANCHEITE.....</b>		<b>89</b>
10	ÉTANCHEITE .....	90
10.1	Généralités .....	90
10.2	principales sources de fuites.....	90
10.3	Étanchéité statique.....	90
10.4	Étanchéité dynamique.....	92
10.5	Paramètres à prendre en compte pour le choix d'une étanchéité .....	95
10.6	Conditions de montage des joints.....	95
10.7	Application .....	100
<b>FICHE DE PREPARATION 11 :GUIDAGE EN TRANSLATION .....</b>		<b>101</b>
11	GUIDAGE EN TRANSLATION.....	102
11.1	Définition.....	102
11.2	Différents type de guidage .....	102
11.3	Guidage par glissement.....	103
11.4	Guidage par éléments roulants .....	104
11.5	Réglage du jeu .....	106
11.6	Lubrification et étanchéité des liaisons glissières.....	107
<b>FICHE DE PREPARATION 12 : GUIDAGE EN ROTATION.....</b>		<b>108</b>
12	GUIDAGE EN ROTATION.....	109
12.1	DEFINMON .....	109
12.2	Fonction à assurer .....	109
12.3	Les principales solutions constructives .....	109

## ***FICHE DE PREPARATION 1: NORMES DE DESSIN TECHNIQUE ET DESIGNATIONS***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- Lecture d'un dessin technique

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- Introduire la notion de Norme de représentation d'un dessin
- Différents types de dessin,.

**PRE- REQUIS:**

- Les outils mathématiques (notions de géométrie)

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

1heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ;  
Vidéo projecteur ;  
Rétroprojecteur,  
Guide de dessinateur.

## 1 NORMES DE DESSIN TECHNIQUE ET DESIGNATIONS

## 1.1 DESSIN TECHNIQUE

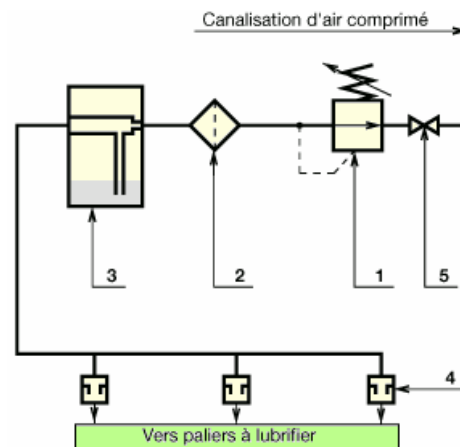
La création d'un objet technique impose un moyen de communication entre les différents intervenants dans la vie de cet objet. Ce moyen, connu sous le nom de dessin technique, peut se présenter sous différents aspects selon son niveau d'application dont voici les principaux aspects

application	aspect
-------------	--------

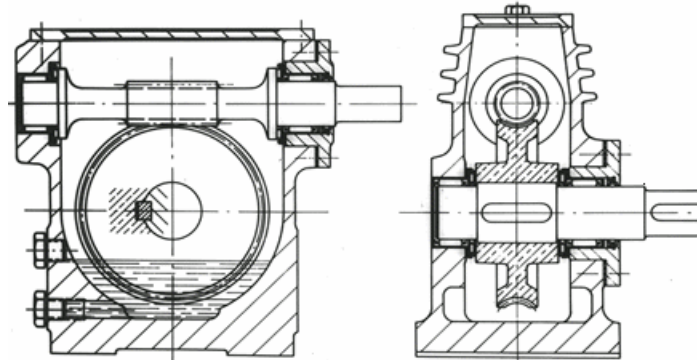
Expression  
du besoin

## Schéma

### Example

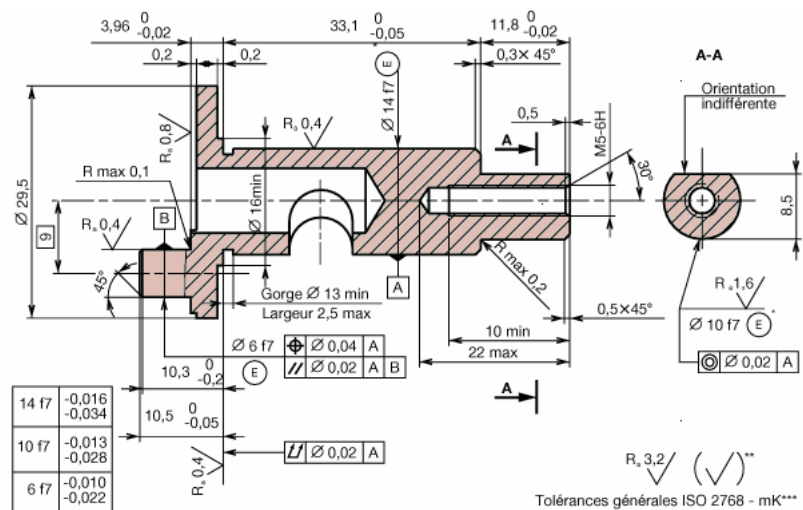


Dessin  
d'ensemble



## Etude

### Dessin de définition



Comme tout moyen de communication le dessin technique suit certaines règles appelées normes pour qu'il soit universel adapté et transcriptible .

## 1.2 PRESENTATION

### 1.2.1 ÉCRITURE

L'écriture doit être lisible pour éviter les fausses interprétations et leurs conséquences graves sur la production.



figure 1 ecriture

Dimension nominale h		2,5	3,5	5	7	10	14	20
Hauteur des majuscules (ou chiffres)	h	Espace entre les caractères					a = 0,2 h	
Hauteur des minuscules sans jambage	c = 0,7 h	largeur des traits d'écriture					d = 0,1 h	
hauteur des minuscules avec jambage	h	interligne minimal					b = 1,4 h	

### 1.2.2 FORMAT

Les formats se déduisent les uns des autres à partir du format A0 de surface 1 m<sup>2</sup>, en subdivisant chaque fois par moitié le côté le plus grand.

Il faut choisir le format le plus petit compatible avec la lisibilité optimale du document

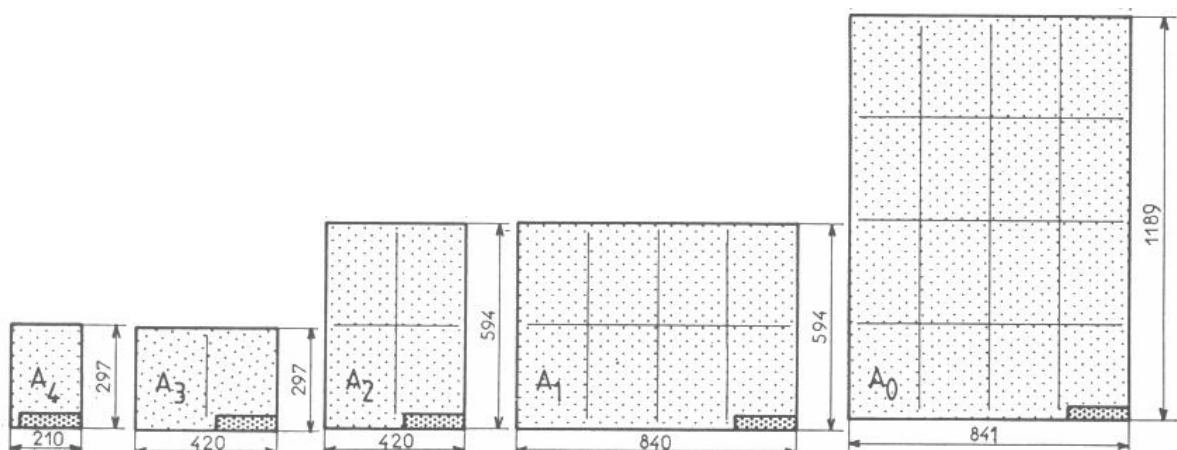


figure 2 Format

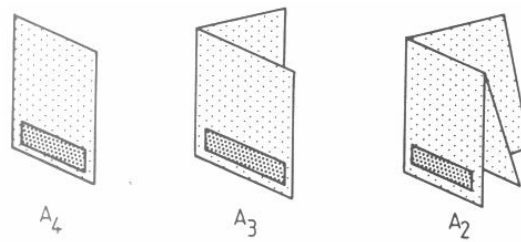


figure 3 Pliage

### 1.2.3 ELEMENTS GRAPHIQUES PERMANENTS

Ces éléments sont destinés à faciliter la microcopie, la reproduction (graduation centimétrique, repère d'orientation, de centrage), ou la localisation d'un détail du dessin (coordonnées A1, B1, etc...).

Lors de l'exécution du dessin l'un des deux repères d'orientation est dirigé vers le dessinateur ; l'autre doit être supprimé.

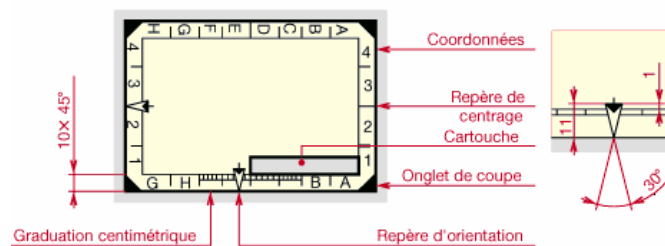


figure 4 Détail d'un repère d'orientation

### 1.2.4 CARTOUCHE

Il permet l'identification rapide et l'exploitation des documents techniques. Son emplacement est normalisé sur le côté 210 ou multiple de 210 mm

	ISET De NABEUL		DEPARTEMENT GM
	BRIDE DE SERRAGE		Ech2:3 Propsé par M'HEMED Samir

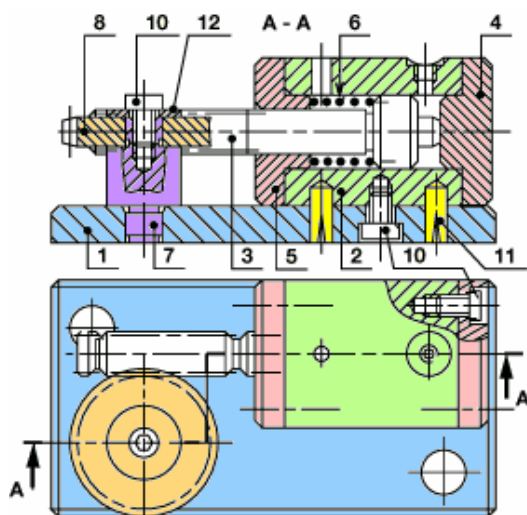
figure 5 Exemple de cartouche d'inscription

### 1.2.5 NOMENCLATURE

La nomenclature est constituée de la liste complète des éléments formant l'ensemble.

Nous y trouvons le repère le nombre la désignation de chaque pièce. Un emplacement est réservé pour des observations importantes.

#### 1.2.5.1 Exemple



12	1	Rondelle L6	S250	NF E 25514
11	2	Goupille cannelée		ISO 8741 4 x
10	6	Vis C HC 4-10	Classe 8.8	NF E 25-125
9				
8	1	Roue dentée	PA 11	
7	1	Axe	C 30	
6	1	Ressort	51 Si 7	
5	1	Palier	PA 6/6	
4	1	Couvercle	PA 6/6	
3	1	Piston	C 35	
2	1	Cylindre	Cu Sn 8P	
1	1	Semelle	EN AW2017	
REP.	NB	DÉSIGNATION	MATIERE	OBS.
ÉCHELLE		UNITÉ D'INDEXAGE		DESSIEPAR
1:2		PNEUMATIQUE		LE
ÉTABLISSEMENT				
A3		NUMÉRO DU DESSIN		

### 1.2.6 TRAITS

Chaque trait a une signification propre qu'il faut impérativement connaître et respecter.

Le type de trait se caractérise par sa :

- Largeur,
- Nature.

Si plusieurs traits différents coïncident, l'ordre de priorité est :

- Fort
- Interrompu fin
- Mixte fin
- Continu fin.

#### LARGEUR DES TRAITS

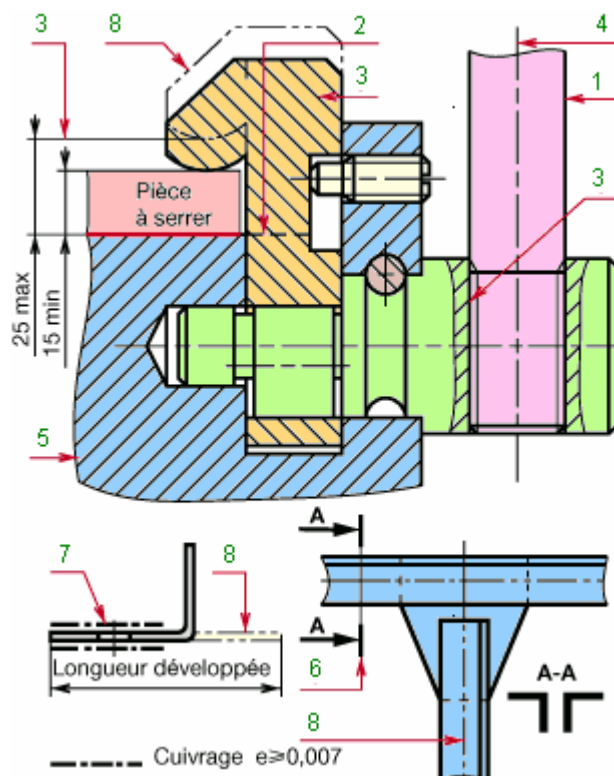
Trait	Trait fort e	Trait fin e'
Dessin à l'encre	0,7	0,25
Dessin au crayon	0,5	0,18

#### Mines à utiliser

	support	papier	calque
Trait fort		H	2H
Trait fin		4H	5H

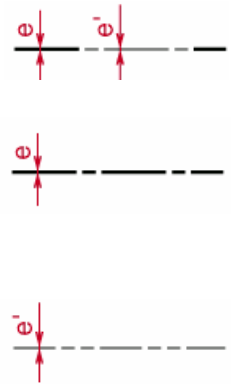
Valeurs données à titre de première estimation





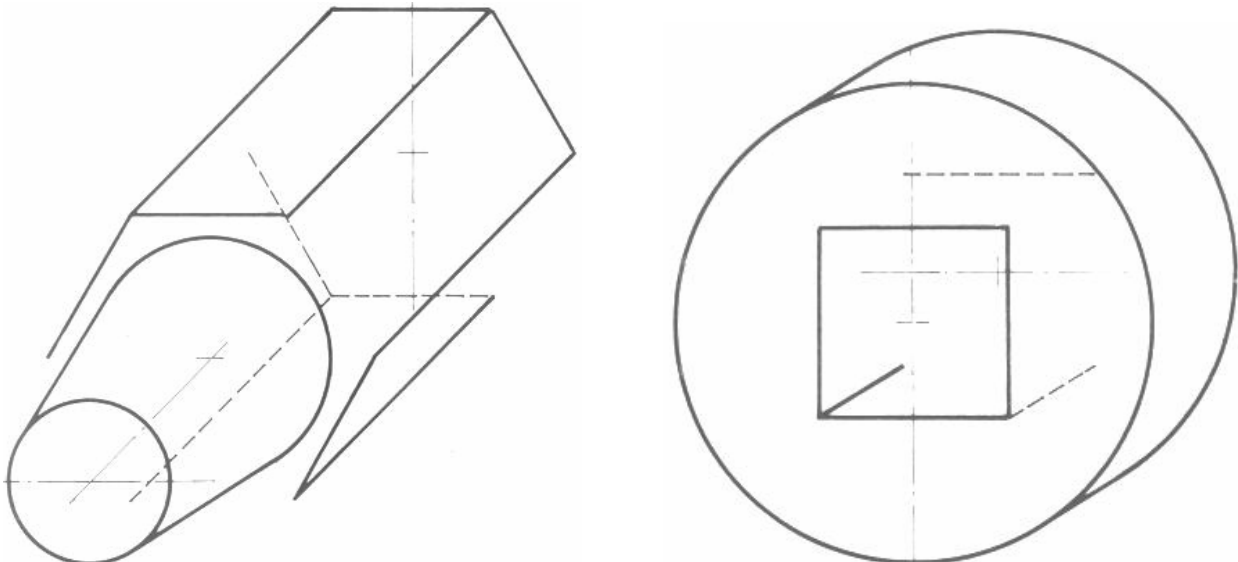
Repère	Désignation	Applications	Exemple d'exécution
1	Continu fort	Arêtes et contours vus	
2	Interrompu fin ou interrompu fort	Arêtes et contours cachés Fonds de filets cachés	
3	Continu fin	Lignes d'attache et de cote - Hachures - Axes courts- Fonds de files vus- Cercles de pied des roues dentées - Contours de sections rabattues- Arêtes fictives - Constructions géométriques	
4	Mixte fin	Axes et traces de plans de symétrie Trajectoires	
5	Continu fin ondulé ou rectiligne en zigzag	Limites de vues ou de coupes partielles	

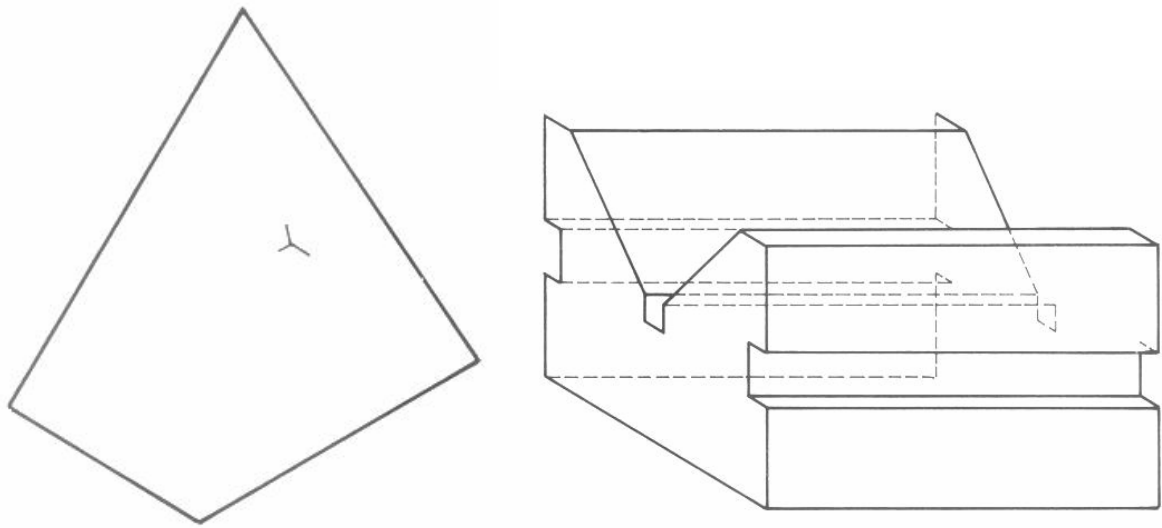
- |   |                         |  |
|---|-------------------------|--|
| 6 | Mixte fort              | Traces de plans de coupe   |
| 7 | Mixte fort              | Indications de surfaces à spécifications particulières, par exemple traitement de surface<br>Partie restreinte d'un élément  |
| 8 | Mixte fin à deux tirets | Contours de pièces voisines - Positions de pièces mobiles- Contours primitifs - Lignes des centres de gravité (charpente métallique)-<br>Parties situées en avant d'un plan de coupe |



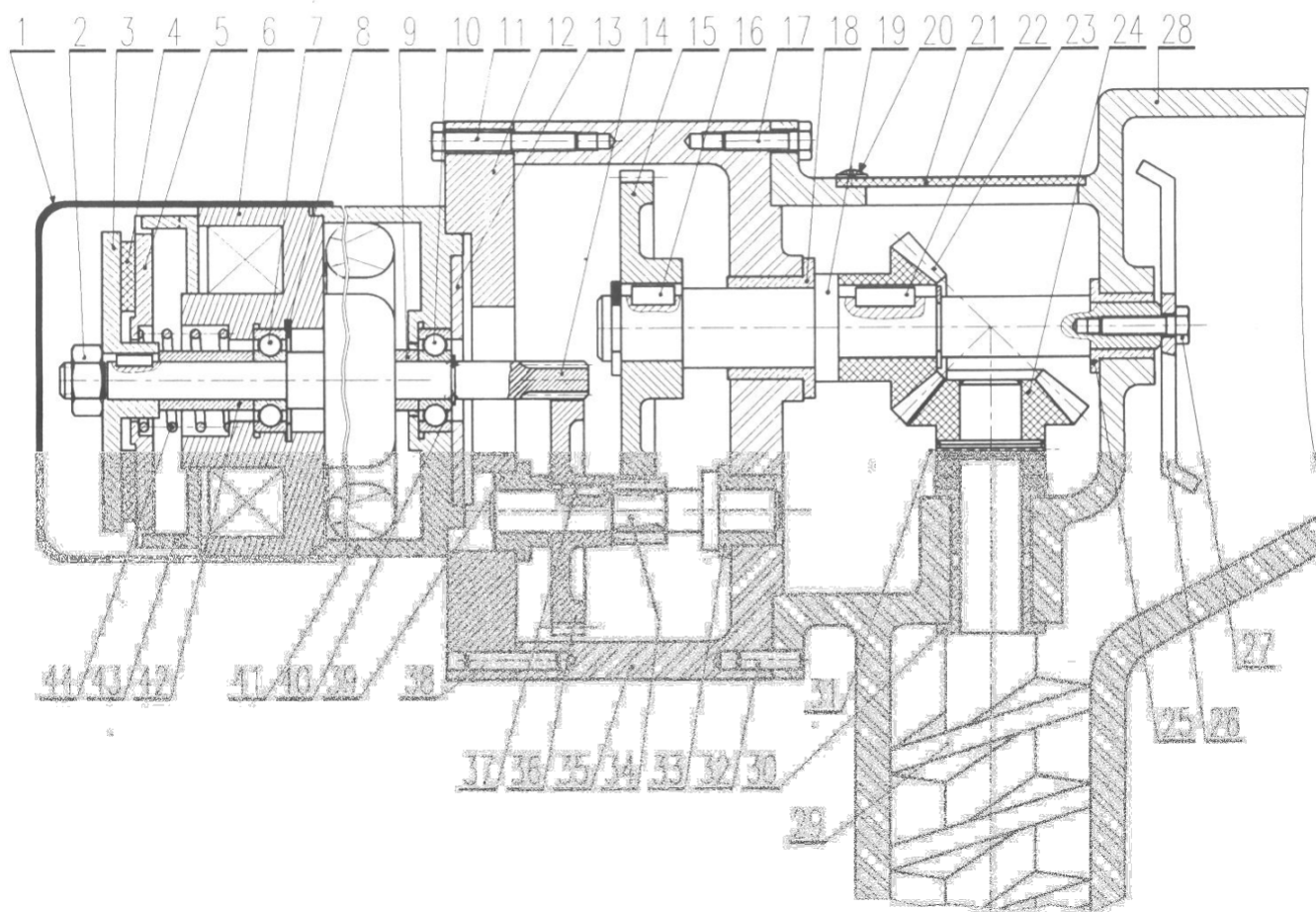
### 1.3 APPLICATION

1/compléter les perspectives en traçant les traits qui conviennent.





## 2/Compléter la nomenclature suivante (DISTRIBUTEUR DE BOISSONS CHAUDES)



22	.	Clavette parallèle	44	.	Ressort
21	.	Porte de visite	43	.	Griffe
20	.	Vis FBZ	42	.	Bague
19	.	Arbre de sortie	41	.	Bloc moteur
18	.	Coussinet	40	.	Anneau élastique pour alésage
17	.	Vis H	39	.	Coussinet
16	.	Clavette parallèle	38	.	Goupille cylindrique
15	.	Roue dentée	37	.	Clavette parallèle
14	.	Arbre moteur	36	.	Roue dentée
13	.	Couvercle	35	.	Corps du réducteur
12	.	Flasque	34	.	Pignon arbré
11	.	Vis H	33	.	Coussinet
10	.	Roulement BC	32	.	Goupille cylindrique
9	.	Bague	31	.	Goupille élastique
8	.	Anneau élastique pour alésage	30	.	Coussinet
7	.	Roulement BC	29	.	Vis d'Archimède
6	.	Corps de l *électro-aimant	28	.	Corps
5	.	Noyau	27	.	Vis H
4	.	Férido	26	.	Agitateur
3	.	Disque de freinage	25	.	Coussinet
2.	.	Ecrou H	24	.	Pignon conique
1	.	Cache	23	.	Roue conique
Rep	Nb	Désignation	Rep	Nb	Désignation

## ***FICHE DE PREPARATION 2: REPRESENTATION GRAPHIQUE***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- représenter graphiquement une pièce

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- connaître le mécanisme de projection
- recherche des vues d'un point
- recherche des vues d'une arête rectiligne.
- recherche des vues d'une face plane.
- recherche des vues d'une pièce.

**PRE- REQUIS:**

- Les outils mathématiques (géométrie)
- Normes de représentation graphique.

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

2x 1heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ;  
Vidéo projecteur ;  
Animation vidéo;  
Rétroprojecteur,  
Polycopie.

## 2 REPRESENTATION GRAPHIQUE

### 2.1 PROJECTION ORTHOGONALE

La projection orthogonale d'un objet est obtenue par les orthogonales de chacune de ses faces sur un ou plusieurs plans de projection coïncidant avec les plans de coordonnées ou parallèles à ceux-ci (figure 6).

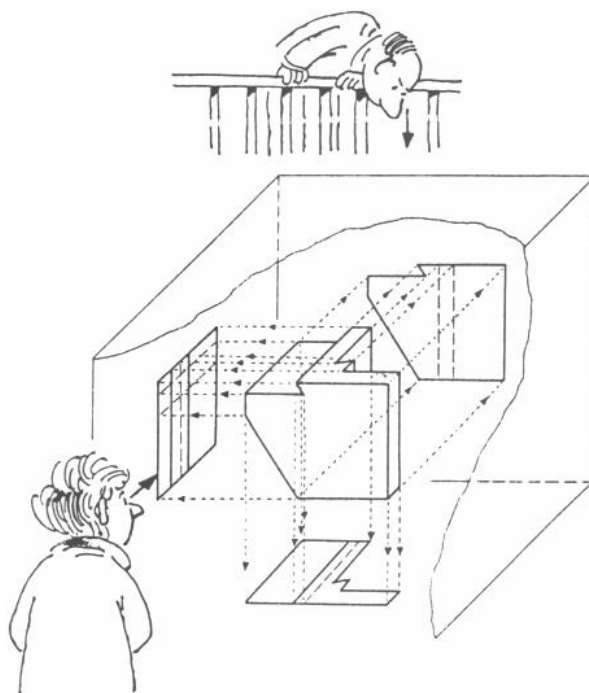
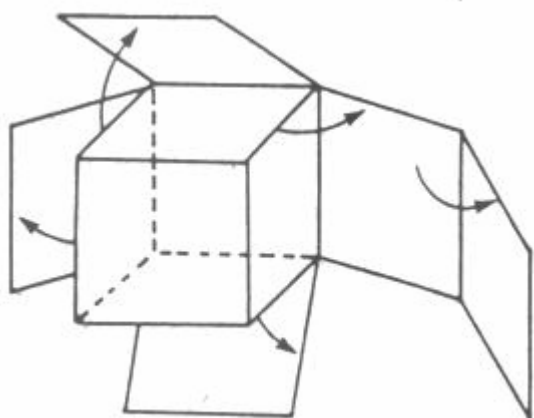


figure 6 Principe de projection orthogonale

### 2.2 DISPOSITION DES VUES

La disposition des vues, selon la norme européenne, provient du développement du cube de référence (figure 7); son emploi est indiqué dans le cartouche d'un plan par le symbole qui représente un tronc de cône en 2 vues.



	Vue de DESSOUS		
Vue de DROITE	Vue de FACE	Vue de GAUCHE	Vue ARRIÈRE
	Vue de DESSUS		

figure 7 Principe de développement des six faces du cube

## 2.3 NOMBRE DE VUES NECESSAIRES

Si la figure 8 donne un exemple avec six vues. Le dessinateur cherche toujours à gagner du temps en limitant le nombre des vues au strict nécessaire; son travail n'en sera que plus clair. Bien entendu ce nombre dépend de la complexité de l'objet à représenter, mais dans la plupart des cas, trois vues principales suffiront.

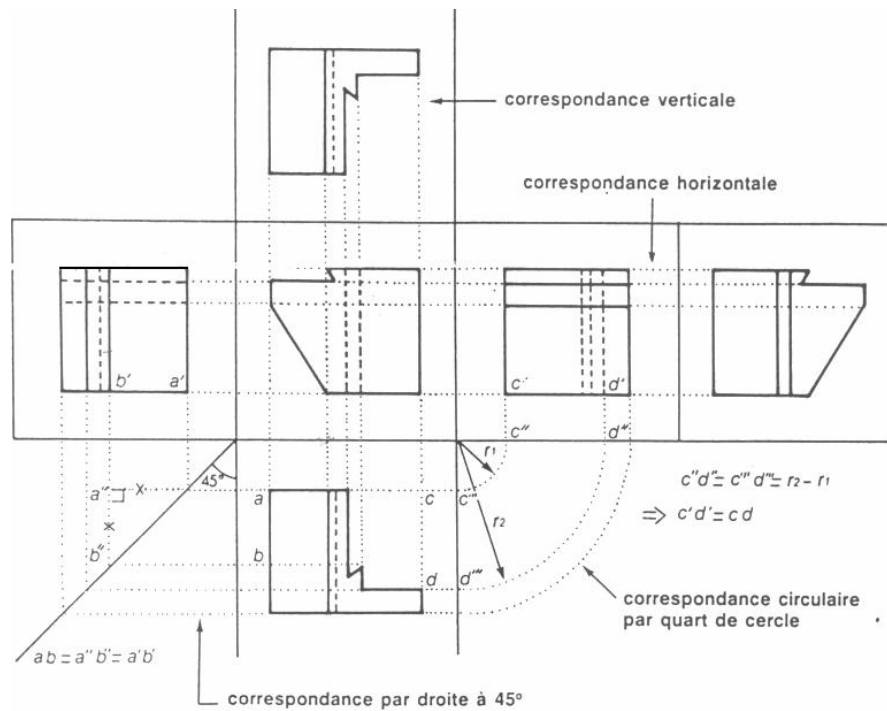
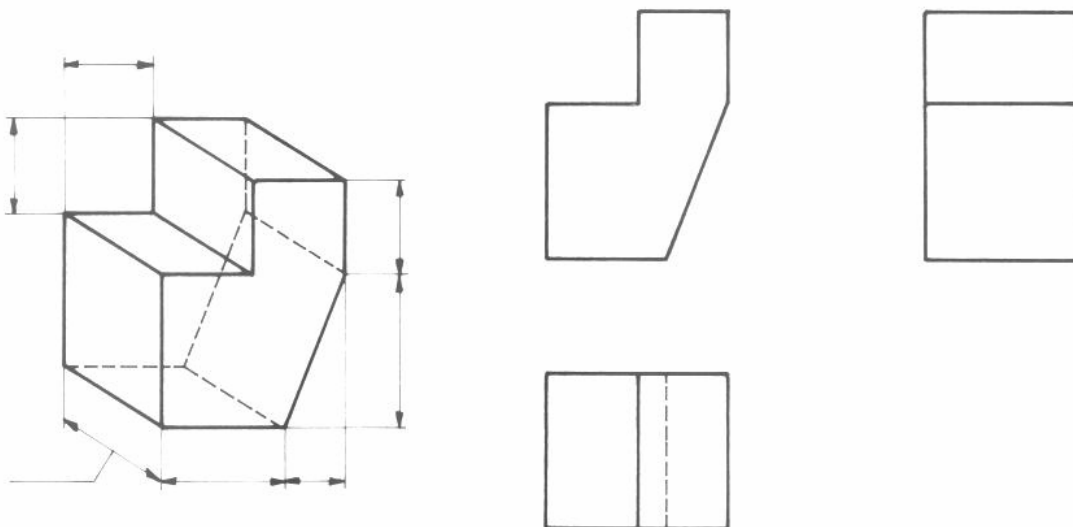


figure 8

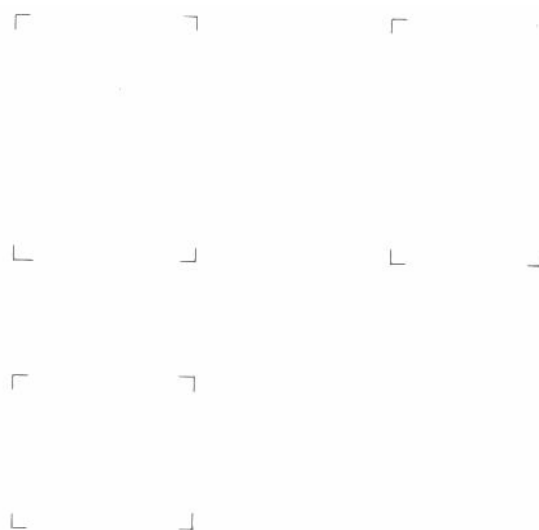
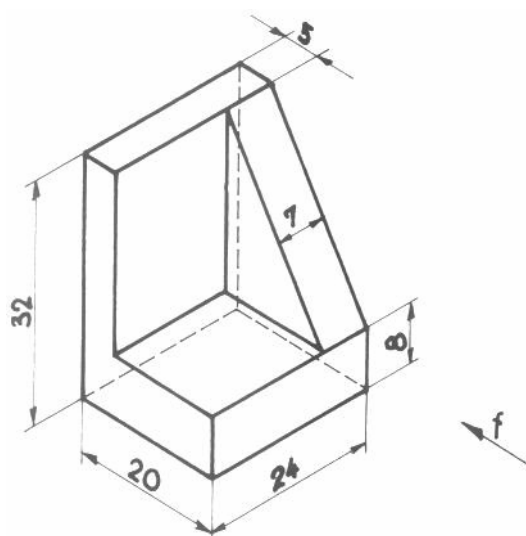
## 2.4 APPLICATIONS

Coter la perspective en relevant les mesures sur les vues.

- 1) Tracer tes constructions entre les vues



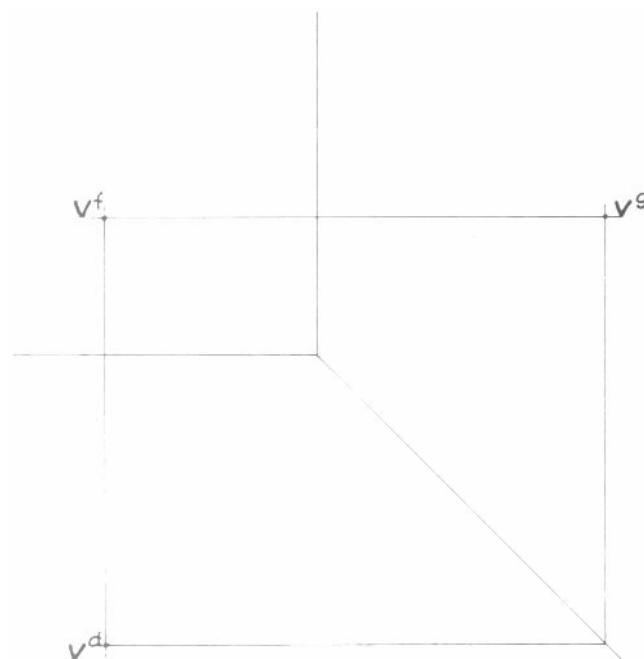
2) Représenter la pièce en vues de face, de gauche et de dessus.



3) Recherche des vues d'un point :

a- dessiner les vues de face, de gauche et de dessus des points x, y, z

Exemple: vues du point v

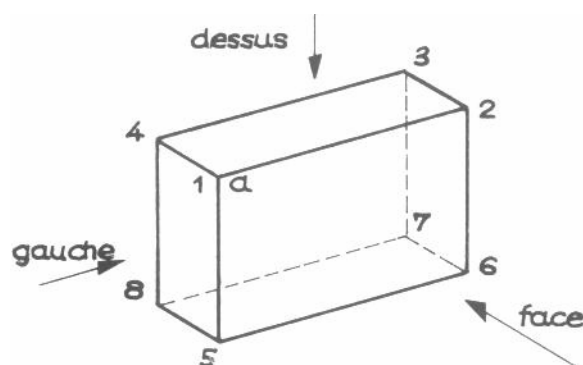


Points	Cotes	Ordonnées	Abscisses
V	18	28	38
X	42	37	20
Y	27	20	38
z	20	14	32

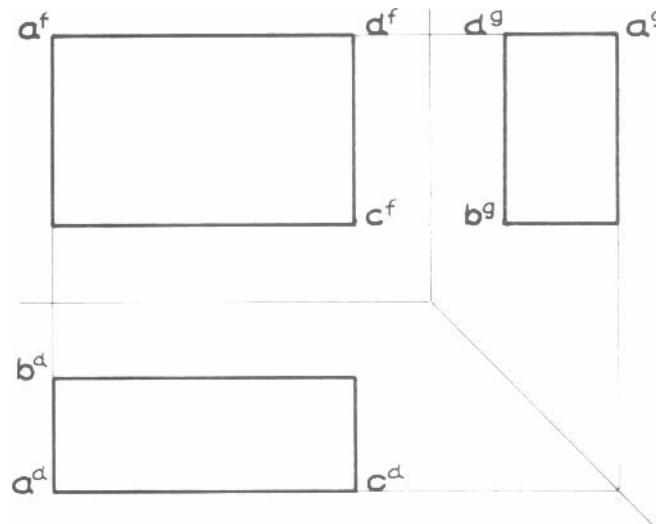
b- Localiser les vues des points a, b, c, d appartenant à la cale.

Tracer tes traits de rappel et indiquer la correspondance entre les sommets de La perspective et tes points localisés

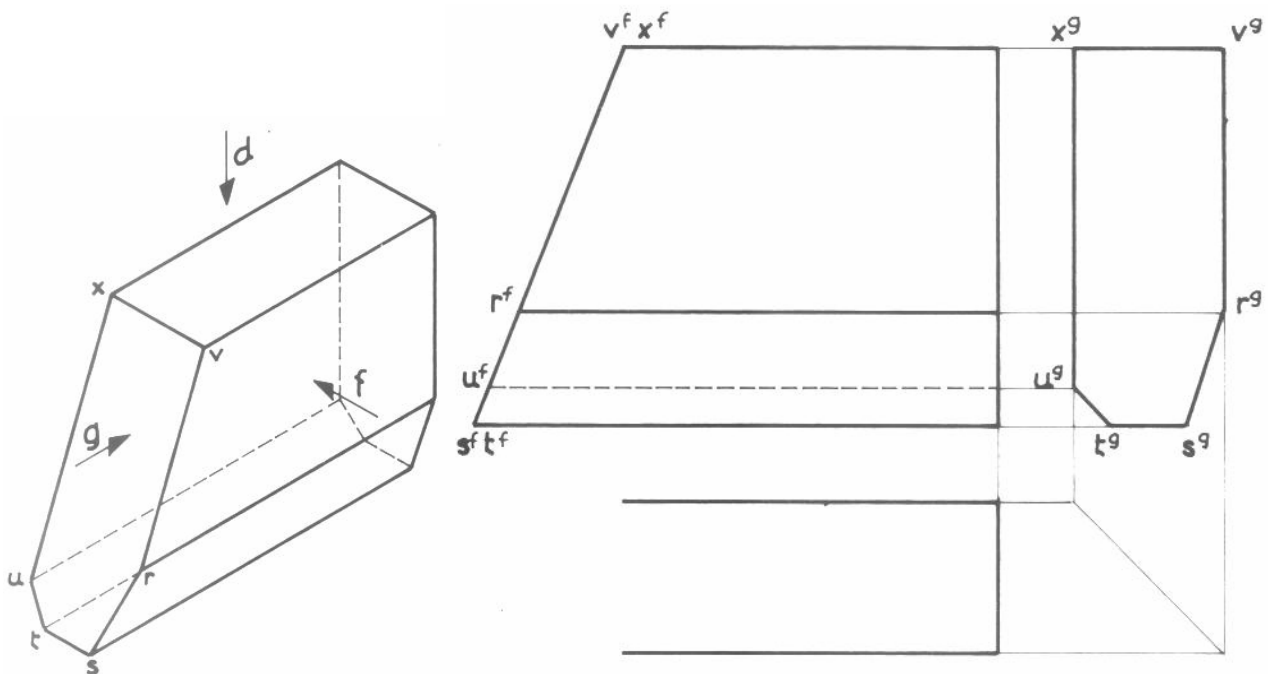
Exemple: vues du point a- correspondance entre a et 1





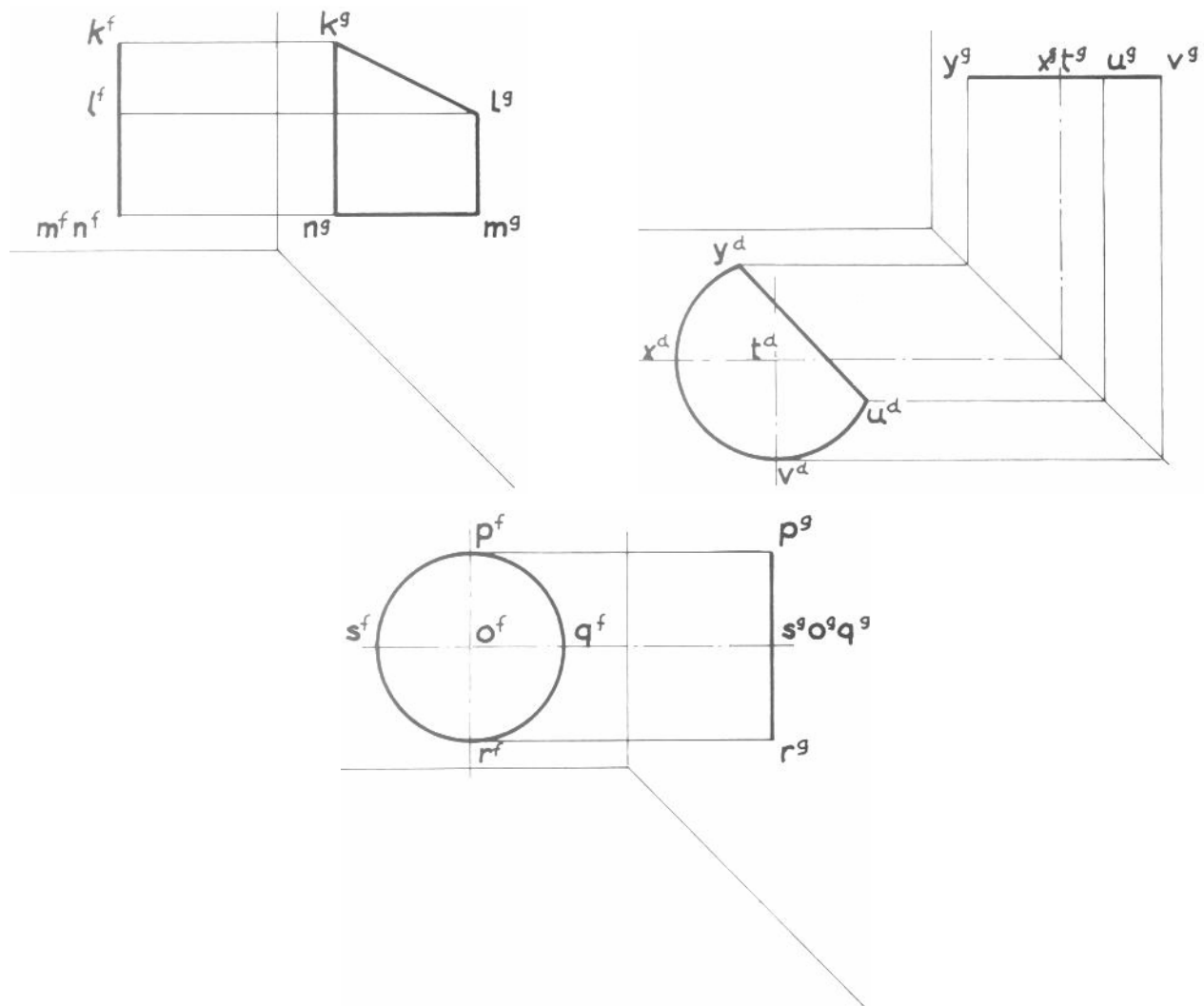


Compléter la vue de dessus de ce mors (notamment recherche des vues des arêtes vr, rs, tu, st, ux et xv).

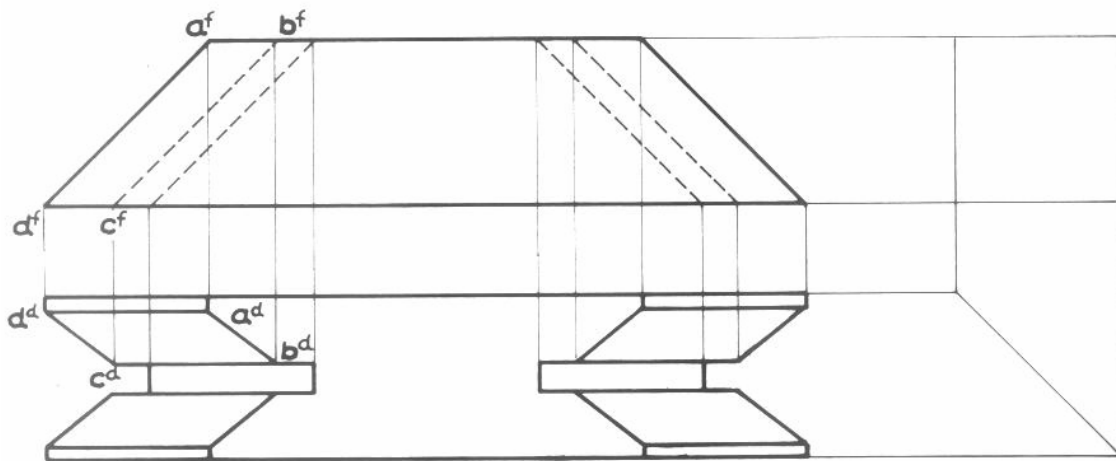


Rechercher les vues manquantes des faces planes klmn, opqrs, et tuvxy. Compléter le tableau.

faces	Orientation			Vues en vraie grandeur.
	F	H	P	
klmn				
opqrs				
tuvxy				



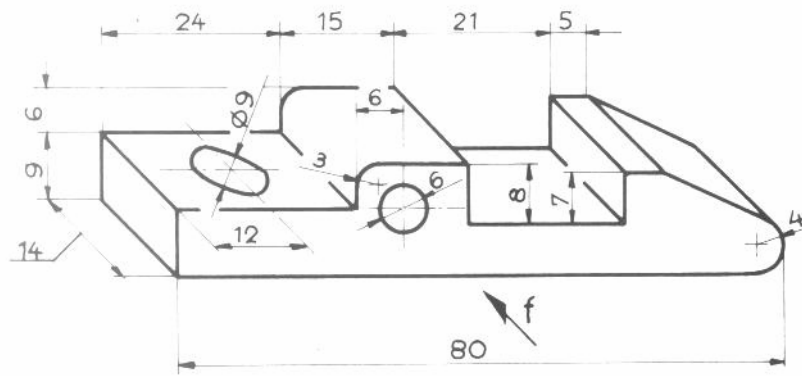
Rechercher La vue de gauche de ce positionneur magnétique de soudage (echelle  $\frac{1}{2}$ ).



Rechercher les vues de face et de gauche de ce fermoir articulé.

NB : le trou de diamètre 6 est débouchant

Le trou de diamètre 6 est borgne, sa profondeur vaut 6.



***FICHE DE PREPARATION3: SECTIONS ET COUPES*****MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- Représenter clairement les formes internes d'une pièce

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- Introduire la technique de section ;
- Introduire la technique de coupe ;
- Distinguer une coupe d'une section ;
- Réussir le maximum d'applications.

**PRE- REQUIS:**

- La projection orthogonale ;
- Normes traits.

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

2x 1heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ;  
Vidéo projecteur ;  
Animation vidéo;  
Guide de dessinateur ;  
Rétroprojecteur,  
Polycopie.

### 3 LES SECTIONS ET COUPES

#### 3.1 SECTION

##### 3.1.1 NECESSITE DES SECTIONS

Une section droite évite une vue supplémentaire (figure9).

Une section est une «tranche» de pièce d'épaisseur nulle.

Il existe deux types de sections

- les «sections sorties», dessinées à l'extérieur des vues,
- les «sections rabattues», dessinées en surcharge sur les vues.

Seules les surfaces situées dans le plan sécant sont représentées.

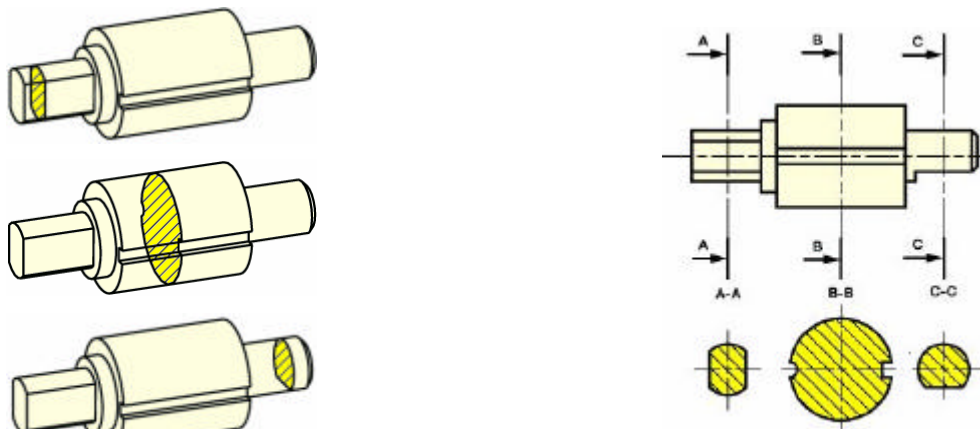


figure 9

##### 3.1.2 SECTION RABATTUE

###### 3.1.2.1 Méthode de représentation

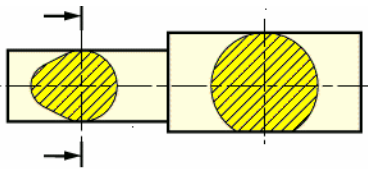
1 ° Repérer le plan coupant la pièce, par sa trace, en trait mixte fin.

2° N'indiquer le sens d'observation que s'il peut y avoir confusion. Ne pas mettre de lettre.

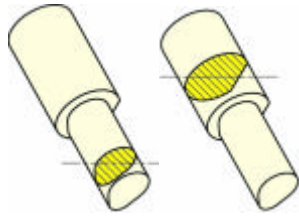
3° Amener par une rotation de 90 autour de l'axe de la section, le plan coupant la pièce dans le sens du dessin.

4° Dessiner en trait continu fin la surface de la pièce contenue dans le plan sécant.

5° Hachurer la section. (Dans ce cas, bien que cela soit à éviter, les hachures peuvent couper un trait fort, voir figures 11 et12.).

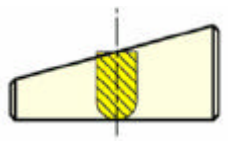


Projection orthogonale

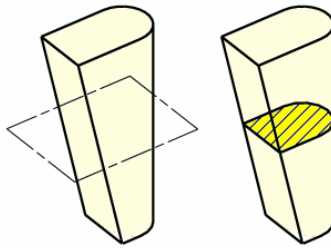


En perspective

figure 10

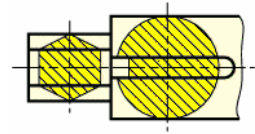


Projection orthogonale

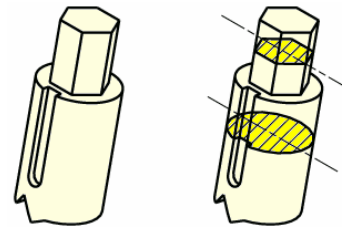


En perspective

figure 11



Projection orthogonale



En perspective

figure 12

### 3.1.3 SECTION SORTIE

#### 3.1.3.1 Méthode de représentation

- 1° Repérer le plan coupant la pièce, par sa trace, en trait mixte fin, renforcé aux extrémités.
- 2° Indiquer le sens d'observation par deux flèches en trait fort pointant vers le milieu des éléments renforcés.
- 3° Repérer le plan de la section par une même lettre majuscule inscrite à côté de chaque flèche.
- 4° Supposer la pièce coupée par ce plan et enlever par la pensée la partie située côté flèches.
- 5° Dessiner en trait continu fort, la surface de la pièce contenue dans le plan sécant, en regardant dans le sens indiqué par les flèches.
- 6° Hachurer la section.
- 7° Désigner la section par les mêmes lettres majuscules que le plan sécant.

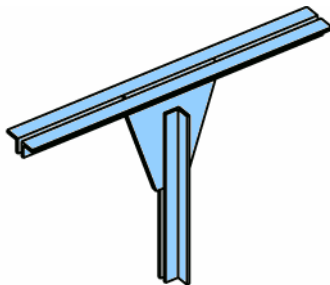


figure 13

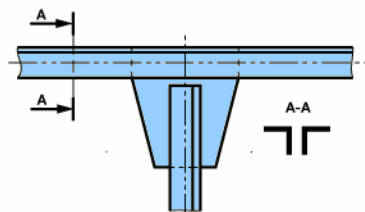
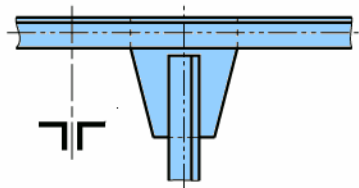


figure 14


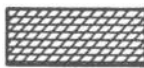
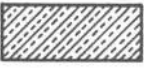





#### Remarque

Suivant la place dont on dispose, on place les sections

- soit suivant figure 9 pour des sections successives,
- soit suivant figure 13 pour une section isolée (un trait d'axe de liaison avec la vue principale est nécessaire),
- soit suivant figure 14 et la position de la section est libre.

### 3.2 LES HACHURES

Les hachures sont utilisées pour mettre en évidence la section ou la coupe d'une pièce

	Tous matériaux et alliage sauf ceux prévus ci-dessous		Matières plastiques ou isolantes et garnitures
	Cuivre et alliage		Bois en coupe transversale
	Métaux et alliages légers		Bois en coupe longitudinale
	Antifriction		Béton

### 3.3 COUPE

#### 3.3.1 NECESSITE DE LA COUPE

Les coupes permettent d'améliorer la clarté et la lecture du dessin en remplaçant les contours cachés des pièces creuses (traits interrompus fins) par des contours vus (traits continus forts).

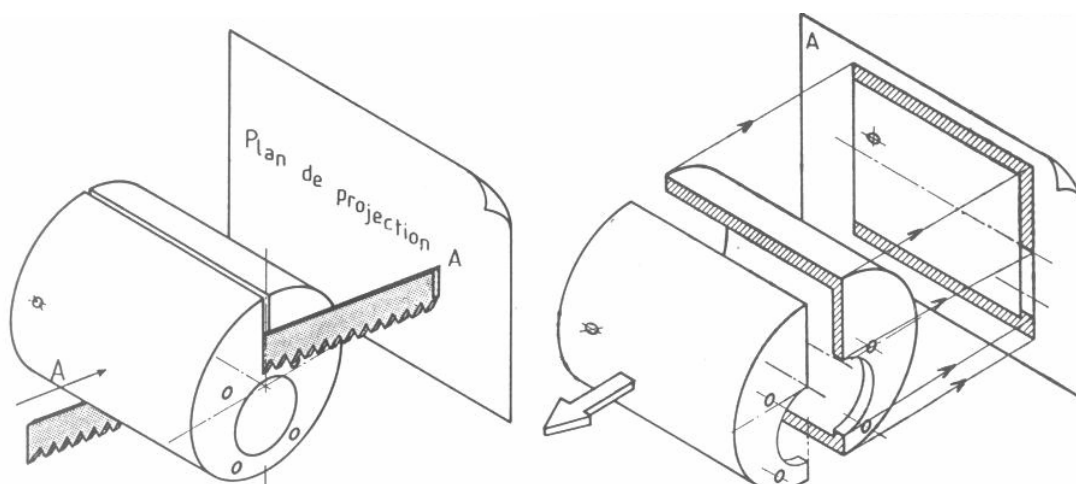
#### 3.3.2 PRINCIPE DE REALISATION D'UNE COUPE SIMPLE

Scier (par la pensée) la pièce suivant un plan parallèle au plan de projection.

Enlever la partie de la pièce située en avant du plan de coupe

Projeter sur le plan A la partie restante.

Hachurer les surfaces coupées de la pièce. La vue obtenue est la coupe du capot suivant un plan parallèle



Une coupe représente la section et la fraction de pièce située en arrière du plan sécant.

#### 3.3.3 REPRESENTATION D'UNE COUPE

Disposer et dessiner la coupe comme une vue normale. Hachurer la section. Suivre les recommandations données au § 3.13.1

Lorsque la localisation d'un plan de coupe est évidente, aucune indication de sa position ou de son identification n'est nécessaire.

### 3.3.3.1 Demi- coupe

En dessinant une demi- coupe contiguë à une demi- vue, une pièce creuse symétrique peut être définie sans qu'il soit nécessaire de tracer les contours cachés



figure 15

### 3.3.3.2 Coupe brisée à plans parallèles

Elle présente l'avantage d'apporter, dans une seule vue, d'une manière précise et claire, un grand nombre de renseignements, sans qu'il soit nécessaire d'effectuer plusieurs coupes.

Cependant, elle n'est employée que s'il n'y a pas chevauchement des plans.

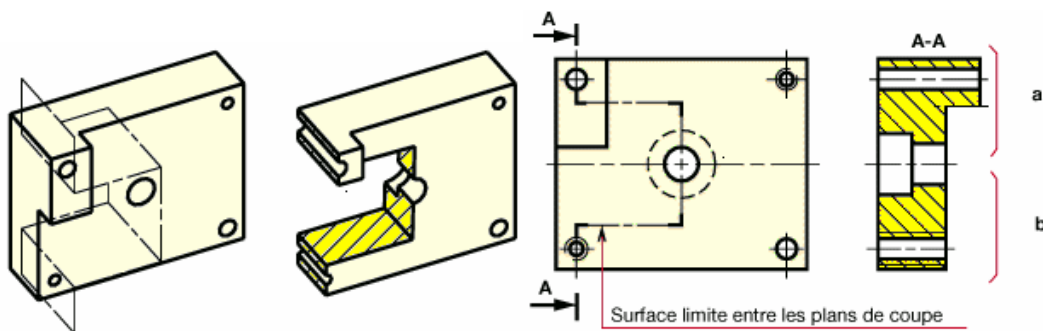


figure 16

#### Remarque

Dans la partie a de la coupe, les hachures s'arrêtent sur un trait mixte fin matérialisant la surface limite entre les deux plans de coupe.

Pratiquement, pour la partie b de la coupe, la surface limite entre les deux plans de coupe n'est pas représentée. Toutefois, si on l'estime nécessaire, on peut la faire figurer par un trait mixte fin.

### 3.3.3.3 Coupe brisée à plans sécants

Le plan de coupe oblique est amené par une rotation d'angle  $\alpha$  dans le prolongement du plan placé suivant une direction principale d'observation.

Le report des dimensions de la surface oblique dans la coupe A-A s'effectue généralement à l'aide du compas.



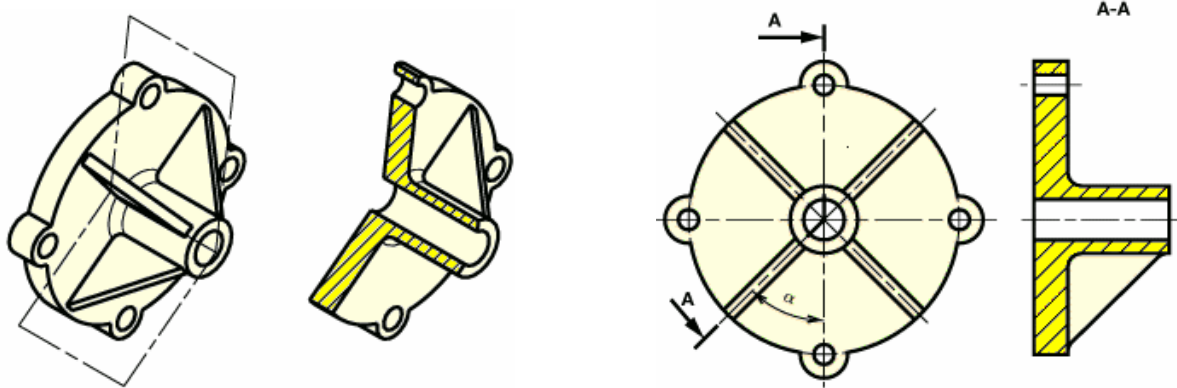


figure 17

### 3.3.3.4 Coupe locale

Elle est utilisée pour montrer en trait fort un détail intéressant.

En général, l'indication du plan de coupe est inutile.

La zone coupée est limitée par un trait continu fin, tracé à main levée ou à la règle avec zigzag.

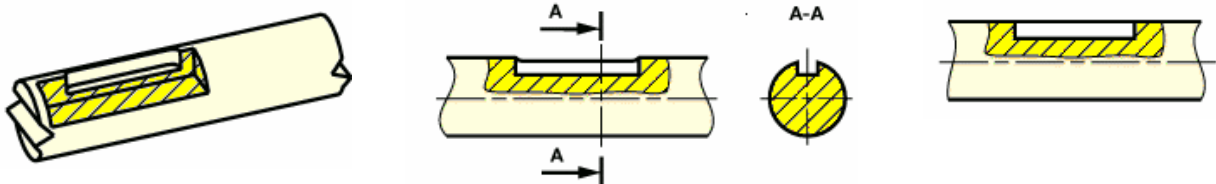


figure 18 Tracé théorique

figure 19 Tracé pratique

## 3.4 OBSERVATION D'UN PLAN

Le plan suivant (figure 20) apporte une grande quantité d'information. Il utilise les conventions évoquées si- haut.

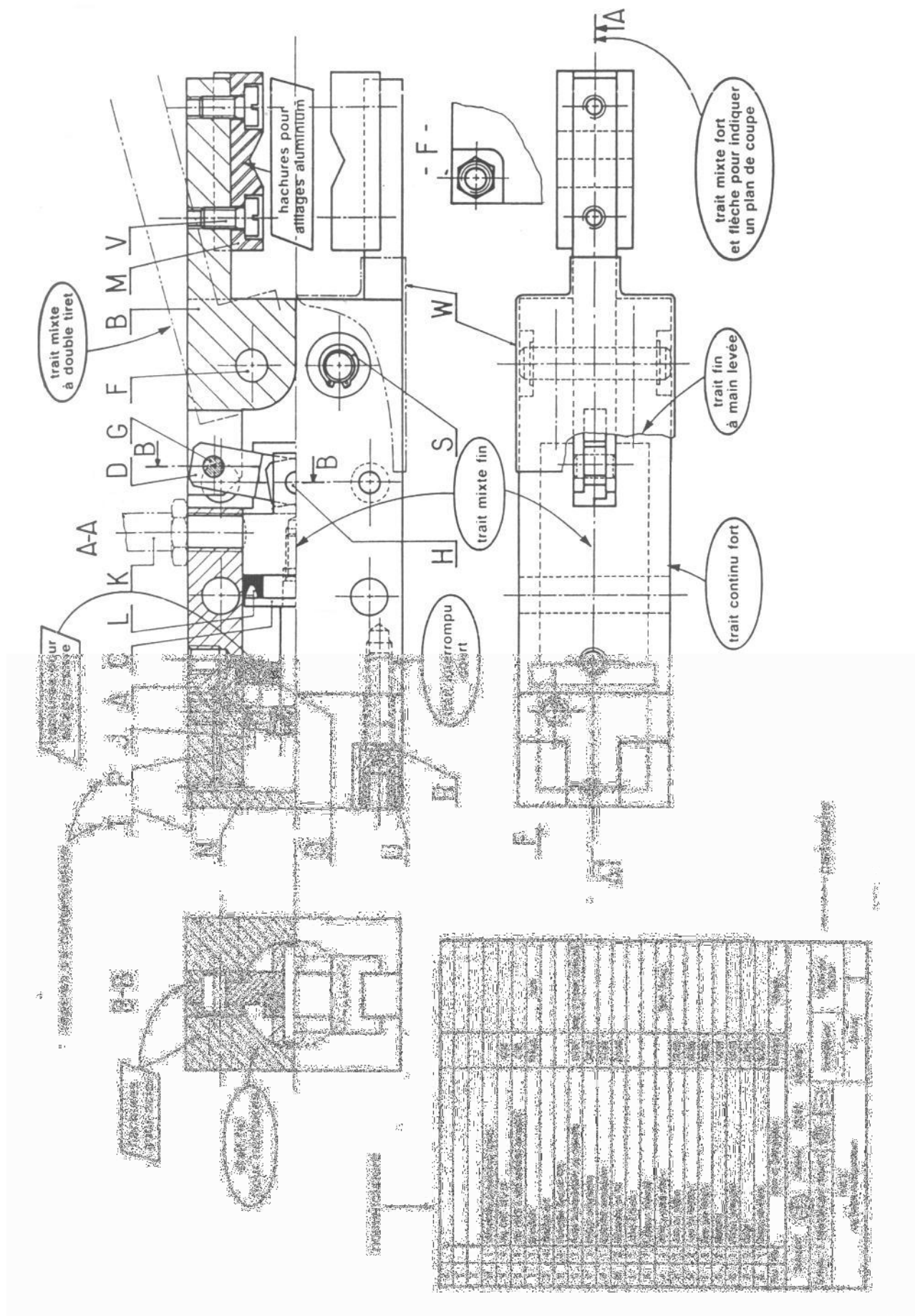
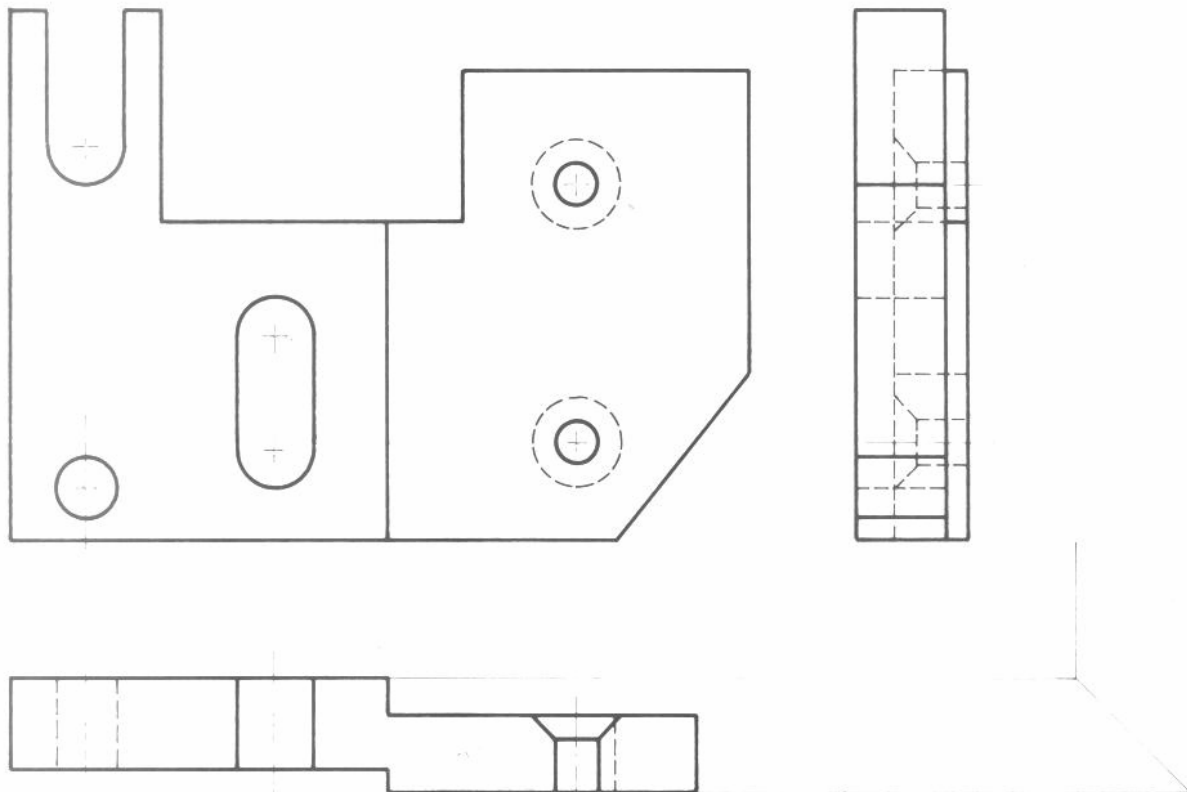


figure 20

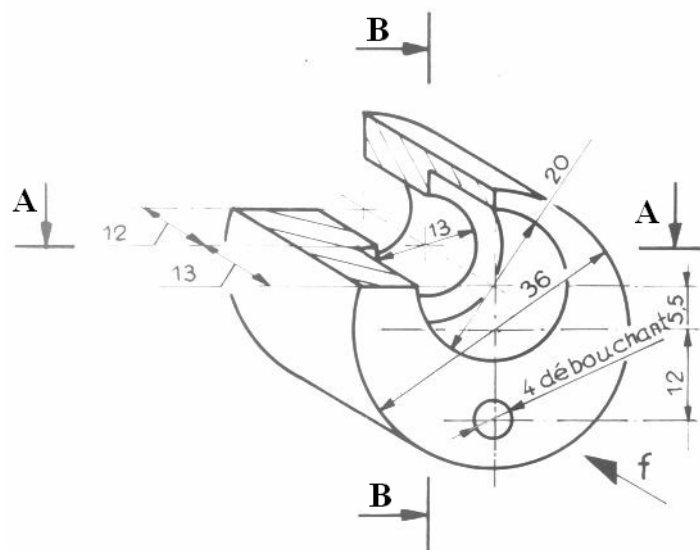
### 3.5 APPLICATIONS

- 1) Localiser les plans sécants, tracer les hachures dans les coupes et représenter la section.

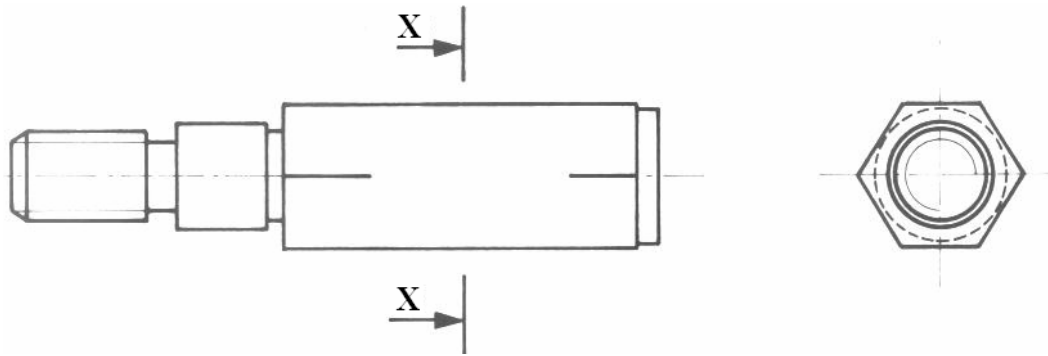


- 2) Représenter cette butée excentrée en vue de face et en coupes A- A et B- B

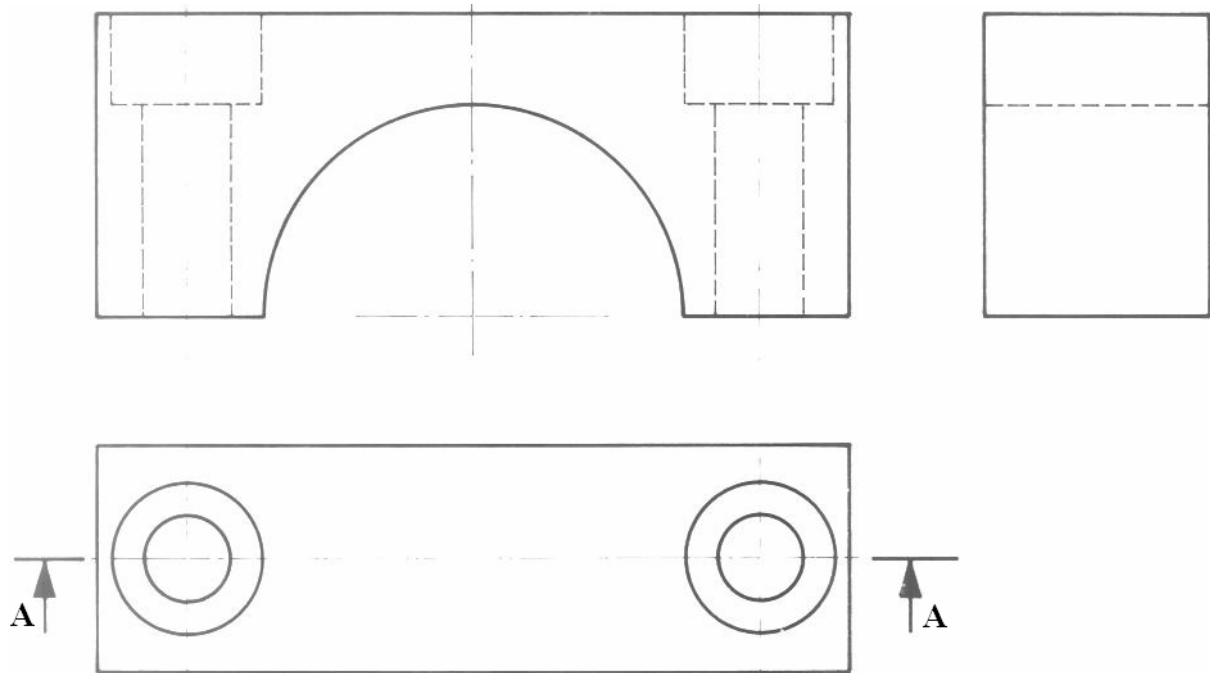
Matière : acier Echelle : 2/1



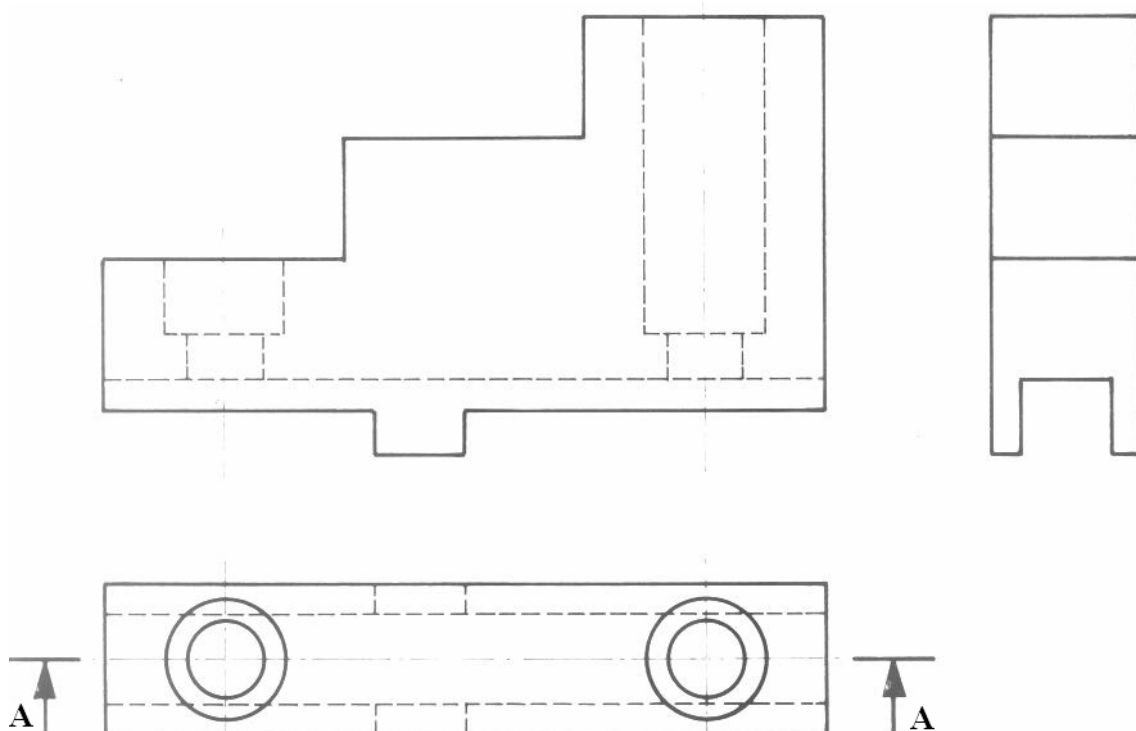
- 3) Rechercher la section rabattue de cette colonne d'appui



4) Remplacer la vue de face de ce collier par une coupe et compléter les vues.

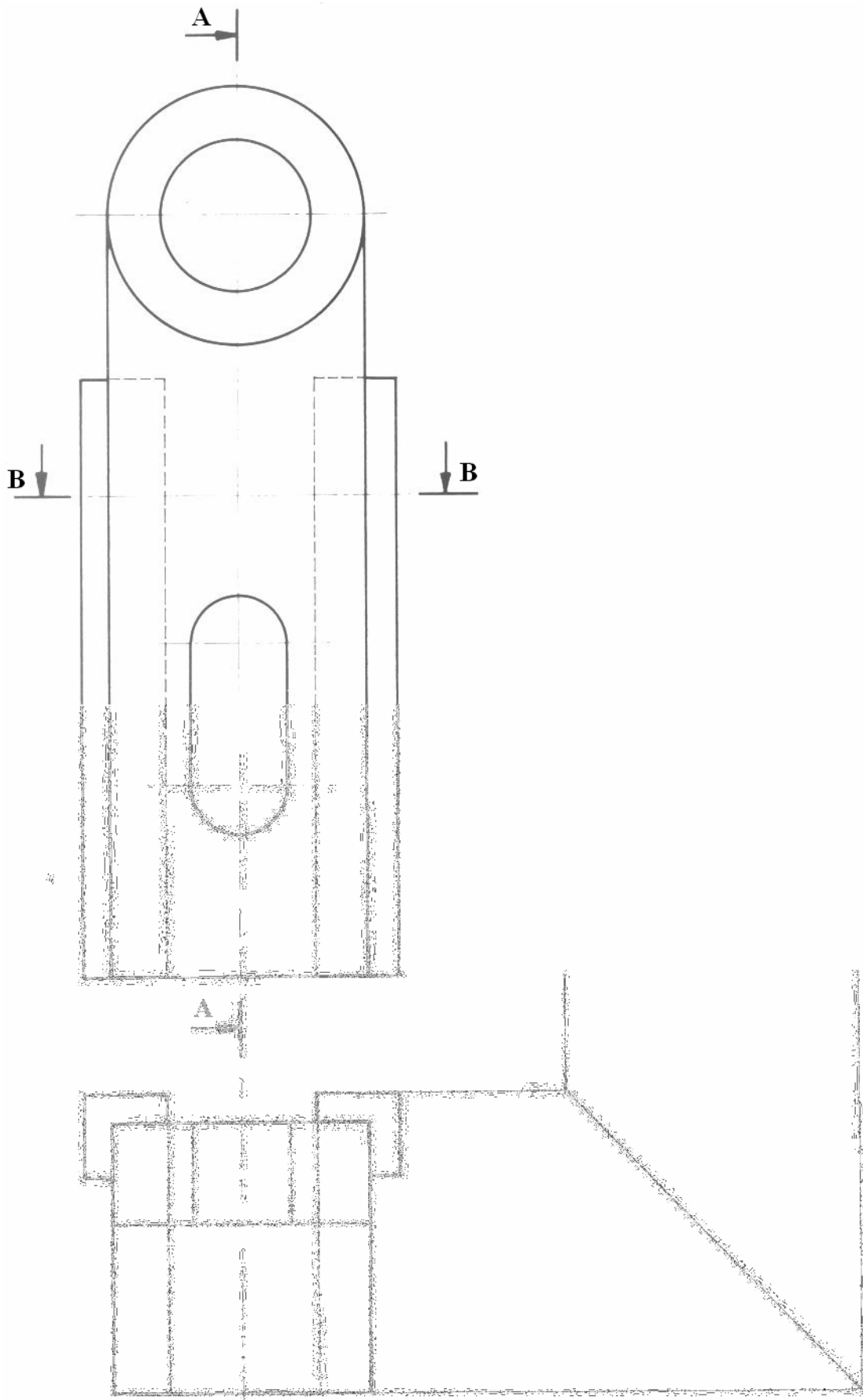


5) Remplacer la vue de face de ce mors par une coupe et compléter les vues.



6) Ce support réglable est représenté en vues de face et de dessus.

Recherchez la coupe A- A et la section rabattue B- B.



## ***FICHE DE PREPARATION 4: LES PERSPECTIVES***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- Pouvoir interpréter et représenter une perspective.

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- Introduire les techniques de perspectives ;
- Réussir le maximum d'applications.

**PRE- REQUIS:**

- La projection orthogonale ;
- Coupes et sections ;
- Normes traits.

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

1heure 30min x 2

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

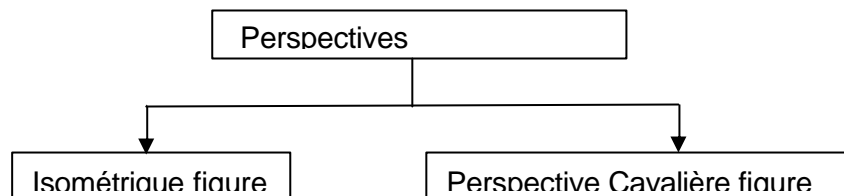
Tableau ;  
Vidéo projecteur ;  
Animation vidéo;  
Guide de dessinateur ;  
Rétroprojecteur,  
Polycopie.

## 4 LES PERSPECTIVES

### 4.1 INTRODUCTION

En dessin industriel, les perspectives sont destinées à fournir une image aussi fidèle que possible de ce que donne la vision ou l'observation directe. Dans ces constructions, les trois dimensions de l'objet sont représentées avec plus ou moins de distorsions par rapport à la réalité..

En génie mécanique on distingue deux familles principales (NF ISO 5456-3) :



- Les lignes de projection sont toutes perpendiculaires au plan de projection (figure 21): perspectives isométrique, dimétrique et trimétrique.
- Les lignes de projections sont toutes inclinées par rapport au plan de projection (figure 22) : perspectives oblique, cavalière et planométrique.

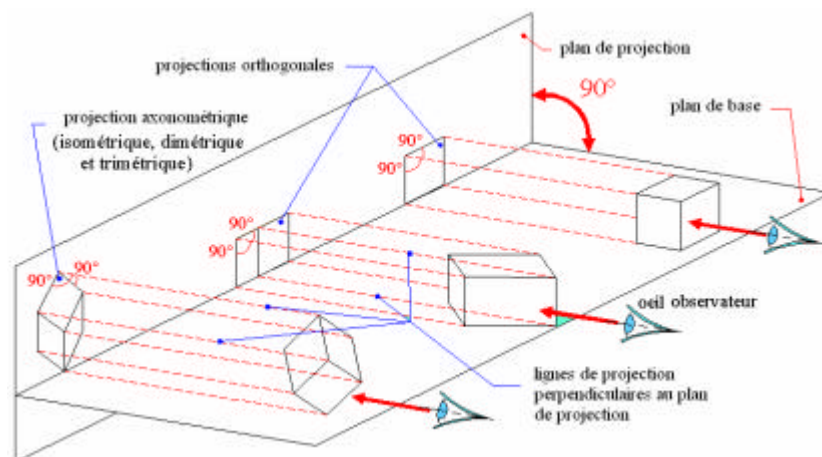


figure 21

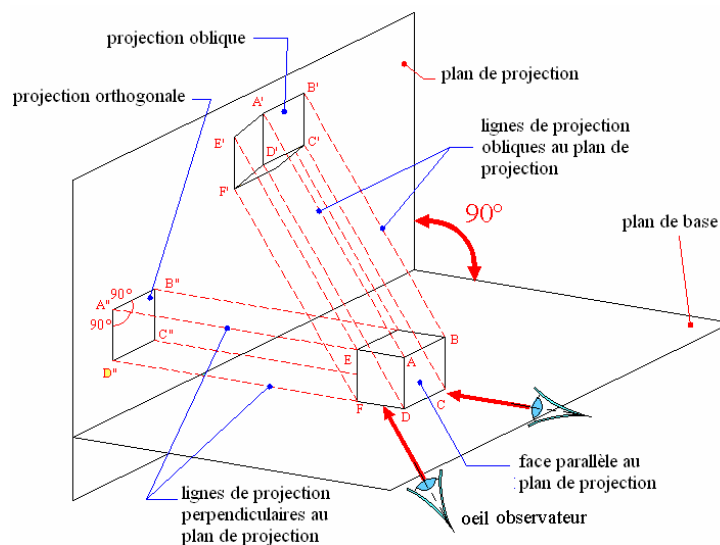


figure 22

## 4.2 PRINCIPALES REGLES ET RECOMMANDATIONS (NF ISO 5456-3)

Les règles et recommandations indiquées sont applicables à toutes les représentations axonométriques développées dans les paragraphes suivants.

Les faces principales ou significatives de l'objet doivent être positionnées de façon à être mises en valeur.

Les axes et traces de plans de symétrie de l'objet ne doivent pas être dessinés, sauf nécessité.

Il est préférable de ne pas dessiner les contours et arêtes cachées ("éviter le pointillé").

## 4.3 PERSPECTIVE ISOMETRIQUE

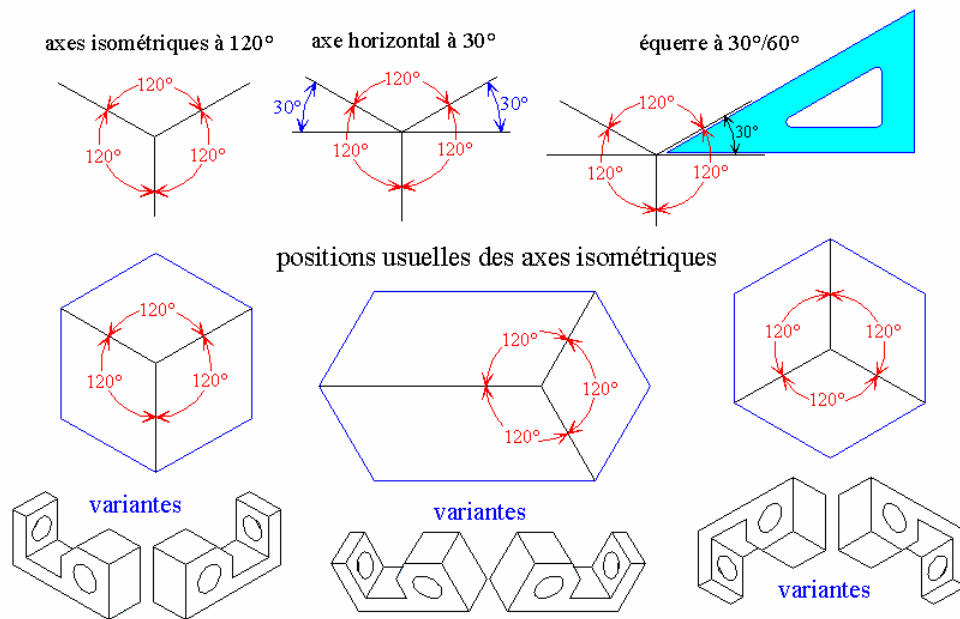


figure 23

Le plan de projection forme trois angles égaux (environ  $35,26^\circ$ ) avec les trois axes de coordonnées X, Y, Z (axes liés, par exemple, aux arêtes d'un cube).

Après projection orthogonale de l'ensemble, les axes X, Y et Z donnent, dans le plan de projection, trois axes isométriques X', Y' et Z' situés à  $120^\circ$  les uns des autres.

### 4.3.1 PROPRIETES :

La perspective isométrique donne la même importance visuelle aux trois faces d'un cube projeté (figure 24).

$S=0,816 \times$  dimension réelle

$a_1$  en vraie grandeur

$b_1=0,58 \times$  dimension réelle

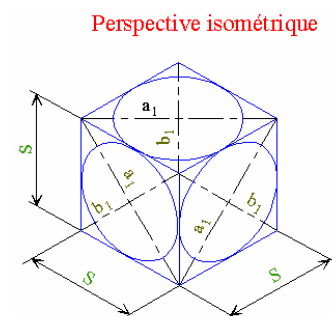


figure 24



### 4.3.2 TRACE DES CERCLES ET DES ARCS CONTENUS DANS LES PLANS ISOMETRIQUES

Le tracé des cercles et arcs contenus dans les plans isométriques peut être réalisé par la méthode point par point ou par la méthode approximative des quatre centres.

#### 4.3.2.1 Méthode de tracé point par point

##### 4.3.2.1.1 Principe

Les points sont d'abord repérés sur les vues orthogonales à partir de leurs coordonnées  $X$  et  $Y$  puis transférés sur la perspective en utilisant les échelles de dimensions.

Le cercle de centre  $O$  et de rayon  $R$  donné en vue de face peut ainsi être tracé point par point. Le point  $B$  a pour coordonnées  $X$  et  $Y$ . Ces coordonnées se reportent en vraie grandeur sur la perspective isométrique. Les points  $A$ ,  $C$  et  $D$  sont des points symétriques. L'opération devra être répétée autant de fois que nécessaire pour obtenir le dessin complet de l'ellipse.

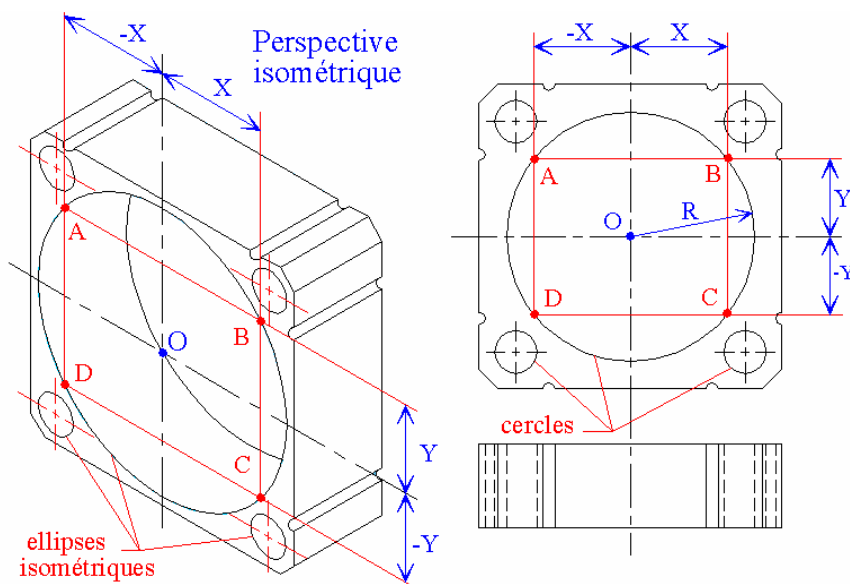


figure 25

#### 4.3.2.2 Méthode approximative des quatre centres :

##### 4.3.2.2.1 Principe

La méthode permet un tracé approché des ellipses au moyen de quatre arcs de cercle.

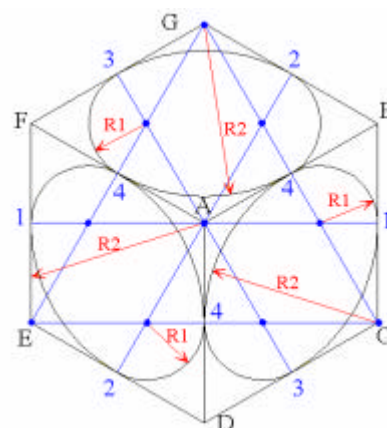


figure 26

### 4.3.2.2.2 Exemple de tracé

Reprenons l'objet de l'exemple précédent et traçons, avec cette méthode, le cercle de centre O et de rayon R donné en vue face.

#### 4.3.2.2.1 Etape 1

Tracé du carré (A, B, C, D) enveloppant le cercle, centré en O et de côté  $2R$ , à la fois en vue de face et sur la perspective.

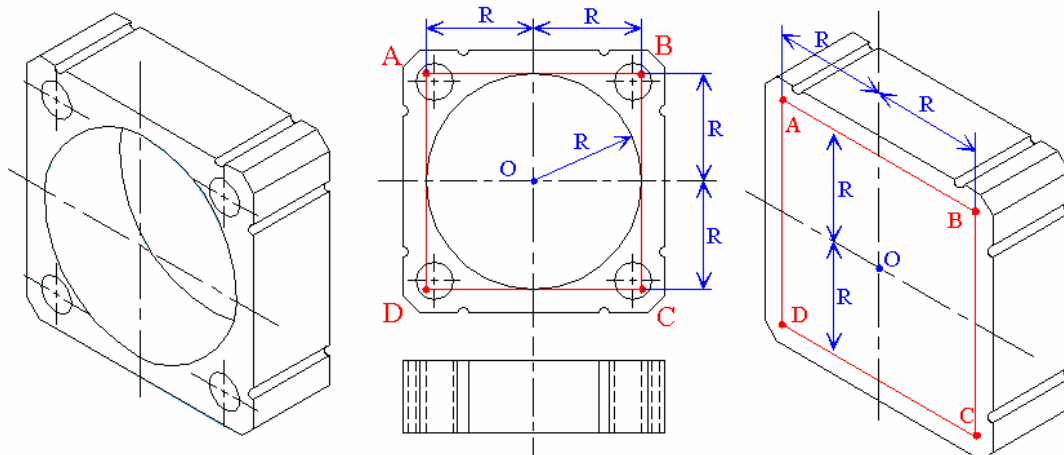


figure 27

#### 4.3.2.2.2 Etape 2

Tracé des droites (1, D), (3, D), (4, B) et (2, B) respectivement perpendiculaires aux côtés AB, BC, CD et DA. Les points 1, 3, 4 et 2 sont aussi les milieux de ces mêmes côtés.

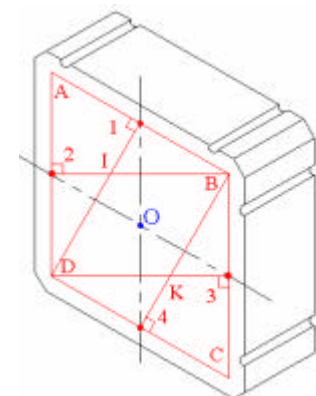


figure 28

#### 4.3.2.2.3 Etape 3

Tracé des arcs (1,2) et (3,4) de rayons  $R_1$  et de centres I et K.

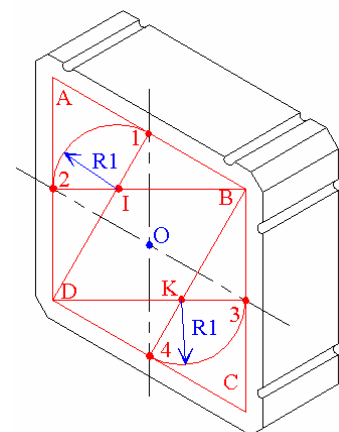


figure 29

#### 4.3.2.2.4 Etape 4

Tracé des arcs (2,4) et (3,1) de rayons  $R_2$  et de centres B et D.

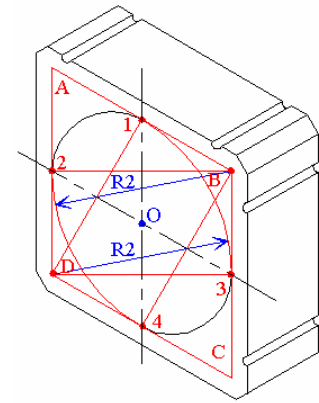


figure 30

#### 4.3.2.2.5 Etape 5

Repasser ou finir les tracés, éliminer ou gommer les constructions.

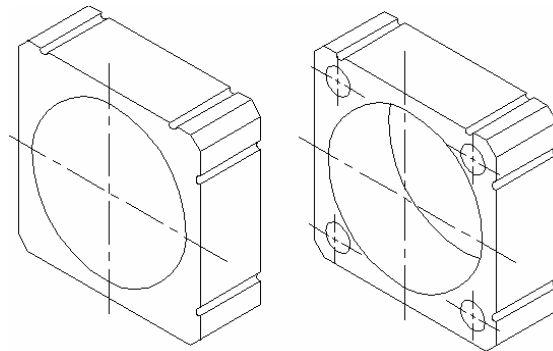


figure 31

### 4.3.3 EXEMPLE DE CONSTRUCTION :

Soit à représenter en perspective isométrique l'objet défini par les trois vues orthogonales proposées.

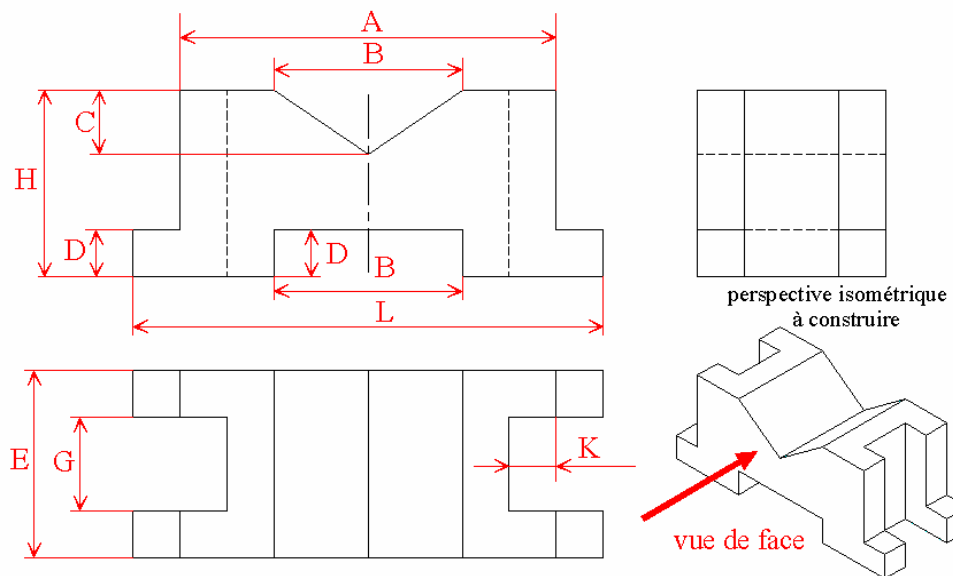


figure 32

### 4.3.3.1 Principales étapes de construction :

Après choix de la vue de face, on remarquera que les dimensions de l'objet A, B, L, D, H, C, E, G et K sont toutes reportées en vraie grandeur.

#### 4.3.3.1.1 Etape 1 :

Dessiner la forme ("parallélépipède enveloppe :  $L \times H \times E$ ) générale de l'objet ou son volume enveloppe.

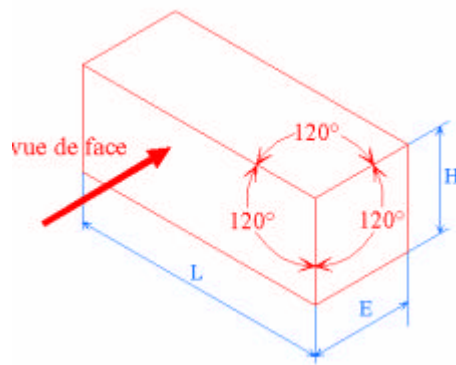


figure 33

#### 4.3.3.1.2 Etape 2 :

Tracer (sous forme d'esquisse) les parties et éléments principaux de l'objet.

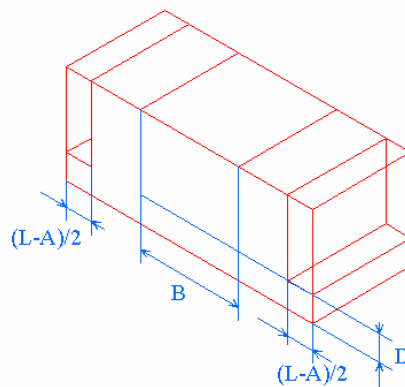


figure 34

#### 4.3.3.1.3 Etape 3 :

Tracer (esquisse) les formes secondaires de l'objet

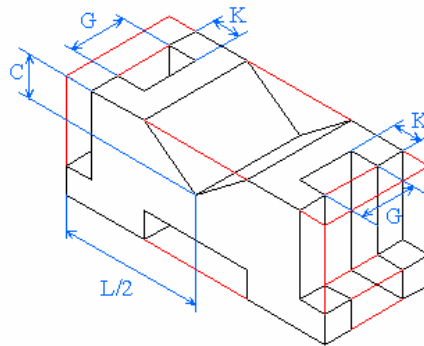


figure 35

#### 4.3.3.1.4 Etape 4 :

Repasser ou finir les tracés. Eliminer ou gommer les lignes de construction.

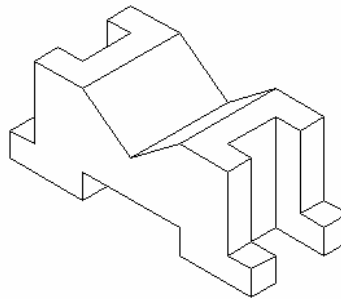


figure 36

### 4.3.4 APPLICATION

Reprendre la construction de cet exemple sur un calque. On donne

$A=60$  ;  $B=30$  ;  $C=10$  ;  $D=8$  ;  $E=30$  ;  $G=15$  ;  $H=40$  ;  $L=80$  ;  $K=8$

### 4.4 PERSPECTIVE CAVALIERE

Ce sont les perspectives les plus faciles à réaliser mais aussi celles qui présentent les plus grandes distorsions.

#### 4.4.1 CARACTERISTIQUES

Ce mode de représentation, le plan de projection est parallèle à la face principale de l'objet.

$$a_1 = b_1 = S \quad a_2 = 1,06 S \quad b_2 = 0,36 S$$

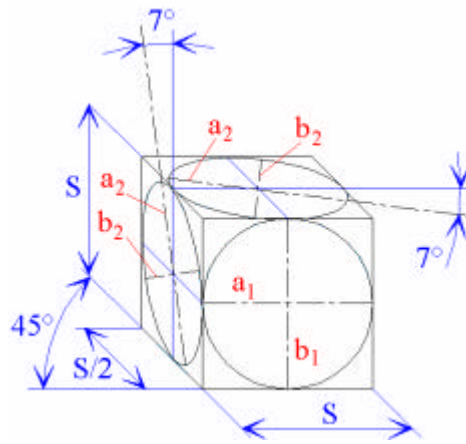


figure 37

#### 4.4.2 REGLE POUR LE POSITIONNEMENT DES OBJETS

Placer de préférence la face la plus irrégulière, ou celle présentant le plus de surfaces circulaires, parallèlement au plan de projection. Les formes les plus complexes seront ainsi dessinées en vraie grandeur, sans distorsion, ce qui simplifiera les tracés (figure 38)

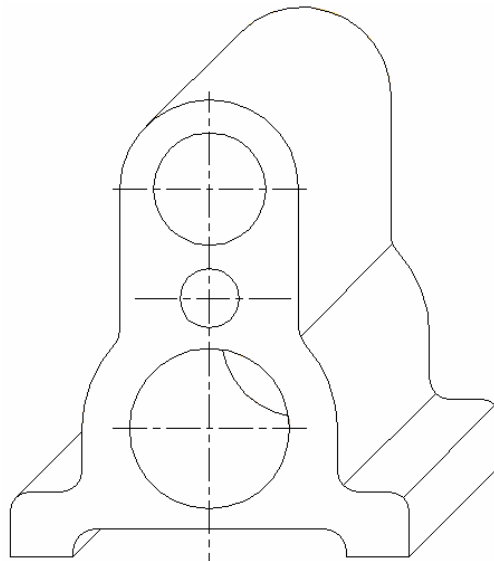


figure 38

#### 4.4.3 EXEMPLE DE CONSTRUCTION

Soit à tracer en perspective cavalière l'objet proposé en trois vues orthogonales (figure 39) Les chiffres indiqués servent à repérer les points de construction.

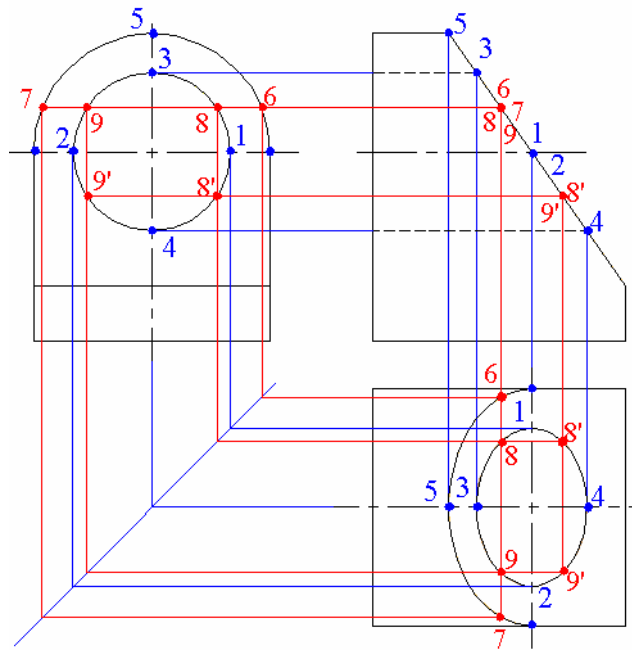


figure 39

#### 4.4.3.1 Etape 1

Choix de la face principale, mise en place du volume enveloppe de l'objet et des principaux axes de symétrie.

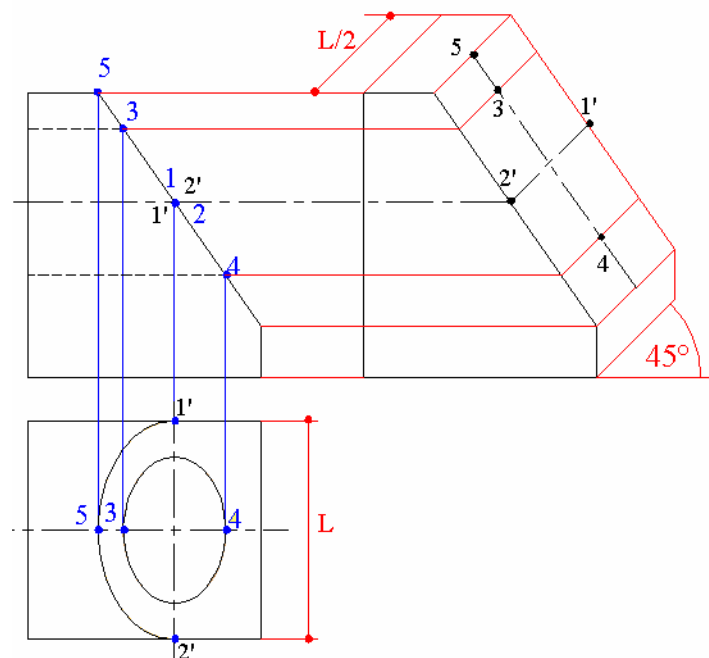


figure 40

#### 4.4.3.2 Etape 2

Détermination des points principaux des surfaces courbes appartenant au plan incliné.

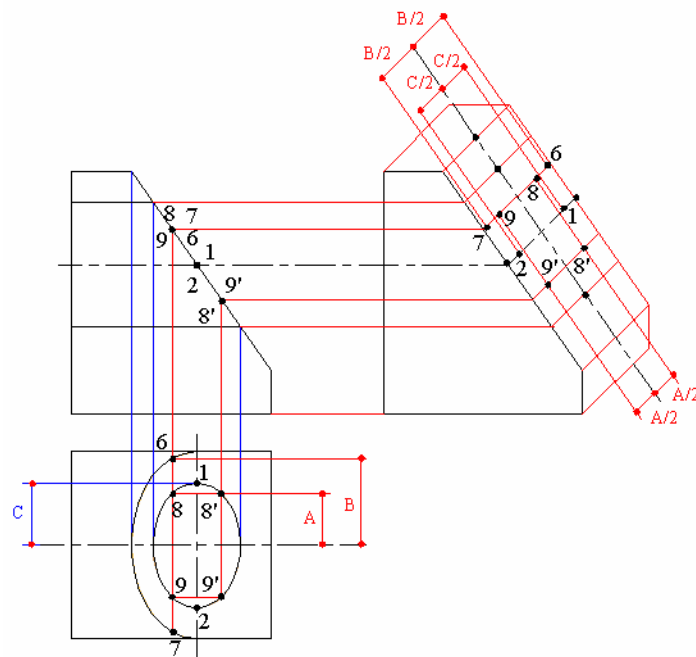


figure 41

#### 4.4.3.3 Etape

Détermination des points supplémentaires nécessaires pour affiner les tracés.

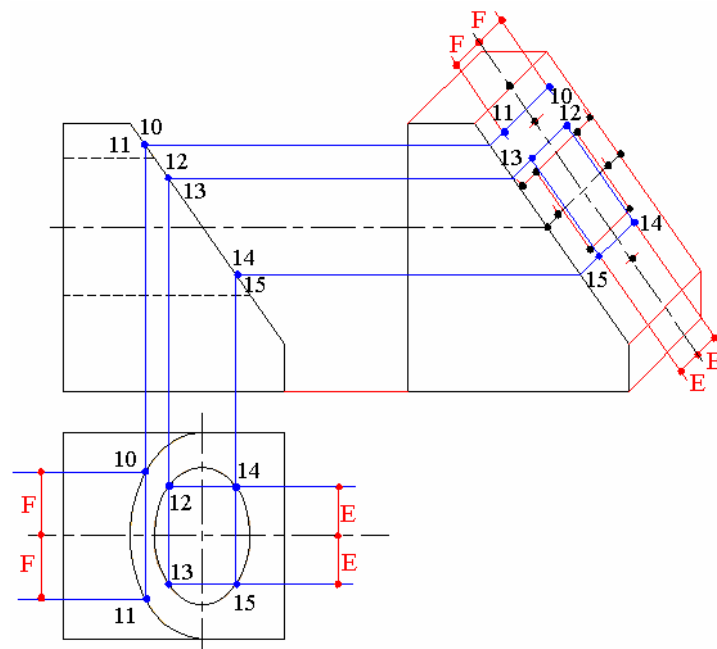


figure 42

#### 4.4.3.4 Etape

Tracé des courbes reliant les divers points obtenus.

Détermination point par point du profil courbe de la face côté gauche de l'objet à partir du profil du plan incliné obtenu (en reportant la longueur H des génératrices successives).



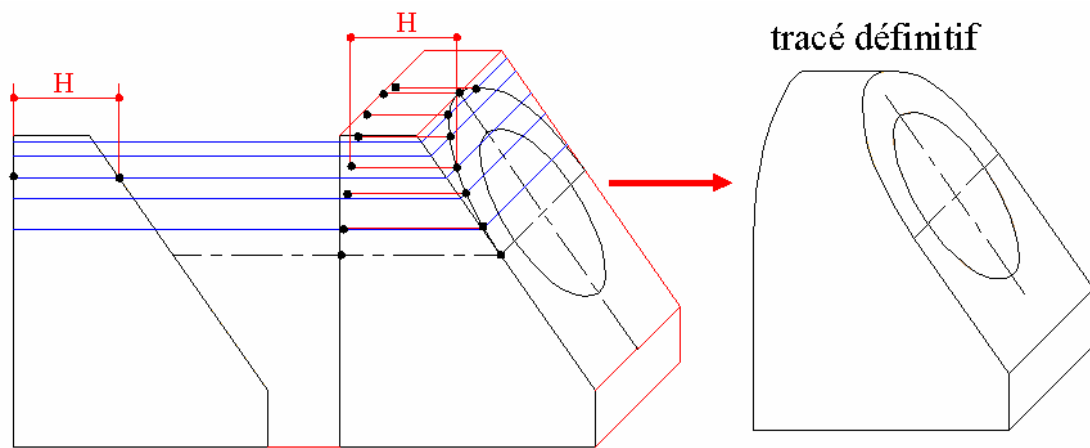


figure 43

## 4.5 APPLICATIONS

Voir TD

## ***FICHE DE PREPARATION 5: LES LIAISONS MECANIQUES***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- A partir d'un dessin ou d'un mécanisme, être capable de décrire les propriétés cinématiques de différentes liaisons, les nommées et les représenter sur un schéma.

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- Introduire la notion de mobilités ;
- Introduire la notion de liaison.
- Introduire la notion de contact.
- Désigner les différents types de liaisons ;
- Etudier le graphe de liaisons ;
- Représenter un schéma.

**PRE- REQUIS:**

- La projection orthogonale ;
- Coupes et sections ;
- Normes traits ;
- Perspectives,
- Cinématique ;
- Théorie de graphes.

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

1heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ; Vidéo projecteur ; Animation vidéo ; Guide de dessinateur ; Rétroprojecteur, Polycopie.

## 5 LES LIAISONS MECANIQUES

### 5.1 INTRODUCTION

Les liaisons mécaniques entre solides sont normalisées internationalement (ISO...), à la fois dans leur désignation (pivot...) et leur représentation schématique. Outils de base, elles sont régulièrement utilisées dans l'étude des systèmes mécaniques.

### 5.2 NOTION DE MOBILITES

La mobilité d'une pièce, dans l'espace, est définie par : 3 rotations et 3 translations suivant les axe d'un référentiel choisi (figure 44).

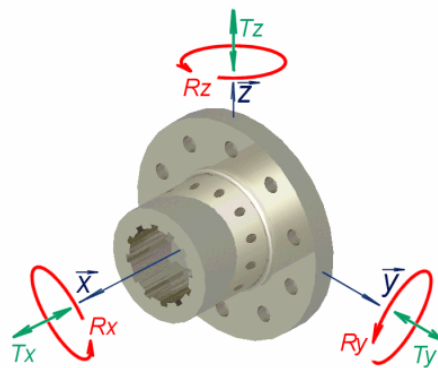


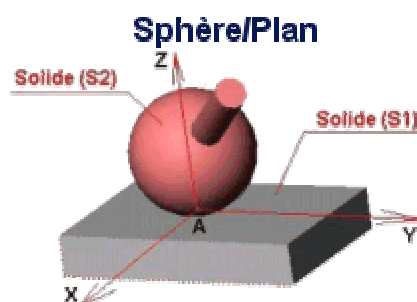
figure 44

### 5.3 LIAISONS ENTRE DEUX SOLIDES

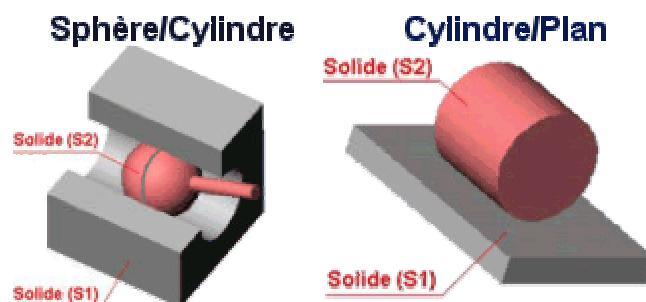
#### 5.3.1 LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONTACT

Une liaison entre deux solides est une relation de contact.

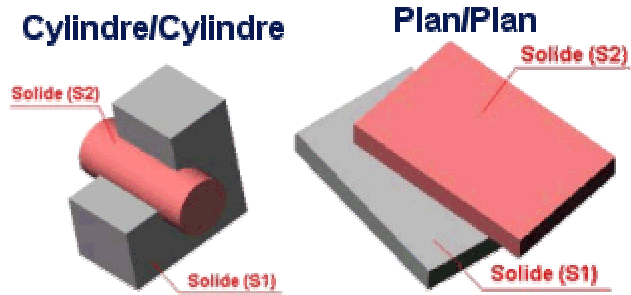
Contact Ponctuel:



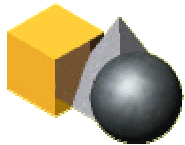
Contact Linéique:



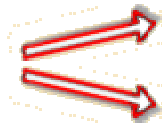
Contact Surfacing:



### 5.3.2 HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION

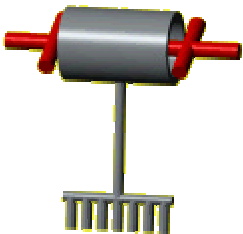


Solides parfaits

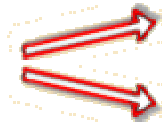


Géométrie parfaite

Solides indéformables



Liaisons parfaites



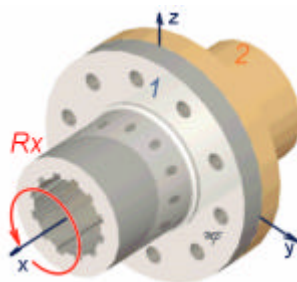
Pas de frottement

Géométrie des contacts parfaite

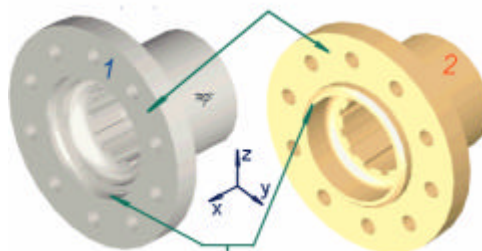
### 5.3.3 DEGRES DE LIBERTE D'UNE LIAISON

C'est le nombre de déplacements élémentaires indépendants autorisés par cette liaison.

### 5.3.4 DEGRES DE LIAISON



Le contact entre ces deux surfaces interdit  $R_y$ ,  $R_z$  et  $T_x$



Le contact court cylindre/cylindre entre ces deux surfaces interdit  $T_y$  et  $T_z$


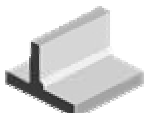


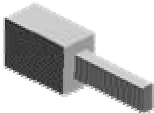





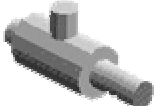
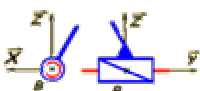


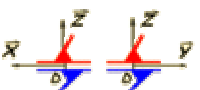
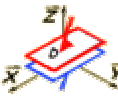

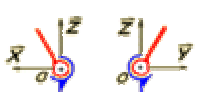


figure 45

C'est le nombre de déplacements élémentaires interdits. On notera que pour une liaison, la somme des degrés de liberté et des degrés de liaisons est égale à 6.

## 5.4 LIAISONS MÉCANIQUES USUELLES

### 5.4.1 TABLEAU DES LIAISONS USUELLES

Le tableau ci-dessous présente les symboles et caractéristiques de l'ensemble des liaisons usuelles

Nom de la liaison	Représentations planes	Perspective	Degrés de liberté	illustration
Liaison encastrement de centre B			$T$ $R$ $0$ $0$ $0$ $0$ $0$ $0$	 Aucun mouvement possible
Liaison glissière de centre A et d'axe X			$T$ $R$ $T_x$ $0$ $0$ $0$ $0$ $0$	
Liaison pivot de centre A et d'axe X			$T$ $R$ $0$ $R_x$ $0$ $0$ $0$ $0$	
Liaison Pivot Glissant de centre C et d'axe X			$T$ $R$ $T_x$ $R_x$ $0$ $0$ $0$ $0$	
Liaison hélicoïdale de centre B et d'axe Y			$T$ $R$ $0$ $0$ $T_y = p \cdot R_y$ $R_y$ $0$ $0$	
Liaison Appui Plan de centre D et de normale Z			$T$ $R$ $T_x$ $0$ $T_y$ $0$ $0$ $R_z$	
Liaison rotule de centre O			$T$ $R$ $0$ $R_x$ $0$ $R_y$ $0$ $R_z$	

Liaison rotule à doigt de centre O d'axe X			T 0 0 0	R 0 Ry Rz	
Liaison linéaire annulaire de centre B et d'axe X			T Tx 0 0	R Rx Ry Rz	
Liaison linéique rectiligne de centre C, d'axe X et de normale Z			T Tx Ty 0	R Rx 0 Rz	
Liaison ponctuelle de centre O et de normale Z			T Tx Ty 0	R Rx Ry Rz	

## 5.4.2 EXEMPLES DE SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

### 5.4.2.1 Liaison encastrement (ou liaison fixe)

Exemple 1 : les assemblages serrés et les assemblages par cône dont l'angle est suffisamment petit, réalisent tous des liaisons fixes ou des encastrements.

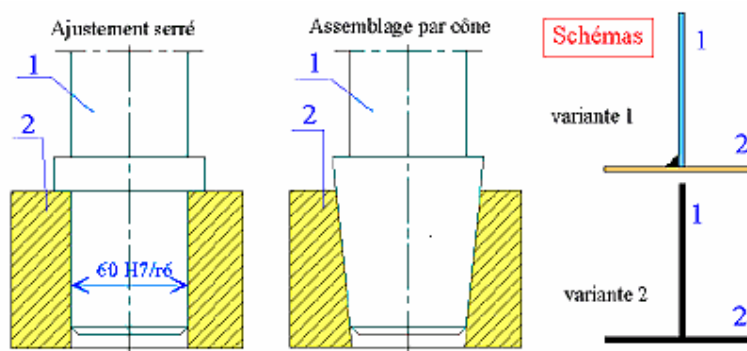


figure 46

Exemple 2 : liaison arbre poulie avec clavette et circlips.

En fonctionnement normal, les quatre pièces sont immobiles ou encastrees les unes par rapport aux autres. En schématisation, l'ensemble peut être ramené à un seul et même objet (variante N°2). Le triangle noirci de la variante 1, reliant 1 et 2, peut être omis s'il n'y a pas ambiguïté d'interprétation. D'autres variantes de représentations que celles proposées sont possibles.

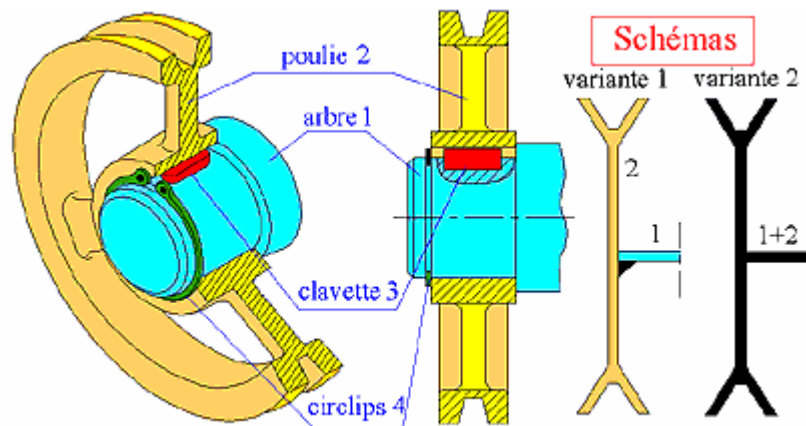


figure 47

### 5.4.2.2 Liaison pivot

Exemple 1 : articulation cylindrique en chape.

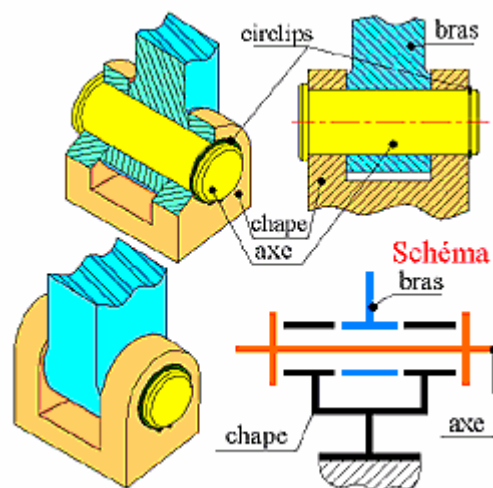


figure 48

Exemple 2 : liaison pivot par roulements à billes.

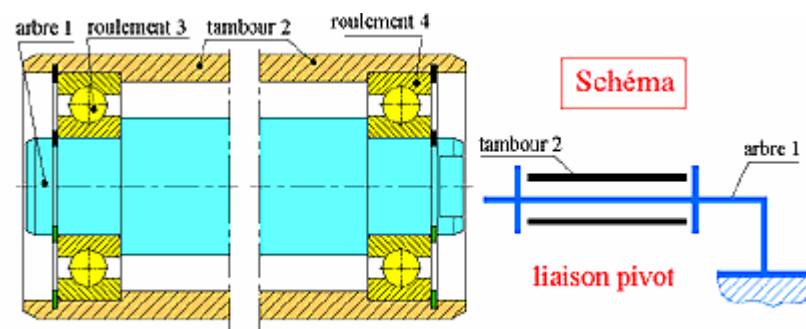


figure 49

### 5.4.2.3 Liaison glissière

**Exemple :** pied à coulisse - liaison glissière entre la règle 1 et le coulisseau 2 (avec vernier).

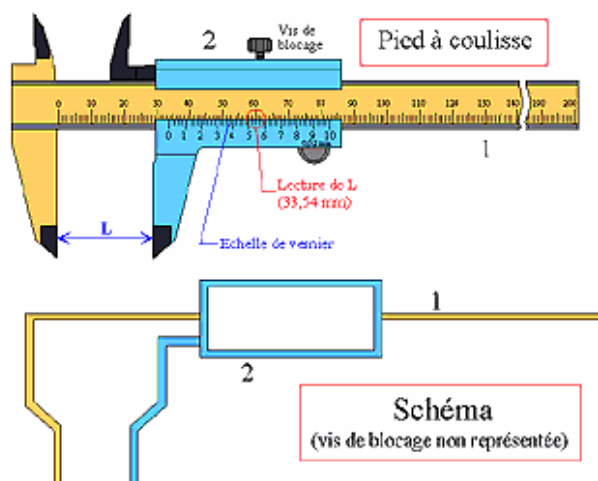


figure 50

#### 5.4.2.4 Liaison hélicoïdale

Le système vis-écrou sous toutes ses formes, y compris les vis à billes, est la réalisation pratique la plus fréquente de la liaison hélicoïdale.

La liaison est caractérisée par un seul degré de liberté (et non pas deux) ayant la particularité d'être une rotation et une translation combinées de même axe.

**Exemple :** vis à billes

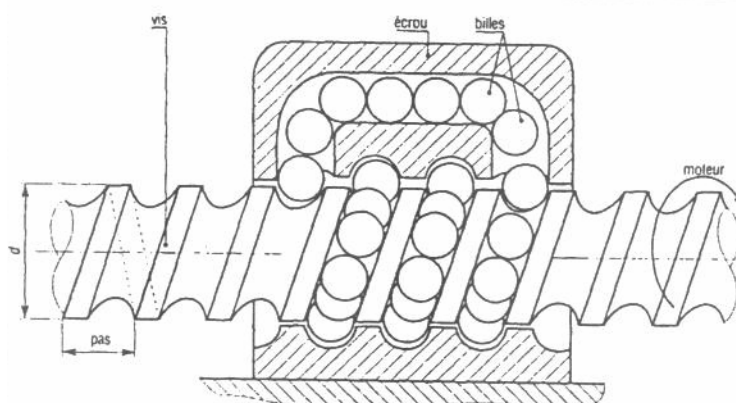


figure 51

#### 5.4.2.5 Liaison pivot glissant

**Exemple :** vérin pneumatique à double effet.

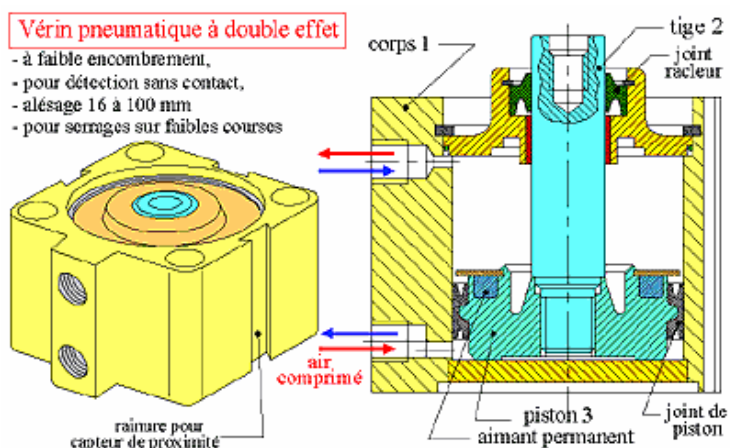


figure 52



### 5.4.2.6 Liaison sphérique (ou rotule)

**Exemple :** palier à roulement, avec roulement à rotule sur rouleaux.

Dans cet exemple, l'arbre 1, le manchon conique de serrage, l'écrou cranté et la bague intérieure du roulement, tous encastrés ou immobiles les uns par rapport aux autres, sont repérés par le même chiffre 1. Même démarche pour le palier en deux parties (2 plus 3), les bagues de centrage et les autres éléments. De ce fait, sur le schéma proposé ne subsistent que deux ensembles ou "deux solides" en liaison sphérique.

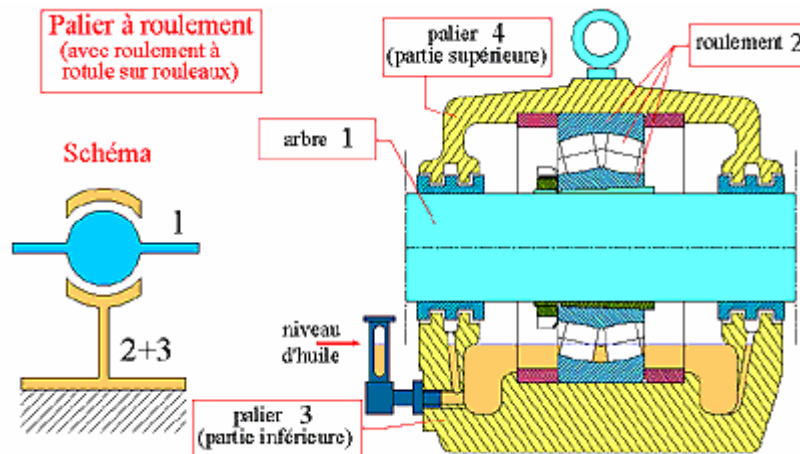


figure 53

### 5.4.2.7 Liaison sphérique à doigt

On peut la considérer comme une liaison sphérique ayant un degré de liberté supprimé par l'ajout d'un doigt complémentaire.

La liaison est caractérisée par deux degrés de liberté, deux rotations dont les axes, perpendiculaires entre eux, sont également perpendiculaires à l'axe ou la direction du doigt.

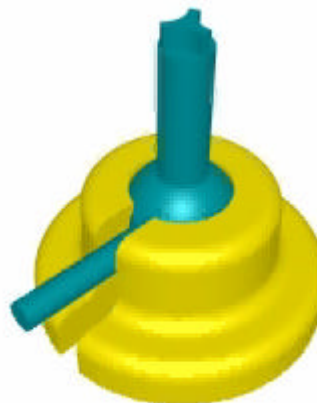


figure 54

## 5.5 CLASSES D'ÉQUIVALENCE CINÉMATIQUES (CEC)

Une classe d'équivalence est un groupe de pièces n'ayant aucun mouvement relatif les unes par rapport aux autres au cours de fonctionnement du mécanisme.

La recherche des classes d'équivalence passe par la localisation de toutes les liaisons encastrement réalisées à l'intérieur du mécanisme.

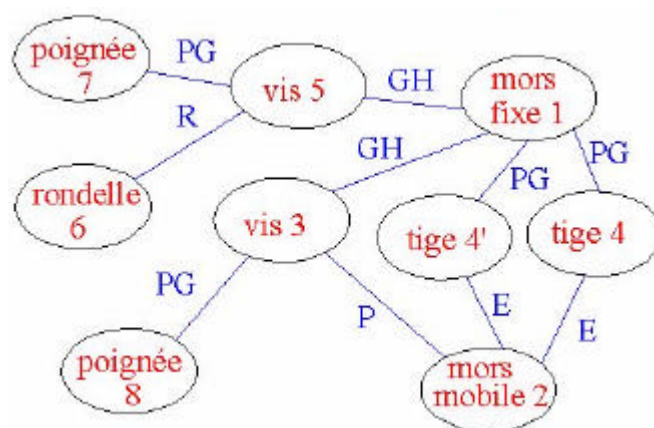
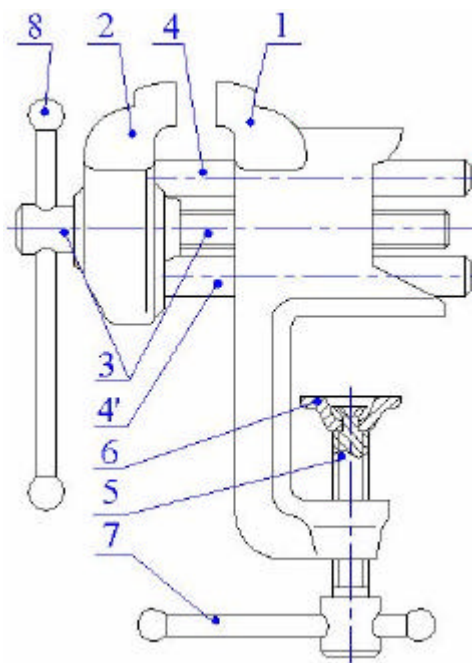
## 5.6 GRAPHE DES LIAISONS

Le graphe est un outil d'analyse fonctionnelle interne, utilisé pour décrire les liaisons entre les pièces d'un mécanisme.

Le graphe se compose de cercles (ou ellipses...) dans lesquels sont inscrits les noms ou les repères des classes d'équivalences cinématiques du mécanisme. A chaque fois qu'il existe un lien ou une liaison entre deux classes d'équivalences cinématiques, les cercles correspondants sont reliés l'un à l'autre par un trait et la nature de la liaison est indiquée à proximité.

## 5.7 SCHEMA CINEMATIQUE

Etau de table



P = liaison pivot

R = liaison sphérique

E = liaison encastrement

GH= liaison glissière hélicoïdale PG= liaison pivot glissant

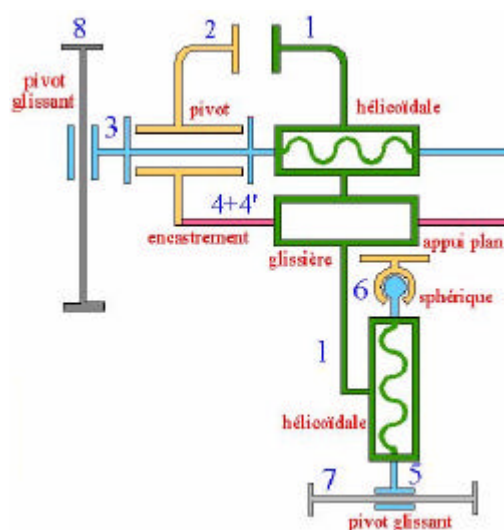


figure 55

## 5.8 APPLICATION

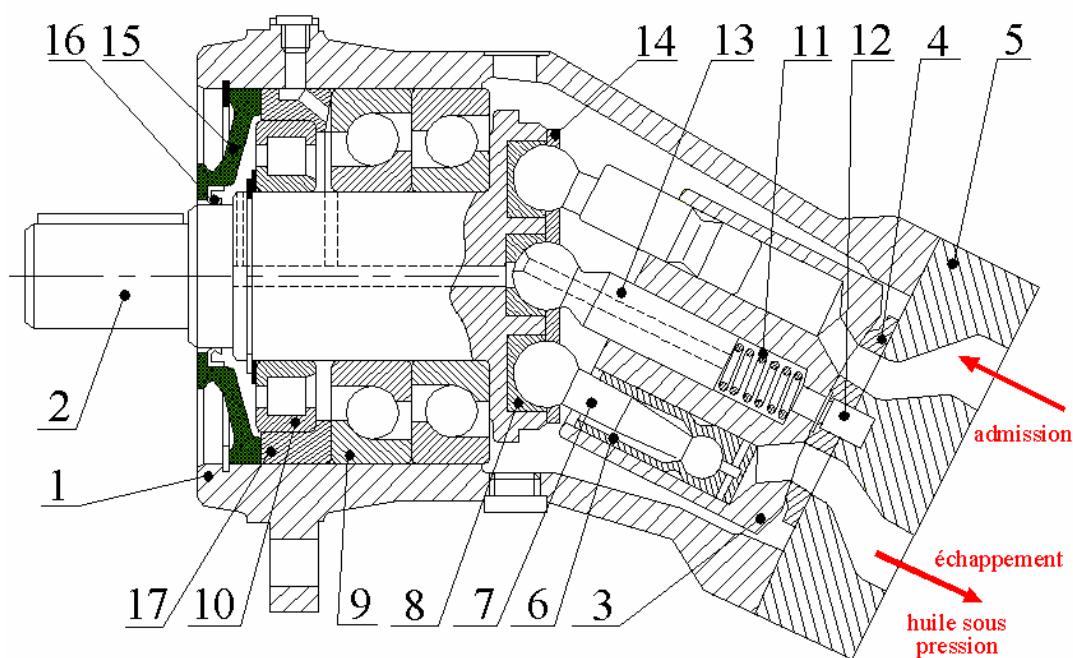


figure 56 pompe hydraulique industrielle.

1) Donner les CEC du mécanisme suivant

Représenter le graphe de liaisons

Donner le schéma cinématique de ce mécanisme.

Solution

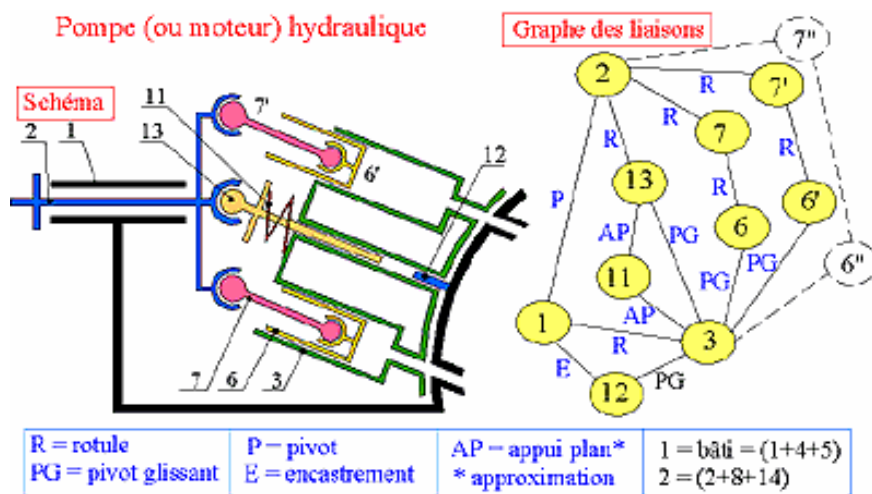


figure 57 Schéma et graphe des liaisons.

## ***FICHE DE PREPARATION 6: TOLERANCES DIMENSIONNELLES ET AJUSTEMENTS***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- Choix d'un ajustement

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- Etudier les tolérances dimensionnelles ;
- Normalisation des tolérances,
- Introduire la notion d'ajustement,
- Choix d'un ajustement.

**PRER- EQUIS:**

- Lecture d'un dessin,
- Exécution graphique de la cotation,
- Analyse fonctionnelle,
- Les outils mathématiques (calcul vectoriel)

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

1 heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ;  
Vidéo projecteur ;  
Rétroprojecteur,  
Polycopie.

## 6 TOLERANCES DIMENSIONNELLES ET AJUSTEMENTS

### 6.1 LA COTATION

#### 6.1.1 EXECUTION GRAPHIQUE DE LA COTATION

Voir guide

### 6.2 TOLERANCES DIMENSIONNELLES

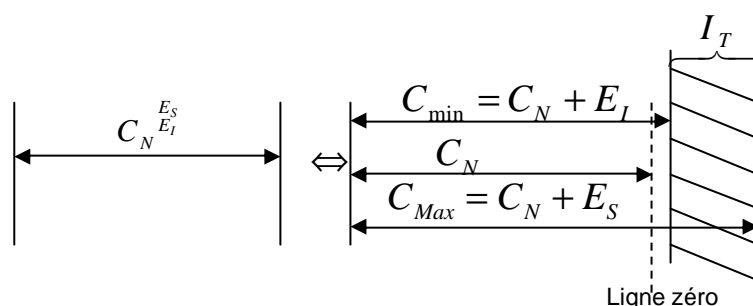
Nécessité des tolérances

L'imprécision inévitable des procédés d'usinage fait qu'une pièce ne peut pas être réalisée de façon rigoureusement conforme aux dimensions fixées d'après les exigences fonctionnelles. C'est pour cette raison qu'il a fallu tolérer que la dimension effectivement réalisée soit comprise entre deux dimensions limites, compatibles avec un fonctionnement correct de la pièce.

$C_N$  : cote nominale

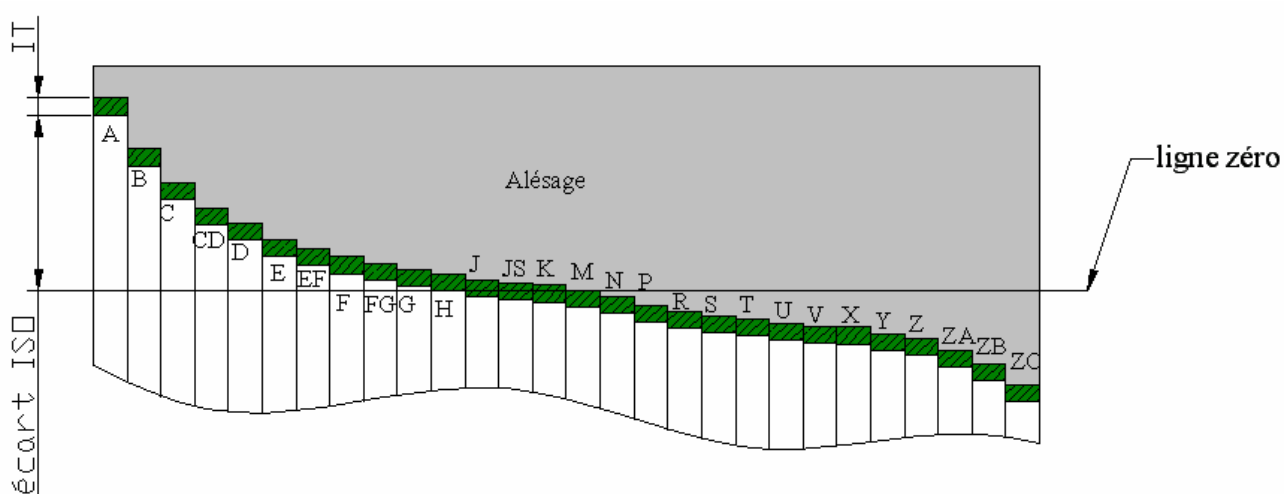
$E_S$  et  $E_I$  : valeurs algébriques des écarts

$I_T = E_S - E_I$  : intervalle de tolérance

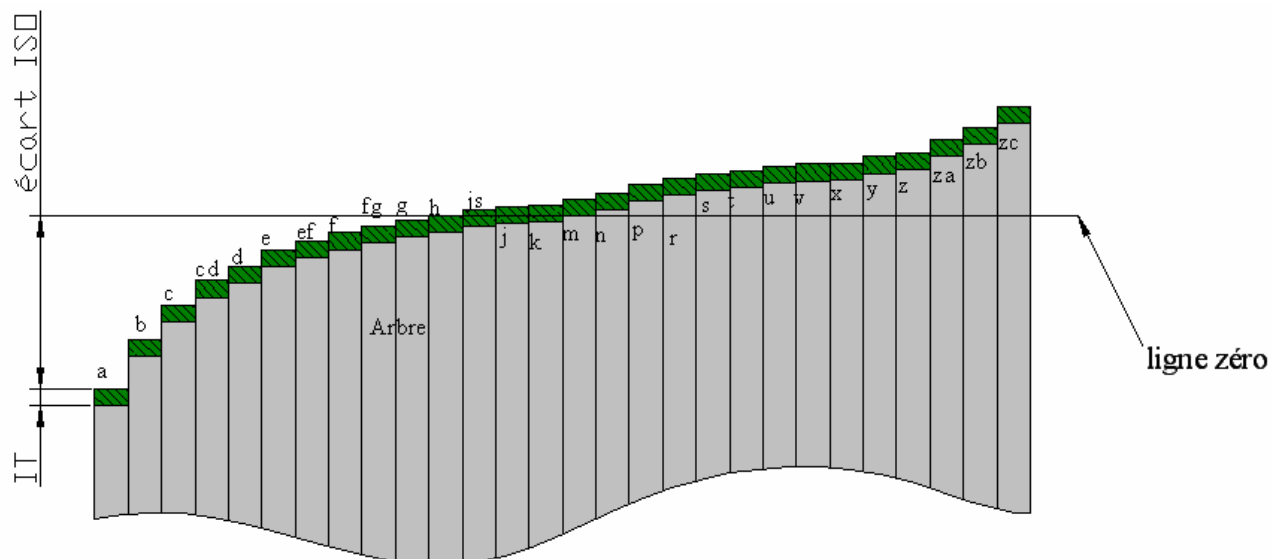


#### 6.2.1 NORMALISATION DES VALEURS TOLERANCEES

La position normalisée de la tolérance par rapport à la ligne zéro sera désignée par une lettre (majuscule pour les alésages ou contenants, minuscule pour les arbres ou contenues)



Positions relatives des écarts en ISO pour les alésages



Positions relatives des écarts en ISO pour les arbres.

La valeur d'une tolérance varie selon la précision (ou qualité) exigée. Il existe 18 qualités 01, 0, 1, 16, correspondant chacune à des tolérances fondamentales IT 01, IT 0, IT 1,...,IT 16, fonction de la dimension nominale.

Qualités usuelles indicatives des principaux procédés d'usinage																
It (qualité)	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Oxycoupage																
Sciage																
Rabotage																
Perçage																
Fraisage																
Perçage+alésage																
Alésage																
Brochage																
Tournage																
Rectification																
Rodage																
Superfinition																

### 6.3 AJUSTEMENT

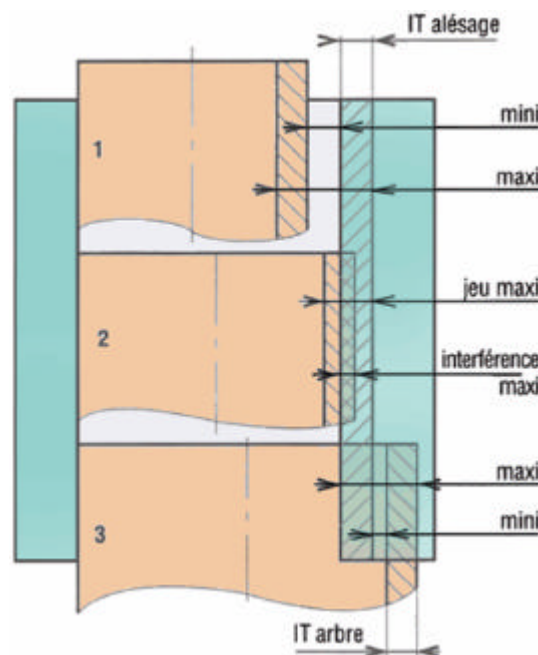
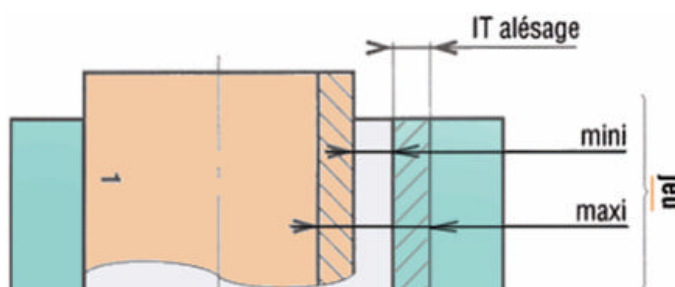
C'est un assemblage de deux pièces (contenant et contenue), de même  $C_N$ . Il est coté sur un dessin de façon symbolique (voir exemple).

Jeu dans un ajustement

$$I_{T_{\text{jeu}}} = I_{T_{\text{arbre}}} + I_{T_{\text{alésage}}}$$

$$J_{\text{Maxi}} = C_{\text{Max}_{\text{alésage}}} + C_{\text{min}_{\text{arbre}}}$$

$$J_{\text{min}} = C_{\text{min}_{\text{alésage}}} + C_{\text{Max}_{\text{arbre}}}$$



Différents types d'assemblages

Cas1 :  $0 < J_{\text{min}} < J_{\text{Max}}$ , avec jeu -libre ou glissant

Cas3 :  $0 > J_{\text{Max}} > J_{\text{min}}$ , avec serrage

Cas2 :  $J_{\text{Max}} > 0 > J_{\text{min}}$ , incertain

Cas3 :  $0 > J_{\text{Max}} > J_{\text{min}}$ , avec serrage

### 6.3.1 EXEMPLE

Inscription de l'ajustement	pièce	Inscription simplifiée	Inscription complète	$E_I$	$E_S$	$I_T$
	femelle			0	+0,030	0,030
	Mâle			-0,029	-0,010	0,019
Assemblage avec jeu						

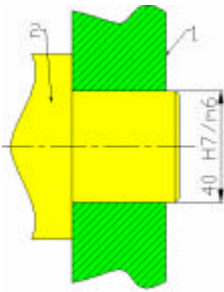
### 6.3.2 AJUSTEMENTS RECOMMANDES

libres	Organes nécessitant un jeu très important (dilatation, faible alignement...) matériel ferroviaire	H 11 / I 11 H 8 / e 9	légèrement durs	Organes fixes a montage a la main ou au maillet. Ajustement de grande précision.	H7/j6 H6/j5
tournants	Organes tournants ou glissants dans une bague ou un palier sans jeu important.	H 8 / f 8 H 7 / f 7	bloqués	Organes fixes a montage et démontage au maillet. Ajustement de grande précision.	H7/m6 H6/m5
glissants	Organes mobiles en translation (machines-outils). Ajustements de grande précision	H 8 / h 8 H 7 / g 6 H 6 / g 5	presses	Organes assembles sous très forte pression a froid	H 7 / p 6 H 6 / p 5
glissants juste	Organes fixes a montage et démontage a la main (clavetage). Ajustement de grande precision	H 7 / h 6 H 6 / h 5		Organes assembles sous très forte pression a chaud (frettage).	H 8 / u 7 H 7 / s 6

### 6.4 APPLICATION

Page suivante.





Pièces de révolution

Alésage 1

Inscrivez la cote tolérancée de l'alésage

Ø.....

Recherchez les écarts (n'oubliez pas les signes)

$E_s$  .....

$E_I$  .....

$I_T$  .....

Calculez :

Alésage Max.....

Alésage min.....

Arbre 2

Inscrivez la cote tolérancée de l'arbre

Ø.....

Recherchez les écarts (n'oubliez pas les signes)

$E_s$  .....

$E_I$  .....

$I_T$  .....

Calculez :

Arbre Max.....

Arbre min.....

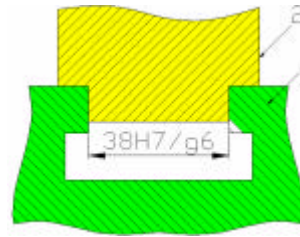
De quel type d'ajustement s'agit-il ?

.....

Calculez

Serrage Max.....

Jeu Max.....



Pièces prismatiques

Rainure 1

Inscrivez la cote tolérancée de la rainure

.....

Recherchez les écarts (n'oubliez pas les signes)

$E_s$  .....

$E_I$  .....

$I_T$  .....

Calculez :

Rainure Max.....

Rainure min.....

Languette 2

Inscrivez la cote tolérancée de la languette

.....

Recherchez les écarts (n'oubliez pas les signes)

$E_s$  .....

$E_I$  .....

$I_T$  .....

Calculez :

Languette Max.....

Languette min.....

De quel type d'ajustement s'agit-il ?

.....

Calculez

..... Max.....

.....Max.....

## ***FICHE DE PREPARATION 7:TOLERANCES GEOMETRIQUES***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- Choix d'une spécification géométrique

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- Eléments d'une tolérance géométrique;
- Comment inscrire une tolérance géométrique,
- Distinguer la signification de chaque symbole d'une spécification géométrique,
- Choix d'une spécification géométrique.

**PRE- REQUIS:**

- Lecture d'un dessin,
- Analyse fonctionnelle,
- Les outils mathématiques (géométrie)

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

1heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

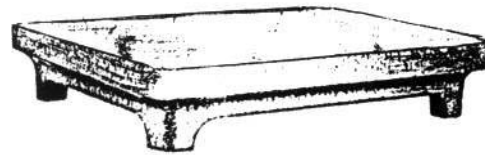
**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ;  
Vidéo projecteur ;  
Rétroprojecteur,  
Polycopie.

## 7 TOLERANCES GEOMETRIQUES

### 7.1 NECESSITE DES TOLERANCES

L'imprécision inévitable des procédés d'usinage fait qu'il est impossible de réaliser des surfaces géométriquement parfaites. La surface du marbre, bien que réalisée avec grande précision, n'est pas parfaitement plane. Elle présente un défaut de planéité.



marbre de métrologie

### 7.2 ELEMENTS D'UNE TOLERANCE

L'élément de référence est précisé par un triangle noirci ou non.

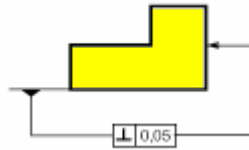
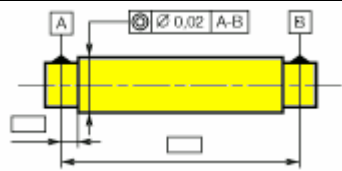
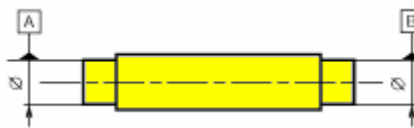
Élément de référence est indiqué par une flèche

Suivant la position du triangle ou de la flèche on distingue trois cas :

Si le triangle ou la flèche sont appliqués sur l'élément ou sur une ligne de rappel, la référence ou la tolérance concerne l'élément lui même	
si le triangle ou la flèche sont appliqués dans le prolongement de la ligne de cote, la référence ou la tolérance concerne l'axe ou le plan médian ainsi spécifié	
si le triangle ou la flèche sont sur un axe ou sur un plan médian, la référence ou la tolérance concerne cet axe ou ce plan médian	

### 7.3 INSCRIPTION DES REFERENCES

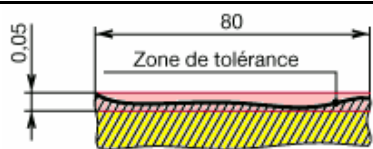
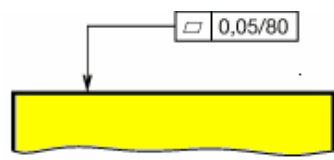
cas	Comment inscrire	Exemple
Référence définie par un élément	La référence est identifiée par une lettre majuscule	

	Si le cadre de référence peut être relié directement à la référence, la lettre majuscule peut être supprimée		
Référence définie par deux éléments	La référence est identifiée par deux lettres majuscules séparées par un trait d'union.	La référence est l'axe défini par les centres des cercles minimaux circonscrits aux sections A et B.	
		La référence est l'axe défini par les deux cylindres coaxiaux et minimaux circonscrits aux éléments A et B.	

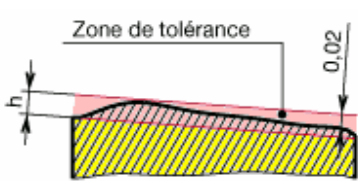
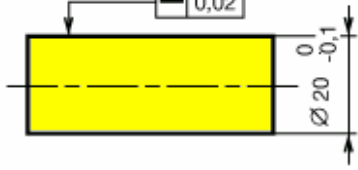
## 7.4 ZONES DE TOLERANCES

### 7.4.1 TOLERANCES DE FORME

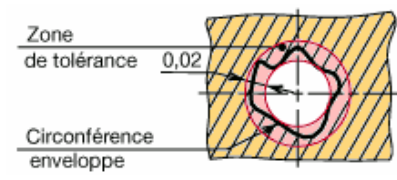
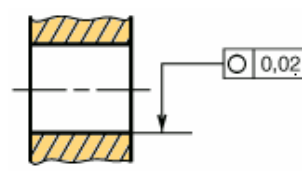
#### 7.4.1.1 Planéité

Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	Sur une longueur de 80, la surface tolérancée doit être comprise entre deux plans parallèles, distants de 0,05 mm	

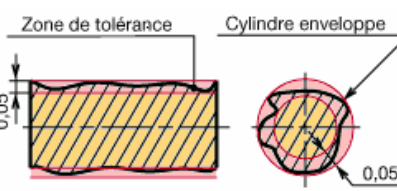
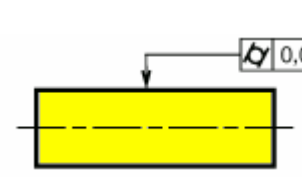
#### 7.4.1.2 Rectitude

Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	La génératrice du cylindre doit être comprise entre deux droites parallèles distantes de 0,02 mm et contenue dans un plan diamétral (passant par l'axe du cylindre)	

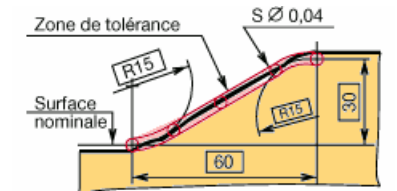
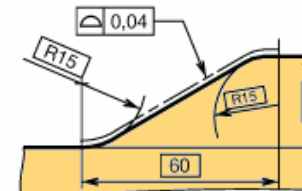
### 7.4.1.3 Circularité

Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	Le pourtour de chaque section droite (ici du cylindre) doit être compris dans une couronne circulaire de largeur 0,02 mm	

### 7.4.1.4 Cylindricité

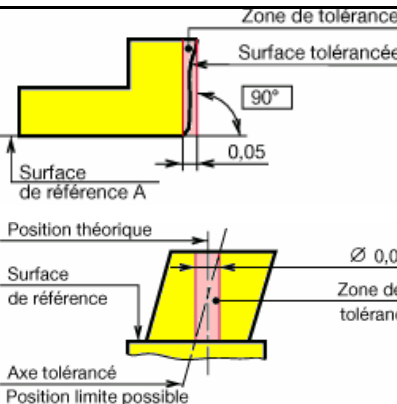
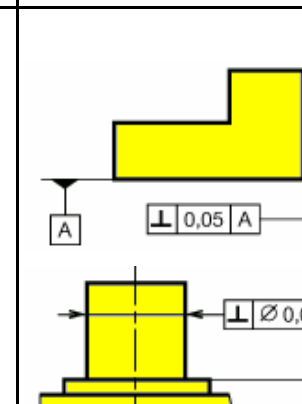
Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	La surface réelle doit être comprise entre deux cylindres de révolution coaxiaux dont les rayons diffèrent de 0,05 mm	

### 7.4.1.5 Surface quelconque

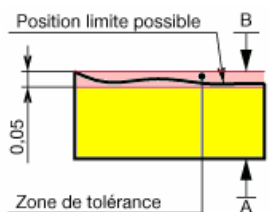
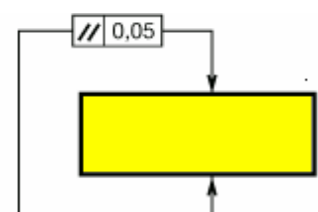
Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	La surface tolérancée doit être comprise entre les deux surfaces qui enveloppent l'ensemble des sphères de $\varnothing 0,04$ centrées sur la surface nominale.	

## 7.4.2 TOLERANCES D'ORIENTATION

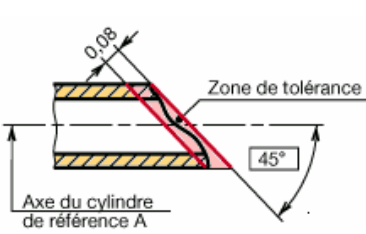
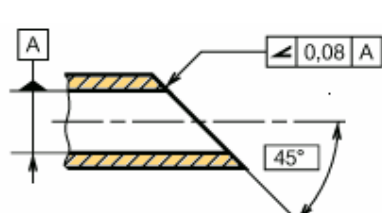
### 7.4.2.1 Perpendicularité

Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	<p>La surface tolérancée doit être comprise entre deux plans parallèles, distants de 0,05 mm et perpendiculaire à la surface de référence A .</p> <p>L'axe du cylindre tolérancé doit être compris dans une zone cylindrique de <math>\varnothing 0,02</math> mm perpendiculaire à la surface de référence.</p>	

### 7.4.2.2 Parallélisme

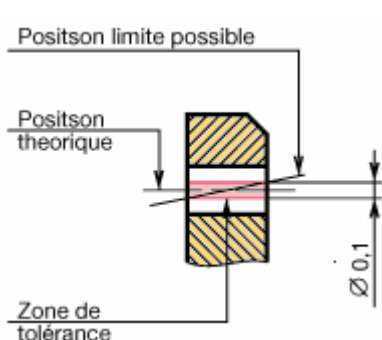
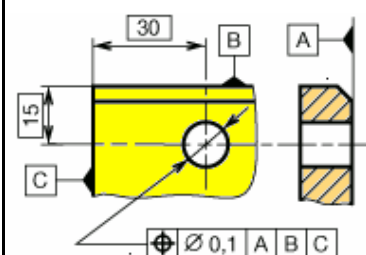
Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	<p>Dans cet exemple, le choix de la surface de référence est indifférent.</p> <p>En prenant chaque surface A ou B à tour de rôle comme référence, la surface contrôlée doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,05 et parallèles à la surface choisie comme référence.</p>	

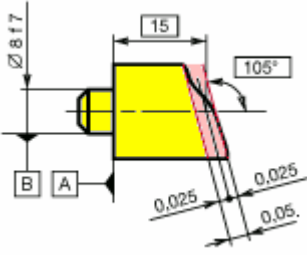
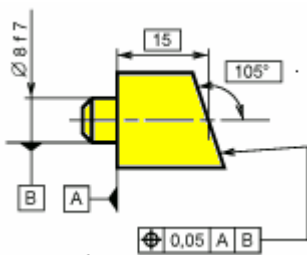
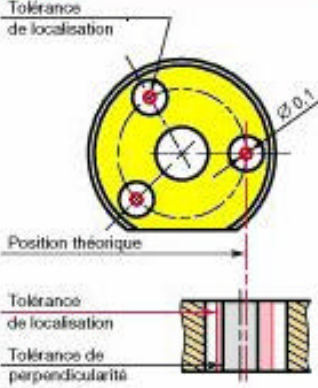
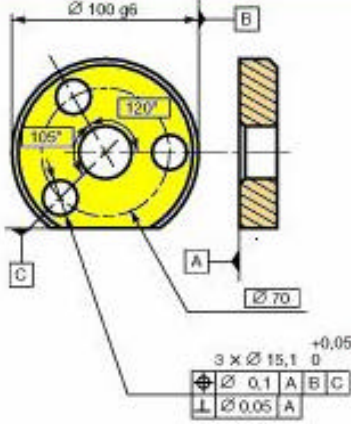
### 7.4.2.3 Inclinaison

Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	<p>La surface tolérancée doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,08 et inclinés de 45° par rapport à l'axe du cylindre de référence A.</p>	

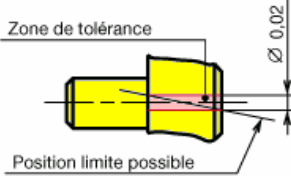
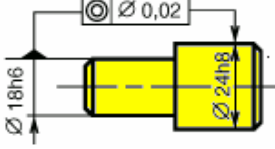
## 7.4.3 TOLERANCES DE POSITION

### 7.4.3.1 Localisation

Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	<p>L'axe du trou doit être compris dans une zone cylindrique de <math>\varnothing</math> 0,1 dont l'axe est dans la position théorique spécifiée.</p> <p>A : référence primaire (appui plan).  B : référence secondaire (orientation).  C : référence tertiaire (butée).</p>	

	<p>La surface tolérancée doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,05 et disposés symétriquement par rapport à la position théorique spécifiée.</p> <p>A : référence primaire (plan). B : référence secondaire (axe d'un cylindre court).</p>	
	<p>L'axe d'un trou doit être compris dans une zone cylindrique de <math>\varnothing</math> 0,1 dont l'axe est dans la position théorique spécifiée.</p> <p>A : référence primaire (appui plan). B : référence secondaire (centrage court). C : référence tertiaire (orientation).</p> <p>En outre, le défaut de perpendicularité de l'axe doit rester compris dans une zone cylindrique de <math>\varnothing</math> 0,05 perpendiculaire à la surface de référence A.</p>	

### 7.4.3.2 Coaxialité (ou concentricité)

Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	<p>L'axe du cylindre de <math>\varnothing</math> 24 h8 doit être compris dans une zone cylindrique de <math>\varnothing</math> 0,02 mm coaxiale avec l'axe du cylindre de référence <math>\varnothing</math> 18 h6</p>	

### 7.4.3.3 Symétrie

Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	Le plan médian de la rainure doit être compris entre deux plans parallèles distants de 0,04 mm et disposés symétriquement par rapport au plan médian du cylindre.	
	Le plan médian de la rainure doit être compris entre deux plans parallèles distants de 0,1 et disposés symétriquement par rapport à un plan de référence perpendiculaire au plan A et passant par l'axe du cylindre court B.	

### 7.4.4 TOLERANCES DE BATTEMENT

Les tolérances de battement s'appliquent aux surfaces de révolution. Elles permettent d'exprimer directement les exigences fonctionnelles de surfaces telles que : flasques d'embrayage, roues de friction, galets de roulement, jantes de roue.

#### 7.4.4.1 Battement axial

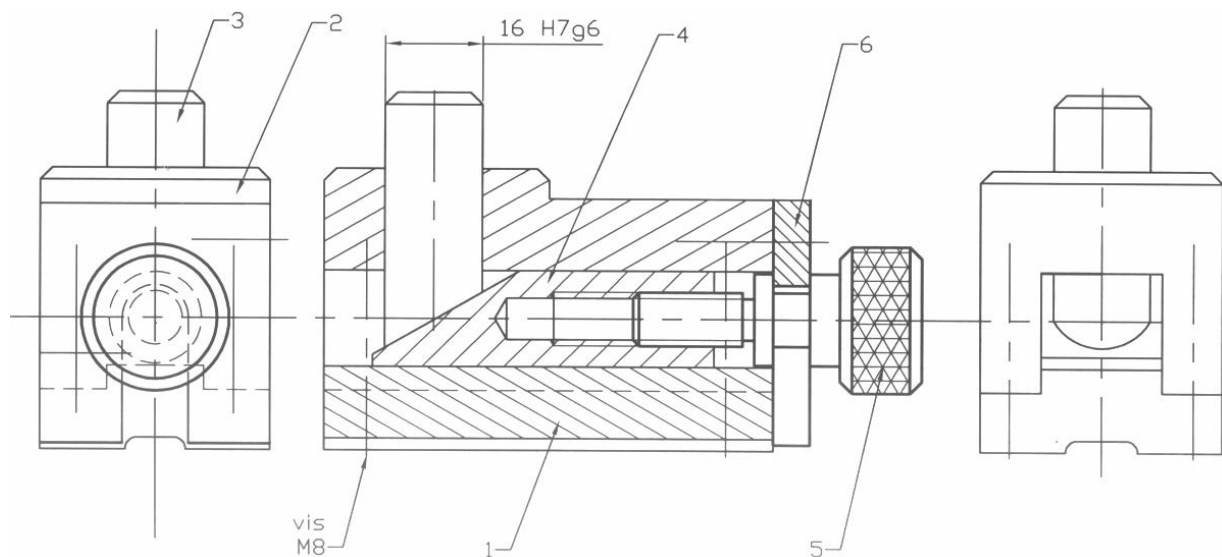
Zone de tolérance	Interprétation	Inscription
	Le battement axial de la surface tolérancée, lors d'une révolution complète de la pièce autour de l'axe du cylindre de référence ne doit pas dépasser, séparément pour chaque $\varnothing d$ du cylindre de mesure, la valeur 0.05.	



	<p>Le battement radial de la surface tolérancée, lors d'une révolution complète de la pièce autour de l'axe du cylindre de référence A, ne doit pas dépasser, séparément pour chaque position l du plan de mesure, la valeur 0,05.</p>	
	<p>Le battement axial de la surface tolérancée, lors des révolutions complètes de la pièce autour de l'axe du cylindre de référence, doit être compris entre 2 plans distants de 0,05 et perpendiculaires à l'axe du cylindre de référence.</p> <p>Pratiquement, la zone de tolérance est identique à celle d'une tolérance de perpendicularité.</p>	
	<p>Le battement radial de la surface tolérancée, lors des révolutions complètes de la pièce autour de l'axe du cylindre de référence A, doit être compris entre 2 cylindres coaxiaux distants de 0,05 dont les axes coïncident avec l'axe du cylindre de référence A.</p>	
	<p>Le battement dans la direction donnée de la surface tolérancée, lors des révolutions complètes de la pièce autour de l'axe du cylindre de référence, doit être compris entre 2 cônes coaxiaux distants de 0,05 dans la direction donnée et dont les axes coïncident avec l'axe du cylindre de référence.</p>	

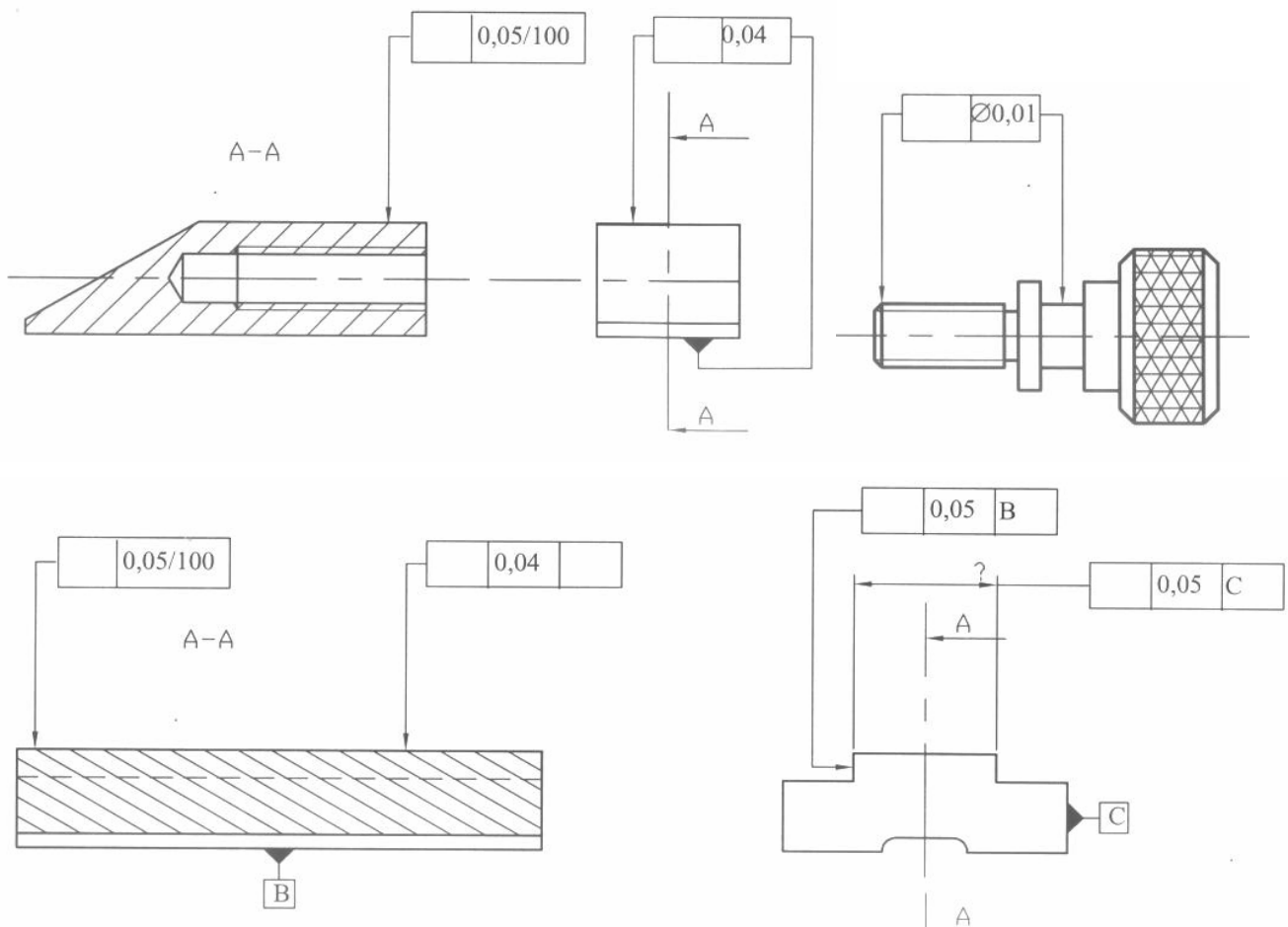
## 7.5 APPLICATION

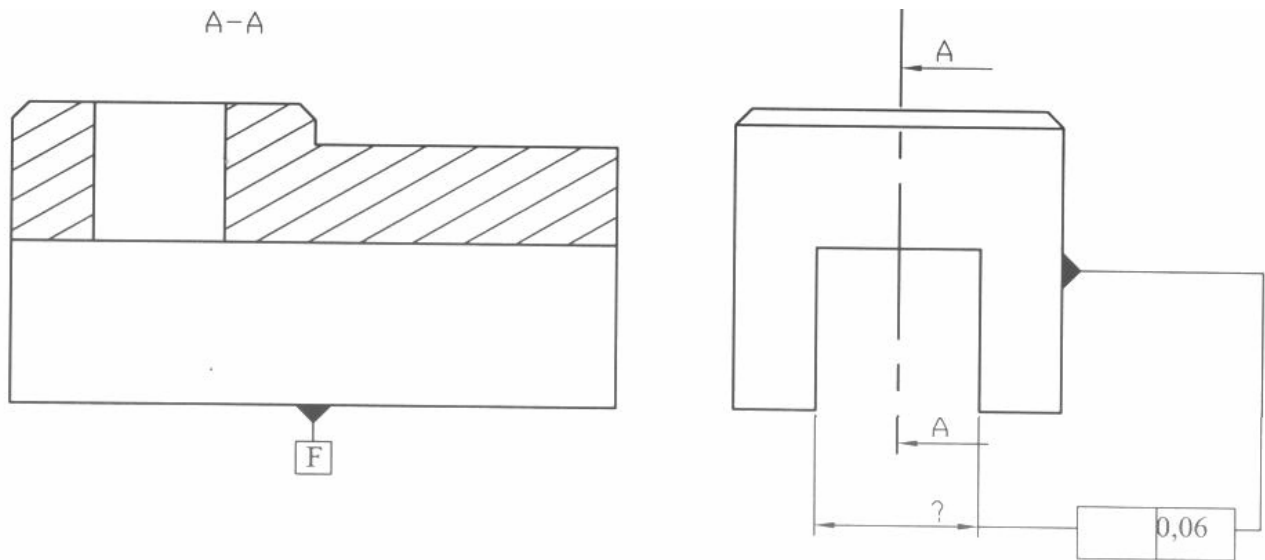
La borne réglable est utilisée pour caler une pièce de forme complexe sur la table d'une machine outil en vue d'exécuter un usinage.



Compléter l'indication des tolérances de formes ou de position sur les dessins de définition des pièces répondant aux conditions du bon fonctionnement du mécanisme.

Compléter la cotation des cotes signalées par (?) .





## ***FICHE DE PREPARATION 8: ÉTAT DE SURFACE***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- Choix d'un état de surface

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- Enoncer la problématique ;
- Comment inscrire une tolérance géométrique,
- Distinguer la signification de chaque symbole d'une spécification géométrique,
- Faire la différence entre l'ancienne et la nouvelle normalisation,
- Choix d'une spécification géométrique.

**PRE- REQUIS:**

- Lecture d'un dessin,
- Analyse fonctionnelle,
- Spécifications géométriques,
- Les outils mathématiques (géométrie)

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

1heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ;  
Vidéo projecteur ;  
Rétroprojecteur,  
Polycopie.

## 8 ÉTAT DE SURFACE

### 8.1 INTRODUCTION

Pendant la fabrication d'une pièce, quelle que soit la technique de fabrication, la surface de la pièce subit des perturbations qui se manifestent par un changement dans ses propriétés influençant ainsi considérablement son fonctionnement dans le mécanisme. C'est pourquoi il est très important de savoir comment choisir l'état de surface des pièces mécaniques.

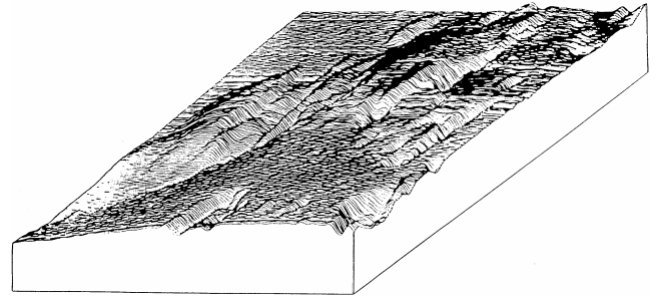


figure 58 Relevé tridimensionnel d'une surface

### 8.2 DEFECTS DE SURFACE

La classification des différents défauts de surface se fait selon leur ordre de grandeur et leur origine.

- 1<sup>er</sup> ordre :** Défauts de forme (triangulation, conicité) provoqués par une fixation dans un mandrin à trois mors ou un mauvais alignement de la broche et de la contre-poupée.
- 2<sup>e</sup> ordre :** Ondulations périodiques provoquées par la variation de l'avance de la fraise, un mauvais guidage ou équilibrage et les vibrations.
- 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> ordre :** Rugosité, arrachements et marques des outils dus à l'avance de l'outil ou de la meule, les arrachements dans la zone de coupe et l'hétérogénéité du matériau usiné.
- 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> ordre :** Défauts de surface liés à la structure et le réseau cristallin du matériau.

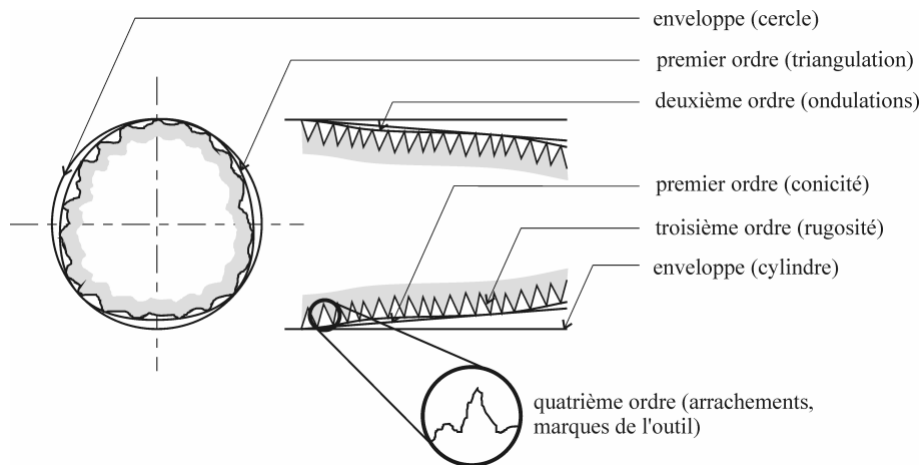


figure 59 Défauts de surface classés par ordre

La qualité de surface des pièces mécaniques est caractérisée par la somme des écarts du 1<sup>er</sup> au 4<sup>e</sup> ordre. Les défauts de 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> ordre sont aussi importants parce qu'ils déterminent le comportement superficiel des métaux. On peut aussi classer les défauts de surface en tenant compte de la relation entre le pas moyen d'irrégularités  $S_m$  et de sa hauteur  $R$ . On a ici pour :

- $S_m \geq 1000R$  → défauts de forme
- $40R \leq S_m \leq 1000R$  → défauts macro géométriques (ondulations)
- $S_m \leq 40R$  → défauts micro géométriques (rugosité)

### 8.3 PARAMETRES DE RUGOSITE DE SURFACE

Les paramètres de la rugosité de surface sont codifiés par les normes ISO. Ces normes proposent plusieurs paramètres pour caractériser les différents défauts de surface.

Cependant caractériser exhaustivement une surface, revient à préciser plusieurs paramètres accompagnés du mode d'élaboration de cette surface.

Technique	Rugosité $R_a$ [ $\mu m$ ]													
	80	40	20	10	5	2.5	1.25	0.63	0.32	0.16	0.08	0.04	0.02	0.01
Tournage	—	—	—	×	×	⊗	⊗	•						
Perçage	—	—	×	×	⊗	•								
Alésage à l'outil					?	×	⊗	⊗	•	•				
Fraisage	—	—	×	×	⊗	⊗	•	•						
Brochage				—	×	⊗	⊗	•	•					
Rectification					—	×	×	⊗	•	•				
Rodage à la pierre						—	—	×	×	⊗	•	•		
Polissage mécanique						—	—	×	×	⊗	⊗	•	•	•

— ébauche, × semi-finition, ⊗ finition, • finition de précision

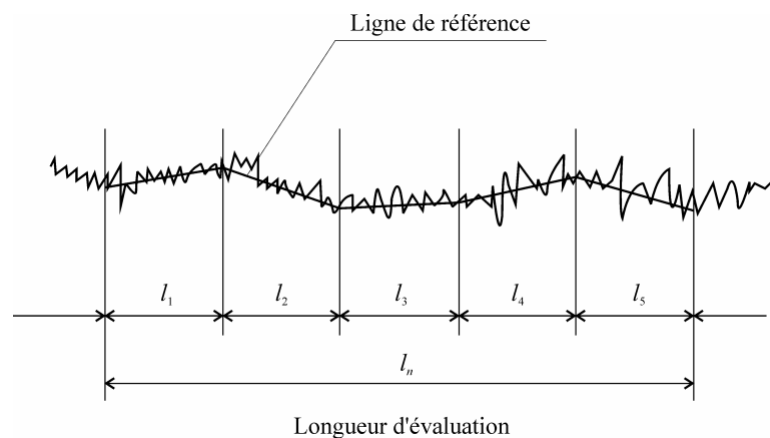
Rugosité des surfaces obtenues par différentes techniques de fabrication

Il est inutile de présenter ici tous les paramètres qui caractérisent l'état de surface. Ainsi nous ne présentons que les plus répandues et les plus couramment utilisées.

#### 8.3.1 DEFINITIONS

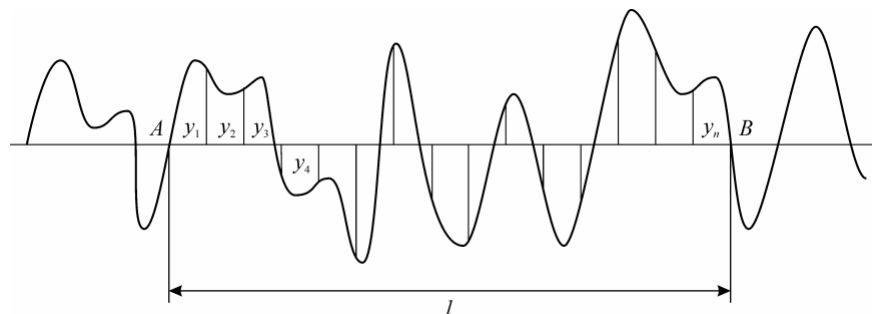
- Surface réelle - Surface qui limite le corps et le sépare du milieu qui l'environne.

- Surface géométrique - Surface idéale dont la forme nominale est spécifiée par le dessin.
- Surface de référence - Surface à partir de laquelle les paramètres de rugosité de surface sont déterminés.
- Profil de la surface - Ligne d'intersection d'une surface et d'un plan de coupe.
- Ligne de référence - Ligne donnée par rapport à laquelle les paramètres du profil sont déterminés.
- Longueur de base  $l$  - Longueur de la ligne de référence utilisée pour séparer les irrégularités constituant la rugosité de surface. Elle est mesurée suivant la direction générale du profil (figure 8).
- Longueur d'évaluation  $l_n$  - Longueur utilisée pour déterminer les valeurs des paramètres de rugosité de surface. Elle peut comprendre une ou plusieurs longueurs de base (figure 8).



#### Longueur de base $l$ et longueur d'évaluation

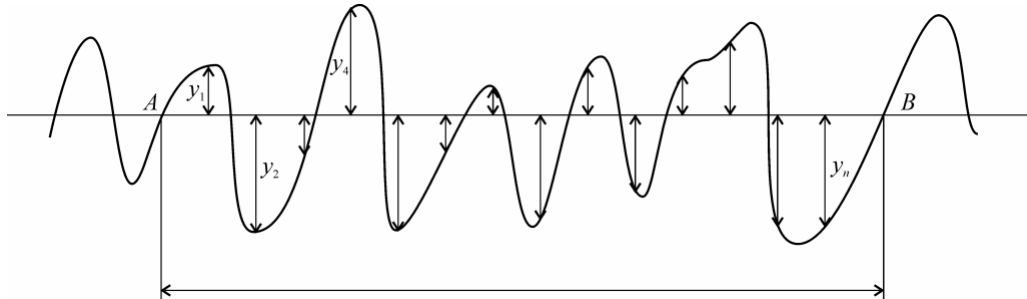
- Ligne moyenne de moindres carrés du profil (ligne moyenne)  $m$  - Ligne de référence dont la forme est celle du profil géométrique et qui divise le profil de telle sorte qu'à l'intérieur de la longueur de base la somme des carrés des écarts à partir de cette ligne soit minimale (c.f. figure 9).



#### Ligne moyenne des moindres carrés

- Rugosité de surface - Ensemble des irrégularités de surface, de pas relativement petit, correspondant aux empreintes laissées sur la surface réelle par le procédé d'élaboration ou par d'autres influences.

- Hauteur maximale du profil  $R_y$  ou  $R_{max}$  - Distance entre la ligne des saillies et la ligne des creux à l'intérieur de la longueur de base.
- Écart moyen arithmétique du profil  $R_a$  - Moyenne arithmétique des valeurs absolues des écarts du profil dans les limites de la longueur de base (figure 10).



Écart moyen arithmétique du profil  $R_a$

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx = \frac{1}{n} \sum_A^B |y_i|$$

- Écart moyen quadratique du profil  $R_q$  - Valeur moyenne quadratique des écarts du profil, dans les limites de la longueur de base ( $RMS = 1,11 R_a$ ).

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l y^2(x) dx}$$

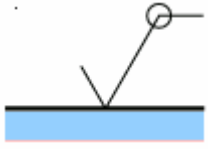
- Pas moyen des irrégularités du profil  $S_m$  - Valeur moyenne des pas des irrégularités du profil à l'intérieur de la longueur de base.

## 8.4 INSCRIPTION DES ETATS DE SURFACE

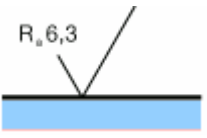
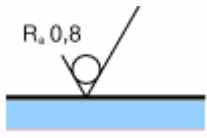
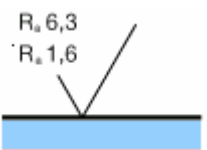
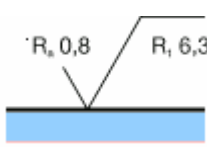

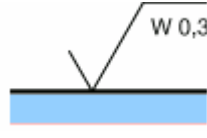
### 8.4.1 SYMBOLES DE BASE

symbole	signification	symbole	signification
	Surface prise en considération. Ce symbole ne spécifie aucune exigence pour l'état de surface.		Surface où l'enlèvement de matière est interdit, sans spécification d'exigence pour l'état de surface.
	Surface à usiner par enlèvement de matière, sans spécification d'exigence pour l'état de surface.		Surface avec spécifications d'exigence complémentaires pour l'état de surface.

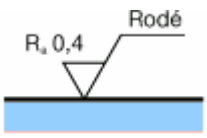
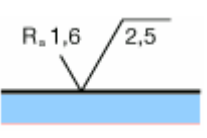
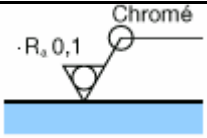
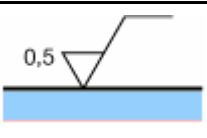


		L'état de surface est le même pour toutes les surfaces de la pièce.	
--	---	---	--

#### 8.4.2 INDICATIONS DE L'ETAT DE SURFACE

symbole	signification	symbole	signification
	L'état de surface $R_a$ de limite supérieure $6,3\mu\text{m}$ peut être obtenue par un procédé d'élaboration quelconque (enlèvement de matière par usinage facultatif).		L'état de surface $R_a$ de limite supérieure $0,8\mu\text{m}$ doit être obtenue par un procédé sans enlèvement de matière.
	L'écart moyen arithmétique du profil $R_a$ doit être compris entre une limite supérieure de $6,3\mu\text{m}$ et une limite inférieure de $1,6\mu\text{m}$ .		L'état de surface doit respecter deux paramètres de rugosité : $R_a$ de limite supérieure $0,8\mu\text{m}$ et $R_i$ de limite supérieure $6,3\mu\text{m}$
	L'état de surface $R_a$ de limite supérieure $3,2\mu\text{m}$ doit obligatoirement être obtenue par usinage.		La profondeur moyenne d'ondulation du profil $w$ doit être au maximum de $0,3\mu\text{m}$

#### 8.4.3 INDICATIONS COMPLEMENTAIRES EVENTUELLES

symbole	signification	symbole	signification
	État de surface obtenue par rodage. Limite supérieure de rugosité $R_a$ $0,4\mu\text{m}$		Longueur de base $l=2,5\text{mm}$ . N'inscrire cette longueur que si elle est différente des valeurs normalisées
	État de surface obtenue sans usinage. Limite supérieure de rugosité		Surépaisseur d'usinage $0,5\text{ mm}$

	$R_a 0,1\mu m$		
symbole	signification	symbole	signification
=	Stries parallèles au plan de projection.	M	Stries multidirectionnelles.
$\perp$	Stries perpendiculaires au plan de projection.	C	Stries approximativement circulaires.
X	Stries dans deux directions croisées.	R	Stries approximativement radiales.
P	Stries particulièrement, non directionnelles.		

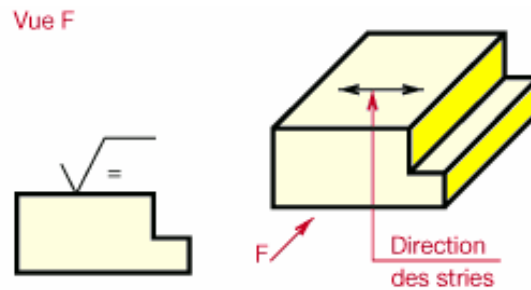


figure 60 Exemple

#### 8.4.4 SPECIFICATIONS SIMPLIFIEES

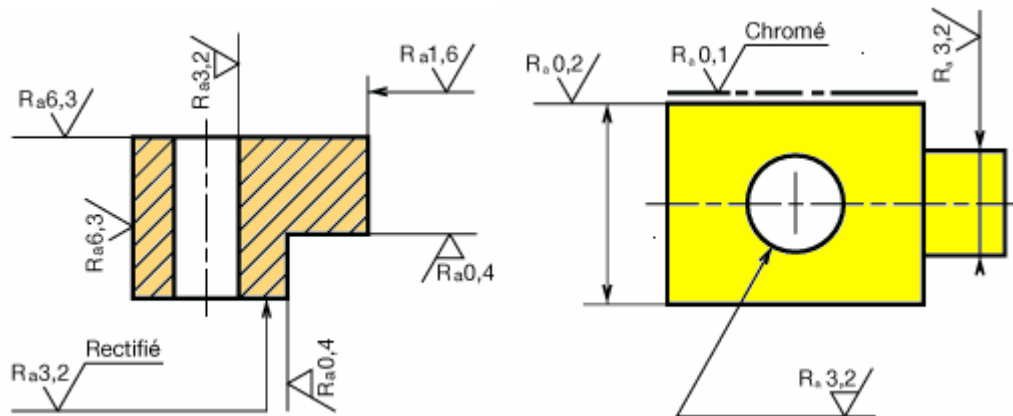
Cas	Recommandations	Exemple
Etat de surface général	<p>Le symbole d'état de surface général est suivi entre parenthèse :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soit du symbole de base, sans autre indication,</li> <li>- Soit des symboles d'états de surface indiquant un ou plusieurs états de surfaces particuliers.</li> </ul>	$R_{a3,2} \sqrt{\quad} (\sqrt{\quad})$ <p>ou</p> $R_{a3,2} \sqrt{\quad} (R_{a6,3} \sqrt{\quad} R_{a1,6} \sqrt{\quad})$
Symboles complexes	Il est possible d'utiliser une indication simplifiée, à condition que la signification en soit expliquée.	$\sqrt{\quad} = R_{a1,6} \sqrt{\quad} \text{Fraisé}$ $\sqrt{\quad} = R_{a1,6} \sqrt{\quad} M$
Répétition fréquente d'un même état de	L'indication peut se limiter au symbole de base, à condition que la signification en soit expliquée.	$\sqrt{\quad} = R_{a1,6} \sqrt{\quad} \quad \sqrt{\quad} = R_{a1,6} \sqrt{\quad} \quad \sqrt{\quad} = R_{a1,6} \sqrt{\quad}$

surface.

### 8.4.5 POSITIONS DU SYMBOLE

Règle générale : le symbole de base, ou les lignes de repère sont tracés côté libre de matière.

Les inscriptions doivent être orientées pour être lues depuis le bas ou depuis la droite du dessin.



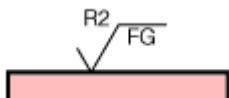
Position des symboles

### 8.5 PRECEDENTE NORMALISATION

L'indication des états de surfaces données précédemment est toute récente. Afin de permettre la compréhension de l'ancienne symbolisation sur les nombreux documents existants, on rappelle l'essentiel de la précédente normalisation.

L'indication d'un état de surface comprend :

- le symbole de l'état de surface;
- le symbole de la fonction ;
- le symbole et la valeur numérique du paramètre de l'état de surface
- le symbole de procédé d'élaboration ;



FG : surface de frottement de glissement.

R2: profondeur moyenne de rugosité R inférieure ou égale à 2  $\mu\text{m}$ .

ED ; FG : surface d'étanchéité dynamique et de frottement de glissement

$R_a$  6,3 - 1,6 l'écart moyen arithmétique de rugosité

$R_a$  doit se trouver compris entre 6,3 et 1,6  $\mu\text{m}$ .

Rd : le procédé d'élaboration est le rodage.

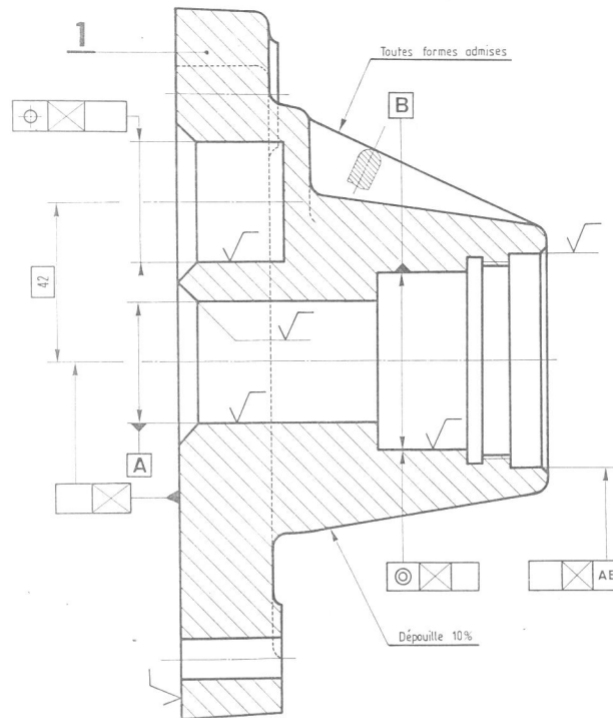


### 8.5.1 FONCTION ET ETAT DE SURFACE

surface	fonction	S <sup>e</sup>	condition	Exemples d'application	Ra
Avec déplacements relatifs	Frottement de glissement	FG	Moyenne	Coussinets, portées d'arbres	0,8
			Difficile	Glissière de machine outil	0,4
	Frottement de roulement	FR	Moyenne	Galets de roulement	0,4
			Difficile	Chemin de roulements à billes	0,02
	Résistance au matage	RM	Moyenne	Cames de machines automatiques	0,4
			Difficile	Extrémités de tiges de poussée	0,1
	Frottement fluide	FF	Moyenne	Conduite d'alimentation	6,3
			Difficile	Gicleurs	0,2
	Étanchéité dynamique	ED	Moyenne	Portées pour joints toriques	0,4
			Difficile	Portées pour joints à lèvres	0,3
Avec assemblage fixe	Étanchéité statique	ES	Moyenne	Surfaces d'étanchéité avec joint plat	1,6
			Difficile	Surfaces d'étanchéité glacées-sans joint	0,1
	Assemblage fixe (sans contraintes)	AF	Moyenne	Portées des centrages de pièces fixes démontables	3,2
			Difficile	Chemin de roulements à billes	0,02
	ajustement fixe avec contraintes	AC	Moyenne	Portées des coussinets	01,6
			Difficile	Portées des roulements	0,8
Sans contrainte	Adhérence (collage)	AD	Moyenne	Constructions collées	1,6 3,2
	Dépôt électrolytique	DE	-	Indiquer la rugosité exigée par la fonction, après dépôt.	0,1 à 3,2
	Mesure	ME	Moyenne	Faces de calibre d'atelier	0,1
Avec contrainte	Revêtement (peinture)	RE	-	Carrosserie d'automobile	≥3,2
	Résistance aux efforts alternés	EA	Moyenne	Alésage de chapes de vérins	1,6
			Difficile	Barres de torsion	0,8
	Outils coupants (arête)	OC	Moyenne	En acier rapide	0,4
			Difficile	En carbure	0,2

### 8.6 APPLICATION

Complétez le tolérancement suivant



Congés arrondis : \_\_\_\_\_  
Rugosité générale : \_\_\_\_\_

## ***FICHE DE PREPARATION 9: COTATION FONCTIONNELLE***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIFS TERMINAL:**

- Obtenir sans ambiguïté, l'expression des exigences fonctionnelles d'une pièce

**OBJECTIF SPECIFIQUES:**

- Enoncer la problématique ;
- Décrire les différentes étapes à suivre pour mener une cotation fonctionnelle,
- Réussir la totalité des applications.

**PRE- REQUIS:**

- Lecture d'un dessin,
- Analyse fonctionnelle,
- Les outils mathématiques

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

1heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ;  
Vidéo projecteur ;  
Rétroprojecteur,  
Polycopie.

## 9 COTATION FONCTIONNELLE

### 9.1 BUT

Le but d'une cotation fonctionnelle est d'assurer, avec les tolérances les plus adéquates, le fonctionnement correct d'un mécanisme.

Les cotes fonctionnelles expriment directement et sans ambiguïté les conditions requises pour l'aptitude à l'emploi de la pièce (notamment des conditions d'interchangeabilité).

Exemple ( figure 61): les cotes a, b et c sont les seules cotes qui respectent la condition « Js » de bon fonctionnement du produit (serrage), donc elles représentent des cotes fonctionnelles.

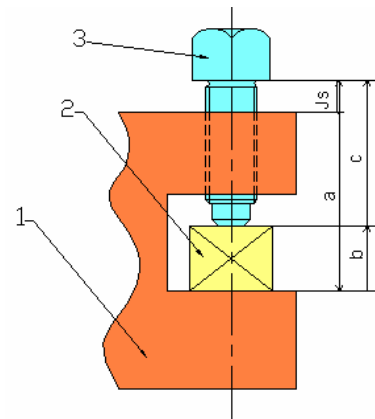


figure 61

### 9.2 METHODE GENERALE POUR COTER « FONCTIONNELLEMENT »

Faire une analyse complète du produit afin de mettre en évidence les cotes condition pour assurer un fonctionnement correct.

Choisir les cotes qui expriment directement, pour chaque pièce, ces cotes condition.

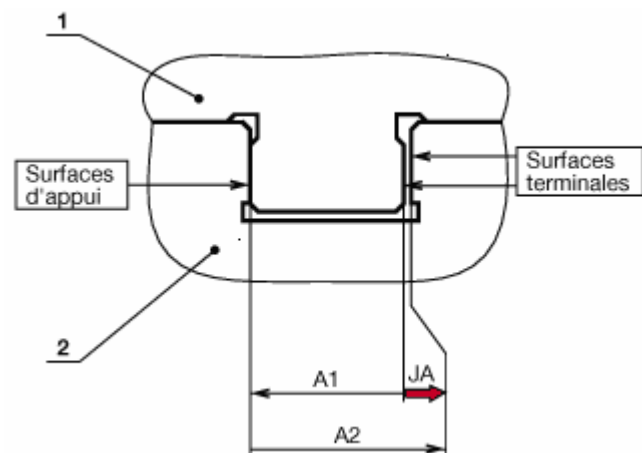
#### 9.2.1 DEFINITIONS PREALABLES

##### 9.2.1.1 Surfaces d'appui

Surfaces en contact d'un ensemble de plusieurs pièces (perpendiculaires à la direction de la cote condition).

##### 9.2.1.2 Surfaces terminales

Surfaces d'un ensemble de plusieurs pièces entre lesquelles le jeu est compris (perpendiculaires à la direction de la cote condition)



##### 9.2.1.3 Cotes nominales

Elles sont généralement déterminées par les conditions de résistance, masse, stabilité, encombrement etc....

##### 9.2.1.4 Chaîne de cotes

Ensemble de cotes nécessaires et suffisantes au respect de la cote condition. Pour la commodité on remplace les lignes de cotes par des vecteurs.

### 9.2.2 METHODE DE RECHERCHE DES COTES FONCTIONNELLES

Tracer la cote orientée représentant la cote condition  (sens positifs )

La première cote fonctionnelle orientée a pour origine la même surface terminale que l'origine de la cote condition. Elle a pour extrémité une surface d'appui de la même pièce ;

La composante suivante a pour origine l'extrémité de la cote précédente. Elle est relative à une seule pièce et se termine sur une autre surface d'appui

On continue jusqu'à la fermeture de la chaîne.

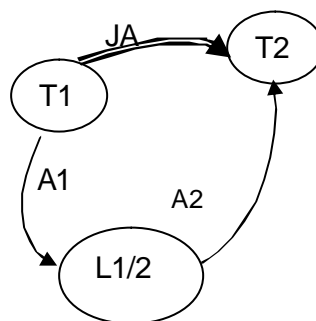


figure 62 Exemple de graphe de liaisons (exemple précédent) :

### 9.2.3 APPLICATIONS

Soit le dessin d'ensemble ci-contre avec le repérage des pièces.

On donne les conditions fonctionnelles suivantes

- JA - Jeu fonctionnel pour assurer la liaison pivot 1-3.
- JB - Réserve de filetage assurant la liaison encastrement 1 - 3
- JC - Réserve de filetage pour assurer le serrage de l'écrou (6)

1/ Tracer les chaînes de cotes relatives à JA, JB et JC

2/ Reporter les cotes fonctionnelles sur les dessins de définition ci-dessous (figure 60).

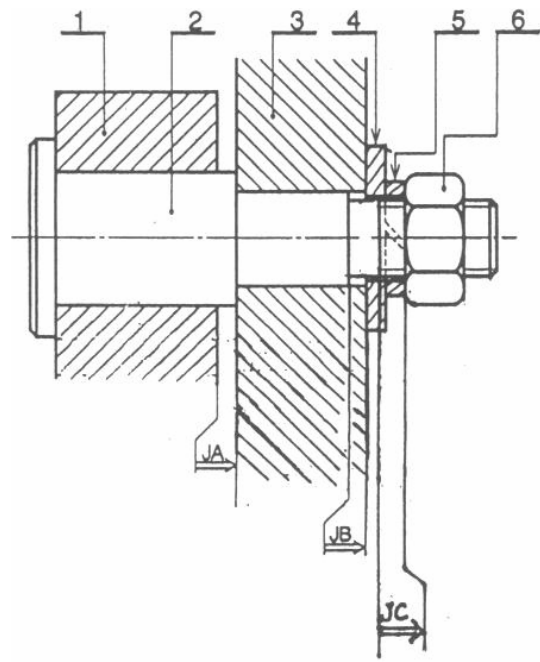


figure 63 Dessin d'ensemble



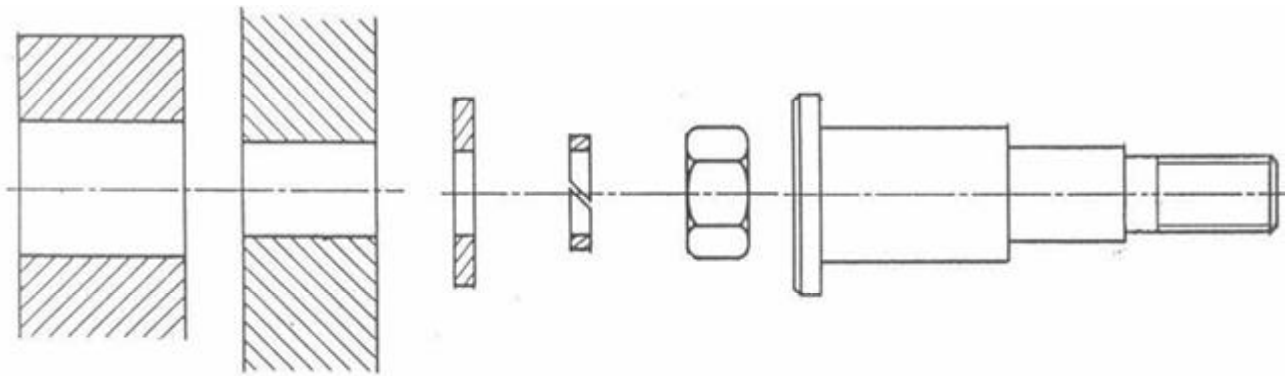


figure 64

a/ Installer la condition JD relative au réserve de filetage pour une implantation complète de l'écrou 6 ( sur le dessin figure 61).

b / Tracer la chaîne de cotes relative à cette dernière condition (JD).

c / Reporter sur le dessin de définition de la pièce 2 la côte fonctionnelle

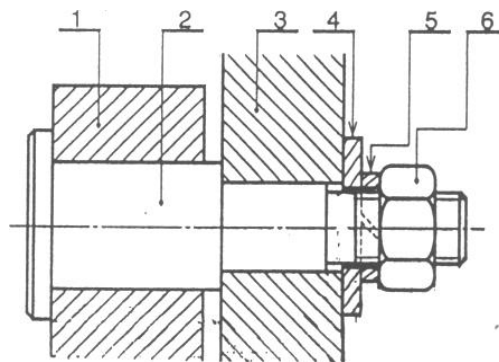


figure 65

### 9.3 COTATION DES PIECES PRISMATIQUES ET CONIQUES

#### 9.3.1 COTATION DES PIECES PRISMATIQUES

##### 9.3.1.1 PLAN DE JAUGE

Plan de section droite qui sert à définir la position des éléments d'assemblage. Ce plan est commun aux deux éléments. Sa position est choisie dans la zone préférentielle de contact.



figure 66

### 9.3.1.2 Méthode de cotation

Pour que le guidage du coulisseau 2 sur la glissière 1 soit correct, il faut:

- que le jeu JA assure un guidage suffisamment précis,
- qu'il existe, afin d'éviter les surabondances d'appui, un jeu minimal JB au fond de la queue d'aronde,
- que les surfaces en contact assurent une portée aussi parfaite que possible.

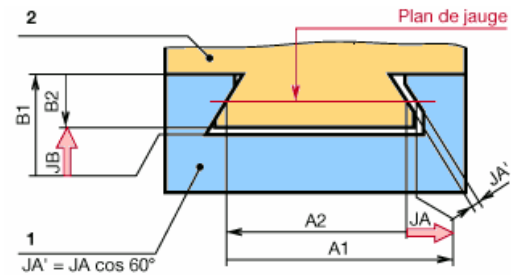


figure 67

### 9.3.2 COTATION DES CONES

EXEMPLE : Cône d'étanchéité.

Afin d'assurer l'étanchéité on recherche une bonne portée des surfaces coniques.

Le plan de jauge contient l'axe de la veine du fluide et il sert de référence à la position axiale de certains éléments (chaînes JA et JB).

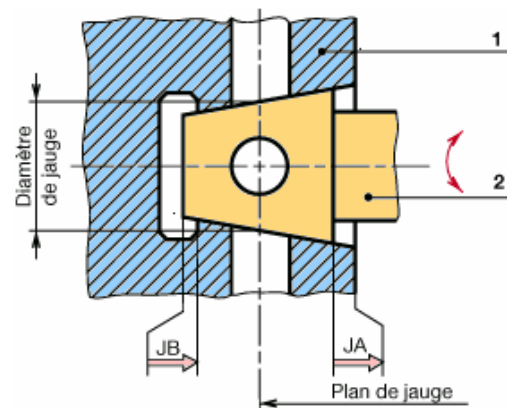


figure 68

### 9.4 CALCUL DES COTES FONCTIONNELLES

Condition nominale = ? CN positives- ?CN négatives

CN : cotes nominales

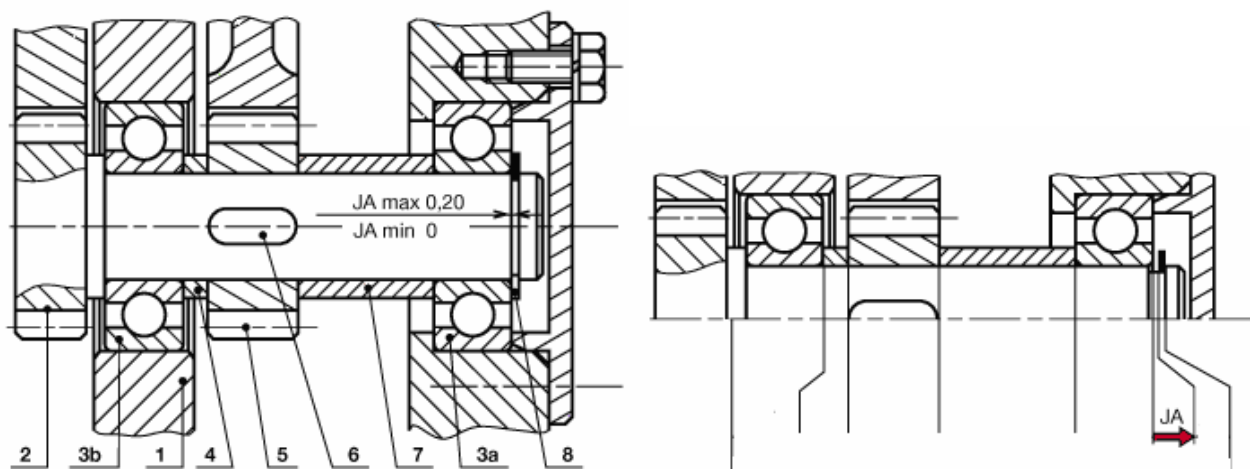
Condition maximale = ? cotes positives maximales- ?cotes négatives minimales

IT condition = ? IT cotes composantes

Exemple

Faire le bilan des surfaces d'appui et des surfaces terminales de l'exemple suivant.

Tracer le graphe de liaisons et en déduire la chaîne de cotes minimale relative à la condition JA.

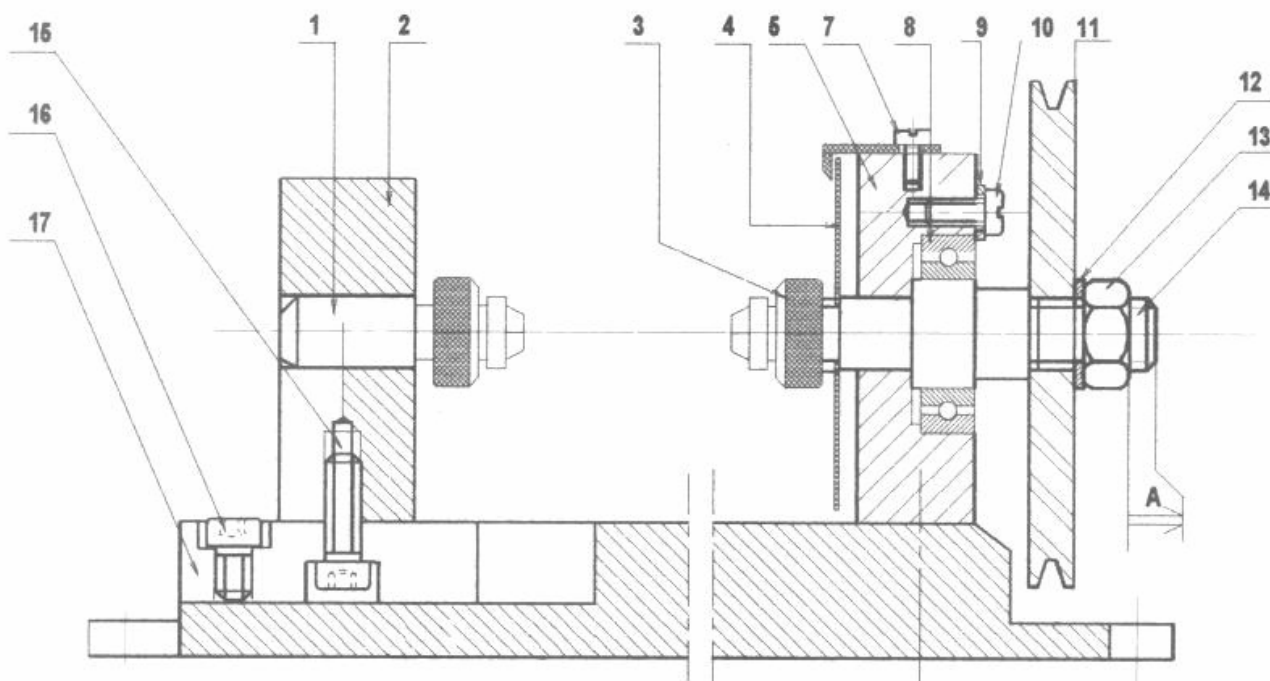


Donner l'équation aux valeurs nominales de la chaîne de cotes

Calculer A7

## 9.5 APPLICATION

SYSTEME: BANC D'ESSAI DE TORSION



Travail demandé

- 1) Etablir sur le dessein la chaîne de cote minimale qui installe la cote condition « A »
- 2) Etablir les équations donnant la condition maximale et la condition minimale
- 3) a) Calculer  $A_{14_{\text{Maxi}}}$  et  $A_{14_{\text{mini}}}$  sachant que :  $A_{11} =$        $A_{12} = 1,2$        $A_{13} =$        $A_{\text{Maxi}} = 4 \text{ mm}$        $A_{\text{mini}} = 3 \text{ mm}$

b) Calculer le jeu Maxi et mini de l'ajustement  $\varnothing 12H7e6$  indiqué sur le dessin

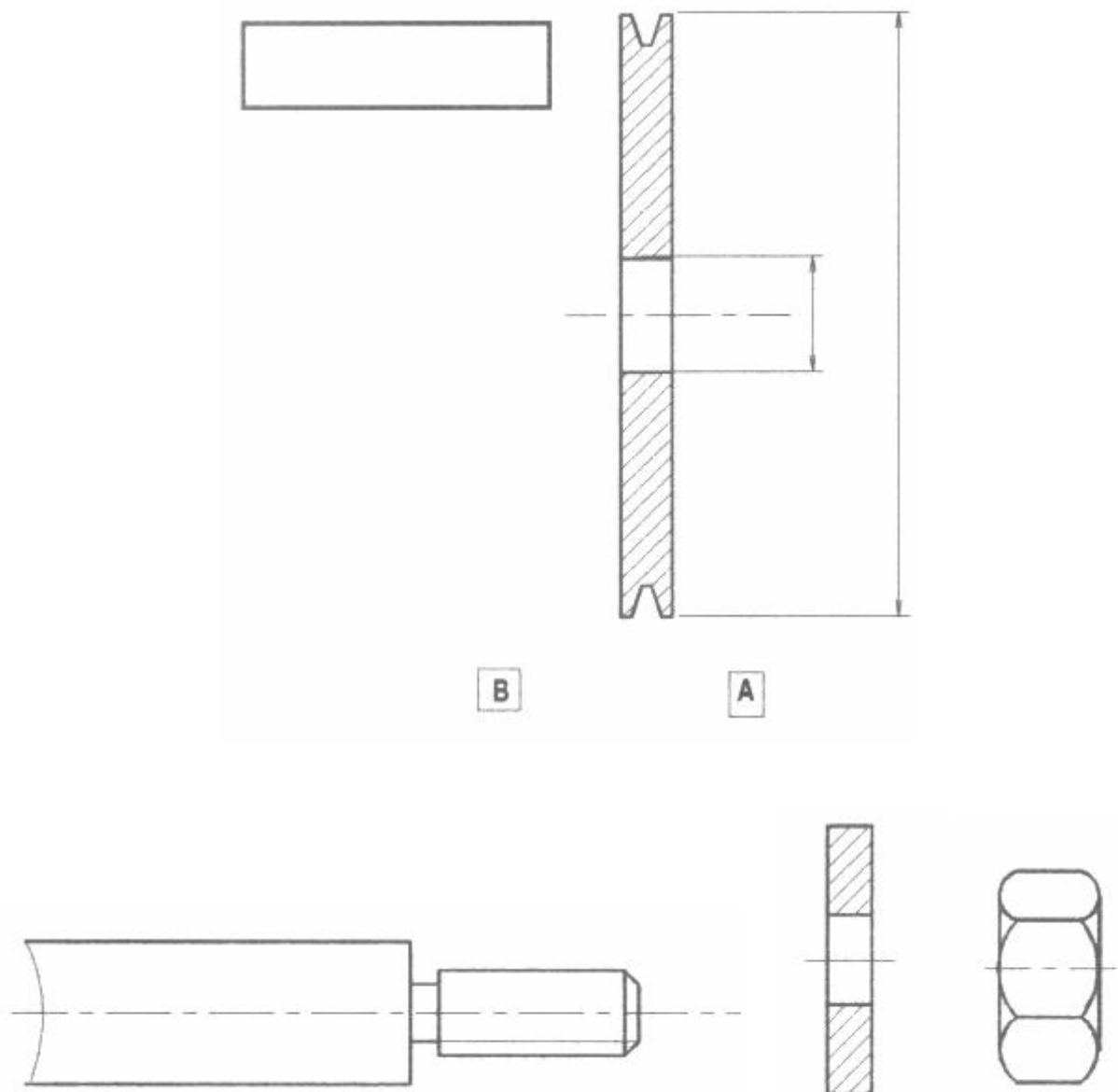
4)

a- Reporter les cotes fonctionnelles sur le dessein des pièces séparées

b- Placer les spécifications géométriques indiquées sur le dessein de la pièce N° 11 répondant aux conditions suivantes:

La tolérance de parallélisme de A par rapport à B est de 0.3.

La tolérance de concentricité de D1 par rapport à D2 est de 0.05



## ***FICHE DE PREPARATION 10: ÉTANCHEITE***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- Choix d'une solution technologique assurant une étanchéité pour une application donnée

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- Enoncer la problématique ;
- Présenter Principaux dispositifs pour étanchéité
- Choix des tolérances,
- Présenter quelques solutions technologiques.

**PRE- REQUIS:**

- Lecture d'un dessin,
- Analyse fonctionnelle,
- Tolérances géométriques et dimensionnelles.

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

1heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ;  
Rétroprojecteur,  
Polycopie,  
Guide de dessinateur.

## 10 ÉTANCHEITE

### 10.1 GENERALITES

Une enceinte est dite parfaitement étanche si aucune quantité de fluide qui y est contenue ne peut en sortir et si aucune particule (ou fluide) étrangère ne peut y entrer.

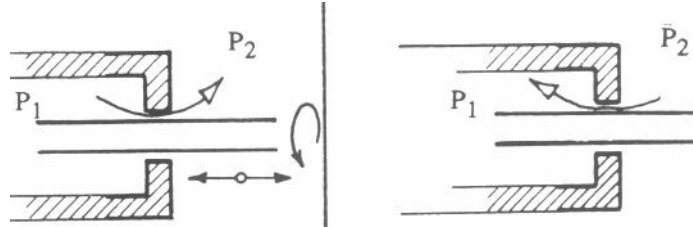


figure 69

Il existe deux familles d'étanchéité :

- étanchéité statique
- étanchéité dynamique.

### 10.2 PRINCIPALES SOURCES DE FUITES

Les principales sources de fuite sont :

- les défauts de formes,
- les états des surfaces à étancher ou rugosités,
- les dilatations,
- la porosité des matériaux et leur non- compatibilité avec le milieu environnant (lubrifiant, atmosphère...)

### 10.3 ÉTANCHEITE STATIQUE

Cette étanchéité est réalisée entre deux pièces fixes.

#### 10.3.1 PRINCIPAUX DISPOSITIFS POUR ETANCHEITE STATIQUE

Sans joint (par écrasement)	Joints indémontables	Joints plats	Joints profilés	Joints particuliers
<ul style="list-style-type: none"> <li>- cône/cône</li> <li>- sphère/cône</li> <li>- cône/cylindre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- brasure</li> <li>- soudure</li> <li>- collage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- homogènes</li> <li>- composites</li> <li>- pour brides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toriques</li> <li>- à quatre lobes</li> <li>- carré...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- soufflets</li> <li>- diaphragmes</li> <li>- membranes</li> </ul>

#### 10.3.2 SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

### 10.3.2.1 Etanchéité par contact direct

La pression de serrage exercée sur les surfaces en contact écrase les aspérités et diminue les espaces vides.

Afin de réduire l'effort de serrage nous avons intérêt à réduire l'étendue des surfaces en contact

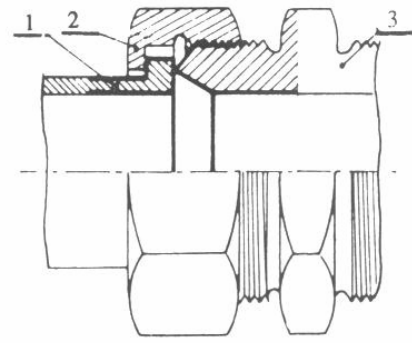


figure 70 Exemple de réalisation : raccords de tuyauteries

### 10.3.2.2 Utilisation d'un élément déformable.

Le serrage entre les surfaces à assembler doit assurer une pression entre joint et pièce supérieure à la différence des pressions intérieures et extérieures.

$P_{(\text{joint/pièce})} > |P_1 - P_2|$  avec  $P_1$ : Pression à l'intérieur de l'enceinte et  $P_2$ : Pression à l'extérieur de l'enceinte

La déformation du joint doit rester dans le domaine de déformation élastique pour maintenir le contact joint- pièce en cas de changement de la position relative de l'une des pièces (retrait, dilatation....)

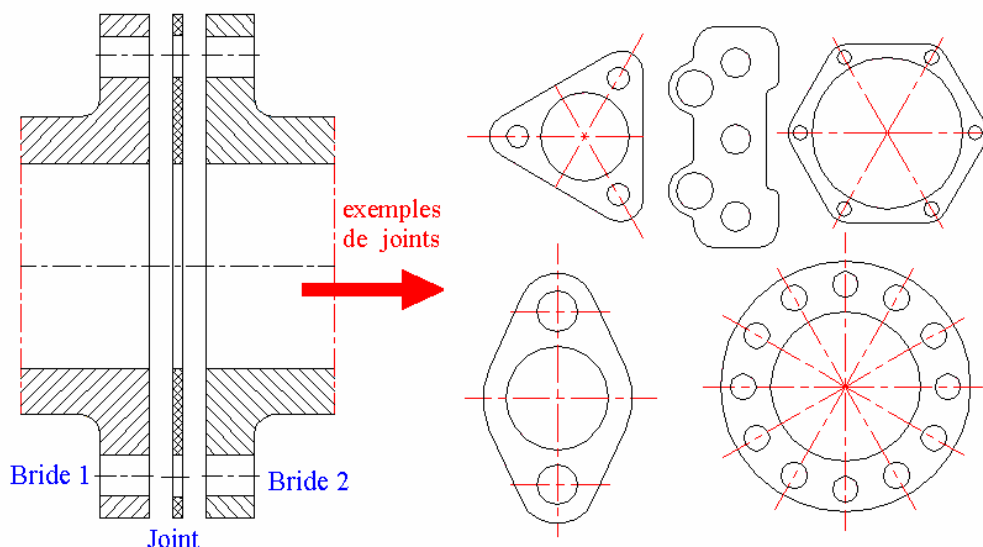


figure 71 Exemples : joints pour bride.

## 10.4 ÉTANCHEITE DYNAMIQUE

Les surfaces à étancher sont mobiles l'une par rapport à l'autre.

### 10.4.1 PRINCIPAUX DISPOSITIFS POUR ETANCHEITE DYNAMIQUE

Par passage étroit sans frottement	Par effet mécanique	Dispositifs avec frottement
<ul style="list-style-type: none"> <li>- chicanes</li> <li>- labyrinthes</li> <li>- manchons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- déflecteur centrifuge</li> <li>- rainure centrifuge</li> <li>- turbine à vis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pour translation: joints profilés, segments</li> <li>- pour rotation: joints profilés à lèvres, garnitures mécaniques</li> <li>- rotation et translation: presse étoupe</li> </ul>

### 10.4.2 SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

#### 10.4.2.1 Chicanes

Les chicanes sont remplies de graisse. Elle conviennent surtout pour la protection des roulements lubrifiés à la graisse contre la pénétration des poussières et de l'eau.

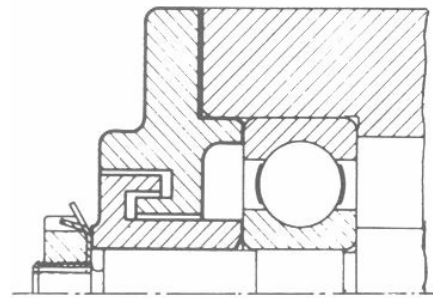


figure 72 Chicanes

#### 10.4.2.2 Labyrinthes

Le fluide dans sa fuite est obligé de passer par une succession d'étranglements et de chambres de détente. Sa pression va en diminuant ainsi que sa vitesse.

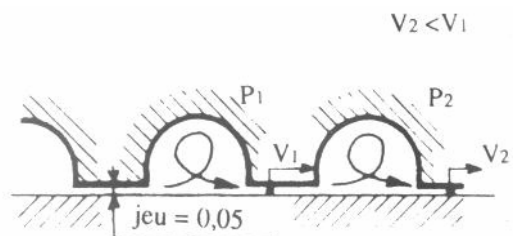


figure 73 labyrinthes



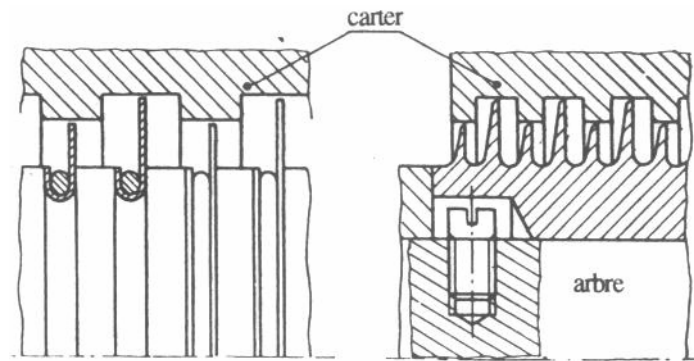


figure 74 labyrinthes: solutions technologiques

### 10.4.2.3 Déflecteurs

Taillés dans la masse ou rapportés, le fluide s'écoulant le long de l'arbre et projeté vers l'extérieur sous l'action de la force centrifuge et acheminé vers le réservoir.

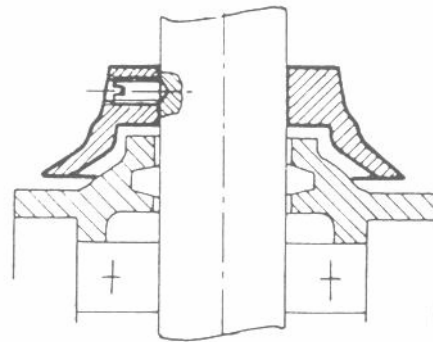


figure 75 déflecteurs

### 10.4.2.4 Rainures hélicoïdales

Le sens du filetage est choisi en fonction du sens de rotation de l'arbre, il doit permettre de ramener l'huile vers l'intérieur.

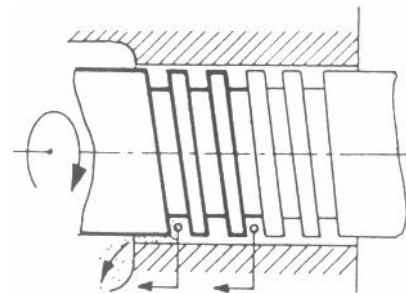


figure 76 turbine à vis

### 10.4.2.5 Segments

Pour les diamètres importants (piston du moteur thermique) ; on interpose entre les surfaces de contact, des segments d'étanchéité dont les diamètres sont supérieurs à celui de l'alésage. Ils sont sectionnés et montés alternés dans des gorges sur le piston.

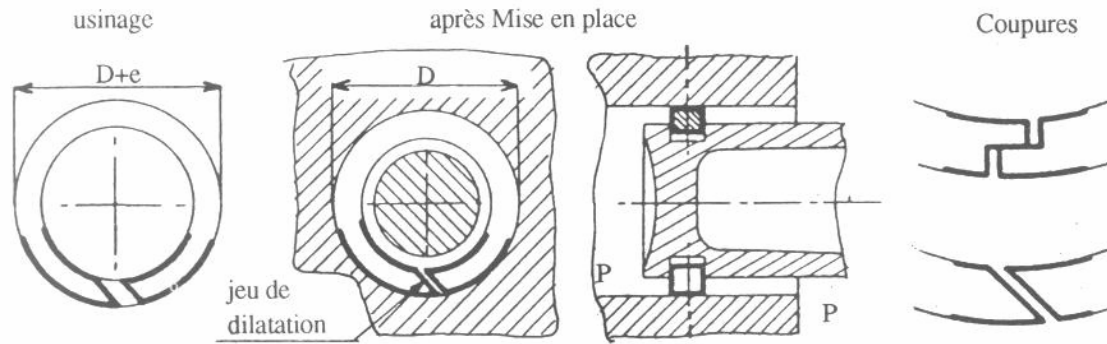


figure 77 segments

#### 10.4.2.6 Etanchéité par contre-pression

Principe : on injecte dans la zone à étancher un fluide sous une pression supérieure à la plus grande des deux pressions pour empêcher toutes fuites ou rentrée.

Le mélange du fluide injecté avec celui étanché ne doit présenter aucun danger. Cette solution est utilisée lorsqu'une étanchéité parfaite est nécessaire.

Exemple

- Pompe à vide
- gaz nocifs

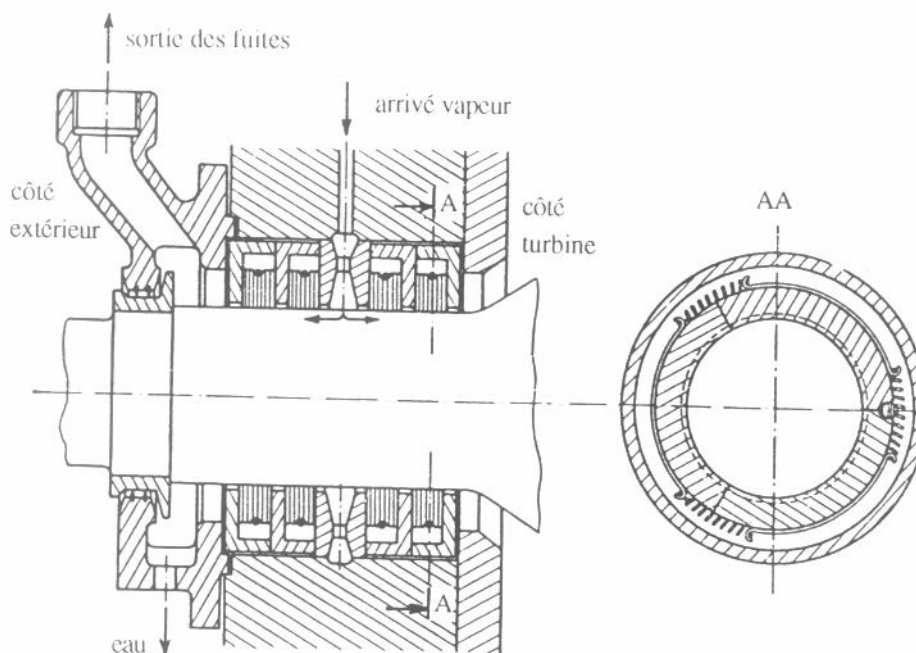


figure 78

#### 10.4.2.7 Joints pour étanchéité dynamique

Le joint entre les surfaces doit avoir

Un excellent état de surface  $Ra = 0,2$  à  $0,5 \mu$

Une bonne lubrification.

Un matériau possédant de bonne qualité de frottement.

Un dispositif de rattrapage d'usure dans le cas où le joint n'est pas élastique.

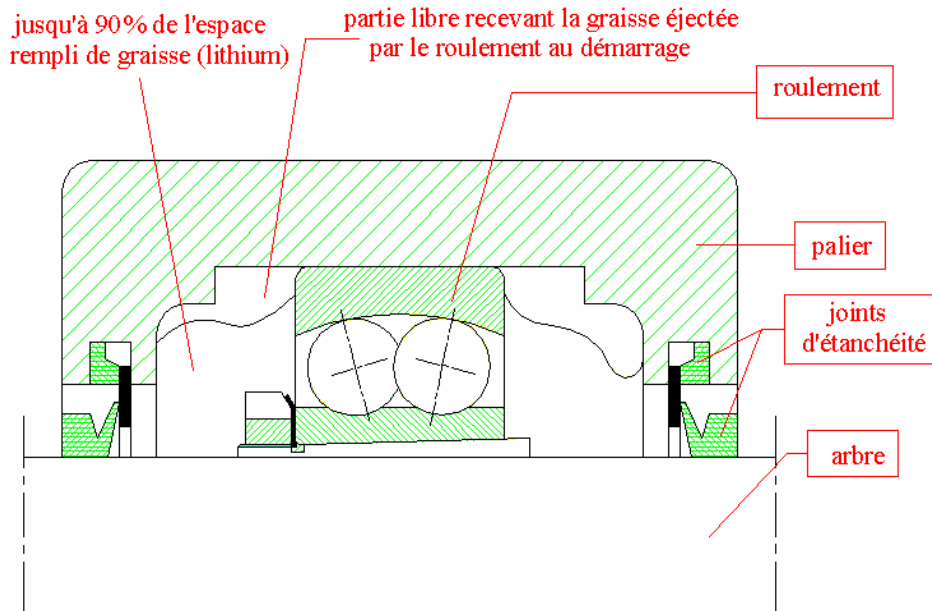


figure 79 Exemple : étanchéité entre arbre et moyeu destinée à protéger un montage de roulements.

## 10.5 PARAMETRES A PRENDRE EN COMPTE POUR LE CHOIX D'UNE ETANCHEITE

- |   |   |
|---|---|
| - nature du fluide à étancher               | - durée de vie souhaitée  |
| - pression du fluide (pointes de pression)  | - une fuite est-elle tolérable ?                                |
| - température et dilatations                | - compatibilité chimique entre le joint et le fluide à étancher |
| - mouvement relatif des surfaces à étancher | - porosité des matériaux  |
| - vitesse du mouvement                      | - simplicité de la conception                                   |
| - formes des surfaces à étancher            | - contrôle de l'étanchéité                                      |
| - dimensions et tolérances                  | - entretien, maintenance  |
| - états de surface (rugosité)               | - aspect commercial, coûts...                                   |

## 10.6 CONDITIONS DE MONTAGE DES JOINTS

### 10.6.1 JOINTS TORIQUES

#### 10.6.1.1 Tolérances

Afin d'éviter l'extrusion du joint, le jeu  $J$  dans la liaison doit être d'autant plus petit que la pression soit élevée. On admet généralement un jeu maximal correspondant aux ajustements suivants

Pression P	Ajustement
8 MPa	H7 / f7
8 MPa < P < 20 MPa	H7 / 96

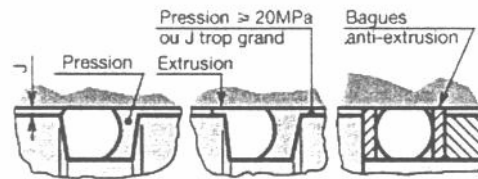


figure 80

### 10.6.1.2 Dimensions des gorges

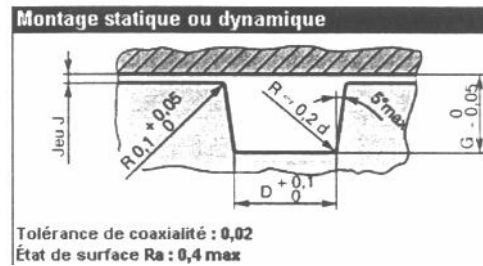


figure 81

d	1	1.60	1.78	1.90	2.62	2.70	3.53	3.60	5.33	6.99
D	1.30	2.10	2.40	2.50	3.40	3.40	4.50	4.50	6.50	8.80
G	0.825	1.30	1.45	1.55	2.225	2.30	3.10	3.20	4.75	6.10

### 10.6.2 JOINTS QUADRILOBES

#### 10.6.2.1 Tolérances

Afin d'éviter l'extrusion du joint, le jeu J dans la liaison doit être d'autant plus petit que la pression soit élevée.

On admet généralement un jeu maximal correspondant aux ajustements suivants

Pression P	Ajustement
P < 1MPa	H9/f8
1 MPa < P < 10 MPa	H8 / f 7
P > 10MPa	H7/96

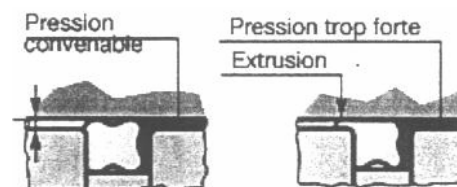


figure 82

### 10.6.2.2 Dimensions des gorges

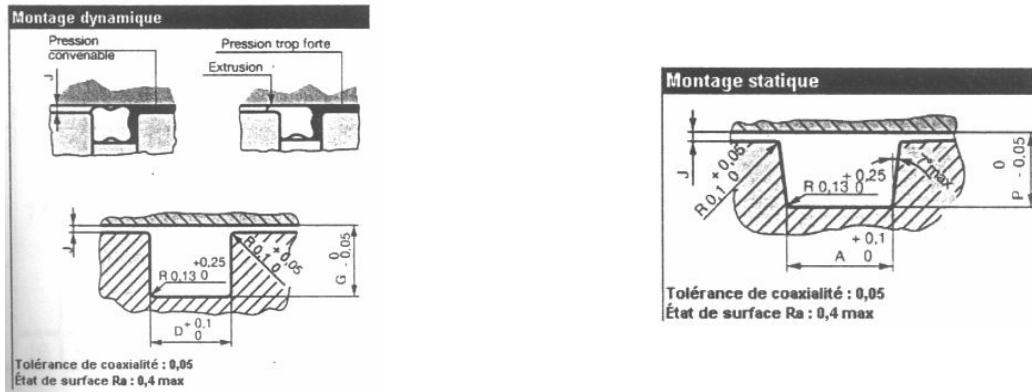


figure 83

d	1.78	2.62	3.53	5.33	6.99
A	2.14	3.15	4.10	6.40	8.40
P	1.42	2.15	2.86	4.33	5.70
D	2	2.90	3.90	6.10	7.90
G	1.575	2.4	3.275	5	6.50

### 10.6.3 ETANCHEITE RADIALE PAR JOINT A LEVRE : JOINT A LEVRE, TYPED X D X E

Joint à une seule lèvre

Ils assurent une étanchéité dans un seul sens par contact sur l'arbre.

Joint à deux lèvres

Ils assurent une étanchéité dans deux sens, avec en plus une protection dite « anti-poussière » dans l'autre sens.

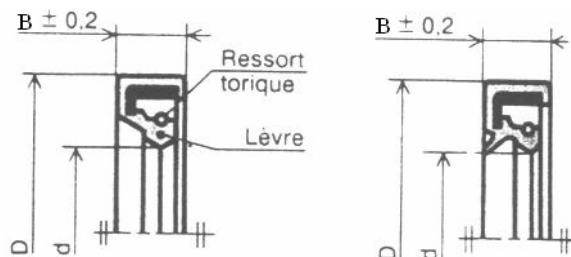
Dispositions

- Lubrification à la graisse

La lèvre est orientée vers l'extérieure du palier pour permettre le passage de la graisse usagée lors des renouvellements par pompe.

- Lubrification à l'huile

Pour assurer la retenue de l'huile, la lèvre est orientée vers l'intérieur du palier.

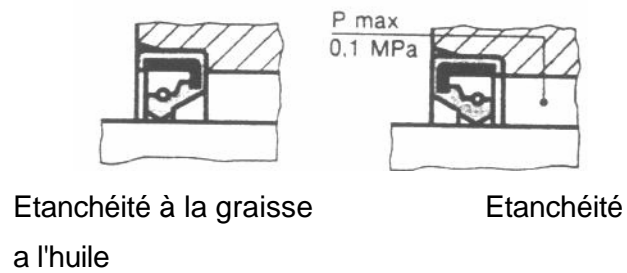


Type A (DIN)

Type AS (DIN)

Type IE (Paulstra)

Type IEL (Paulstra)

Etanchéité à la graisse  
à l'huile

Etanchéité

figure 85

figure 84

### 10.6.3.1 Conditions de montage

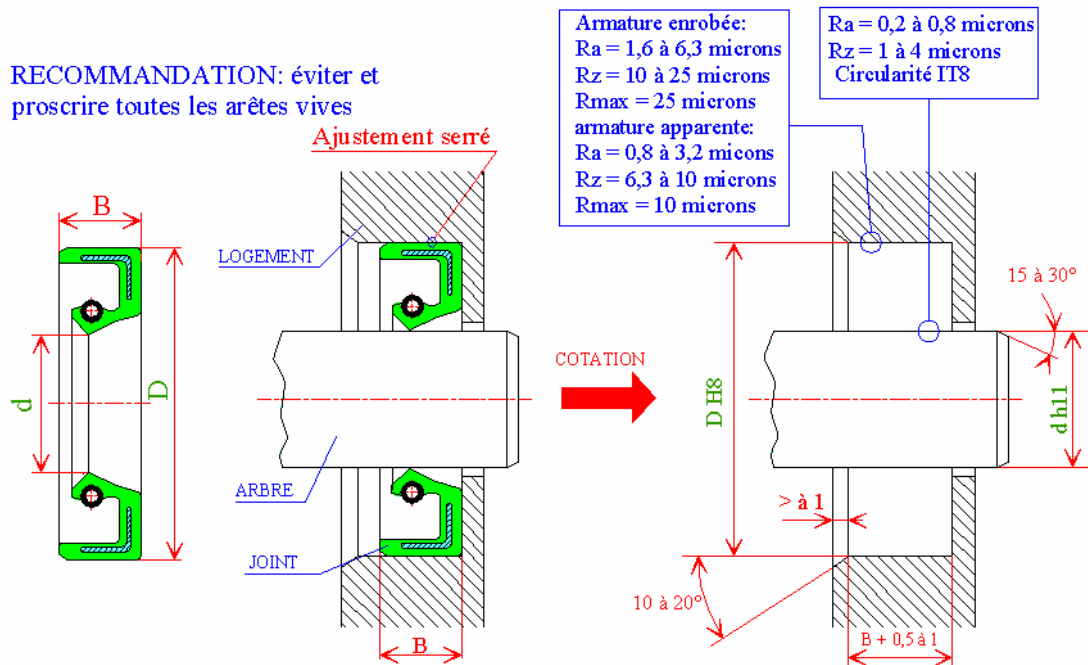



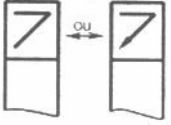


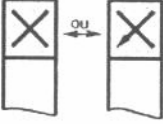
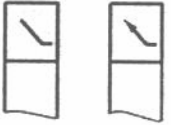
figure 86 Dureté 45 à 60 HRc

### 10.6.3.2 Principales dimensions normalisées

d	D	B	d	D	B	d	D	B	d	D	B	d	D	B	d	D	B
5	16	6	14	24	7	28	40	7	48	62	8	70	85	8	100	120	12
	16	7		28	7		42	7		65	10		90	10		120	13
				30	7		45	7		70	8		90	12		125	12
							47	7		72	8		95	10		125	13
							52	7					100	10		130	12
6	16	6	15	24	7	30	40	7	50	65	8	72	95	10	105	130	12
	16	7		26	7		42	7		68	8		100	10		130	13
				30	7		47	7		70	10		105	13		140	12
				32	7		50	7		72	8						
				35	7		52	7		72	12						
							62	7		80	8						
7	6	7	16	24	7	32	42	7	52	68	8	75	95	10	110	130	12
	22	7		28	7		45	7		68	10		95	12		130	13
				30	7		47	7		72	8		95	10		135	12
				32	7		52	7		75	12		100	10		140	13
				35	7												

8	16 22 24	7 7 7	17	28 30 35 40	7 7 7 7	35	45	7	55	70 72 75 75 80 85	8 8 8 12 8 8	78	95 100 100	13 10 13	115	140 140	12 13
							47	7									
							48	8									
							50	8									
							52	7									
							52	8									
							55	10									
							62	7									
							62	8									
							72	8									
9	18 22 24	7 7 7	18	28 30 32 35 40	7 7 7 7 7	38	50	7	58	72 80 80 80	8 8 10 12	80	100 100 105 110 125	10 13 10 10 10	120	140 140 150 160	12 13 12 12
							52	7									
							55	8									
							55	10									
							58	8									
							62	7									
10	19 22 24 26	7 7 7 7	20	30 32 35 38 40 47	7 7 7 8 7 7	40	52	7	60	75 80 80 85 90	8 8 12 8 8	85	105 110 110 110 120	10 10 13 12 12	125	150 160 160	12 12 12 15
							55	7									
							55	8									
							58	8									
							60	10									
							62	10									
							62	7									
							72	7									
							75	8									
12	22 24 25 28 30 32	7 7 7 7 7 7	22	32 35 40 45 47	7 7 7 8 7	42	55	8	62	85 90	10 10	90	110 110 110 120 125 130	10 12 13 12 12 12	130	160 160 170	12 15 12
							56	7									
							60	8									
							60	12									
							62	8									
							72	8									
13	25 26	7 6	25	35 38 40 42 47 52	7 7 7 7 7 7	45	60	8	65	85 85 90 100	10 12 10 10	95	115 120 120 125 130	12 12 13 12 12	135 140	170 170 160 170	12 15 12 15
							62	8									
							62	12									
							65	8									
							68	8									
							72	8									
							75	8									

### 10.6.3.3 Représentation simplifiée des joints à lèvres

Représentation simplifiée générale		Représentation simplifiée particulière	
Dessiner le contour exact du joint et tracer une croix en diagonale ne touchant pas le contour et située au centre de celui-ci.		Bague d'étanchéité à lèvres à frottement radial	
Si une direction d'étanchéité est importante, la croix peut être complétée par une flèche		Bague d'étanchéité à lèvres à frottement radial avec lèvre anti-poussière	
<b>REMARQUE</b> Pour les documents où il n'est pas nécessaire de dessiner le contour exact du joint, on pourra se contenter d'une représentation de forme carrée.		Bague d'étanchéité annulaire en V à frottement axial.	

## 10.7 APPLICATION

Compléter la cotation.

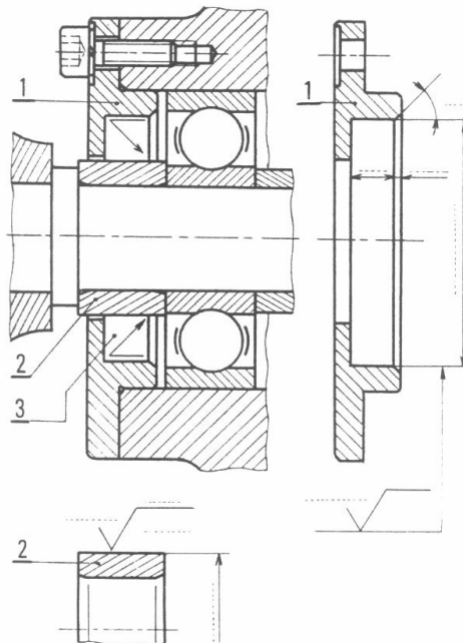


figure 87



## ***FICHE DE PREPARATION 11 :GUIDAGE EN TRANSLATION***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- Concevoir correctement une liaison glissière

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- Décrire les différents types de guidage en translation
- Etudier des solutions constructives
- Dimensionner une liaison glissière,

**PRE- REQUIS:**

- Lecture d'un dessin,
- Analyse fonctionnelle,
- Tolérances géométriques et dimensionnelles.

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

1heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ;  
Rétroprojecteur,  
Polycopie,  
Guide de dessinateur.

# 11 GUIDAGE EN TRANSLATION

## 11.1 DEFINITION

Le terme de liaison glissière entre deux corps solides en mouvements désigne en mécanique générale, une liaison qui ne permet que le seul mouvement relatif de translation rectiligne (voir cours liaisons).

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

Les termes courants associés sont nombreux : rail, guide, coulisseau, glissière, etc....

$(e_1, e_2, e_3)$  = base idéale attachée à la glissière

$e_1$  = directeur de liaison

$C_1 C_2 = x_{12} e_1$

$x_{12}$  = paramètre de position de 2/1

Guidage prismatique

On appelle

Coulisseau : la pièce mobile,

Guide : la pièce fixe.

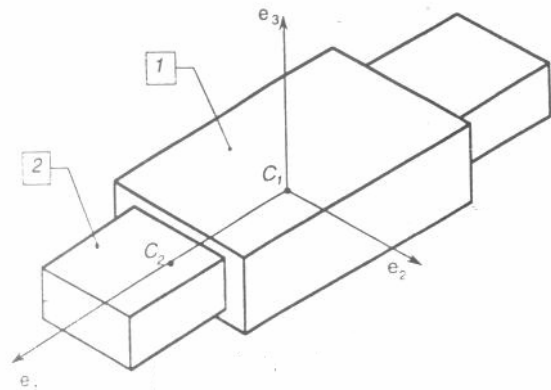


figure 88

## 11.2 DIFFERENTS TYPE DE GUIDAGE

### 11.2.1 GUIDAGE AVEC CONTACT DIRECT

On classe dans ce type de liaison celles réalisées à partir de surfaces planes ou cylindriques, le contact solide étant prépondérant.

### 11.2.2 GUIDAGE SANS CONTACT DIRECT

Afin de supprimer les inconvénients des liaisons glissière à contact direct, il est possible dans certaines réalisations de maintenir entre les surfaces de liaisons un espace évitant tout contact solide.

Pour ce type de guidage

- Les vitesses de déplacements peuvent être élevées ;
- l'usure des surfaces solides est pratiquement nulle;
- Il est particulièrement adapté aux guidages de précision.
- Bien entendu, se pose le problème de l'étanchéité et de la récupération de l'huile.

Dans la suite de se cours on étudiera le guidage avec contact direct

### 11.3 GUIDAGE PAR GLISSEMENT

#### 11.3.1 GUIDAGE PRISMATIQUE

##### 11.3.1.1 Guidage sans système de réglage de jeu

Généralement utilisé pour des mouvements de faibles amplitudes et des déplacements intermittents;

Leur blocage est nécessaire après mise en position ;

Les ajustements choisis déterminent le jeu de fonctionnement convenable.

##### 11.3.1.2 Guidage avec système de réglage de jeu

Généralement utilisé pour des mouvements relatifs importants ;

Le réglage de jeu est obtenu par déplacement d'une cale (figure 89)

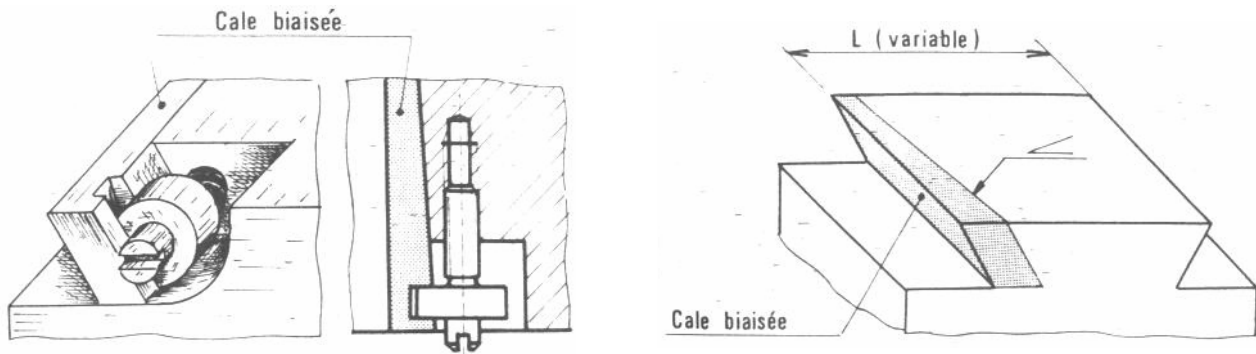


figure 89 Réglage en bout, à une extrémité d'une cale bise

#### 11.3.2 GUIDAGE CYLINDRIQUE

Ce type de guidage présente comme surface principale de guidage, un cylindre de révolution et pour supprimer la liberté en rotation on peut utiliser :

une liaison de type «clavetage» ou cannelures

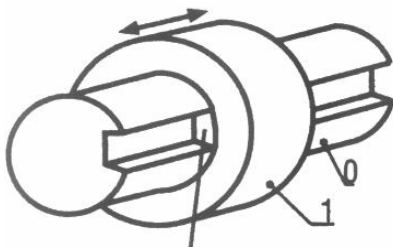


figure 90

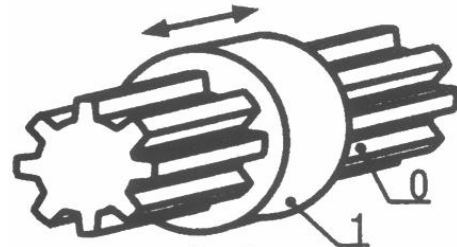


figure 91

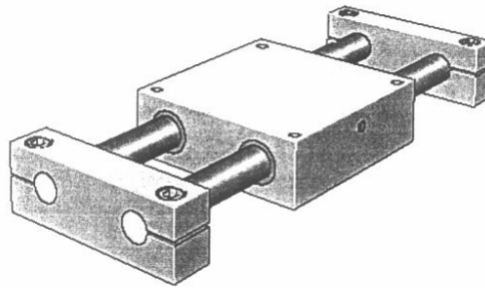
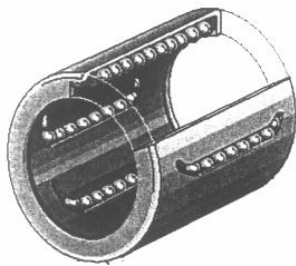


figure 92 liaison sur deux colonnes

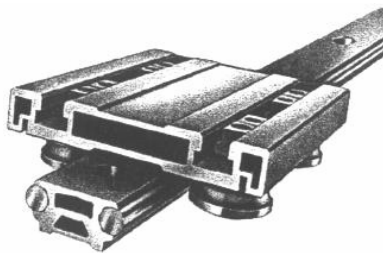
## 11.4 GUIDAGE PAR ELEMENTS ROULANTS

### 11.4.1 PRINCIPE

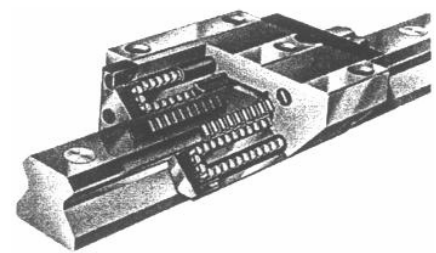
La réalisation de glissière à roulement consiste à intercaler entre le guide et le coulisseau des éléments roulants qui peuvent se présenter sous différentes formes (billes, rouleaux...). Le phénomène exploité est la faible énergie dissipée au niveau d'un contact roulant par rapport à un contact glissant.



Douille a billes



Système de guidage à galets



Guidage à rouleaux

figure 93

### 11.4.2 PATINS A AIGUILLES

Les patins à aiguilles sont utilisés pour des mouvements de translation rectiligne alternative. La capacité de charge maximale est obtenue avec des glissières en acier trempé (HRC min = 57 ; Ra max = 04). Les glissières peuvent également être réalisées en «tôle bleue» ou en fonte grise, mais la capacité de charge s'en trouve diminuée.

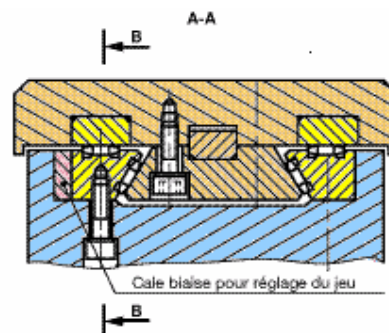
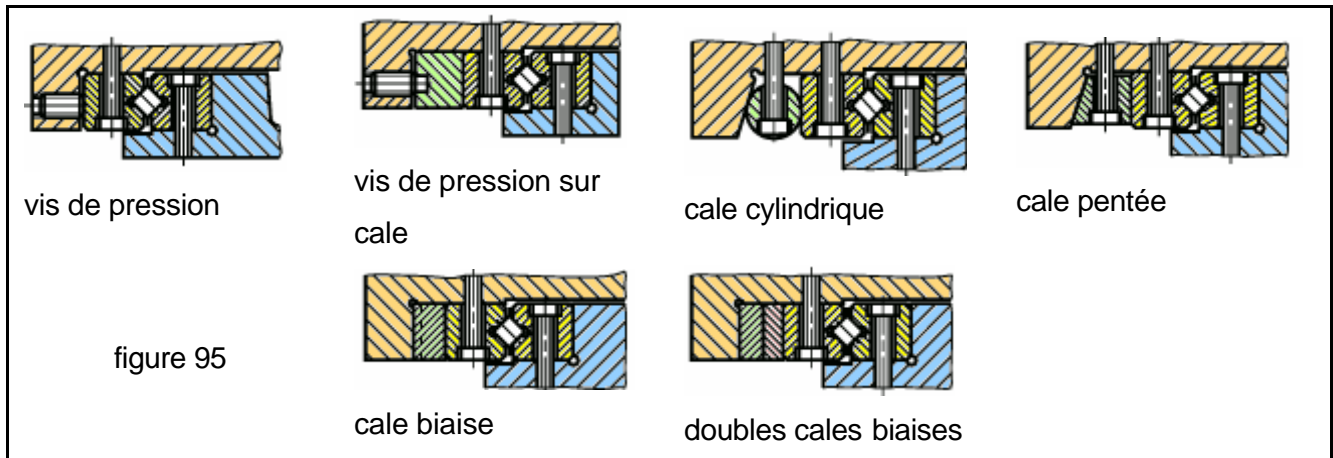


figure 94

### 11.4.2.1 Exemples avec système de rattrapage de jeu



### 11.4.3 DOUILLES A BILLES

Les douilles à billes se composent essentiellement d'un manchon extérieur, de billes et de leurs cages de guidage.

Chaque cage constitue un circuit continu et indépendant comprenant un aller et retour des billes.

Pendant le chemin de retour, les billes cessent d'être porteuses.

Ces douilles conviennent pour n'importe quelle longueur de course. Par contre, elles n'admettent pas les mouvements de rotation.

Avantages

Rendement élevé ;  
Vitesses de déplacement élevées ;  
Durée de vie calculable ;  
Grande précision ; Pas de jeux à rattraper ;  
Contrôle plus aisé du mouvement ;  
Pas de broutage et échauffements réduits.

Inconvénients

Par rapport à un système classique  
La réversibilité a lieu plus tôt ;  
Ils sont moins irréversibles ;  
Ils sont moins rigides : guidage moins long et flexions plus grandes ; La lubrification est généralement indispensable

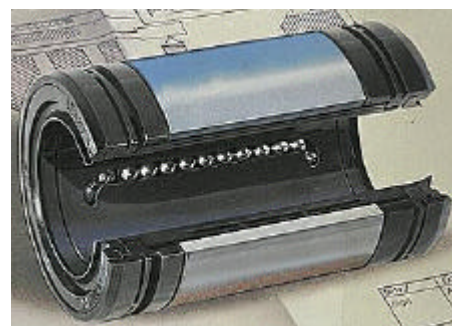
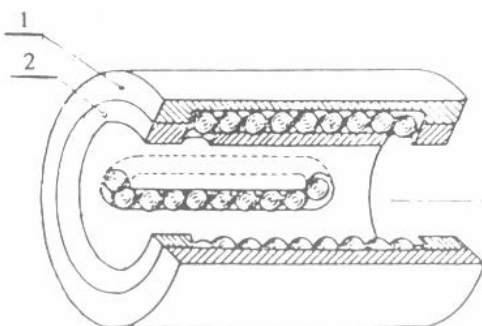


figure 96

## 11.5 REGLAGE DU JEU

Un jeu trop élevé amène une imprécision angulaire du coulisseau par rapport à la direction de la translation. Les déformations sous charges. Les variations de température et l'usure accentuent le phénomène. Les dispositifs de réglage permettent de rattraper ou compenser les jeux parasites et de précharger ou régler, les éléments roulants.

### 11.5.1 INFLUENCE DU JEU INTERNE SUR LE GUIDAGE

Le phénomène d'arc-boutement se traduit par le basculement du coulisseau entraînant une impossibilité de déplacement par rapport à la glissière (quelle que soit l'intensité de l'effort). Ce blocage peut provoquer la détérioration du coulisseau ou de la glissière.

Pour éviter ce phénomène, il y a trois possibilités.

Augmenter la longueur de guidage  $L$ ;

Diminuer le facteur de frottement  $f$  (changer les matériaux en contact) ;

Diminuer le jeu de guidage.

$$K = \frac{L}{j} : \text{rapport de guidage ;}$$

$$\operatorname{tg} a = \frac{j}{L} \text{ où } a : \text{angle que peut prendre le}$$

coulisseau par rapport au guide

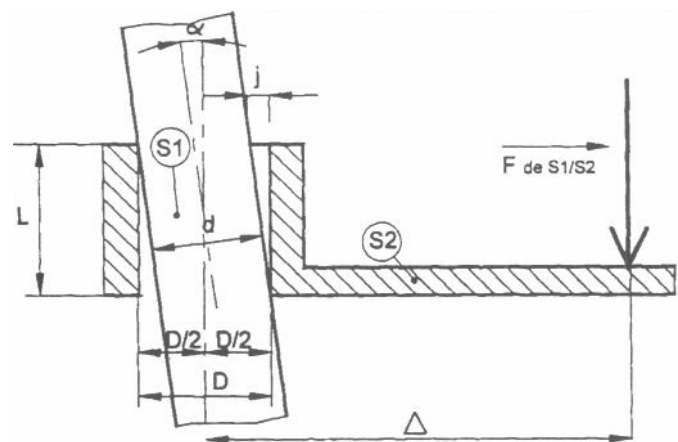


figure 97

### 11.5.2 EXEMPLE

Donner l'ordre de réglage de jeu de ces guidages en rotation (figure 98, 99, 100, 101 et 102)

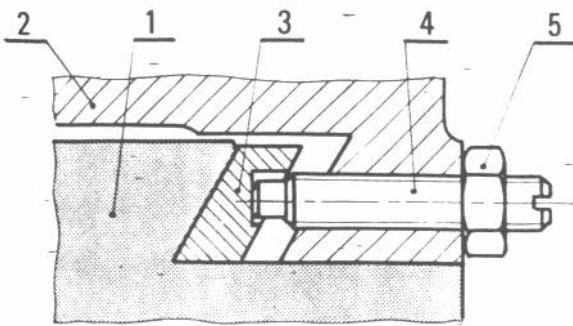


figure 98

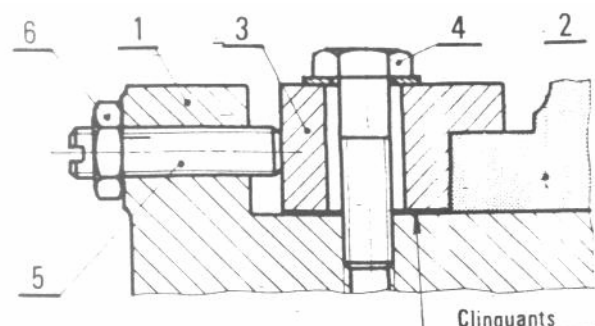


figure 99

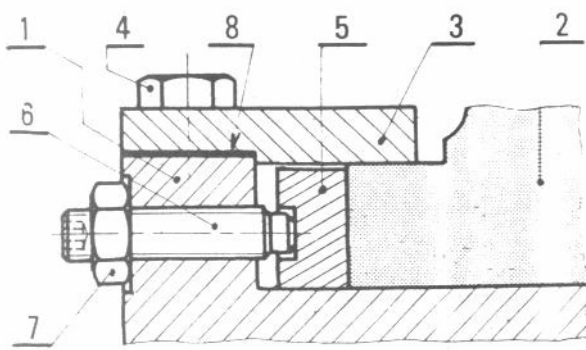


figure 100

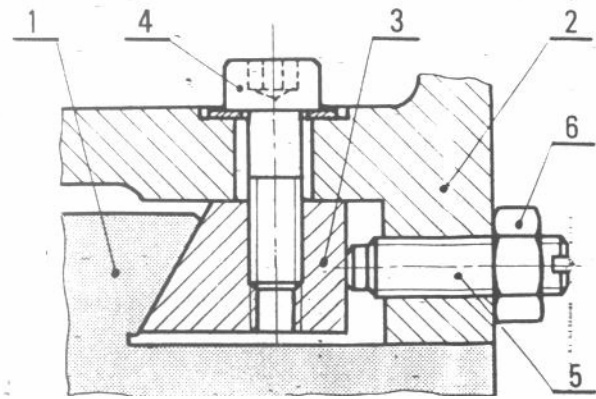


figure 101

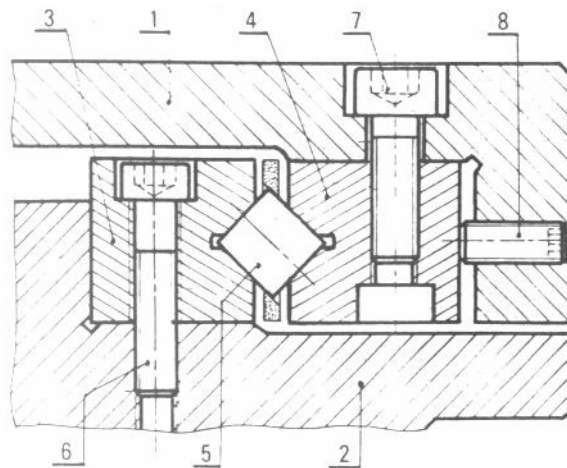


figure 102

## 11.6 LUBRIFICATION ET ETANCHEITE DES LIAISONS GLISSIERES

### 11.6.1 LUBRIFICATION

Elle assure une protection contre la corrosion ;

Elle est nécessaire pour maintenir la précision, la fiabilité, la durabilité et ralentir l'usure ;

Une lubrification à la graisse suffit dans la plupart des cas ;

Si le frottement doit être très faible, il faut utiliser de Préférence des huiles ;

Les additifs solides sont à éviter.

### 11.6.2 ETANCHEITE

Une étanchéité soignée s'impose lorsque le milieu ambiant est pollué (poussières, copeaux, liquides corrosifs, etc.). Il est nécessaire de protéger à la fois les surfaces de guidage et les composants de base de la liaison : douilles, guides, patins...

## ***FICHE DE PREPARATION 12 : GUIDAGE EN ROTATION***

**MATIERE:**

Dessin technique & DAO

**OBJECTIF TERMINAL:**

- Concevoir correctement une liaison pivot.

**OBJECTIFS SPECIFIQUES:**

- Décrire les différents types de guidage en rotation
- Etudier des solutions constructives
- Dimensionner une liaison pivot ( choix des éléments standards),

**PRE- REQUIS:**

- Lecture d'un dessin,
- Analyse fonctionnelle,
- Tolérances géométriques et dimensionnelles.

**AUDITEURS:**

Etudiants des I.S.E.T,  
Profil : Génie mécanique,  
Option : tronc commun,  
Niveau : 1

**DUREE:**

1heure 30min

**EVALUATION:**

Formative,  
Sommativ.

**SUPPORTS MATERIELS:**

Tableau ;  
Rétroprojecteur,  
Polycopie,  
Guide de dessinateur.



## 12 GUIDAGE EN ROTATION

### 12.1 DEFINITION

La liaison pivot est réalisée par une solution constructive appelée guidage en rotation.

Le guidage en rotation est nécessaire dans de nombreux cas (moteurs, roues de véhicules, hélices d'avion ou de turbine...).

On appelle arbre le contenu, logement ou alésage l'élément contenant.

### 12.2 FONCTION A ASSURER

Le guidage en rotation en phase d'utilisation doit assurer les fonctions suivantes

- Positionner l'arbre et le logement : notions de jeu et de précision de guidage ;
- Permettre un mouvement relatif (rotation) : notions de rendement et de vitesse de rotation ;
- Transmettre les efforts : dimensionnement des pièces et durée de vie du montage ;
- Résister au milieu environnant : fiabilité, matériaux, étanchéité, protection, etc....
- Être d'un encombrement adapté (voire minimal) ;
- Minimiser les niveaux de bruit et de vibrations.

### 12.3 LES PRINCIPALES SOLUTIONS CONSTRUCTIVES

Les solutions constructives qui permettent d'établir un guidage en rotation entre deux pièces s'appuient sur différents principes et mettent en œuvre des technologies diverses qu'on peut les classer selon quatre catégories comme l'indique le schéma suivant

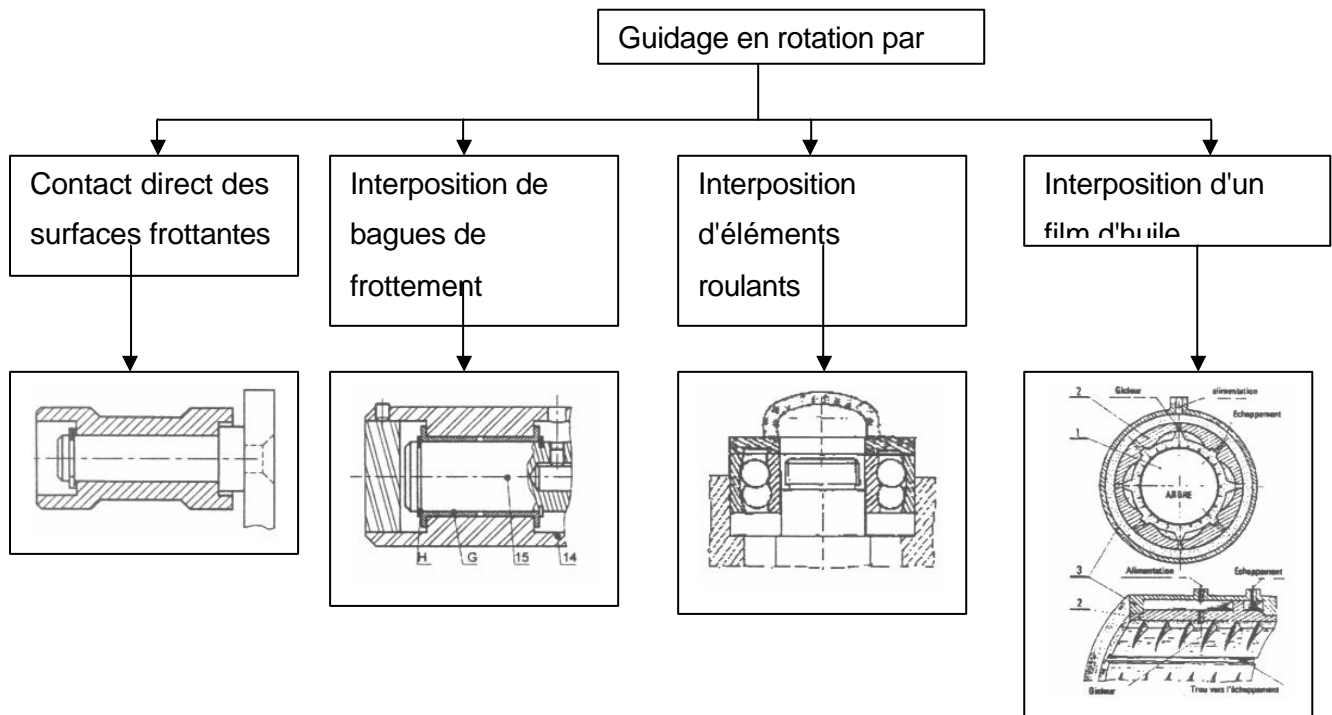


figure 103

### 12.3.1 GUIDAGE EN ROTATION PAR CONTACT DIRECT

Le guidage en rotation est obtenu par contact direct des surfaces cylindriques arbre/logement. Des arrêts suppriment les degrés de liberté en translation.

Avantages	Inconvénients
Coût peu élevé	Frottements

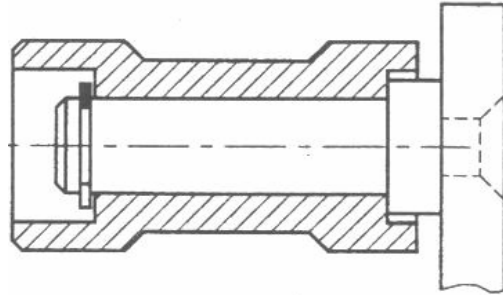


figure 104 Contact direct

#### 12.3.1.1 Domaine d'utilisation

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

- Faibles vitesses ;
- Efforts transmissibles peu élevés.

### 12.3.2 GUIDAGE EN ROTATION PAR INTERPOSITION DE BAGUES DE FROTTEMENT

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.

#### 12.3.2.1 Coussinets

Les coussinets sont des bagues cylindriques en bronze ou en matière plastique, montées serrées dans l'alésage. L'arbre est monté glissant dans le coussinet.

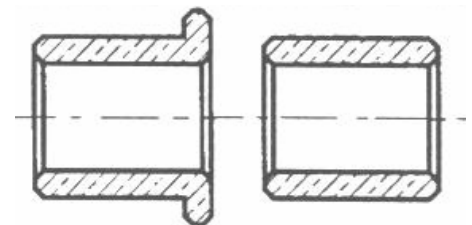


figure 105 Coussinets

Certains coussinets sont autolubrifiants : ils sont obtenus par frittage. Les porosités contiennent du lubrifiant qui, sous l'effet centrifuge du mouvement, est aspiré et forme un coussin d'huile. A l'arrêt, le lubrifiant reprend sa place par capillarité

Les caractéristiques de ces coussinets autolubrifiants sont les suivantes

- Vitesse tangentielle maximale 8 m/s ;
- Température maximale d'utilisation : 200°C (varie selon la nuance) ;
- Fonctionnement silencieux ;
- Pas (d'entretien).

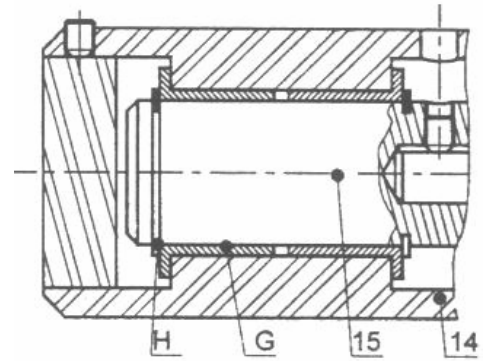


figure 106 Exemple de montage

### 12.3.2.2 Bagues PTFE (Polytétrafluoroéthylène) :

Elles sont constituées d'un support en tôle roulée, sur lequel est fritté une couche de bronze. Cette couche est imprégnée de PTFE et d'additifs antifriction.

Caractéristiques

- Coefficient de frottement acier/PTFE : de 0,01 à 0,05 ;
- Vitesse tangentielle maximale : 3m/s.

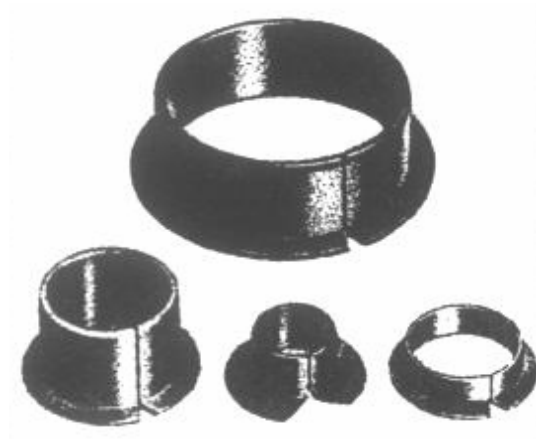


figure 107 Bagues PTFE

### 12.3.3 GUIDAGE EN ROTATION PAR INTERPOSITION D'UN FILM D'HUILE : (LES PALIERS)

#### 12.3.3.1 Paliers hydrodynamiques :

Ils sont constitués de coussinets comportant une rainure permettant l'arrivée d'un lubrifiant sous pression. La formation d'un film d'huile n'est possible qu'à partir d'une certaine vitesse relative arbre/logement.

#### 12.3.3.2 Paliers hydrostatiques

L'arbre est en suspension au centre du mécanisme sous l'effet d'un fluide envoyé sous pression. Le coefficient de frottement devient alors très faible. Le coût élevé de ce type de montage le réserve à des systèmes particuliers.

Guidage en rotation par interposition d'éléments roulants

### 12.3.4 LES ROULEMENTS

En remplaçant le frottement par glissement par du roulement, on diminue la puissance absorbée. Le rendement du guidage en rotation est donc meilleur.

On place alors des éléments de roulement (billes, rouleaux ou aiguilles) entre deux bagues. L'une (la bague intérieure) est ajustée sur l'arbre, l'autre (la bague extérieure) est ajustée sur l'alésage.

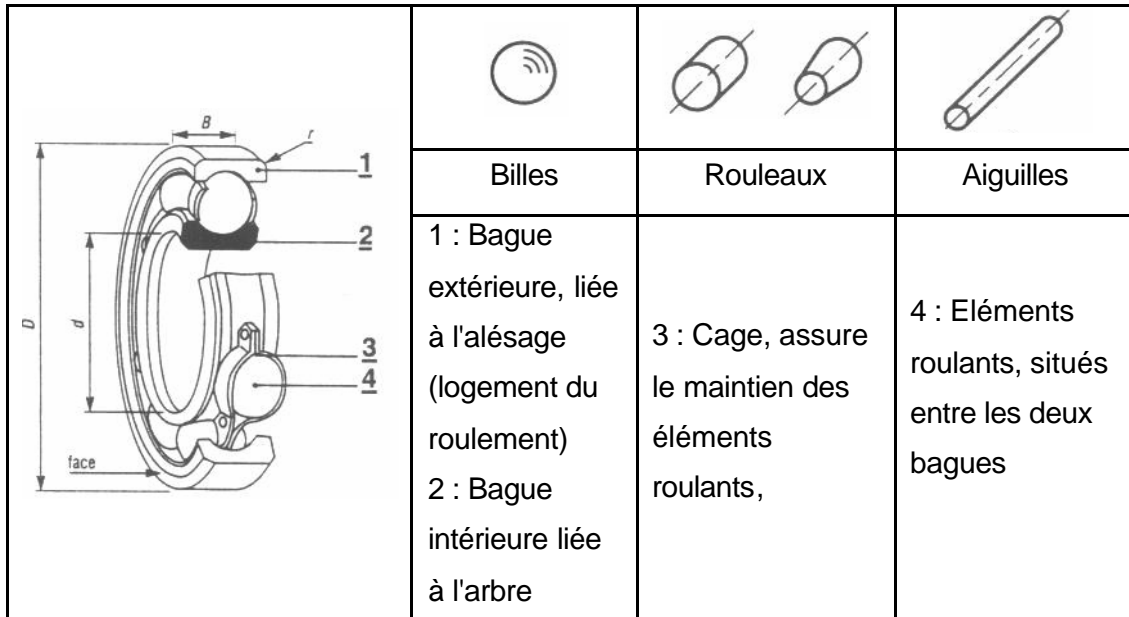
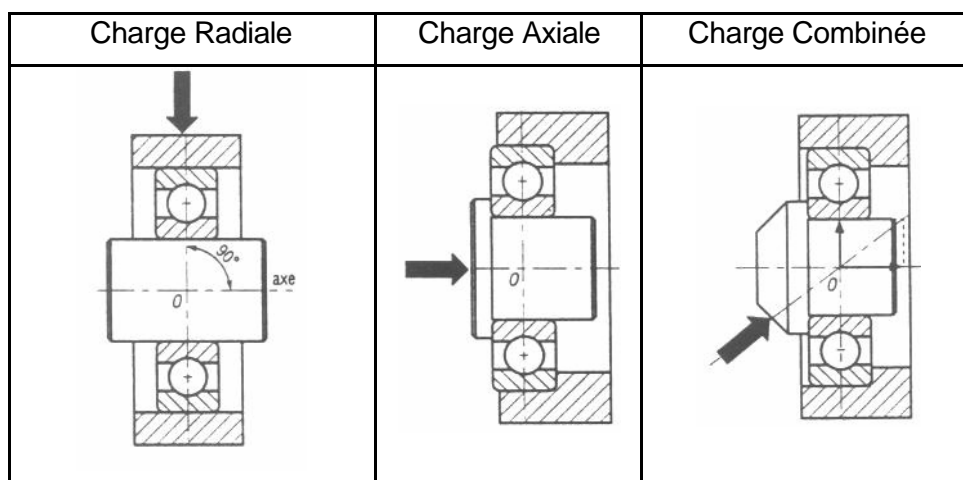






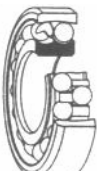










figure 108 Constitution d'un roulement

#### 12.3.4.1 Typologie des roulements

Il existe différents types de roulements. On peut les classer en fonction du type de charges qu'ils peuvent supporter.



Type de roulement		Représentation		Aptitude à la charge		Aptitude à la vitesse	Remarques Utilisations
		Normale	Con <sup>elle</sup>	Radiale	Axiale		
Roulement à billes à contact radial				+++	++	+++	Le plus utilisé; Très économique ; Existe en plusieurs variantes (Etanche, avec rainure et segment d'arrêt ...)
Roulement à une ou deux rangées de billes à contact oblique				+++	+++	++	Les roulements à une rangée de billes doivent être montés par paire ; Avec une rangée de billes, la charge ne peut être appliquée que d'un côté.
Roulement à deux rangées de billes à rotule				+++	+	++	Il se monte par paire ; Il est utilisé lorsque l'alignement des paliers est difficile ou dans le cas d'arbre de grande longueur pouvant fléchir sensiblement.
Roulement à rouleaux cylindriques				++++	0	+++	Il supporte des grandes charges radiales ; Les bagues sont séparables, facilitant le montage.
Roulement à rouleaux coniques				++++	+++	++	Il se monte par paire et en opposition ; Les bagues sont séparables, facilitant le montage.
Légende :    ++++ : Très élevé    +++ : Elevé    ++: Modéré    + : Passable    0 : Nul							

### 12.3.4.2 Montage des roulements

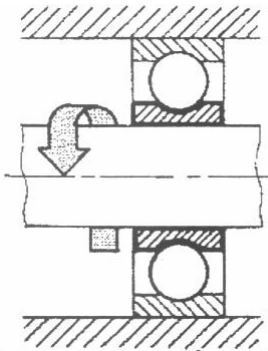
Pour minimiser le phénomène de laminage (écrasement de matière) entre les surfaces soumises à des charges importantes, il faut supprimer le jeu au niveau de la bague tournante par rapport à la charge.

#### ON RETIENDRA

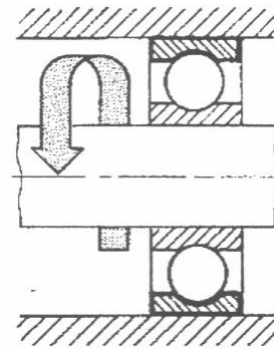
La bague qui tourne par rapport à la direction de la charge appliquée sur le roulement est ajustée avec serrage. Cette bague doit être complètement immobilisée axialement.

La bague fixe par rapport à la direction de la charge appliquée sur le roulement, doit être ajustée avec jeu. Elle doit assurer le positionnement axial de l'ensemble tournant par rapport à la partie fixe.

Montage arbre tournant



Montage moyeu tournant



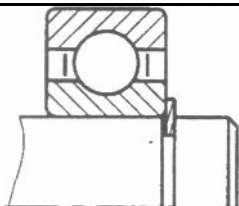
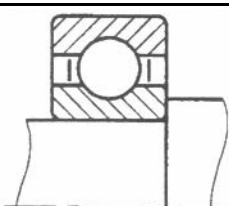
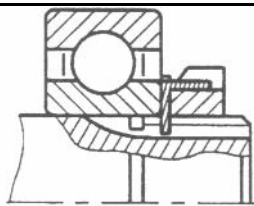
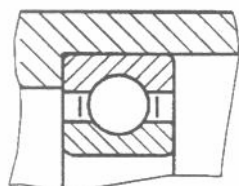
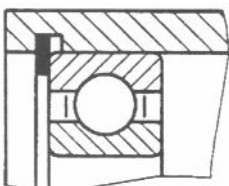
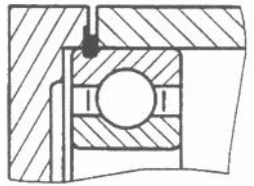
La bague intérieure est .....

La bague intérieure est .....

La bague extérieure est.....

La bague extérieure est.....

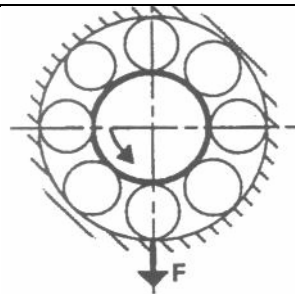
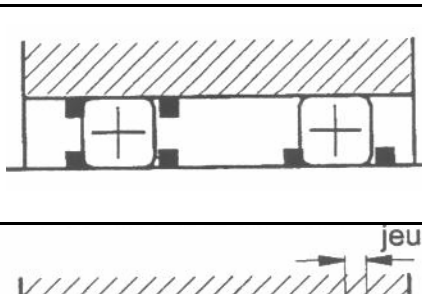
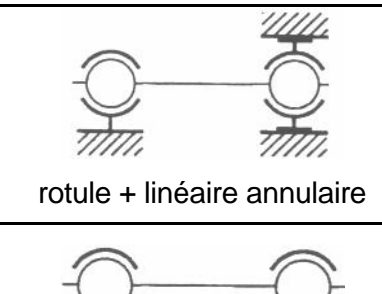
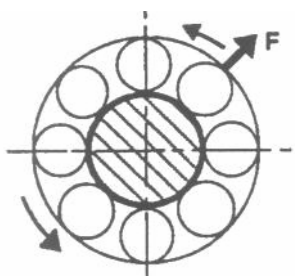
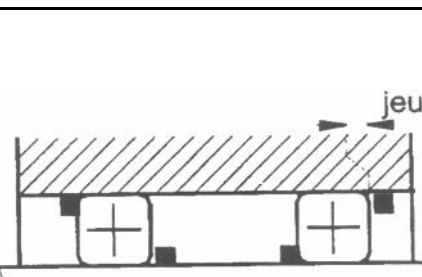
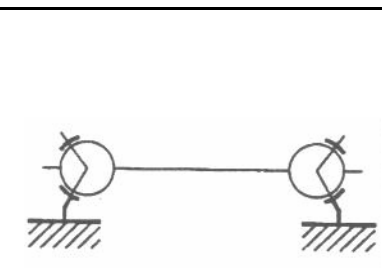
#### 12.3.4.2.1 Exemples d'immobilisation axiale des bagues

Immobilisation axiale des bagues intérieures de roulement		
		
Anneau élastique	Epaulement sur l'arbre	Ecrou à encoche (type SKF)
Immobilisation axiale des bagues extérieures de roulement		
		
Epaulement du logement	Anneau élastique d'intérieur	Chapeau sur l'anneau logé dans une gorge du roulement

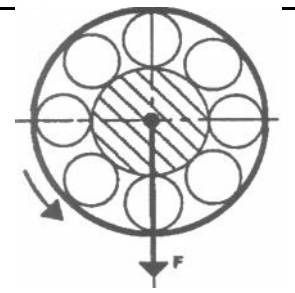
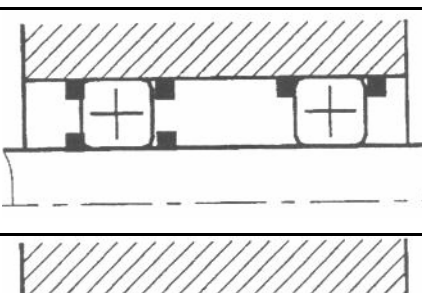
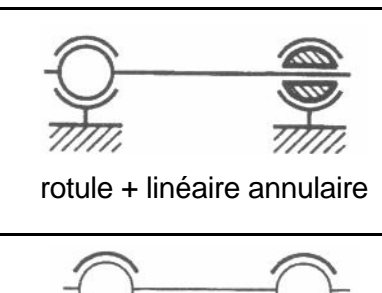
Il faut éviter toute fixation surabondante.

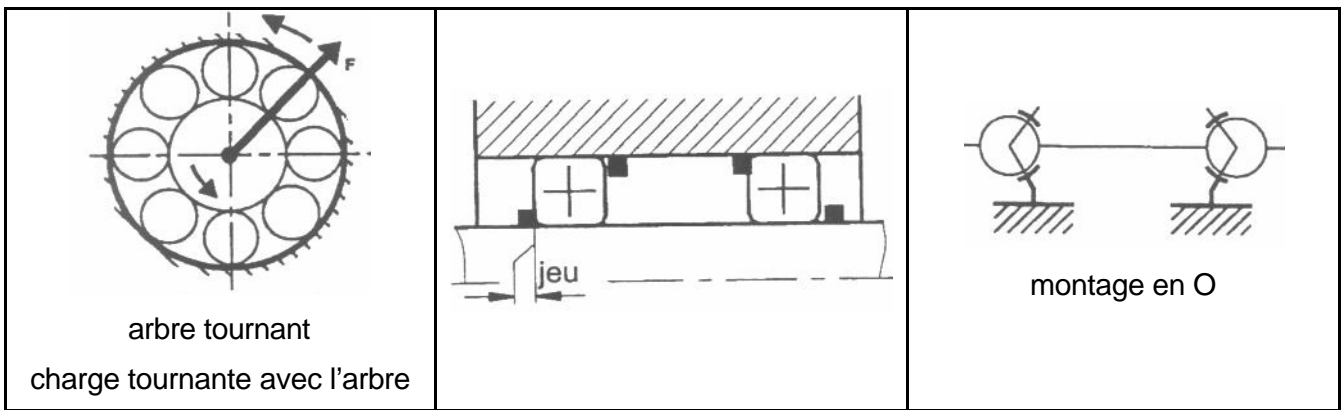
Le tableau suivant propose des associations possibles d'arrêts axiaux. Le nombre important de paramètres intervenants dans le choix d'un montage ou d'un autre ne permet pas de faire un tableau exhaustif. Les associations représentées ici ne sont données qu'à titre d'exemples.

Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge (bagues intérieures montées serrées)

 <p>arbre tournant charge fixe sur le logement ou</p>		 <p>rotule + linéaire annulaire</p>
 <p>logement tournant charge tournante avec le logement</p>	 <p>jeu</p>	 <p>rotule + rotule</p>
	<p>jeu</p>	<p>montage en X</p>

Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge (bagues extérieures montées serrées)

 <p>logement tournant charge fixe sur l'arbre ou</p>		 <p>rotule + linéaire annulaire</p>
	<p>jeu</p>	<p>rotule + rotule</p>



Dans les deux exemples, l'arbre est tournant et les charges sur les roulements ont une direction fixe par rapport au bâti. Les bagues intérieures, tournantes par rapport aux charges, sont montées serrées et les bagues extérieures montées glissantes. L'ensemble arbre plus roulements des figures 109 et 110 peut être assemblé indépendamment du logement, ce qui simplifie les montages.

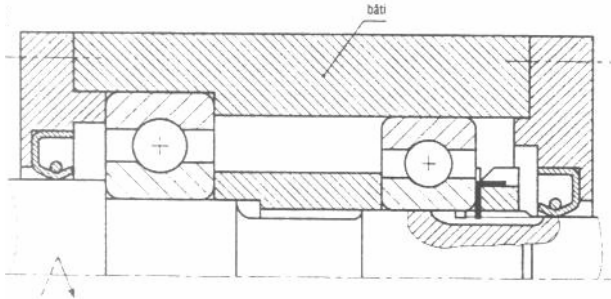


figure 109

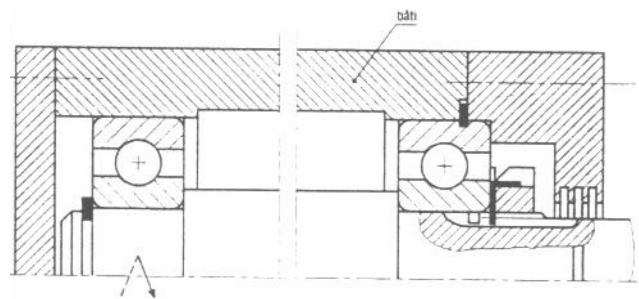


figure 110

#### 12.3.4.2 Montage en X

Ce montage amène les solutions les plus simples et les plus économiques moins de pièces adjacentes et moins d'usinages.

Le montage en X est à préférer dans le cas des arbres tournants avec organes de transmission (engrenages, etc.) situés entre les roulements. Les bagues intérieures, tournantes par rapport aux charges, sont montées serrées et les bagues extérieures montées glissantes.

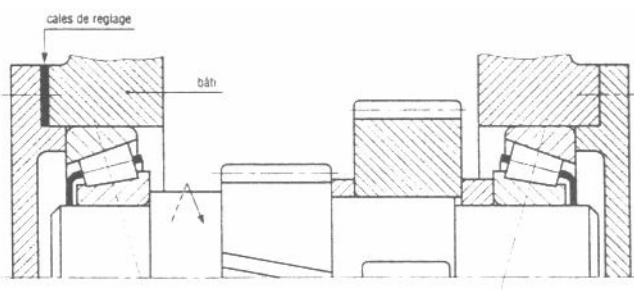


figure 111

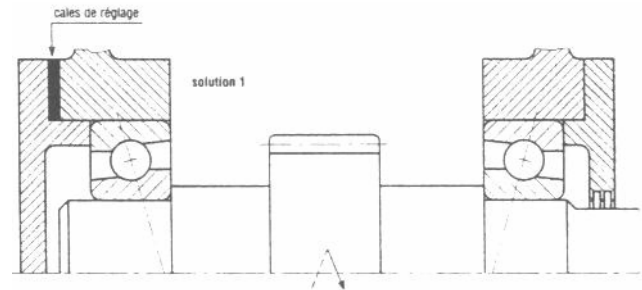


figure 112

Le réglage du jeu interne de la liaison est effectué sur les bagues extérieures. Les dilatations de l'arbre ont tendance à charger un peu plus les roulements et à diminuer le jeu interne (figure 113).



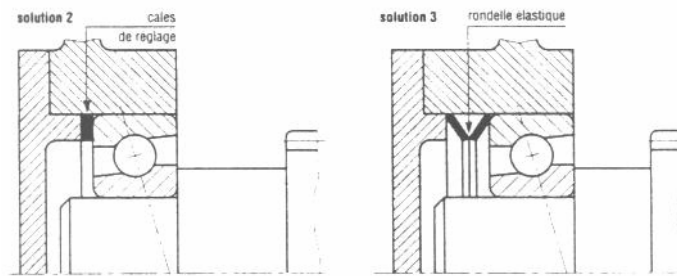


figure 113

#### 12.3.4.2.3 Montage en O

C'est la solution à adopter lorsque la rigidité de l'ensemble de la liaison est recherchée; on est dans le cas du plus grand écart effectif entre roulements. Le réglage est réalisé sur les bagues intérieures.

Avec les logements tournants c'est généralement la solution à préférer. Les bagues extérieures, tournantes par rapport aux charges, sont montées serrées (exemple fig.A). Le montage en O s'utilise aussi avec les arbres tournants lorsque les organes de transmission sont situés en dehors de la liaison (engrenage en porte à faux, fig.B). Les bagues intérieures, tournantes par rapport aux charges, sont montées serrées.

La dilatation de l'arbre a tendance à diminuer les charges sur les roulements et à augmenter le jeu interne de la liaison, et inversement s'il y a dilatation du logement.

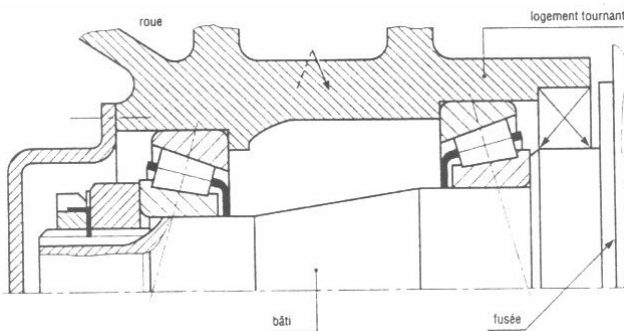


figure 114

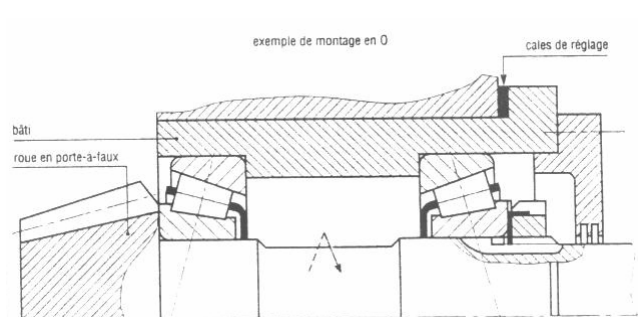


figure 115

#### 12.3.4.3 Choix des ajustements - Tolérances des pièces fabriquées

Les fabricants de roulements fournissent des produits dont les dimensions et les tolérances sont garanties. Le concepteur a donc à se préoccuper de tolérer l'alésage qui reçoit la bague extérieure ou l'arbre sur le quel se monte la bague intérieure.

Les recommandations techniques des fabricants et les considérations de montage amènent à utiliser ses valeurs de tolérancement des pièces fabriquées selon le type de montage et de chargement.

Tolérances sur les arbres																	
		Roulements à billes				Roulements à rouleaux et roulements à aiguilles avec bague				Roulements à rotules sur rouleaux				Roulements à rouleaux coniques			Roulements à aiguilles
Charge C/P		d ≤ 40	40 ≤ d ≤ 100	100 ≤ d ≤ 140	140 ≤ d ≤ 200	d ≤ 40	40 ≤ d ≤ 100	100 ≤ d ≤ 140	140 ≤ d ≤ 400	d ≤ 40	40 ≤ d ≤ 100	100 ≤ d ≤ 140	140 ≤ d ≤ 400	d ≤ 120	120 ≤ d ≤ 180	180 ≤ d ≤ 250	Tous diamètres
Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge	Faible C/P > 10	h6	j6	k6	k6	j6	k6	m6	-	j6	k6	m6	-	m6	n6	n6	h5
	Modérée 5 < C/P < 10	j6	k6	m6	m6	k6	m6	n6	p6	k6	m6	n6	p6	m6	n6	n6	h5
	Forte C/p < 5	k6	k6	m6	n6	n6	n6	p6	p6	n6	n6	p6	r7	n6	p6	r7	h5
Bague extérieure fixe par rapport à la direction de la charge		g6				j6 ou h6				f6 ou h6				f6			g5
Tolérances sur les alésages																	
Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge	Faible CIP > 10	K7				M7				M7				P7			M7 N7 douille
	Modérée 5 < C/P < 10	M7				N7				N7				P7			M7 N7 douille
	Forte C/P ` 5	N7				P7				P7				R7			M7 N7 douille
Bague intérieure fixe par rapport à la direction de la charge	T7	K7 ou H7				K7 ou H7				- J7 si bagues ext. Réglables. - P7 si bague ext. non réglables. - R7 fortes charge				K7 H7 bague coulissante			

## Remarque

Immobilisation latérale des bagues d'un roulement

Règle 1 : Les bagues tournantes par rapport à la direction de la charge, ajustées serrées, doivent être complètement immobilisées axialement.

Règle 2 : Les bagues immobiles par rapport à la direction de la charge, ajustées avec jeu, assurent la mise en position de l'ensemble tournant par rapport à la partie fixe du mécanisme.