

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Khemis Miliana  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de la Technologie



جامعة خميس مليانة  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
قسم التكنولوجيا

Polycopie :  
**DESSIN INDUSTRIEL**

Licence Génie Mécanique / Construction Mécanique

**2013/2014**  
**I. ZIDANE**

## Table des matières

Chapitre 1.	Introduction .....	3
Chapitre 2.	Normalisation .....	5
Chapitre 3.	Classification des dessins .....	6
1.	Définition .....	6
2.	Natures du dessin.....	6
3.	Formes du dessin.....	6
4.	Fonctions d'un dessin .....	7
Chapitre 4.	Présentation des dessins .....	9
1.	Formats.....	9
2.	Cadre .....	9
Chapitre 5.	Méthode d'exécution d'un dessin .....	13
Chapitre 6.	Représentation des solides.....	15
1.	Méthode du premier dièdre.....	15
2.	Méthode du troisième dièdre .....	18
3.	Méthode des flèches repérées .....	19
4.	Vues particulières .....	20
5.	Exercices .....	23
Chapitre 7.	Cotation des formes .....	25
1.	Généralités.....	25
2.	Eléments de la cotation.....	25
3.	Groupement des côtes.....	28
Chapitre 8.	Coupes .....	36
1.	Représentation d'une coupe.....	36
2.	Hachures.....	37
3.	Coupes simples.....	38
4.	Coupes brisées.....	39
5.	Coupes partielles .....	40
Chapitre 9.	Sections .....	43
1.	Définition .....	43
2.	Classification.....	43
Chapitre 10.	Etat de surface .....	45
1.	Défauts de surface .....	45
2.	Indication de la rugosité .....	45
Chapitre 11.	Tolérances et Ajustements.....	48
1.	Tolérances dimensionnelles.....	48
2.	Tolérances géométriques de forme et de position .....	52
Chapitre 12.	Cotation fonctionnelle .....	59
1.	Définition et but.....	59
2.	Chaîne de cotes.....	60
3.	Détermination des cotes fonctionnelles .....	61
Chapitre 13.	Liaisons mécaniques.....	64
1.	Modes de liaisons mécaniques.....	64
2.	Moyens de liaisons mécaniques et Eléments technologiques.....	73
Chapitre 14.	Représentation symbolique.....	95
1.	Représentation simplifiée .....	95
2.	Schémas.....	95
3.	Modélisation cinématique.....	100
Chapitre 15.	Accouplements .....	104
1.	Définition .....	104
2.	Accouplements rigides .....	104
3.	Joints de Cardan .....	104
Chapitre 16.	Roulements .....	106
1.	Définition .....	106
2.	Principaux types de roulements .....	106
3.	Exemples de montage.....	111
Chapitre 17.	Engrenages .....	116
1.	Définition .....	116
2.	Représentation des engrenages.....	117
Chapitre 18.	Chaines et Courroies.....	119
1.	Chaines.....	119
2.	Courroies .....	120
Chapitre 19.	Ressorts .....	122
TP Dessin Industriel.....		123
Références	129	

# Chapitre 1. Introduction

Les machines et équipements sont constitués de plusieurs organes assemblés entre eux par des liaisons fonctionnelles. La fabrication de chaque organe nécessite plusieurs étapes. D'abord se fixer l'idée de ce que l'on veut réaliser tout en lui assignant un objectif à atteindre. Cette conception qui jusque là théorique devra prévoir également le mode de fabrication technologique.

Le dessin doit pouvoir donner des ordres au cours des différentes étapes de la réalisation. Ensuite l'organe doit répondre à un impératif de montage et d'ajustement par rapport à l'ensemble des organes pour pouvoir fonctionner selon les besoins pour lesquels il est fabriqué.

Outre l'aspect géométrique, chaque pièce ou ensemble de pièces doivent répondre à une multitude d'exigences techniques et technologiques qui ne peuvent s'exprimer qu'avec le dessin technique. Ce dernier représente le langage universel de toutes les sciences technologiques.

Appelé aussi dessin industriel, le dessin technique est utilisé dans toutes les industries et représente le moyen essentiel indispensable et universel pour exprimer clairement une pensée technique. Il est universel puisqu'il utilise les règles et lois de la normalisation. Le dicton « Un schéma vaut mieux qu'un long discours » résume l'intérêt du dessin.

A cet effet, le dessin industriel peut traduire des idées techniques lors des réalisations technologiques; c'est pourquoi, il est assimilé à un langage technique. Comme tout langage, il comporte deux aspects d'exigences complémentaires qui sont l'écriture et la lecture. Comme grammaire, le dessin possède la **standardisation** ou la **normalisation**.

L'écriture du dessin ou manière d'exécution, c'est à dire l'aspect représentation de l'objet à trois dimensions sur une surface plane à l'aide de figures décrites par des lignes significatives.

La lecture doit permettre la compréhension des formes, dimensions, états des surfaces, procédures de fabrication fonctionnement et même utilisation de l'objet représenté.

Schématisons un organigramme qui montre les différentes étapes indispensables lors d'une étude technique. Il renseigne également sur les aspects représentatifs que peut traduire le dessin industriel.

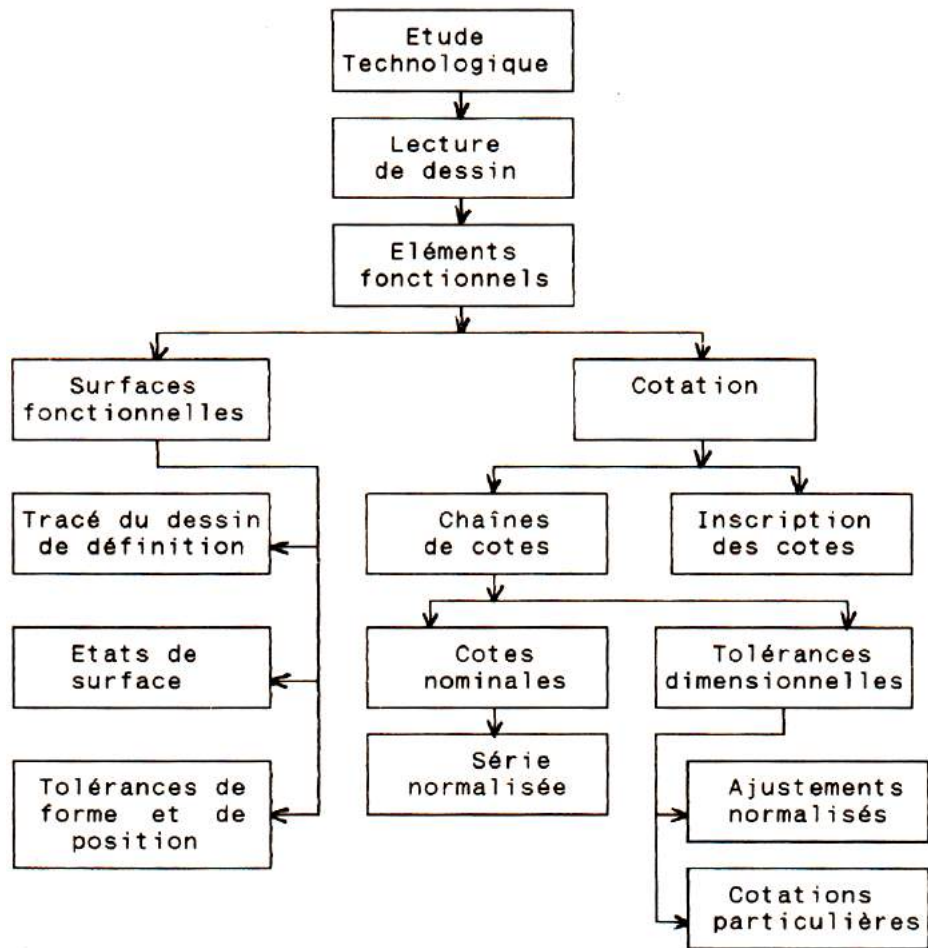


Figure 1-1

## Chapitre 2. Normalisation

La normalisation dite aussi standardisation peut être universelle, régionale ou locale. Utilisée dans tous les domaines de production économique, la normalisation est étudiée, diffusée et appliquée par les organismes spécialisés présents dans tous les pays. Parmi les organisations de normalisation les plus connues en Algérie dont on utilise et adapte leurs normes sont:

- l'Institut National de la Propriété Industrielle (INAPI) qui gère les normes en Algérie.
- l'Organisation Arabe des Normes et Mesures (OANM) dont participent la totalité des pays arabes.
- l'International System Organization (ISO) qui est l'organisation mondiale de normalisation. Elle est universelle puisque tous les pays y participent.
- l'Association Française de Normalisation (AFNOR);
- l'Institut Allemand de Normalisation (DIN).

Il est à noter que tout ce que nous allons voir par la suite n'est autre que la manière de représenter les dessins sous forme normalisée. Ceci permettra évidemment de lire les dessins et au cas où l'on dessine, notre dessin devra être lu par autrui et comporter les renseignements voulus.

# **Chapitre 3. Classification des dessins**

## **1. Définition**

Le dessin technique est l'art de représenter graphiquement des volumes ou objets sur des surfaces planes au moyens de tracés formés uniquement de lignes droites, courbes ou brisées et continues ou interrompues. Le dessin technique est appelé aussi dessin industriel parce qu'il est utilisé dans toutes les industries.

On classe un dessin selon sa nature, sa forme ou sa fonction.

## **2. Natures du dessin**

Selon la nature du dessin, il existe les principaux groupes de dessins suivants

### **2.1.Dessin géométrique**

C'est un dessin qui reproduit les proportions géométriques d'un objet.

### **2.2.Dessin industriel**

C'est un dessin exécuté selon les règles géométriques de la projection orthogonale.

### **2.3.Dessin à main levée**

C'est un dessin effectué librement et sans soucis d'exactitude rigoureuse.

### **2.4.Le dessin symbolique**

C'est un dessin qu'on appelle schéma. Il ne comporte pas de formes propres mais exprime par des signes symboliques le fonctionnement des mécanismes de machines.

## **3. Formes du dessin**

Du point de vue de la précision de la représentation, il existe plusieurs formes.

### **3.1.Croquis**

C'est un dessin exécuté à main levée sans tenir compte de l'exactitude.

### **3.2.Croquis coté**

C'est un croquis sur lequel sont portées les dimensions.

### **3.3.Esquisse**

C'est un dessin primaire exécuté en traits fins pour permettre d'éventuelles rectifications ou modifications. Il est exécuté à l'aide d'instruments de traçage et de mesure à une échelle déterminée.

### **3.4.Dessin**

C'est une représentation graphique entièrement réalisée à l'aide des instruments de traçage et de mesure. Il représente l'étape finale d'une esquisse ou sa mise au net. Il doit être exécuté à une échelle précise.

### **3.5.Schéma**

C'est une représentation très simplifiée et symbolisée des formes. Exécutée avec ou sans échelle, il représente des fonctions ou des liaisons d'organes de machines et installations.

### **3.6.Epure (رسم دقيق مخطط)**

C'est un tracé à caractère géométrique dont le but est d'être très précis pour la résolution graphique telle que la recherche de position ou de vraie grandeur.

### **3.7.Graphique**

C'est un diagramme ou abaque exprimant les relations et fonctions entre deux ou plusieurs grandeurs par des courbes.

## **4. Fonctions d'un dessin**

Une étude de réalisation vient en général compléter les deux fonctions fondamentales:

- Exécution du dessin ou écriture
- Expression du dessin ou lecture

A cet effet on classe les dessins du point de vue des périodes successives d'une réalisation technologique.

### **4.1.Dessin d'avant projet**

A partir d'une idée donnée et parmi les solutions proposées ou préconisées, le dessin d'avant projet concrétise l'une d'elle dans ses grandes lignes. Il traduit l'étude primaire en précisant les détails ou choix opérés.

Le dessin d'avant projet fait apparaître les différentes phases importantes au projet telles que le fonctionnement ou mouvement, les formes des pièces constitutives principales et les encombrements.

## **4.2.Dessin de projet**

C'est un dessin qui représente les détails des solutions retenues avec l'exactitude et la précision les plus grandes possibles. Il se base sur les dessins d'avant projet.

Il renseigne sur les matières employées, les jeux, tolérances, dimensions essentielles et toutes autres caractéristiques techniques utiles.

## **4.3.Dessin de définition**

Il définit complètement et sans ambiguïté les exigences auxquelles le produit doit satisfaire dans l'état de finition qui est demandé et concerne généralement une seule entité. Il doit comporter le maximum de précisions à savoir les caractéristiques mécaniques ou physico-chimiques des matériaux, les limites de résistance, la cotation fonctionnelle et toutes autres caractéristiques nécessaires à la réalisation de cette pièce.

C'est un document qui établit la relation entre les personnes qui donnent les ordres et celles qui les exécutent et fait foi dans ces relations.

## **4.4.Dessin d'ensemble**

Il représente l'ensemble des pièces constitutives assemblées d'après les dessins de définition.

## **4.5.Dessin de fabrication**

Il représente un assemblage de pièces ou semi-produits et précise les renseignements ou détails utiles à la fabrication ou à la transformation comme par exemple les côtes usinées et les tolérances.

## **4.6.Dessin d'opération**

C'est un dessin de fabrication sur lequel sont indiquées les côtes à obtenir lors d'une opération d'usinage ou d'assemblage ainsi que les surfaces de serrage et d'appui. Il peut contenir la gamme d'usinage avec les régimes de coupes et les procédures arrêtées.

## **4.7.Dessin de vérification**

C'est un dessin qui indique avec précision les méthodes de vérification à employer dans le cas d'état de surface, masse, tolérances, ajustements, dimensions ou autres spécifications.

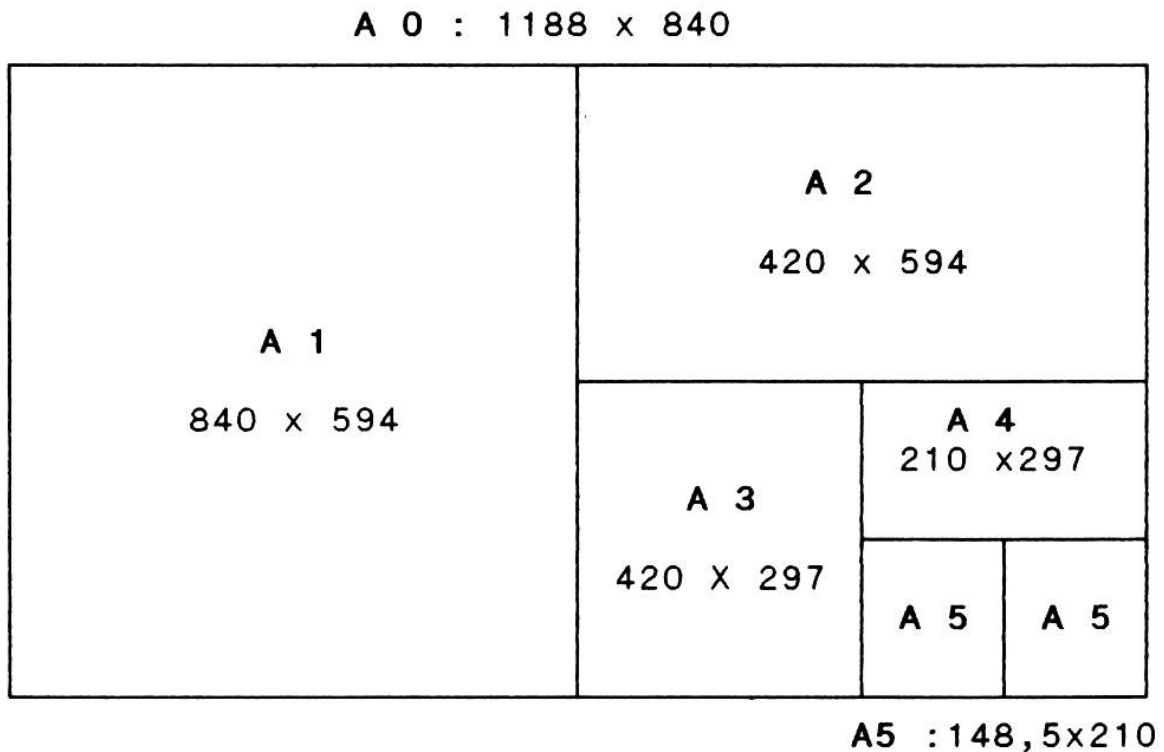


# Chapitre 4. Présentation des dessins

## 1. Formats

Afin de faciliter la manipulation, la consultation et surtout le classement de milliers de dessins d'une petite usine on utilise des formats normalisés. Tous les formats dérivent du format de base désigné par A0 de surface  $1\text{m}^2$  et de dimensions  $1188 \times 840$ . Par subdivision successive par moitié parallèlement au petit côté (largeur), on obtient les cinq autres formats géométriquement. Par ce procédé on obtient tous les formats suivants:

- A0 :  $1188 \times 840$
- A1 :  $840 \times 594$
- A2 :  $594 \times 420$
- A3 :  $420 \times 297$
- A4 :  $297 \times 210$
- A5 :  $210 \times 148,5$



*Figure 4-1*

## 2. Cadre

La surface d'exécution du dessin est délimitée par un cadre dessiné en trait continu fort à l'intérieur du format. La marge entre le cadre et le bord du format est au minimum de 10 mm pour les formats A2, A3 et A4 et 20 mm pour les formats A0 et A1 (Figure 4-2).

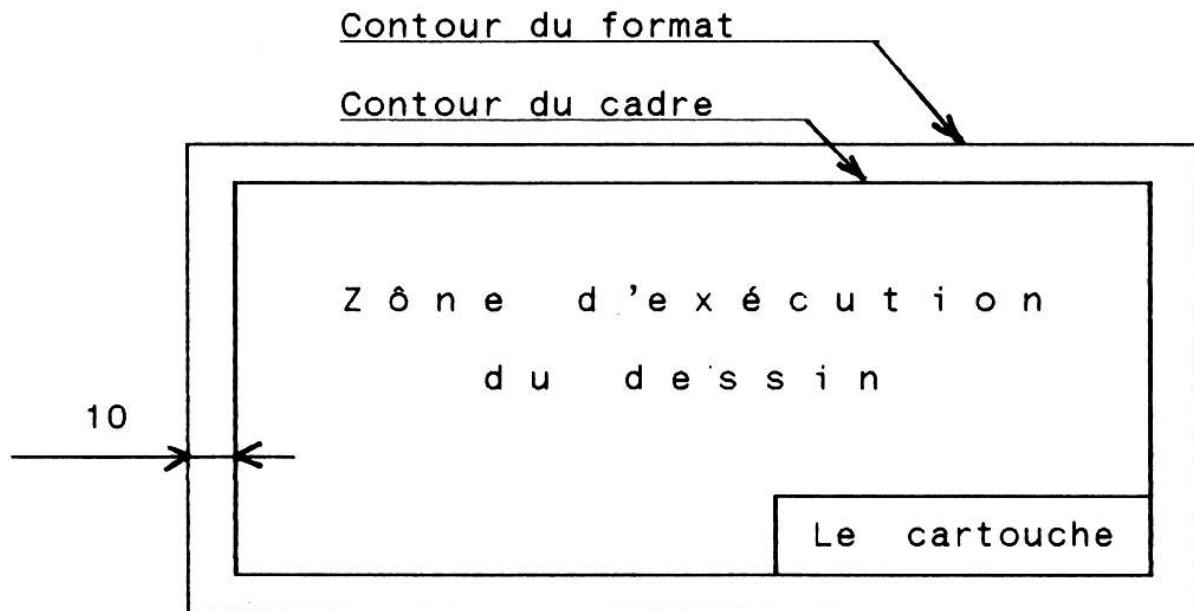


Figure 4-2

### 3. Cartouche d'inscription

C'est une partie du format délimitée par un cadre rectangulaire (Figure 4-3) destinée à recevoir les divers renseignements concernant le dessin. Le cartouche doit comporter toutes les indications nécessaires à l'identification et à l'exploitation du dessin (titre, nom de l'entreprise, échelle, N° de dessin, date, nom du dessinateur etc...).

Le cartouche est disposé toujours en bas et à droite du format, de telle façon qu'après le pliage de la feuille il apparaisse en bas et à droite du format A4. Il possède une longueur maximale de 190 mm, sa largeur est variable selon le modèle de cartouche et ne doit pas excéder 277 mm. La Figure 4-3 représente un modèle de cartouche.

Le cartouche se divise en deux zones :

- La zone d'exploitation qui se trouve à l'extérieur du cadre du cartouche. Cette zone facultative peut être représentée par un tableau donnant les mises à jour des modifications, le nom de la firme qui a élaborée les plans ou elle peut également comporter des renseignements techniques.
- La zone d'identification qui comporte :
  - Le format et le numéro du dessin
  - Le donneur d'ordre ou son sigle et sa raison sociale
  - Le titre de l'objet ou de la pièce représentée
  - L'échelle
  - Le symbole de la méthode de projection (E ou A)
  - La date d'exécution du dessin
  - Les indices de mise à jour, lorsque le dessin subit des modifications (indices de révision)

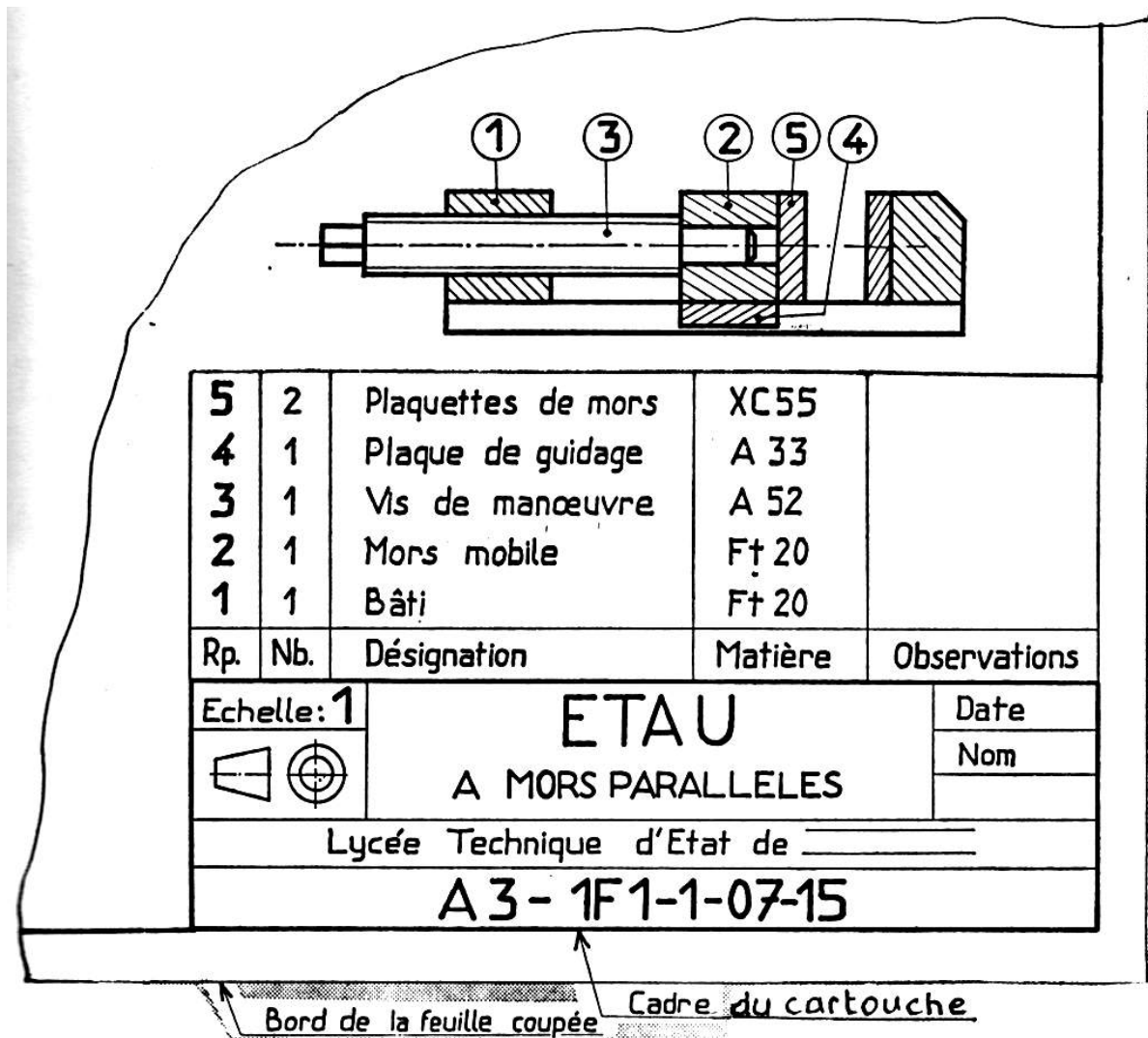


Figure 4-3

#### 4. Nomenclature des pièces

C'est une énumération complète des éléments qui constituent un montage faisant l'objet du dessin. C'est aussi une liaison avec le dessin et fournit des renseignements de lecture. Cette liaison est assurée par des repères portés sur le montage.

La nomenclature comprend :

- Les numéros de repérage sur le dessin
- Le nombre de pièces données
- La désignation de ces pièces
- La matière constituant la pièce
- Les observations éventuelles (état de surface, démontage, traitement thermique, ou autre spécifications utiles).

La nomenclature se place toujours au dessus du cartouche et suivant le sens de lecture

du dessin. Elle peut être parfois sur une feuille indépendante et s'établit de bas en haut (Figure 4-3).

## 5. Nature des traits et leurs utilisations



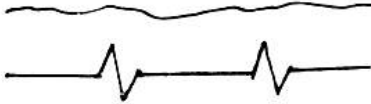
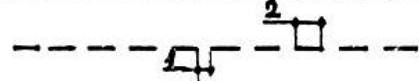
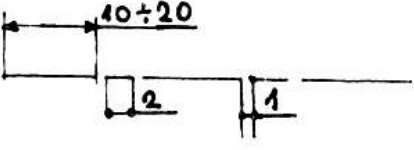


NATURE		A S P E C T	U T I L I S A T I O N
T R A I T  C O N T I N U	FORT		Arêtes et contours vus des vues, sections sorties et coupes. Flèches indiquant le sens d'observation. Cadres et cartouche des dessins
	FIN		Ligne d'attache et de cote. Hachures. Esquisse Contours des sections rabattues. Contour des pièces voisines. Fonds des filets vus. Arêtes et contours fictifs. Contours initiaux éliminés par les façonnages. Traits de constructions géométriques
	FIN		Limite des vues ou des coupes partielles si elle n'est pas un axe
INTERROMPU MOYEN			Arêtes et contours fonds de filets cachés
T R A I T	FIN		Axes et traces de plans de symétrie. Parties situées en avant du plan de coupe. Positions maximums des pièces mobiles
M I X T E	FORT ET FIN		Tracés des plans de coupe et de section
	FORT		Indication des surfaces devant subir un traitement qui est indiqué par ailleurs

Tableau 4-1

## Chapitre 5. Méthode d'exécution d'un dessin

La marche à suivre comme présenté ci-dessous vous permettra de dessiner avec précision, efficacité et rapidité.

Avant d'aborder le travail de dessin proprement dit, il convient de bien lire le sujet plusieurs fois et savoir de quoi il s'agit.

Etudier la mise en page sur une feuille de brouillon, connaissant les dimensions principales d'encombrement (largeur, longueur et hauteur de l'objet), il est nécessaire de calculer les cotes A et B appelées cotes de mise en page afin que les 3 vues soient bien espacées. Prenons l'exemple avec un format A4 (Figure 5-1).

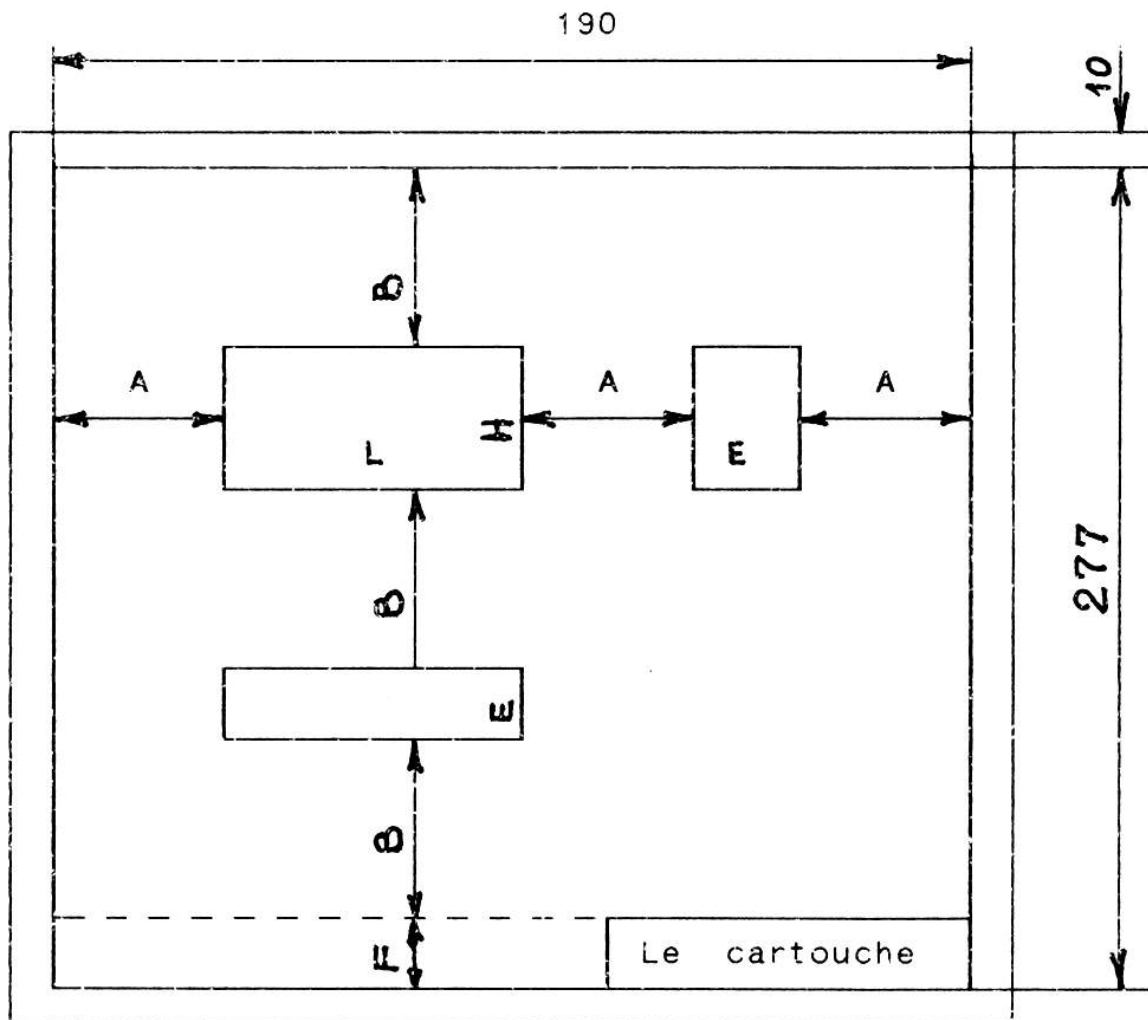


Figure 5-1

$$A =$$

$$B =$$

Exécuter au crayon dur (H) l'esquisse de tout le dessin. Le premier tracé est une esquisse dessinée avec une mine dure (traits fins) faisant apparaître les différences entre les

formes vues et celles cachées.

Lorsqu'une forme se traduit sur vue par un cercle ou un arc de cercle, on commence d'abord par les tracer pour représenter les formes principales.

Faire la mise au net en repassant dans l'ordre :

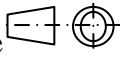
- Les axes
- Les lignes courbes cachées
- Les lignes courbes vues
- Les droites cachées
- Les droites vues
- Des conseils pratiques pour la mise au net:
- Repasser les lignes verticales en commençant par celles situées à l'extrémité gauche
- Repasser les lignes horizontales en commençant par celles situées en haut du dessin
- Penser à repasser la forme exacte des intersections de solides si elles existent.
- Exécuter la cotation en plaçant tous les signes des états de surfaces.
- Exécuter les hachures.
- Exécuter les écritures.
- Essayer de lire votre dessin.

# Chapitre 6. Représentation des solides

Dans l'industrie, pour fabriquer une pièce on représente d'abord les formes de celle-ci en projections et si cela est nécessaire une perspective accompagne les projections afin de faciliter la lecture du dessin. La représentation des solides est basée sur la méthode de projection orthogonale utilisée en géométrie descriptive. Les méthodes qui forment le système de projections normalisés sont :

1. Méthode du premier dièdre.
2. Méthode du troisième dièdre.
3. Méthode des flèches repérées.

## 1. Méthode du premier dièdre

Elle est dite aussi méthode Européenne et désignée par la lettre E et le symbole  qui doivent figurer dans le cartouche au dessous de l'échelle. Dans cette méthode l'objet est placé dans le premier dièdre et se situe entre l'observateur et le plan de projection (Figure 6-1).

### 1.1.Noms et dispositions des vues

Après projection du solide sur les six faces du cube, celles-ci sont rabattues sur le plan frontal arrière (Figure 6-2). Le rabattement consiste à exécuter le dessin dans un seul plan afin que les vues du solide dessinées sur les faces du cube apparaissent sur un seul plan (Figure 6-3).

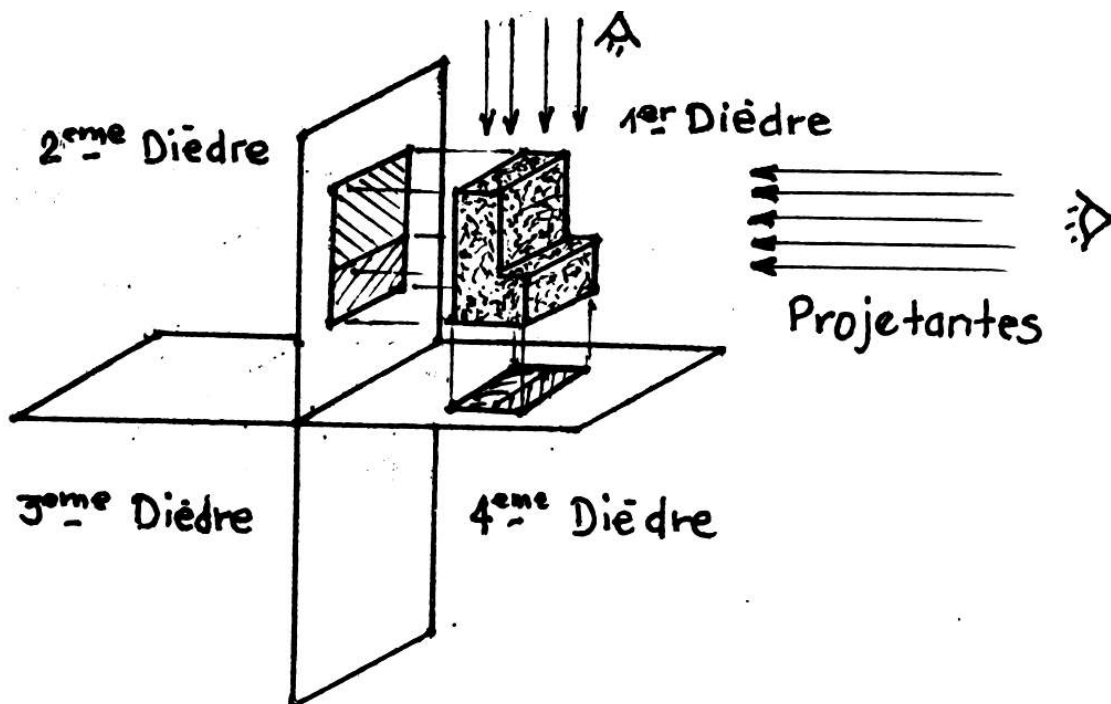


Figure 6-1

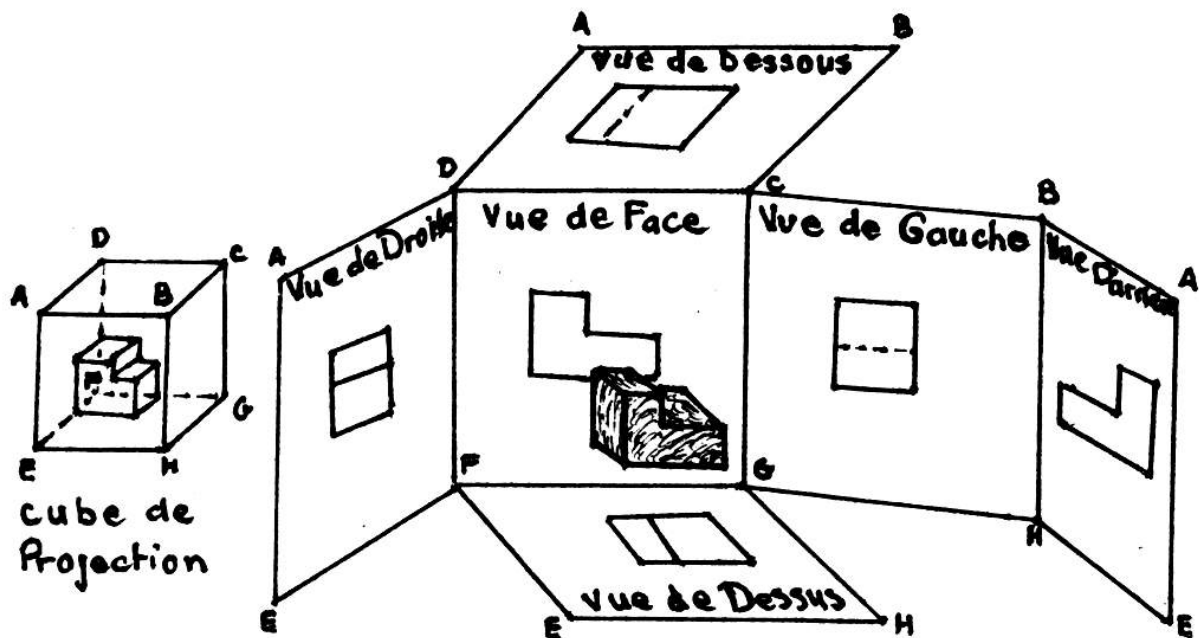


Figure 6-2

Vue de face : elle est la plus importante et définie par la position du solide. Elle est choisie parmi les vues les plus représentatives, ne comprenant que peu de traits cachés ou des formes complexes. Les autres vues occupent une position invariable par rapport à la vue de face.

Vue de dessus : elle est le résultat de la projection orthogonale dans le sens d'un observateur placé au dessus du solide. Elle est représentée au dessus de la vue de face.

Vue de gauche : l'observateur est placé à gauche du solide, sa disposition dans le dessin est à droite de la vue de face.

Vue de droite : elle est située à gauche de la vue de face.

Vue de dessous : elle est située au dessus de la vue de face.

Vue d'arrière : elle est située à droite de la vue de gauche.

## 1.2.Choix des vues

- Parmi les vues possibles on choisit seules qui soient nécessaires pour définir complètement et clairement les formes de la pièce, c'est à dire celles comportant le minimum de parties cachées.
- De deux vues donnant les mêmes renseignements, préférer celle qui comporte le plus petit nombre de parties cachées.
- Lorsque aucune raison ne s'y oppose, on a l'habitude de préférer une vue de gauche à une vue de droite et une vue de dessus à une vue de dessous.
- Il est inutile d'inscrire le nom des vues sur le dessin, leurs positions suffisent



pour indiquer le sens d'observation, exception des vues déplacées.

- Un détail est vu (dessiné en trait continu fort) lorsqu'aucune partie du solide ne cache ce détail à l'observateur.
- Un détail est caché (dessiné en trait interrompu fin) lorsqu'aucune partie de la pièce n'empêche l'observateur de voir ce détail.

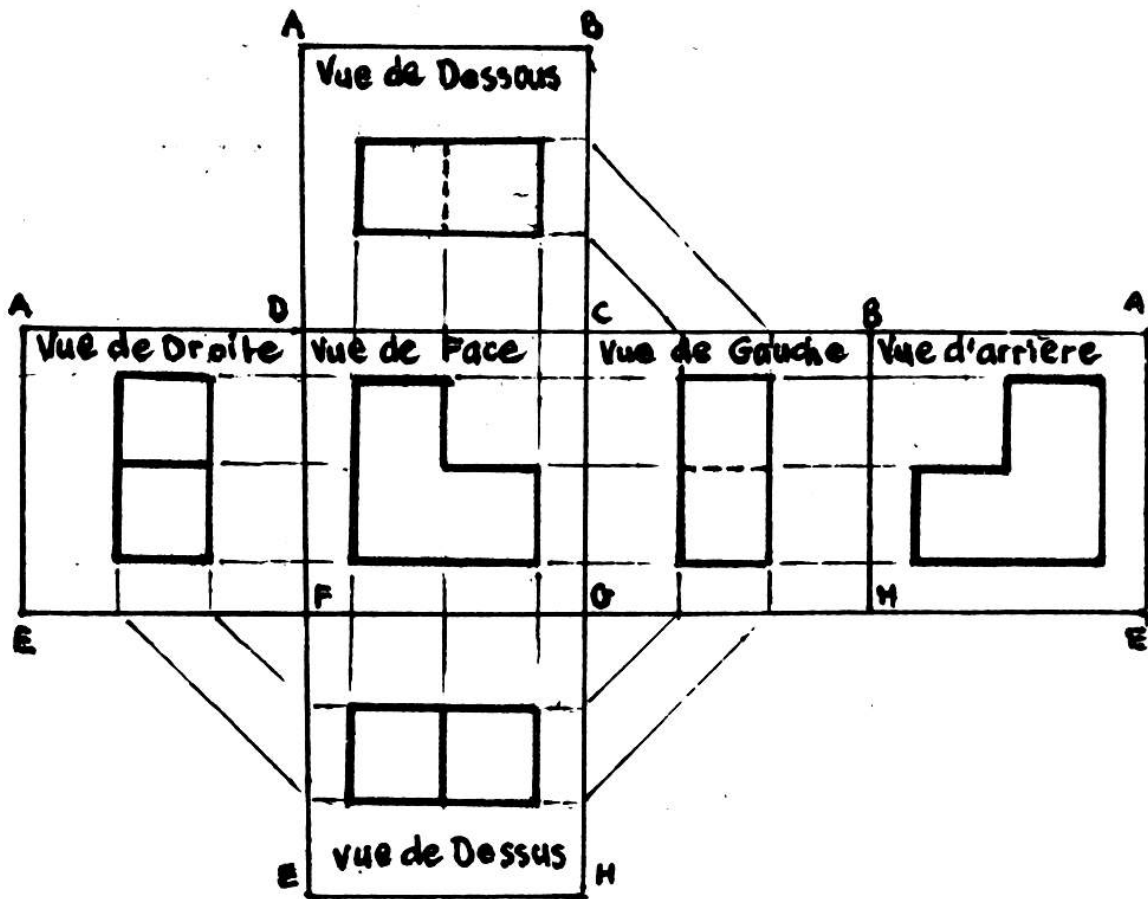


Figure 6-3

### 1.3. Correspondance entre les vues

Entre les vues il y a trois correspondances (Figure 6-4) :

1. la longueur (L) de la vue de dessus ou de dessous est la même longueur de la vue de face ou d'arrière.
2. la hauteur (H) de la vue de droite ou de gauche est la même hauteur que celle de la vue de face ou d'arrière.
3. la largeur (épaisseur) (E) de la vue de droite ou de gauche est la même que la largeur de la vue de dessus ou de dessous.

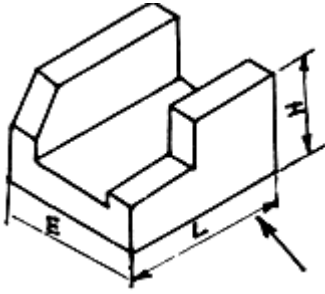


Figure 6-4

## 2. Méthode du troisième dièdre

Elle est appelée aussi méthode Américaine et désignée par la lettre A et le symbole

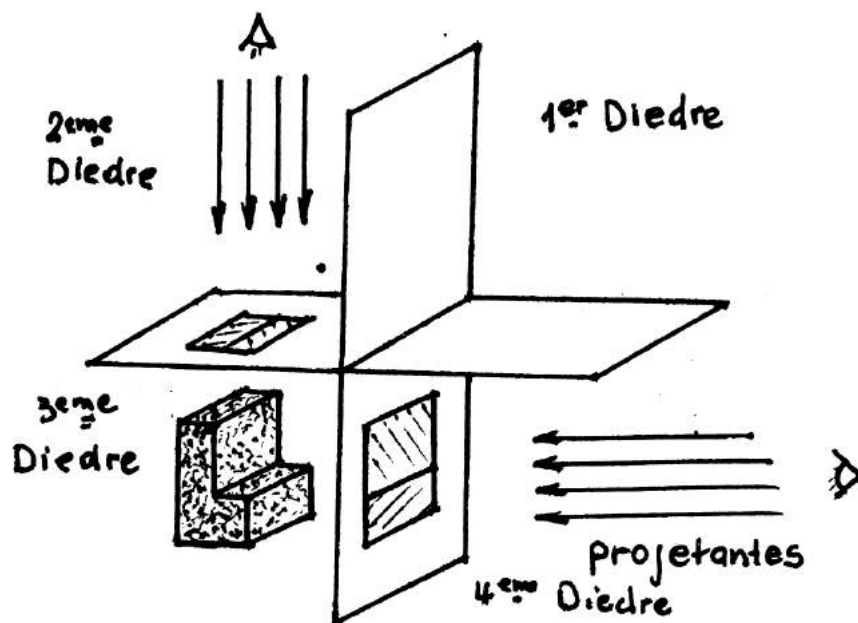
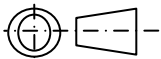


Figure 6-5

Le solide est placé dans le troisième dièdre (Figure 6-5), c'est-à-dire le plan de projection est situé entre l'observateur et le solide (on considère que le plan de projection est transparent). Après rabattement du cube de projection, la disposition des vues sera la suivante :

- La vue de gauche est placée à gauche de la vue de face.
- La vue de droite est placée à droite de la vue de face.
- La vue de dessus est placée au dessus de la vue de face.
- La vue de dessous est placée au dessous de la vue de face.
- La vue d'arrière est placée à droite de la vue de droite.

### 3. Méthode des flèches repérées

Dans certains cas de nombreuses vues sont utiles et se trouvent dans différentes directions et pour éviter des tracés compliqués, on a recours à la méthode des flèches repérées (Figure 6-6). Elle consiste à projeter les vues sans tenir compte des règles de la méthode usuelle. La vue principale est repérée par une flèche indiquant la direction et le sens d'observation. Une lettre majuscule est placée d'une part près de la flèche et d'autre part au dessus de la vue.

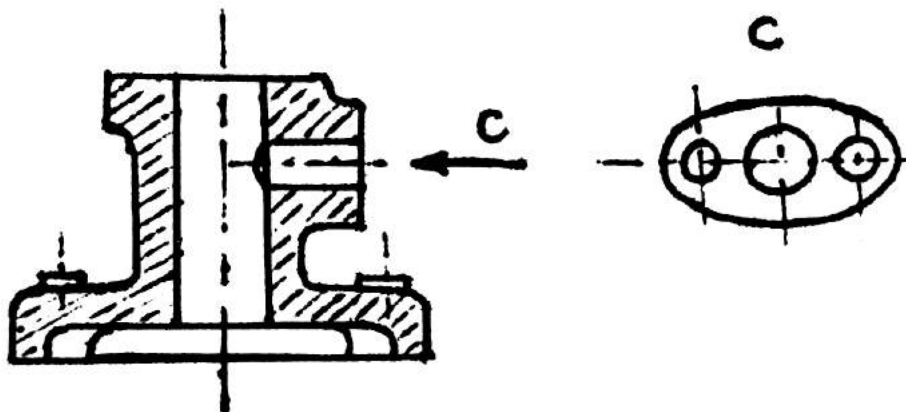


Figure 6-6

## 4. Vues particulières

### 4.1. Vues déplacées

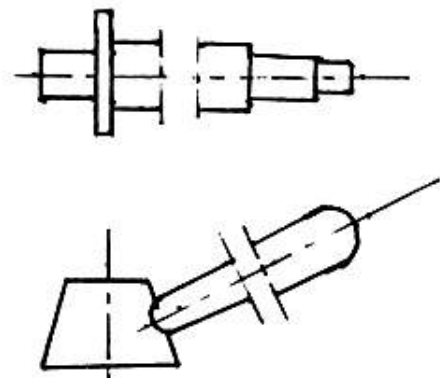
Les vues déplacées sont dessinées dans une région libre ne correspondant pas à l'emplacement normal (Figure 6-7). Exceptionnellement une vue peut-être déplacé dans le but :

- de réduire le format du dessin.
- de simplifier la projection.

*Figure 6-7*

### 4.2. Vues interrompues

Pour réduire l'encombrement des vues des pièces longues à sections constantes on peut supprimer une ou plusieurs parties de ces pièces si leurs formes restent parfaitement déterminées par les parties représentées. Elles sont rapprochées les unes des autres et limitées par un trait continu fin tracé à main levé (Figure 6-8).



*Figure 6-8*

### **4.3.Demi-Vues**

Les pièces présentant un ou plusieurs plans de symétries perpendiculaires peuvent-être représentées par une demi-vue ou un quart de vue (Figure 6-9) dans le but de réduire l'encombrement et gagner du temps.

Les lignes représentatives de la demi-vue sont prolongées légèrement au delà de l'axe de symétrie est limitées par un trait mixte fin, ce prolongement peut être remplacé par deux petits traits parallèles tracés perpendiculairement à l'axe de symétrie.

*Figure 6-9*

### **4.4.Projections obliques**

Pour représenter en vraie grandeur les faces obliques aux plans principaux de projection et pour éviter des projections déformée si l'on projette sur les plans de projection usuels, on a recours à la méthode des flèches repérées (Figure 6-10). La vue oblique est partielle, limitées par un trait continu fin tracé à main levé.

*Figure 6-10*

## **4.5. Vues locales**

Une vue locale permet de mieux définir un détail (Figure 6-11).

*Figure 6-11*

## **4.6. Formes situées en avant**

C'est le cas de celles supprimées par la coupe, si nécessaire on les représente en trait mixte fin (Figure 6-12).

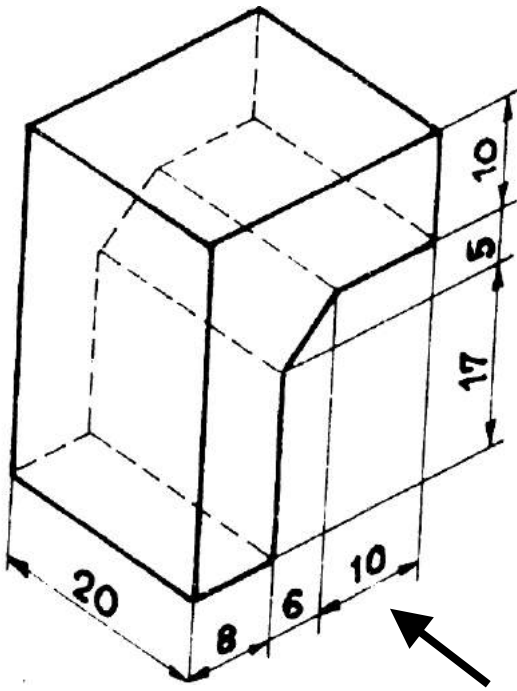
*Figure 6-12*

## 5. Exercices

1. Rechercher parmi les solutions repérées par des lettres la vue correspondant à chaque solide désigné par un chiffre. Le sens de projection est donné par des flèches.

<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>A</p>	<p>B</p>
<p>4</p>	<p>5</p>	<p>6</p>	<p>C</p>	<p>D</p>
<p>4</p>	<p>5</p>	<p>6</p>	<p>E</p>	<p>F</p>
<p>7</p>	<p>8</p>	<p>9</p>	<p>G</p>	<p>H</p>
<p>7</p>	<p>8</p>	<p>9</p>	<p>I</p>	<p>J</p>
<p>10</p>	<p>11</p>	<p>12</p>	<p>K</p>	<p>L</p>
<p>10</p>	<p>11</p>	<p>12</p>	<p>M</p>	<p>N</p>

2. Dessiner les trois vues (de faces, de gauche et celle de dessus) à partir du solide représenté sur la figure suivante :





# Chapitre 7. Cotation des formes

## 1. Généralités

La cotation du dessin d'une pièce a pour but d'indiquer les renseignements dimensionnels utiles pour sa fabrication. Car mesurer, les dimensions sur le dessin ne serait ni commode, ni précis.

Les dimensions à inscrire sont celles de la pièce réelle, quelque soit l'échelle du dessin.

L'exécution de la cotation exige une grande attention, car une erreur ou un oubli peuvent entraîner la mise en rebut de toute une série de fabrication.

Les grandeurs à coter sont :

- Les longueurs exprimées en millimètres.
- Les angles exprimés en degrés et en dixième de degré.
- Les pentes et conicités exprimées en %.

En cas d'ambiguïté on fait précéder une côte de (Figure 7-1);

- $\phi$  désignant le diamètre.
- **R** désignant le rayon,
- $\square$  désignant le surplat d'un carré.

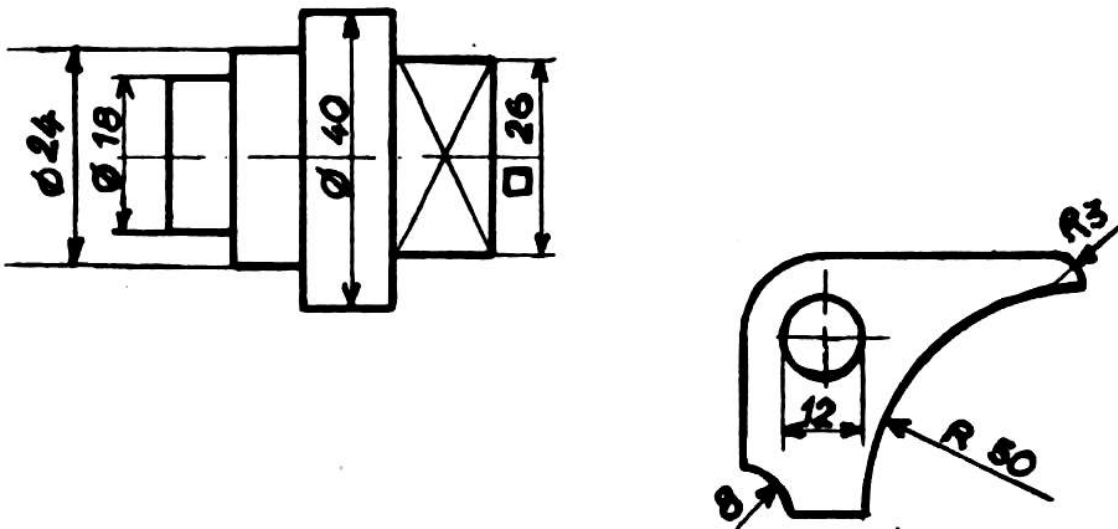


Figure 7-1

## 2. Éléments de la cotation

Une cotation comprend les éléments suivants :

- Lignes de côtes
- Lignes d'attaches
- Flèches
- Chiffres et Lettres

## 2.1.Lignes de côtes

Elles sont parallèles aux segments à coter et distantes de ceux-ci d'au moins de 5 mm, elles sont tracées en trait continu fin. Une ligne de côte ne doit pas coïncider avec une autre ligne de dessin, ni avec un axe.

Une ligne de cote ne doit jamais coupée une arête ou une autre ligne de cote, mais elle peut coupée un axe ou une ligne d'attache.

## 2.2.Lignes d'attaches

Elles sont perpendiculaires aux segments à coter et dépassant légèrement les lignes de côtes. En cas de nécessité elles peuvent être tracées obliquement mais parallèle entre elle (Figure 7-2).

On évite dans la mesure du possible qu'une ligne d'attache soit coupée par une autre ligne de dessin. Il est admis d'utiliser une ligne du contour comme ligne d'attache.

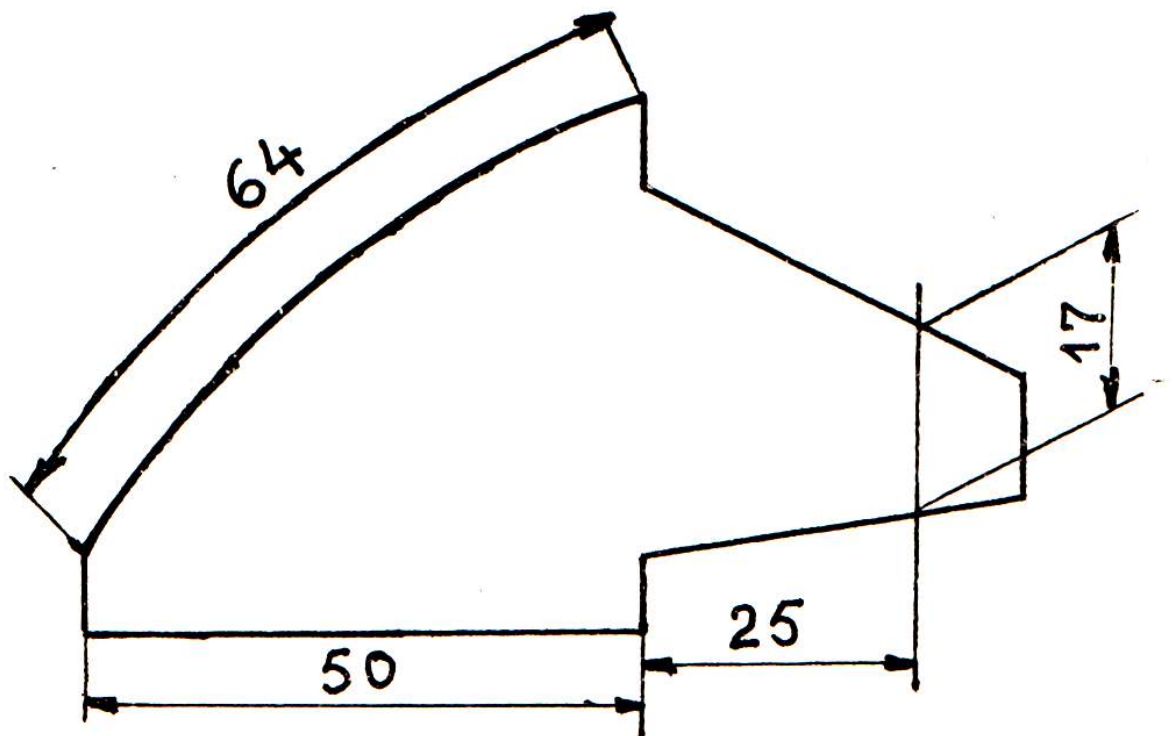


Figure 7-2



Les chiffres et lettres peuvent être placés soit:

- près des flèches afin d'éviter qu'ils soient séparés par une ligne de dessin (Figure 7-5).
- sur le prolongement de la ligne de cote s'il y a un manque de place (Figure 7-6).

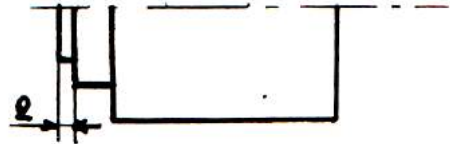


Figure 7-5

Figure 7-6

L'orientation de la cotation des angles s'effectue selon la (Figure 7-7).

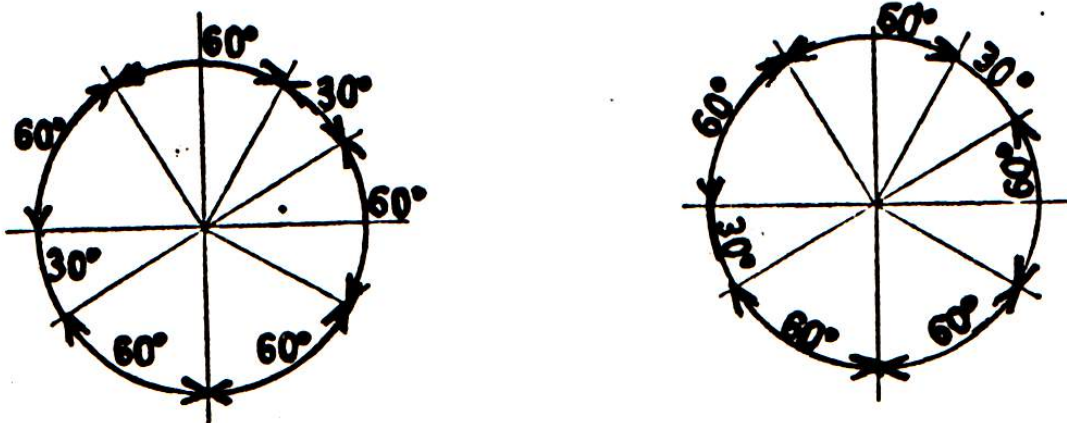


Figure 7-7

### 3. Groupement des côtes

Le groupement des côtes se justifie par :

- Un contrôle plus rapide de la cotation
- Moins de risque d'erreurs au cours de l'usinage de la pièce.
- Chaque côte ne doit être inscrite qu'une seule fois.

### 3.1. Cotation en parallèle

Elle s'effectue sur des lignes parallèles, ayant même direction à partir d'une origine commune (Figure 7-8).

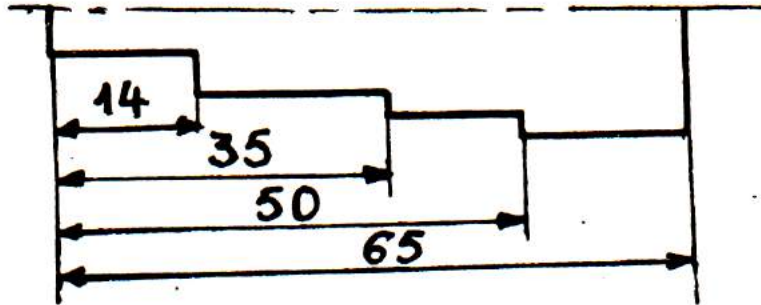


Figure 7-8

### 3.2. Cotation en série

C'est une cotation se suivant sans aucun chevauchement (Figure 7-9).

Figure 7-9

### 3.3. Cotation en coordonnées

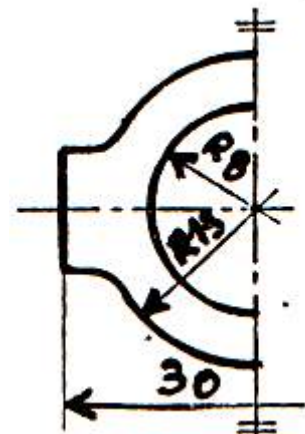
Il peut être intéressant dans certains cas de grouper les cotes sur un tableau en dehors du dessin, ce groupement s'effectue suivant les deux directions X et Y perpendiculaires (Figure 7-10).

*Figure 7-10*

### 3.4. Cotation de demi-vues

Dans les demi-vues, prolonger légèrement les lignes de cote au delà de l'axe de symétrie de la partie conservée (

Figure 7-11).



*Figure 7-11*

### 3.5.Éléments identiques

Pour éviter des répétitions de côtes, on peut utiliser des lettres de repères renvoyant à une légende (Figure 7-12).

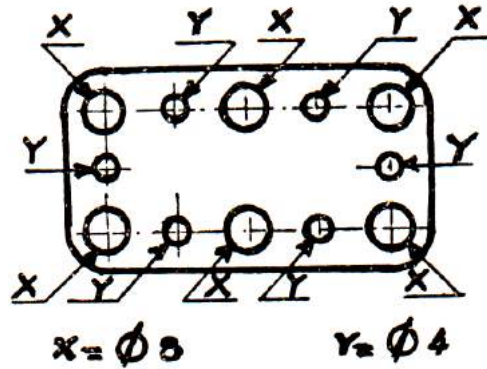


Figure 7-12

### 3.6.Cotation d'une corde, arc et angle

La Figure 7-13 représente leurs cotations.

Corde (*a*)

angle au centre (*b*)

Arc (*c*)

Figure 7-13

### 3.7.Cotation des rayons

Figure 7-14

La flèche de ligne de cote ne doit jamais se diriger vers le centre de l'arc, elle doit toucher la courbure. Si le centre se trouve en dehors des limites de la vue (pour les grands rayons) briser ou interrompre la ligne de cote selon qu'il est nécessaire ou non de situer le centre (Figure 7-14).

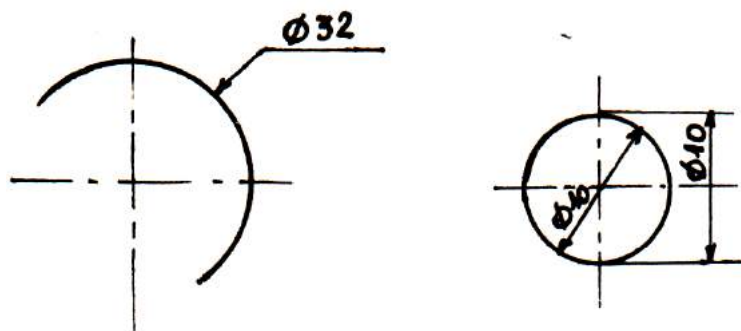
### 3.8.Chanfreins

Pour les grands chanfreins adoptés la (Figure 7-15) et pour les petits chanfreins la (Figure 7-16).

*Figure 7-15*

*Figure 7-16*

### 3.9.Diamètres



*Figure 7-17*

### 3.10. Rainures de clavettes

Les côtes d'usinage d'une rainure de clavette sont les côtes fonctionnelles.



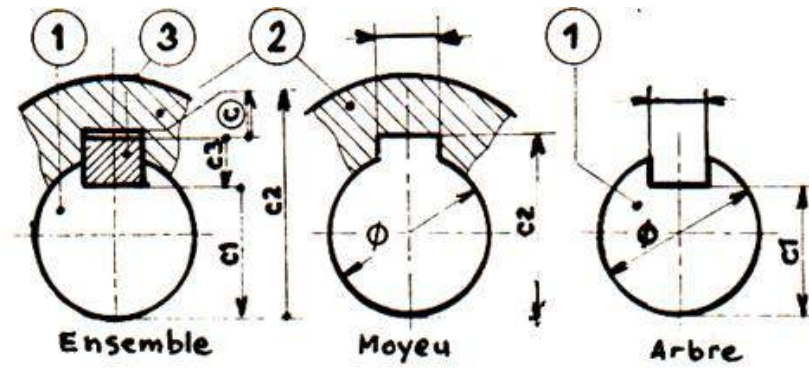


Figure 7-18

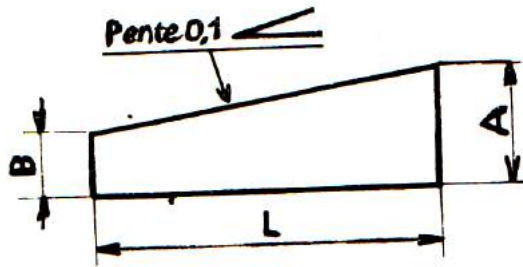
### 3.11. Fraises

1. Elles sont cotées comme un cône (Figure 7-19).
2. le plan de jauge correspond au diamètre de tête de vis.
3. la côte D correspond au désaffleurement de la vis.

Figure 7-19

### 3.12. Pentés et conicités

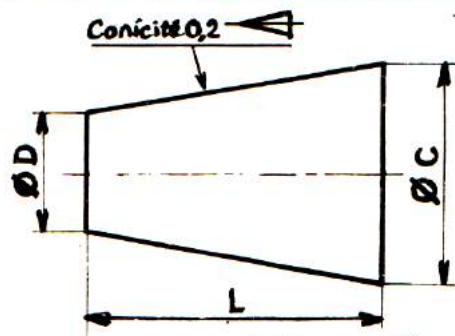
### a) Désignation d'une Pente



Pente 0,10  $\triangleleft$  ou Pente 10%  $\triangleleft$   
 ( $\triangleleft$  ou  $\triangleright$  suivant sens d'inclinaison)

Cette désignation signifie:  
 Sur une longueur de 100 mm, la  
 différence entre les cotes (A-B)  
 est égale à 10 mm.

### b) Désignation d'une Conicité



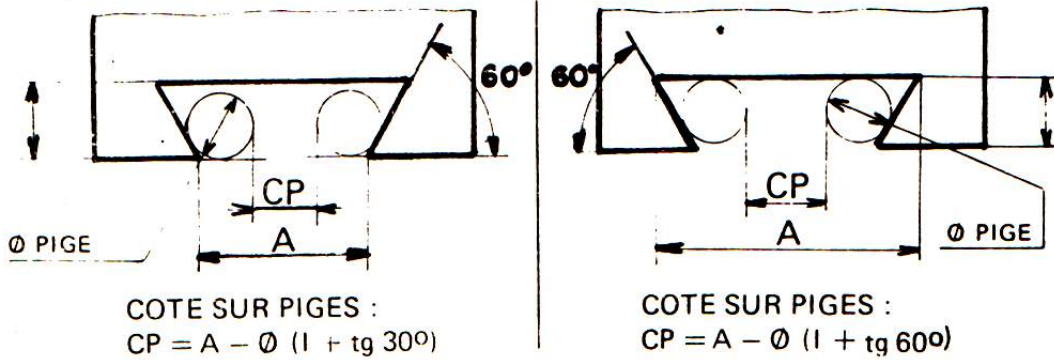
Conicité 0,20  $\triangleleft$   
 ou conicité 20%  $\triangleleft$   
 ( $\triangleleft$  ou  $\triangleright$  suivant sens d'inclinaison)

Cette désignation signifie:  
 Sur une longueur de 100 mm, la  
 différence entre les diamètres  
 (Ø C - Ø D) est égale à 20 mm.

Figure 7-20

### 3.13. Queues d'aronde contenant et contenus

#### a) - QUEUE D'ARONDE CONTENANTE



#### b) - QUEUE D'ARONDE CONTENUE

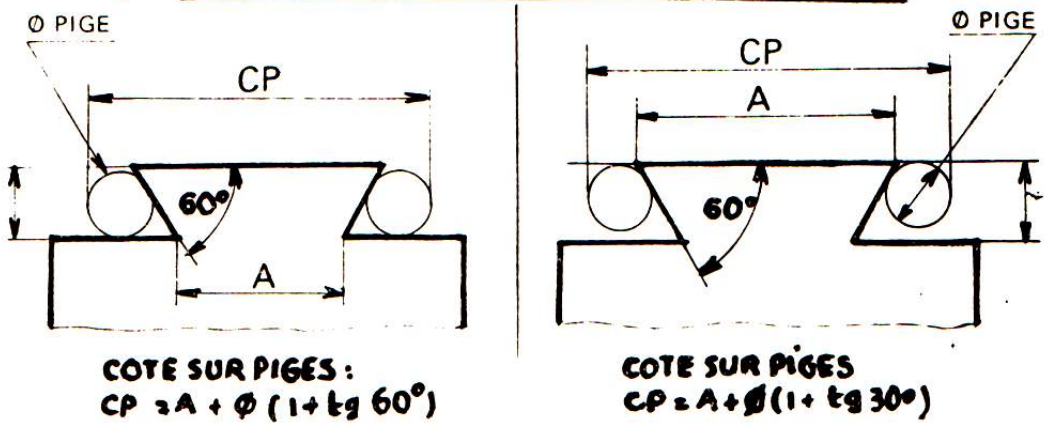


Figure 7-21

# Chapitre 8. Coupes

## 1. Représentation d'une coupe

Les coupes permettent d'améliorer la clarté et la lecture du dessin en remplaçant les lignes cachées (traits interrompus) par des lignes vues (traits continus forts). Sur la (Figure 8-1) on peut éviter les traits cachés représentant la forme intérieure de la pièce évidée en utilisant la coupe A-A.

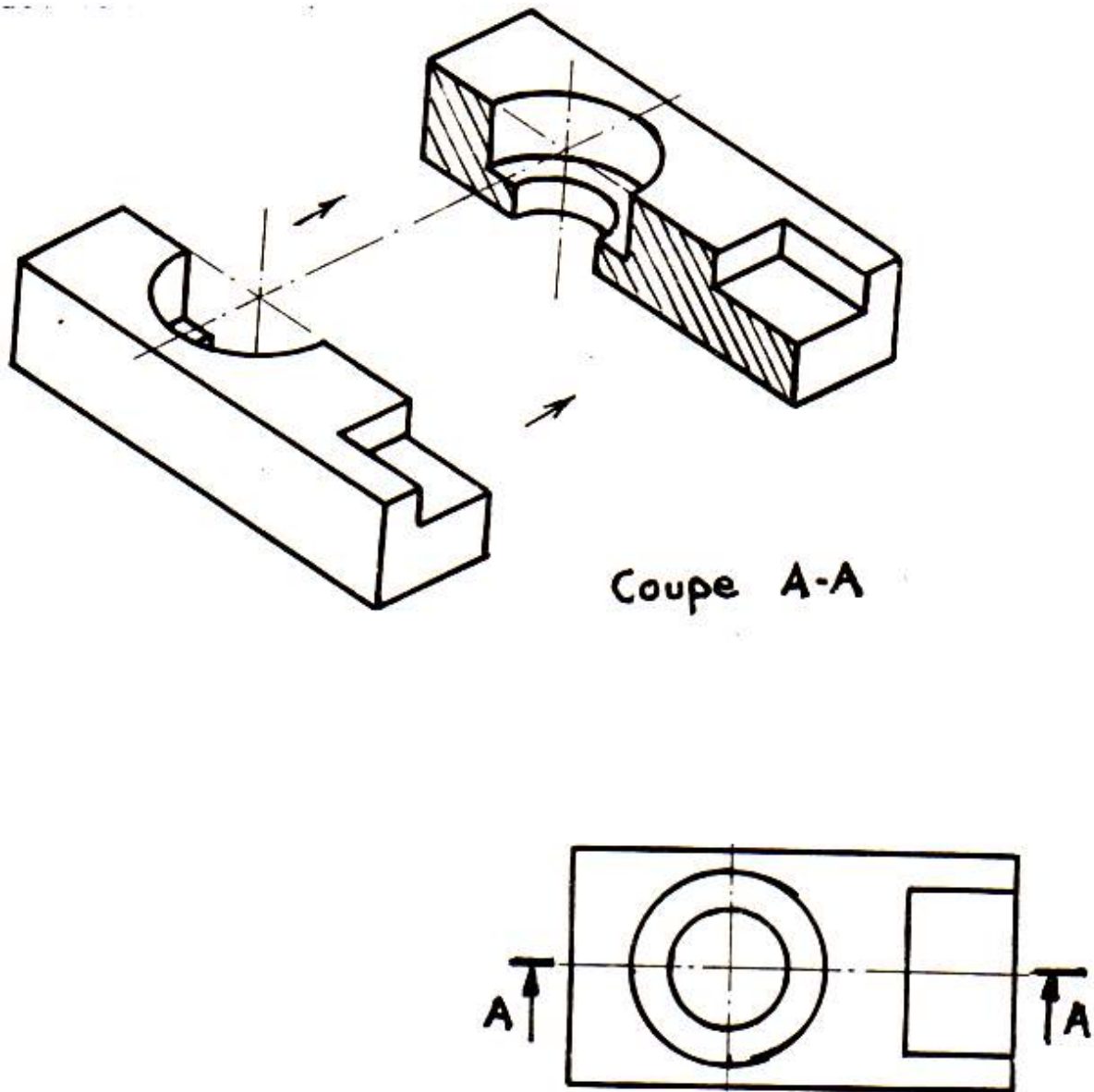


Figure 8-1

- On n'a aucun intérêt à couper une forme pleine.
- Ne jamais couper les nervures lorsque le plan de coupe est parallèle à sa plus grande surface.

- Les pièces pleines telles que arbres, clavettes, vis, rivets, billes, bras de poulies ne sont jamais coupées longitudinalement afin d'éviter une complication du dessin.
- On ne représente jamais le plan de coupe et la vue en coupe sur la même vue (Figure 8-2 -a)
- Les hachures ne s'arrêtent jamais sur un trait interrompu (Figure 8-2 -b)
- Les hachures ne doivent jamais couper un trait continu fort (Figure 8-2 -c)

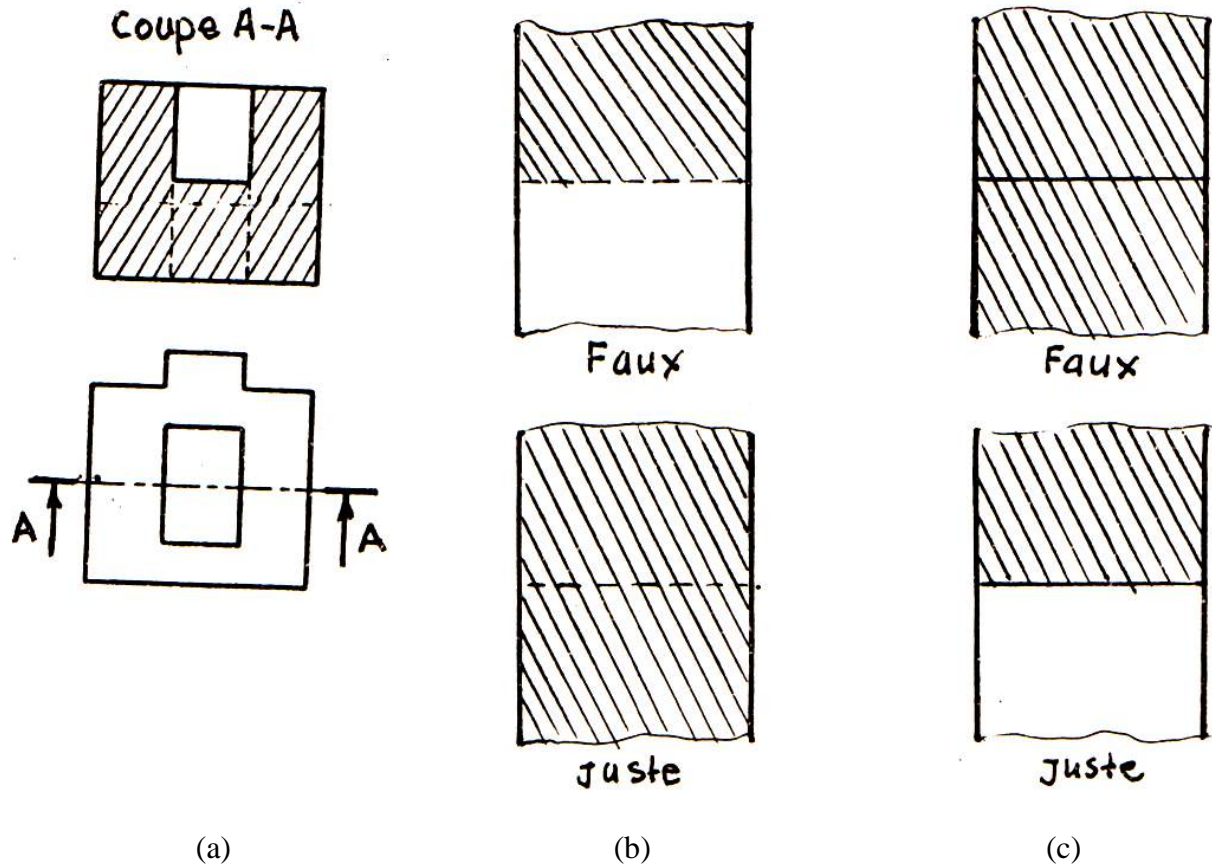


Figure 8-2

## 2. Hachures



Cuivre et alliages où domine le cuivre.



Métaux et alliages légers.

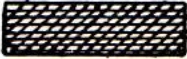





Tous métaux et alliages sauf ceux cités ci-dessus.  
Hachures à 45°. Pierres et autres matériaux naturels.



Antifriction et toutes matières coulées sur une pièce.



-  Matières plastiques, isolantes et garnitures
-  Bois en coupe transversale.
-  Bois en coupe longitudinale.
-  Briques en coupe longitudinale.

### 3. Coupes simples

La coupe est dite simple, lorsqu'il s'agit d'un seul plan de coupe, la Figure 8-3 et la Figure 8-4 nous donnent une idée sur cette coupe.

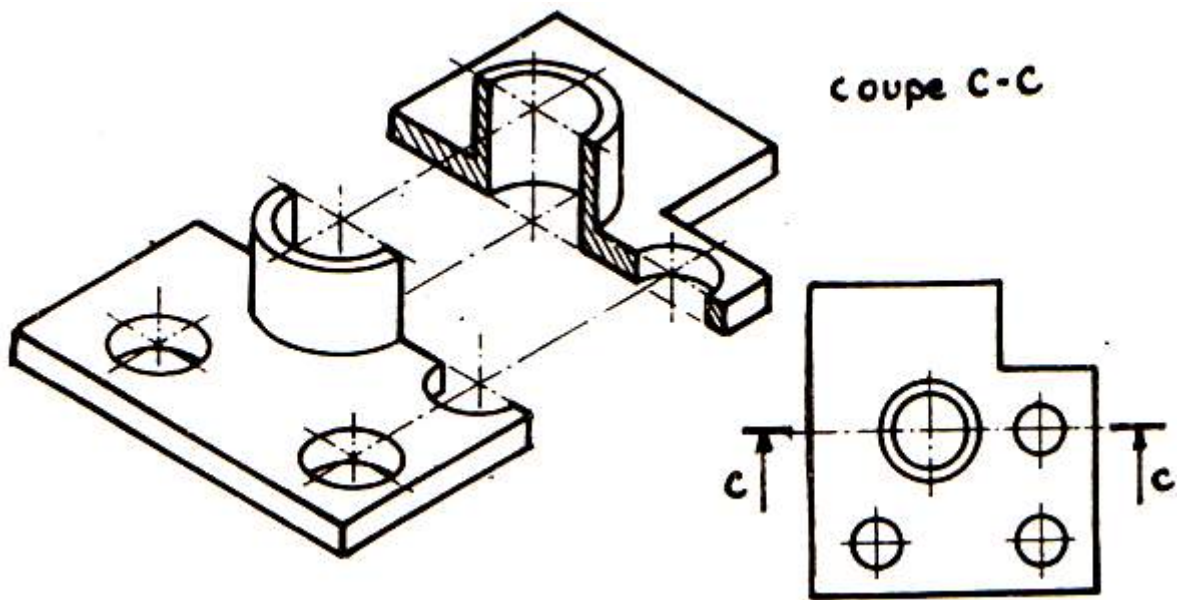


Figure 8-3

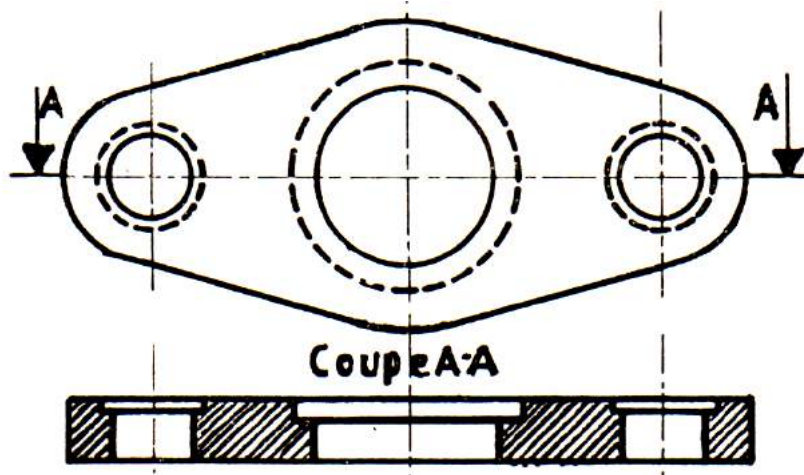


Figure 8-4

## 4. Coupes brisées

Elles sont constituées par un ensemble de coupes partielles obtenues par des plans parallèles ou concourants et elles se divisent en deux types:

- Coupe brisée à plans parallèles.
- Coupe brisée à plans sécants.

### 4.1. Coupe brisée à plans parallèles

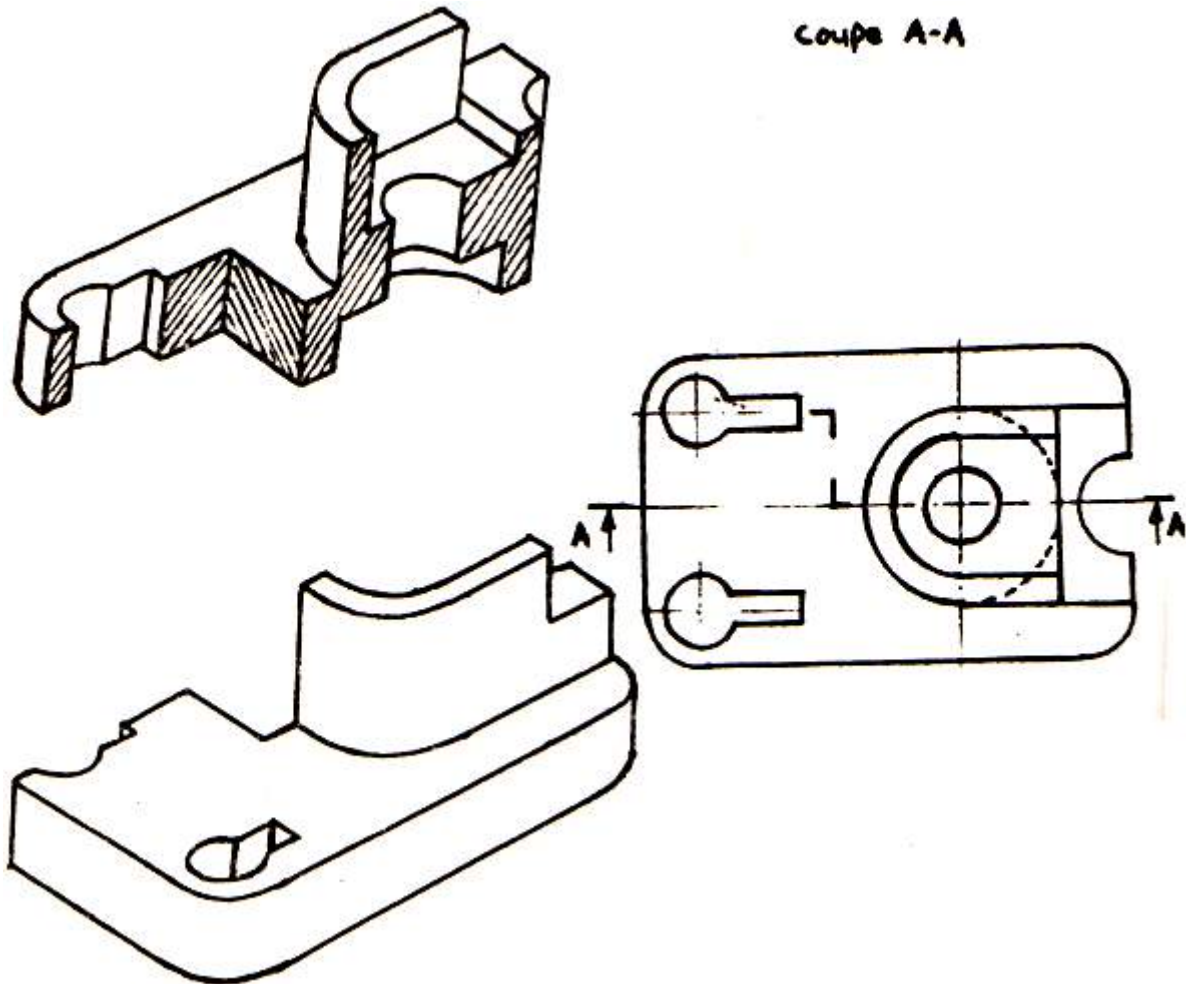


Figure 8-5

## 4.2. Coupe brisée à plans sécants

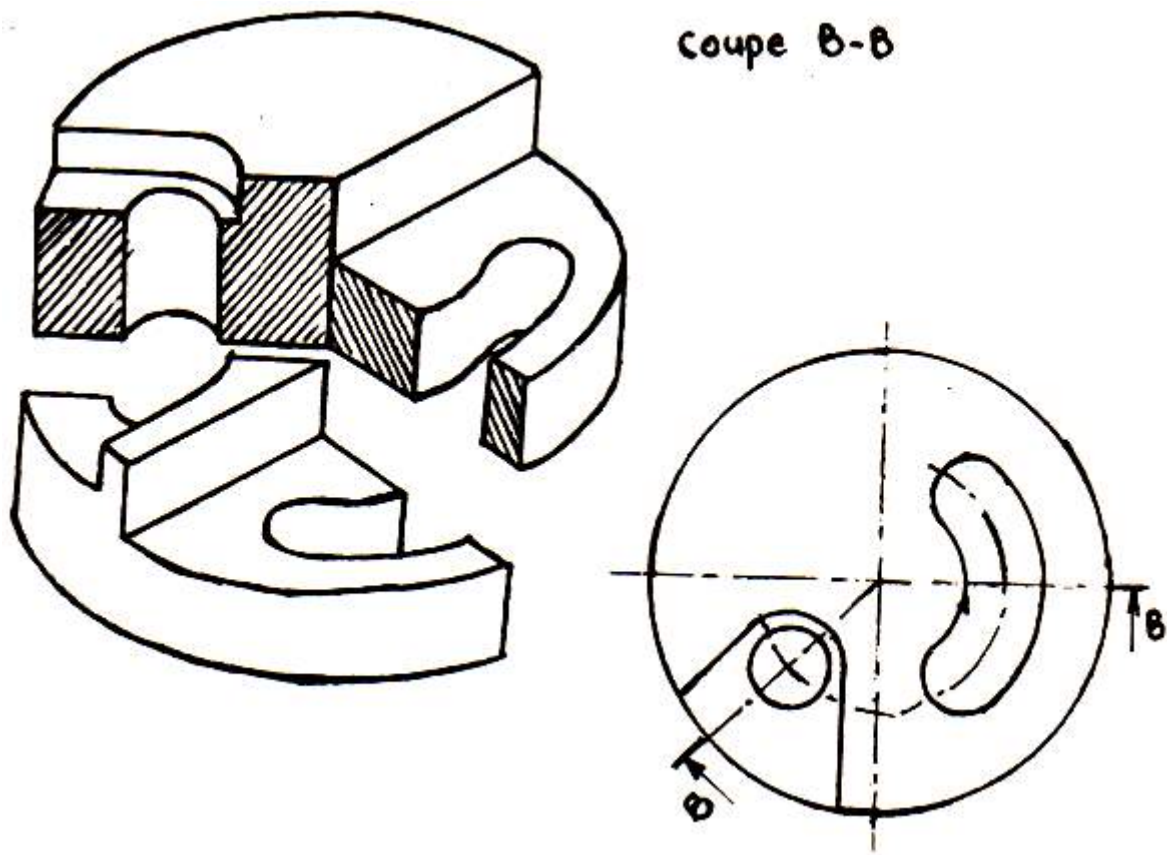


Figure 8-6

## 5. Coupes partielles

Dans ce type de coupe on considère les deux coupes:

- coupe locale
- demi-coupe

### 5.1. Coupes locales

Une telle coupe est exécutée dans une région limitée de la pièce, à l'endroit d'un évidement de faible importance. Il est inutile de désigner le plan de coupe (

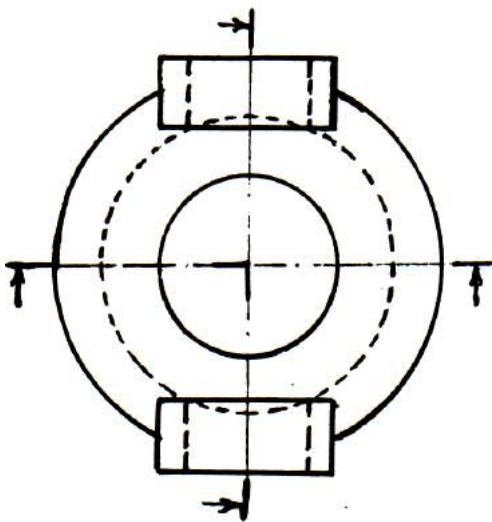
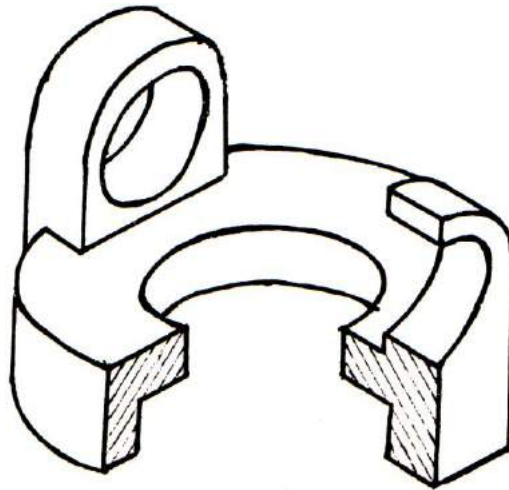
Figure 8-7). La surface hachurée est limitée par un trait sous forme de brisure.



Figure 8-7

## 5.2. Demis-coupes

Elles sont employées lorsqu'une pièce possède un plan de symétrie, donc on a intérêt à ne dessiner qu'une demi-coupe contiguë à une demi-vue (Figure 8-8)



*Figure 8-8*

# Chapitre 9. Sections

## 1. Définition

Les sections permettent d'éviter les vues surchargées en montrant les formes isolées de la section droite de la pièce.

Une section représente l'épaisseur contenue dans le plan sécant (Figure 9-1). Une section ne peut comporter la représentation des formes cachées.

*Figure 9-1*

## 2. Classification

Deux types de sections peuvent être exécutés:

- section rabattue (3 et 4)
- section sortie (1 et 2)

Les sections sorties ou rabattues sont toujours des sections droites.

### 2.1. Section rabattue

La section rabattue est représentée directement sur la vue. Elle est obtenue en faisant rabattre la surface contenue dans le plan sécant sur la vue principale, c'est à dire le plan sécant fait une rotation de  $90^\circ$  autour de sa trace. Le contour de la section rabattue est limité par un trait continu fin (Figure 9-2)

Aucune désignation n'est nécessaire, seulement s'il y a risque de confusion. Si la section est dissymétrique une flèche indique le sens d'observation suivant lequel on voit la section.

Il est préférable d'utiliser les sections sorties afin d'éviter une diminution de la clarté du dessin.

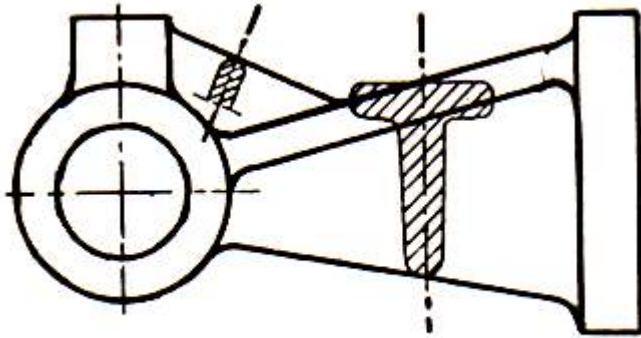


Figure 9-2

## 2.2. Section sortie

Ce type de section est utilisé dans le cas où son rabattement sur la vue principale peut diminuer la clarté du dessin. Elle est obtenue par rabattement autour de son axe, puis glissée le long de celui-ci en dehors de la vue. Elle se trace en trait continu fort et aucune indication n'est nécessaire si elle est symétrique. Si la section n'est pas symétrique ou elle est placée d'une façon différente, on la repère comme une coupe (Figure 9-3).

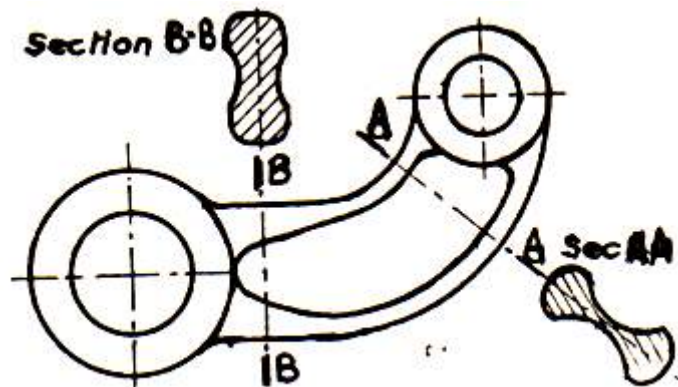


Figure 9-3

# Chapitre 10. Etat de surface

## 1. Défauts de surface

Une surface réelle usinée n'est jamais parfaite, elle présente toujours des défauts par suite des erreurs admissibles dans la fabrication. Il faut distinguer entre les surfaces nominales ayant la forme idéale sans irrégularités des formes et sans aspérités des surfaces et les surfaces réelles.

Les défauts de surface ne dépendent pas des cotes d'une pièce à usiner mais du procédé d'usinage. Parmi ces défauts on a :

- l'ondulation
- la rugosité
- L : Longueur d'onde
- H : Hauteur d'onde
- h : hauteur de rugosité



Si :

$L/H = 50$  à  $1000$  on a une ondulation

$L/H < 50$  on a une rugosité

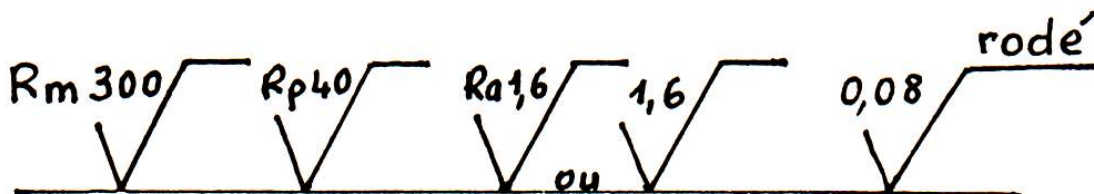
La rugosité ou l'état de surface est caractérisée par des défauts de surface de très petites amplitudes ou défauts micro géométriques.

## 2. Indication de la rugosité

La rugosité est symbolisée par :

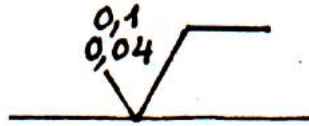


Ce signe doit être porté sur la ligne représentative de la surface ou sur son prolongement. A l'intérieur du signe, on inscrit la valeur en microns de la cire de rugosité retenu choisi comme limite admissible.

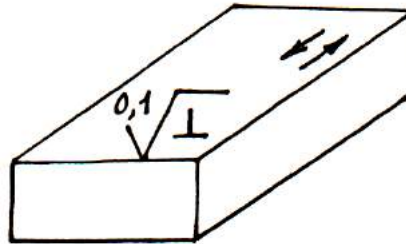
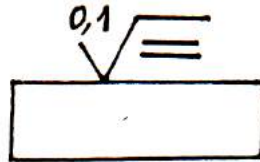


Les indications Rm ou Rp doivent être inscrites par contre Ra peut être omis. Dans le cas où Ra ne doit pas être inférieur à une certaine valeur, on indique deux valeurs limites superposées.

$0,04 < Ra < 0,10$



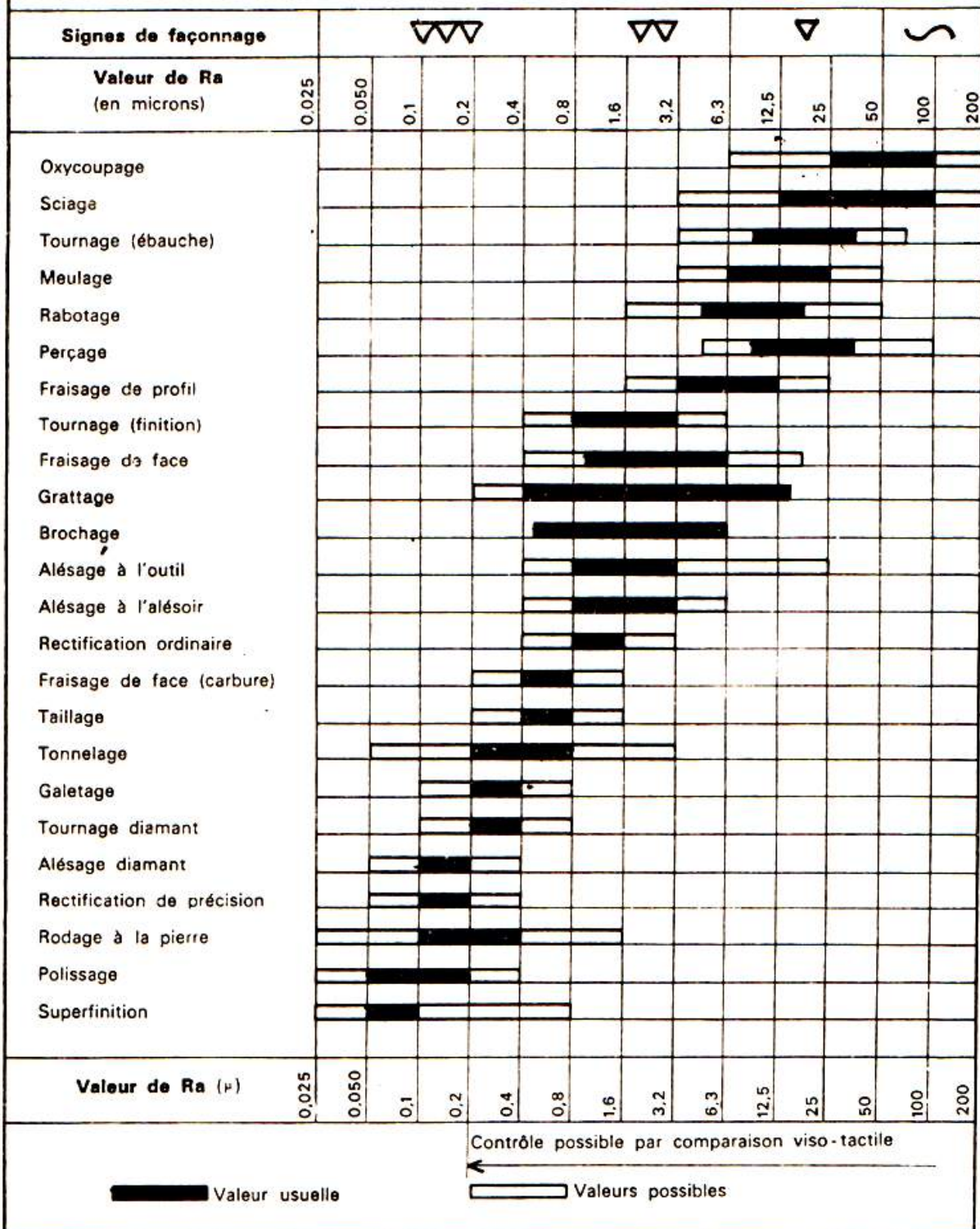
Si la valeur de la rugosité doit être complétée par le mode(ou direction d'usinage), ils seront indiqués sur la ligne prolongeant le signe de la rugosité.



La fabrication d'une surface est d'autant plus coûteuse que la rugosité est faible. Chaque procédé de fabrication est limité dans l'obtention de la rugosité (voir le graphe de la page suivante).

# ÉTATS DE SURFACE

obtenus par les différents procédés d'usinage



# Chapitre 11. Tolérances et Ajustements

## 1. Tolérances dimensionnelles

La tolérance des dimensions est caractérisée d'abord par sa grandeur absolue puis par sa position relative par rapport à la ligne zéro ou la cote nominale. Dans le système ISO, la position des tolérances est représentée par une lettre majuscule (parfois deux) pour les alésages et une ou deux lettres minuscules pour les arbres.

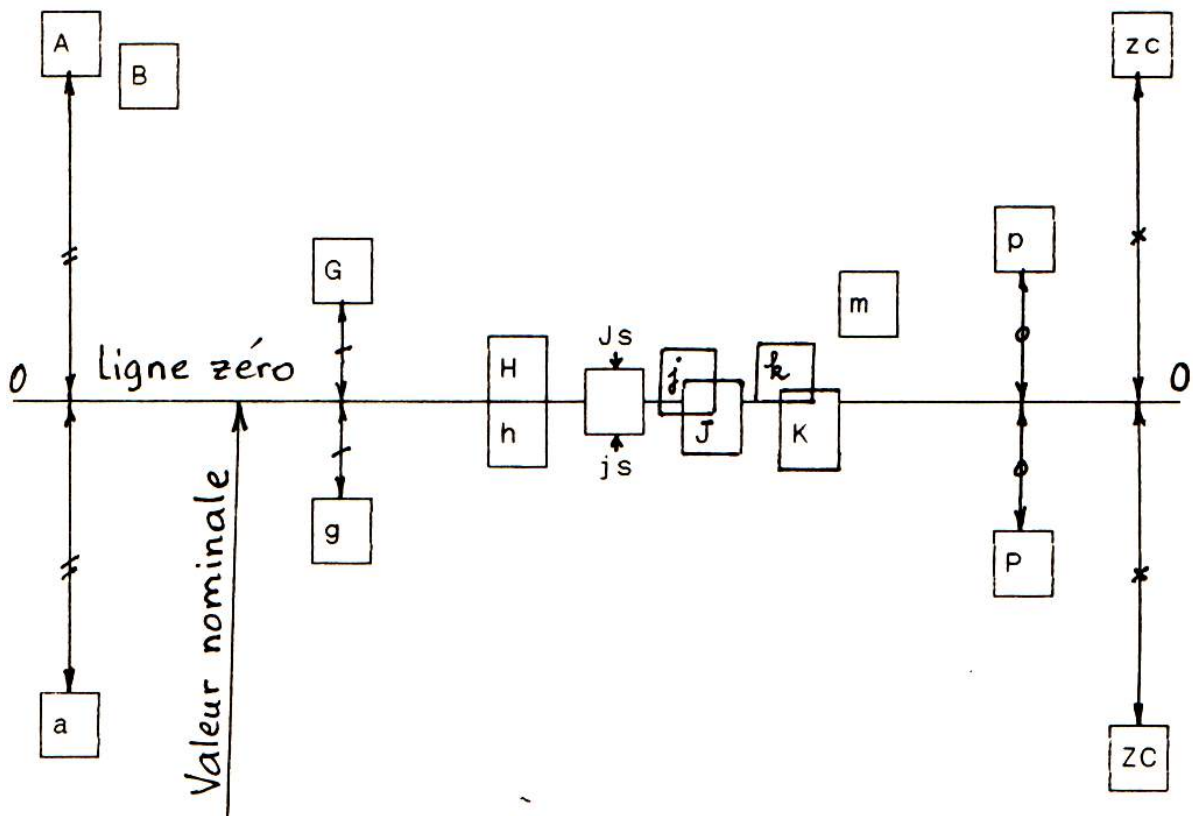
Les différentes positions des tolérances de l'alésage en nombre de 28 donnent des écarts positifs puis négatifs au fur et à mesure que l'on avance dans l'alphabet; tandis que pour les arbres c'est le contraire.

### Alésages :

A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, JS, J,  
K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA,  
ZB, ZC

### Arbres :

a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h, js, j,  
k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za,  
zb, zc





**ECARTS DES ALESAGES (en microns)**

ALESAGE	PALIERS DE DIAMETRES (en mm)												
	> 0 ≤ 3	> 3 < 6	> 6 < 10	> 10 < 18	> 18 < 30	> 30 < 50	> 50 < 80	> 80 < 120	> 120 < 180	> 180 < 250	> 250 < 315	> 315 < 400	> 400 < 500
	D10	+60 +20	+78 +30	+98 +40	+120 +50	+149 +65	+180 +80	+220 +100	+260 +120	+305 +145	+355 +170	+400 +190	+440 +210
F7	+16 +6	+22 +10	+28 +13	+34 +16	+41 +20	+50 +25	+60 +30	+71 +36	+83 +43	+96 +50	+108 +56	+119 +62	+131 +68
G6	+8 +2	+12 +4	+14 +5	+17 +6	+20 +7	+25 +9	+29 +10	+34 +12	+39 +14	+44 +15	+49 +17	+54 +18	+60 +20
H6	+6 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0	+32 0	+36 0	+40 0
H7	+10 0	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+57 0	+63 0
H8	+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0	+72 0	+81 0	+89 0	+97 0
H9	+25 0	+30 0	+36 0	+43 0	+52 0	+62 0	+74 0	+87 0	+100 0	+115 0	+130 0	+140 0	+155 0
H10	+40 0	+48 0	+58 0	+70 0	+84 0	+100 0	+120 0	+140 0	+160 0	+185 0	+210 0	+230 0	+250 0
H12	+100 0	+120 0	+150 0	+180 0	+210 0	+250 0	+300 0	+350 0	+400 0	+460 0	+520 0	+570 0	+630 0
J7	+4 -6	+6 -6	+8 -7	+10 -8	+12 -9	+14 -11	+18 -12	+22 -13	+26 -14	+30 -16	+36 -16	+39 -18	+43 -20
K6	0 -6	+2 -6	+2 -7	+2 -9	+2 -11	+3 -13	+4 -15	+4 -18	+4 -21	+5 -24	+5 -27	+7 -29	+8 -32
M7	-2 -12	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57	0 -63
N9	-4 -29	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -140	0 -155
P6	-6 -12	-9 -17	-12 -21	-15 -26	-18 -31	-21 -37	-26 -45	-30 -52	-36 -61	-41 -70	-47 -79	-51 -87	-55 -95
P9	-9 -31	-12 -42	-15 -51	-18 -61	-22 -74	-26 -88	-32 -106	-37 -124	-43 -143	-50 -165	-56 -186	-62 -202	-68 -223



**ECARTS DES ARBRES (en microns)**

arbre	PALIERS DE DIAMETRES (en mm)												
	< 0	> 3	> 6	> 10	> 18	> 30	> 50	> 80	> 120	> 180	> 250	> 315	> 400
	≤ 3	< 6	< 10	< 18	< 30	< 50	< 80	< 120	< 180	< 250	< 315	< 400	< 500
d9	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170	-190	-210	-230
	-45	-60	-75	-93	-117	-142	-174	-207	-245	-285	-320	-350	-385
d11	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170	-190	-210	-230
	-80	-105	-130	-160	-195	-240	-290	-340	-395	-460	-510	-570	-630
e7	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100	-110	-125	-135
	-24	-32	-40	-50	-61	-75	-90	-107	-125	-146	-162	-182	-198
e9	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100	-110	-125	-135
	-39	-50	-61	-75	-92	-112	-134	-159	-185	-215	-240	-265	-290
f6	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-62	-68
	-12	-18	-22	-27	-33	-41	-49	-58	-68	-79	-88	-98	-108
f7	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-62	-68
	-16	-22	-28	-34	-41	-50	-60	-71	-83	-96	-106	-119	-131
g5	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-18	-20
	-6	-9	-11	-14	-16	-20	-23	-27	-32	-35	-40	-43	-47
g6	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-18	-20
	-8	-12	-14	-17	-20	-25	-29	-34	-39	-44	-49	-54	-60
h5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-4	-5	-6	-8	-9	-11	-13	-15	-18	-20	-23	-25	-27
h6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-6	-8	-9	-11	-13	-16	-19	-22	-25	-29	-32	-36	-40
h7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-10	-12	-15	-18	-21	-25	-30	-35	-40	-46	-52	-57	-63
j6	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+12	+13	+14	+16	+16	+18	+20
	-2	-2	-2	-3	-4	-5	-7	-9	-11	-13	-16	-18	-20
k6	+6	+9	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+28	+33	+36	+40	+45
	0	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+4	+5
m6	+8	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+46	+52	+57	+63
	+12	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+13	+15	+17	+20	+21	+23
p6	+12	+20	+24	+29	+35	+42	+51	+59	+68	+79	+88	+98	+108
	+6	+12	+15	+18	+22	+26	+32	+37	+43	+50	+56	+62	+68

## 1.1. Inscription des tolérances

Chaque dimension à usiner doit présenter sa valeur nominale (cote nominale) suivie soit du symbole de tolérance, soit de la valeur numérique des deux écarts.

Exemple:

$\varnothing 45 f7$       ou arbre       $\varnothing 45 \begin{matrix} -0,025 \\ -0,060 \end{matrix}$

La première désignation des tolérances est utilisée généralement pour la fabrication en séries où le contrôle des pièces usinées s'effectue par des calibres à limites (calibres tolérances).

## 1.2. Cotation de l'ajustement

Ajustement dit à alésage (H) avec serrage garanti

Cote nominale 20 mm

H : position de tolérance de l'alésage (alésage normal)

7 : qualité de l'alésage

g : position de tolérance de l'arbre

6 : qualité de l'arbre

## 2. Tolérances géométriques de forme et de position

Les dimensions d'une pièce sont toujours affectées de tolérances dimensionnelles. On définit ainsi deux limites, respectivement au maximum et au minimum de matière. Toute pièce réalisée entre ces deux limites sera acceptée par les appareils de contrôle. Cela étant, une réalisation n'est jamais parfaite. A cet effet, la pièce doit satisfaire également à d'autres exigences géométriques pour palier aux défauts de forme et de position car ils influent sur le contact entre les pièces.

Selon l'aspect géométrique d'une pièce, les défauts de forme concernent une seule propriété telle que:






- la planéité
- la rectitude d'un axe
- la rectitude d'une ligne
- la cylindricité
- la circularité

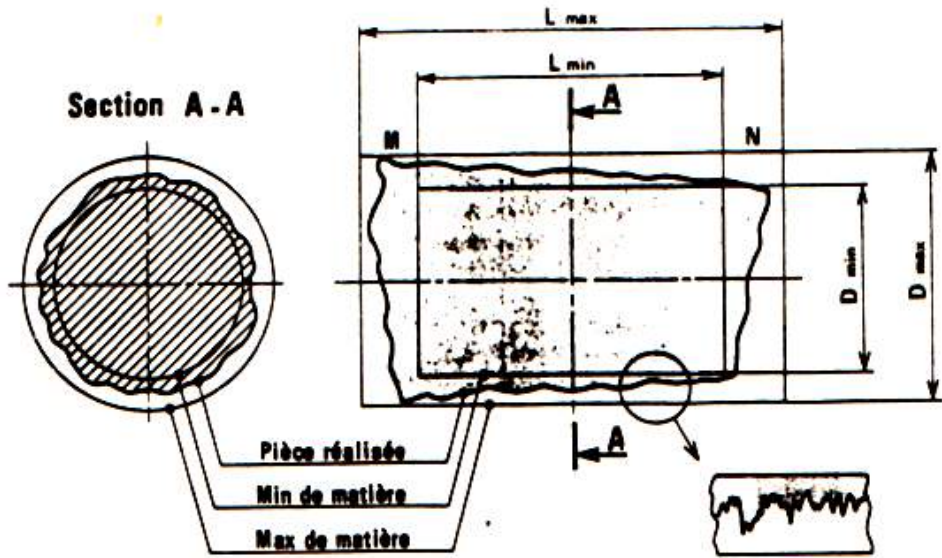
Tandis que les défauts de position concernent une relation entre deux éléments géométriques de la pièce:

- l'inclinaison entre deux faces planes
- le parallélisme de deux faces
- la perpendicularité d'une face et d'un axe
- la coaxialité de deux cylindres
- la symétrie par rapport à un plan
- la position relative de deux trous

On trouvera ci-après les tolérances de forme et de position que l'on rencontre le plus souvent, présentées à l'aide d'exemples facilement adaptables à d'autres cas de figures. Sur chaque dessin, il est représenté le signe conventionnel traduisant le type de tolérance à respecter.

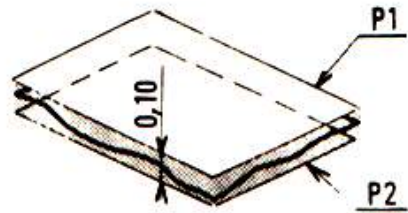
### 2.1. Tolérances de forme

		Symboles
Tolérances de FORME	<b>Planéité</b> d'une surface	
	<b>Rectitude</b> d'un axe – d'une ligne	
	<b>Cylindricité</b> d'un cylindre	
	<b>Circularité</b> d'un cylindre – d'un cône	
	<b>Forme</b> d'une surface quelconque	



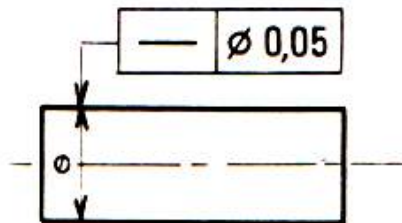
**PLANÉITÉ**  
d'une surface

Symbole



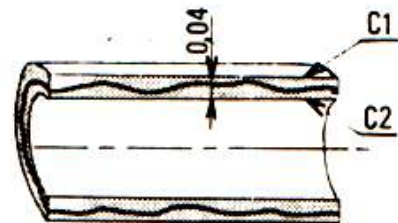
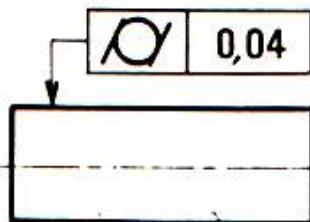
**RECTITUDE**  
d'un axe

Symbole




**CYLINDRICITÉ**  
d'un cylindre

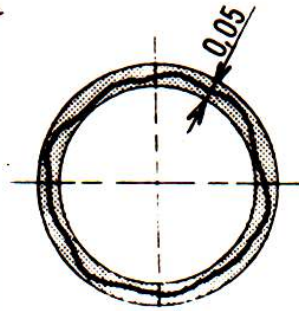
Symbole






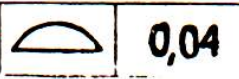
**CIRCULARITÉ**  
d'un cylindre


Symbole 

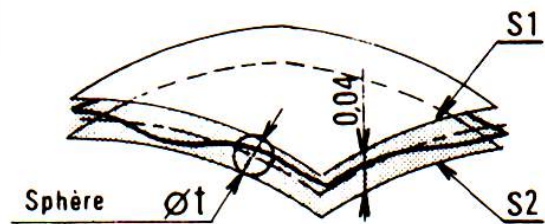


**FORME D'UNE SURFACE**  
QUELCONQUE









Symbole 



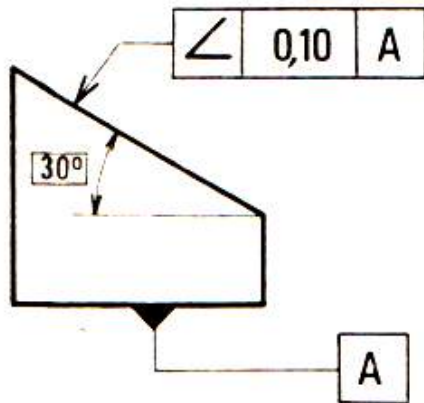




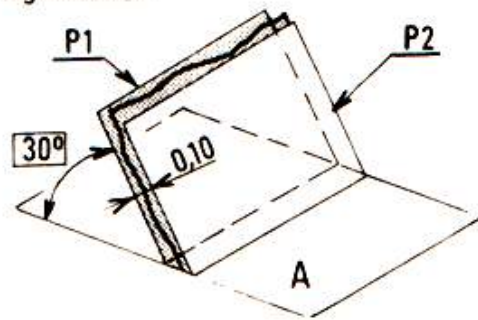
## 2.2. Tolérances de position

Tolérances d' ORIENTATION	Inclinaison	
	Perpendicularité	
	Parallélisme	
Tolérances de POSITION	Localisation d'un élément	
	Coaxialité ou concentricité	
	Symétrie	
BATTÉ- MENT	Battement simple	
	Battement total	

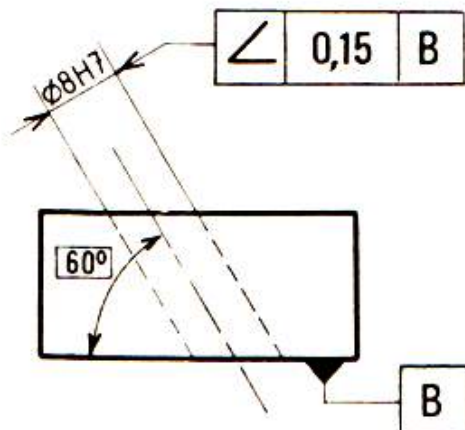
**INCLINAISON**  
de 2 surfaces



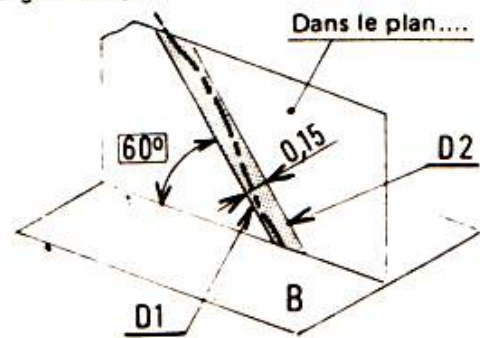
Signification



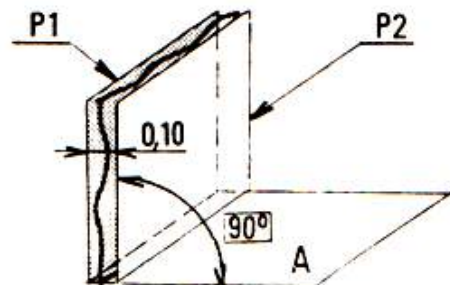
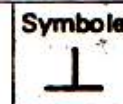
**INCLINAISON** d'un axe  
et d'une surface



Signification



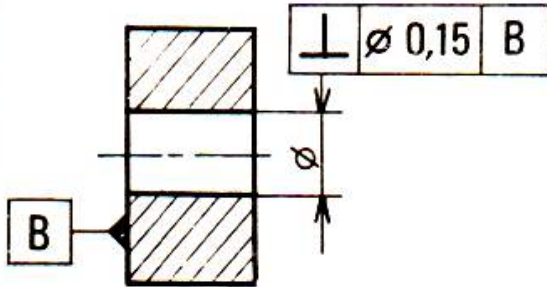
**PERPENDICULARITÉ**  
de 2 surfaces planes



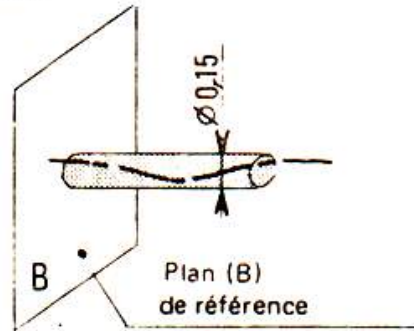
**PERPENDICULARITÉ  
d'un axe et d'une surface**



Cas 1 : la surface plane est usinée avant la surface cylindrique.



Signification

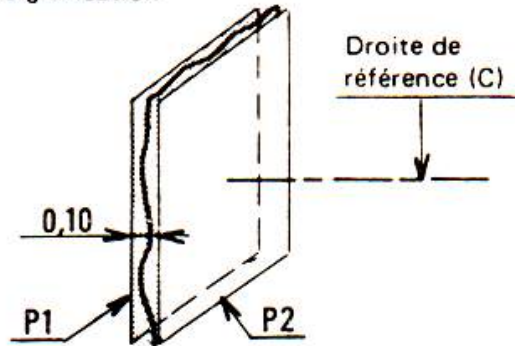


**PERPENDICULARITÉ  
d'un axe et d'une surface**

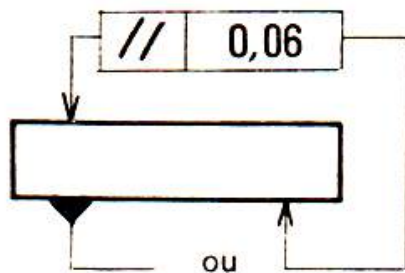


Cas 2 : la surface cylindrique est usinée avant la surface plane.

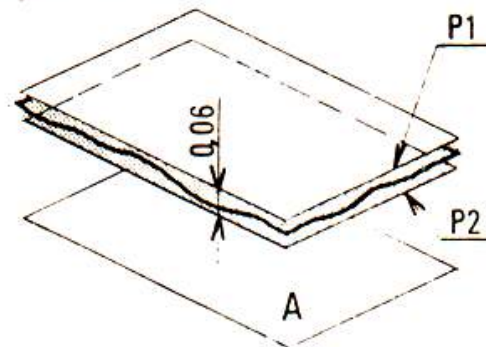
Signification



**PARALLÉLISME  
de 2 surfaces**

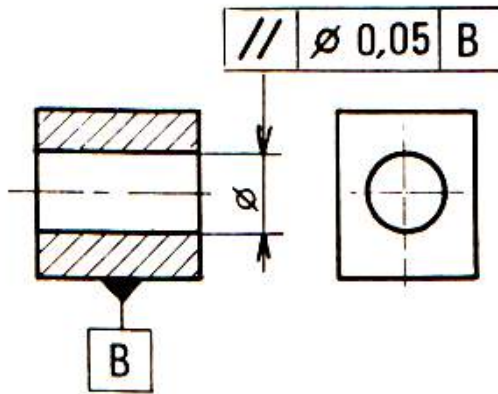


Signification

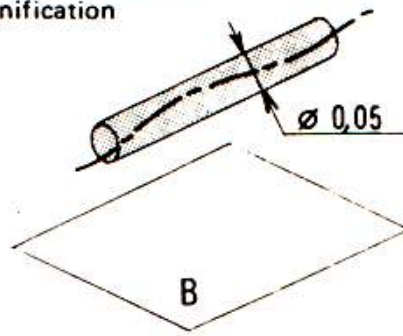




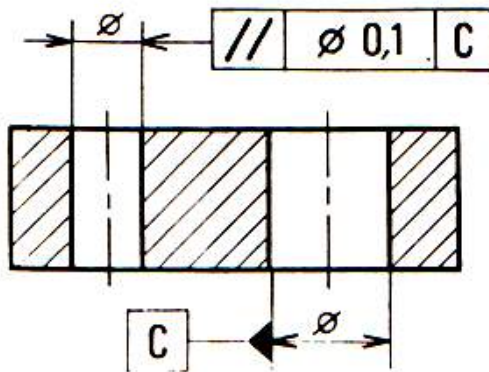
**PARALLÉLISME d'un axe et d'une surface**



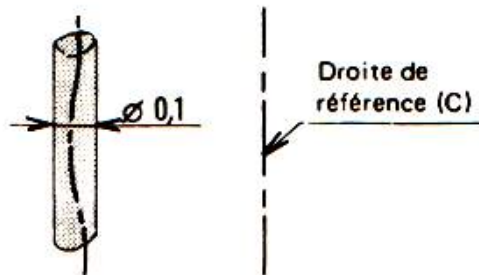
**Signification**



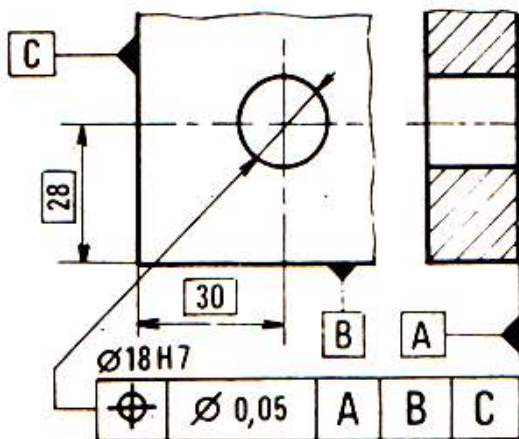
**PARALLÉLISME de 2 axes**



**Signification**



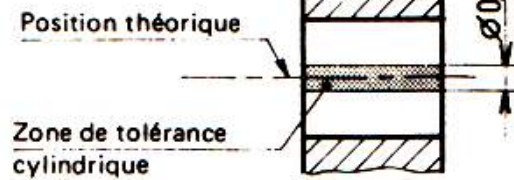
**LOCALISATION d'un élément**



**Symbole**



**Signification**

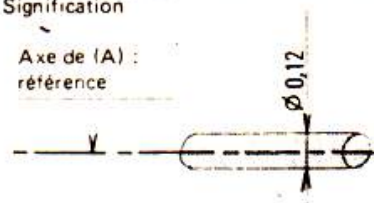


**COAXIALITÉ de 2 cylindres**



Signification

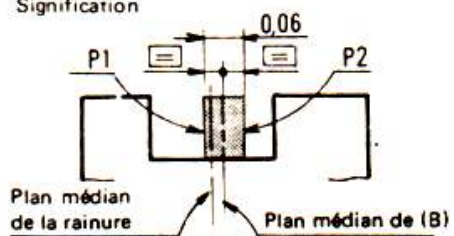
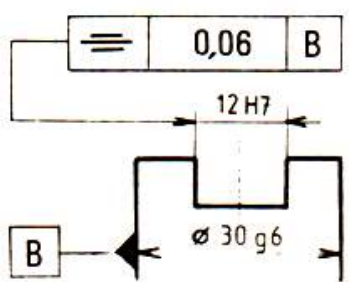
Axe de (A) :  
référence



**SYMÉTRIE d'une rainure**



Signification

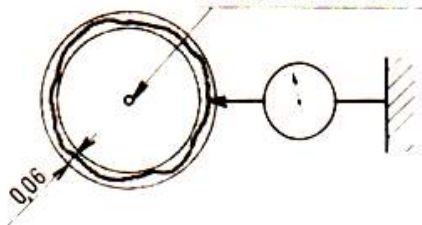
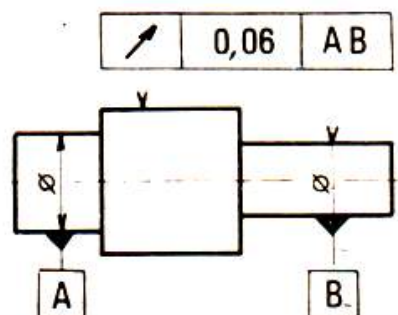


**BATTEMENT SIMPLE RADIAL**



Signification

Axe de référence (AB)

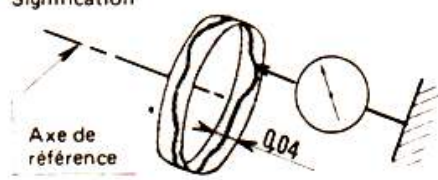
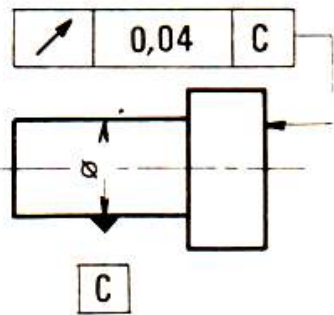


**BATTEMENT SIMPLE AXIAL**



Signification

Axe de référence



# Chapitre 12. Cotation fonctionnelle

## 1. Définition et but

La cotation fonctionnelle est une cotation fondée sur l'analyse de la fonction de la pièce à coter. Elle découle directement des conditions de fonctionnement.

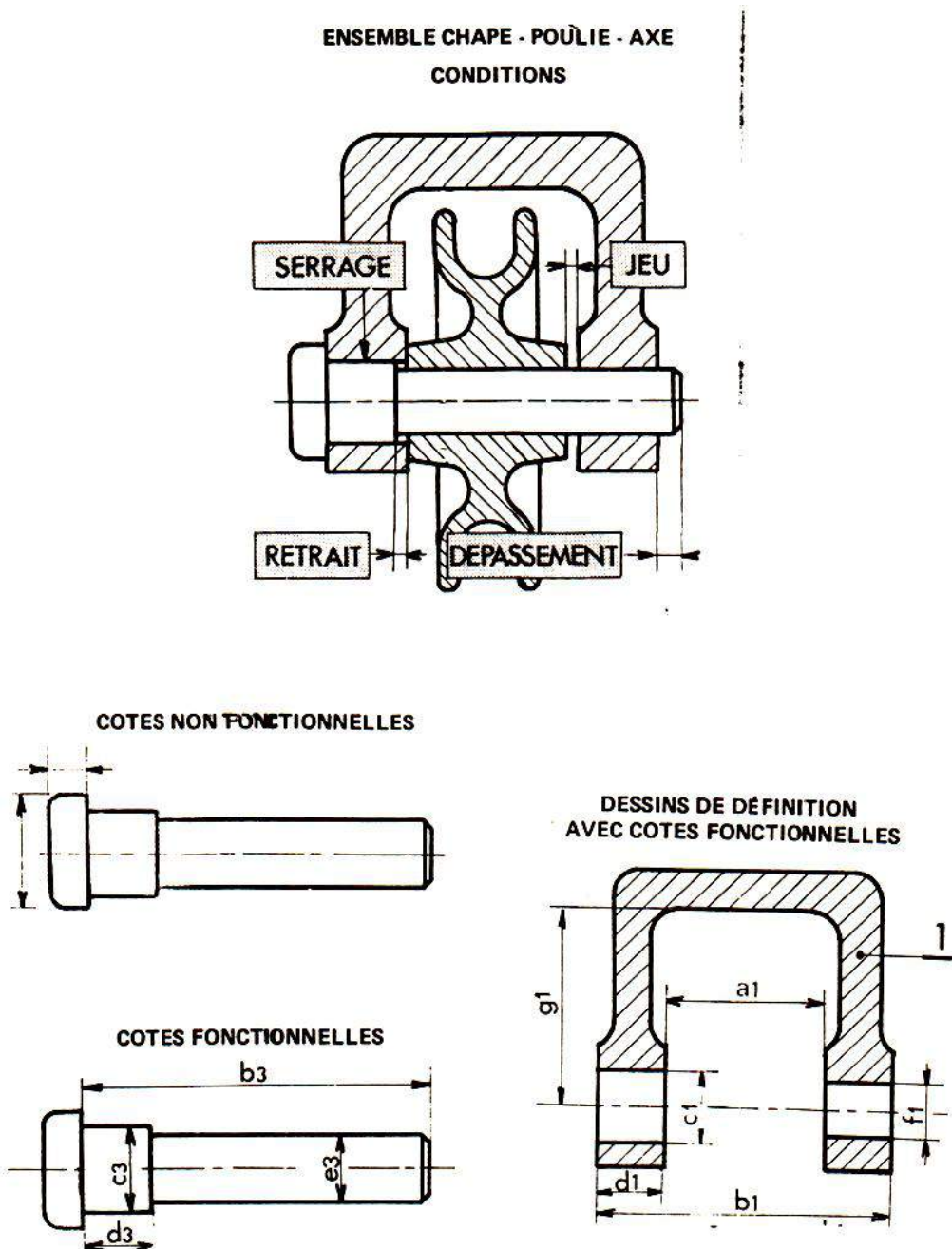


Figure 12-1

La cotation fonctionnelle a pour objectif premier de contribuer à la rationalisation des coûts de fabrication en déterminant les tolérances les plus larges possibles exigées et imposées

à l'exécution d'un produit afin d'assurer les meilleures conditions de bon fonctionnement. Ainsi on définit les cotes fonctionnelles comme étant celles qui expriment directement les conditions d'aptitude du produit à l'emploi. Le but de la cotation fonctionnelle est basé sur la recherche et l'expression directe de ces conditions.

Parmi les conditions fonctionnelles à respecter et qui orientent la fabrication d'un produit, on peut avoir une cote importante (d'usinage, de montage, de réglage ou de fonctionnement), un jeu, un serrage, un dépassement, un retrait, un guidage, un blocage, etc ... ou la combinaison de plusieurs conditions à la fois.

La recherche des cotes fonctionnelles et la détermination de leurs limites de tolérances est basée essentiellement sur la méthode appelées chaîne de cotes.

## 2. Chaîne de cotes

C'est une suite de dimensions liées qui permettent de déterminer la position relative des surfaces d'une pièce, appelée aussi transfert de cotes. Les cotes fonctionnelles sont celles qui donnent la chaîne de cotes la plus courte.

Dans chaque chaîne de cotes, il y a ce qu'on appelle les dimensions augmentantes, réduisantes et terminales.

Sur la (Figure 12-2) la cote T est appelée cote terminale parce qu'elle représente la cote fonctionnelle condition et elle est la dernière cote à usiner pour une pièce ou à monter s'il s'agit d'un assemblage.

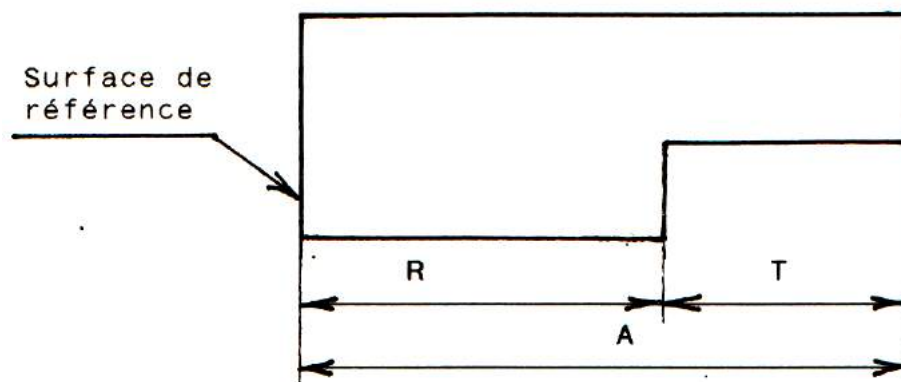


Figure 12-2

- La cote A est dite augmentante parce que si elle augmente la cote terminale augmente aussi.
- La cote R est appelée réduisante car si elle diminue, la cote terminale diminue également.

$$T = A - R$$

Déterminons l'intervalle de tolérance IT<sub>t</sub> de la cote terminale T :

$$T \text{ nominal} = A \text{ nominal} - R \text{ nominal}$$

$$T \text{ maxi} = A \text{ maxi} - R \text{ mini}$$

$$T \text{ mini} = A \text{ mini} - R \text{ maxi}$$

Par définition, l'intervalle de tolérance de T est fonction des cotes maxi et mini, on peut écrire :

$$IT_t = T \text{ maxi} - T \text{ mini}$$

Comme  $T = A - R$ , la cote T est maximale lorsque la cote A est maximale et la cote R est minimale et inversement, donc :

$$T \text{ maxi} = A \text{ maxi} - R \text{ mini}$$

$$T \text{ mini} = A \text{ mini} - R \text{ maxi}$$

$$IT_t = (A \text{ maxi} - R \text{ mini}) - (A \text{ mini} - R \text{ maxi}) = (A \text{ maxi} - A \text{ mini}) - (R \text{ maxi} - R \text{ mini})$$

$$IT_t = IT_a + IT_r$$

Cette formule est valable quelque soit le nombre de cotes dimensionnelles, donc on peut énoncer que la tolérance de la cote terminale est égale à la somme des intervalles de tolérances des cotes composant la chaîne de cotes.

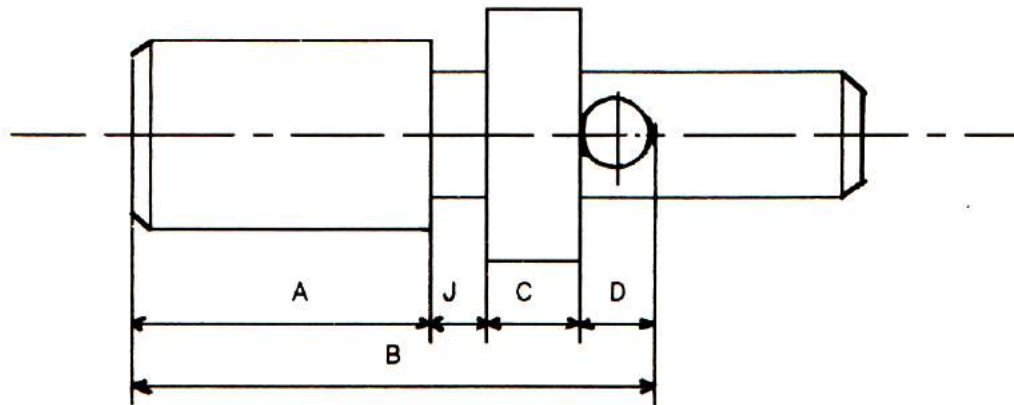
### 3. Détermination des cotes fonctionnelles

En pratique, on ne calcule pas l'intervalle de tolérance de la cote terminale ou cote condition parce qu'elle est généralement imposée dans la conception pour des raisons précises. De ce fait on considère la tâche inverse c'est à dire en connaissant l'intervalle de tolérance de la cote terminale, l'on cherche à déterminer les intervalles de tolérance des cotes composante. Pour cela, on partage la tolérance terminale entre toutes les cotes composantes non pas proportionnellement mais en fonction des difficultés d'exécution d'une part et des objectifs ou exigences de fonctionnement ou de montage d'autre part.

Le plus grand intervalle de tolérance sera attribué à la cote évidemment la moins précise, celle qui est la plus grande ou celle qui est la plus difficile à réaliser. Nous résumons ainsi la marche à suivre dans une étude fonctionnelle en quatre étapes successives :

- l'analyse fonctionnelle de la pièce ou des pièces assemblées et les exigences technologiques
- les conditions de fonctionnement à imposer
- le choix des dimensions à coter et la détermination de la chaîne de cotes fonctionnelles la plus courte possible
- le calcul des cotes nominales et tolérances par répartition ou choix de la tolérance du jeu fonctionnel entre les cotes constituant la chaîne

Exemple :



*Figure 12-3*

L'usinage de la pièce de la (Figure 12-3) nécessite les conditions particulières suivantes:

- la cote condition J doit être égale à  $2^{+0,4}$ , c'est un jeu très précis exigé pour le fonctionnement, l'usinage du trou est important, on donne son diamètre et sa tolérance :  $D=10^{+0,025}$
- la cote A est la référence de la surface d'usinage étant connue :  $A=10^{+0,05}$
- la cote C étant importante  $C=12$ , déterminer sa tolérance
- déterminer la cote B et sa tolérance

Solution :



# Chapitre 13. Liaisons mécaniques

## 1. Modes de liaisons mécaniques

### 1.1. Définition

La liaison est une fonction mécanique élémentaire dont l'élément de base est la pièce qui a un rôle et doit assurer une ou plusieurs fonctions.

Le but des liaisons est de supprimer partiellement ou totalement les mouvements relatifs d'une pièce par rapport à une autre. Ainsi on définit une liaison mécanique comme étant le moyen qui lie au moins deux pièces lorsque les mouvements de l'une par rapport à l'autre ne sont pas tous possibles.

Le mouvement relatif d'une pièce est défini par le nombre de degrés de liberté réalisés. Un corps isolé dans l'espace possède six degrés de liberté dont trois mouvements en translation et trois en rotation comme le montre la Figure 13-1.

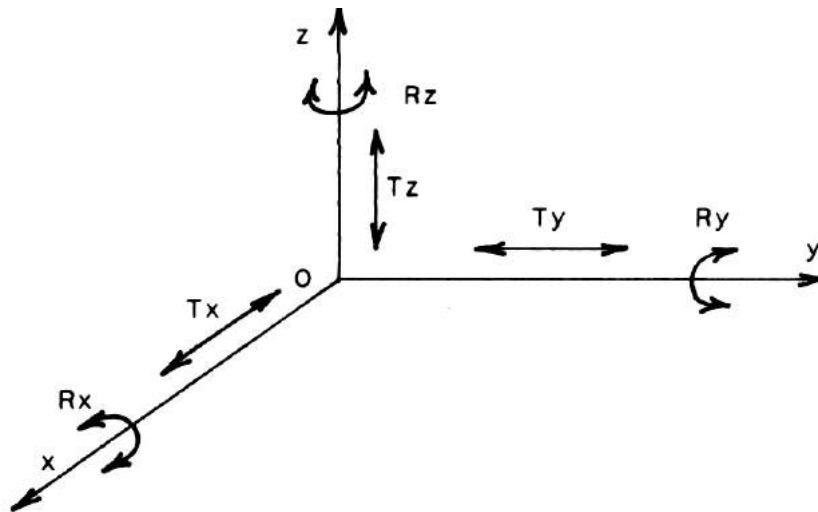


Figure 13-1

La signification des six degrés de liberté est comme suit :

$T_x$  : translation le long de l'axe x.

$T_y$  : translation le long de l'axe y.

$T_z$  : translation le long de l'axe z.

$R_x$  : rotation autour de l'axe x.

$R_y$  : rotation autour de l'axe y.

$R_z$  : rotation autour de l'axe z.



Une pièce est en mouvement par rapport à une autre lorsqu'elle change de position initiale suite à une sollicitation par une force ou un couple. La trajectoire exprimant le mouvement caractérise les liaisons par deux fonctions mécaniques de base :

- l'immobilisation relative totale ou partielle des deux pièces adjacentes.
- le guidage ou déplacement d'une pièce par rapport à une autre. On distingue les guidages suivants :
  - en translation (queue d'arronde).
  - en rotation (palier et roulement)
  - rotation hélicoïdale (par filetage) composé par translation et rotation simultanées.

Pour réaliser ces fonctions, il faut supprimer un certains nombre de possibilités de mouvements relatifs. Les moyens de réalisation de ces dispositions mécaniques sont dits liaisons.

La suppression de ces six degrés de liberté pour une pièce veut dire que la pièce possède six liaisons. Dans ce cas, la pièce ne peut occuper qu'une seule position par rapport au référentiel (Oxyz).

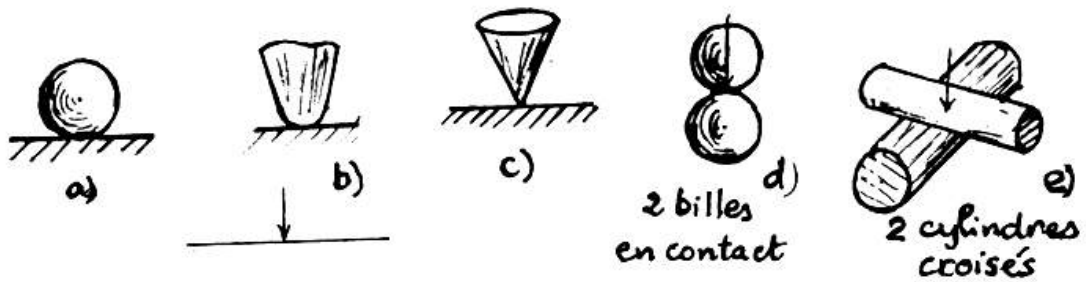
## 1.2. Formes de contacts

La liaison mécanique est la relation de contact entre deux pièces mécaniques. Réaliser une liaison entre deux pièces, c'est choisir les dispositions constructives qui suppriment un ou plusieurs degrés de liberté entre elles.

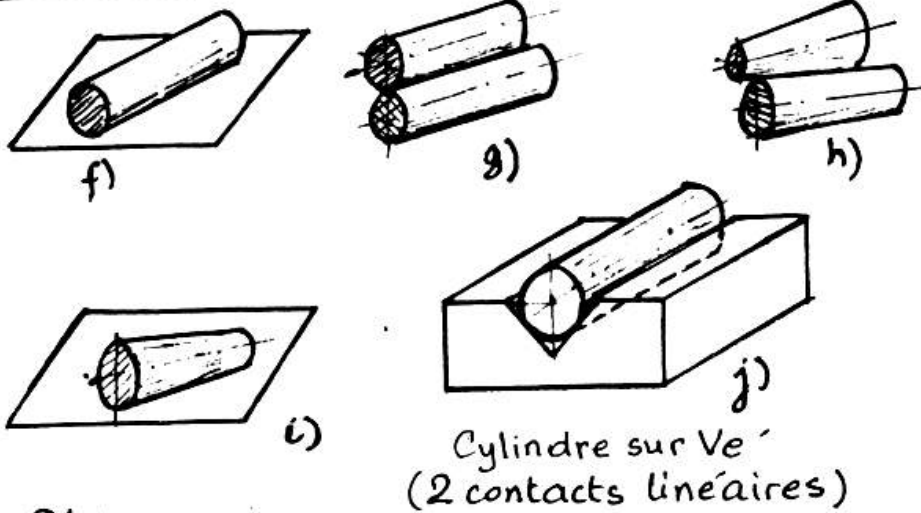
Selon le nombre et la nature du degré de liberté à supprimer pour une pièce donnée, on obtient une forme de contact bien définie :

Nature du contact	Degrés de liberté à supprimer	
	Nombre	nature
ponctuel	1	1 Translation
linéaire	2	1 Translation + 1 Rotation
plan	3	1 Translation + 2 Rotations
cylindrique	4	2 Translations + 2 Rotations
conique	5	3 Translations + 2 Rotations
sphérique	3	3 Translations
hélicoïdal	5	3 Translations + 2 Rotations

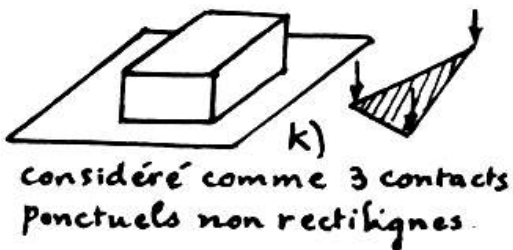
## Ponctuel.



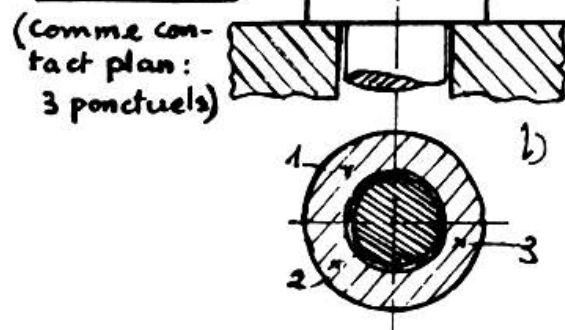
## Linéaire:



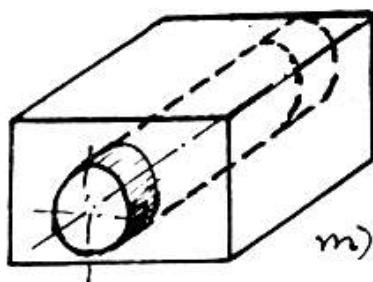
## Plan



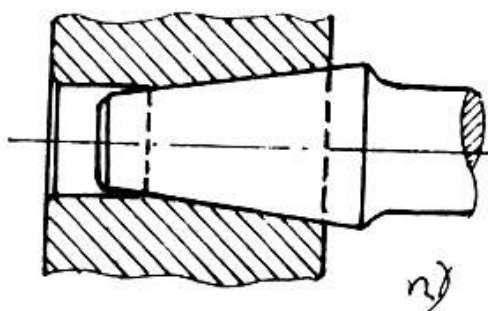
## Annulaire:



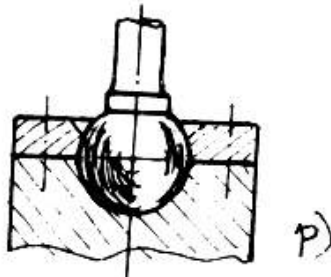
Cylindrique:



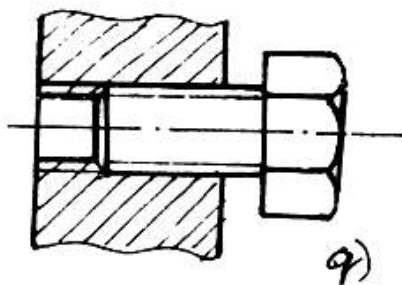
Conique:



Sphérique:



Hélicoïdal:

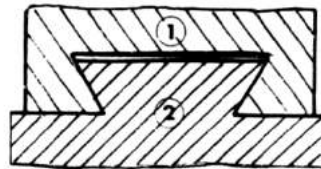


### 1.3. Modes de liaisons

Une liaison mécanique peut être réalisée de deux façons: soit par un obstacle quelconque, soit par adhérence de deux surfaces.

#### 1.3.1. Liaison par obstacle

Elle est obtenue généralement suite au détail de la forme de la pièce elle même (Figure 13-2) ou à l'aide d'un organe de liaison tel vis, boulon ou autre (Figure 13-3).



Queue d'arronde.

Figure 13-2

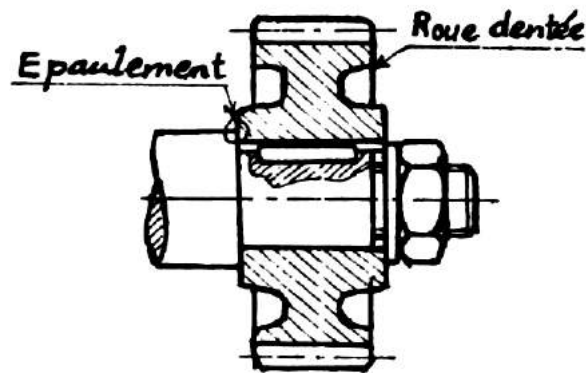


Figure 13-3

#### 1.3.2. Liaison par adhérence

Les deux pièces doivent avoir une surface commune en contact appelée surface d'adhérence tel que la déformation élastique assure le serrage entre les deux pièces (Figure 13-4).

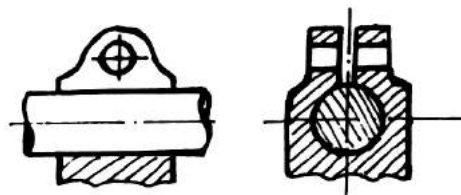


Figure 13-4

### 1.3.3. Propriétés des liaisons

Une liaison par obstacle offre une plus grande sécurité d'emploi que celle par adhérence. Elle a une position relativement très précise qui est retrouvée facilement après le remontage. Une liaison par adhérence a une position relativement réglable entre les pièces liées.

### 1.4. Caractère des liaisons

En plus des mouvements relatifs de deux pièces l'une par rapport à l'autre qui caractérisent les liaisons, on les classe aussi selon l'aspect technologique du point de vue de la construction mécanique. De ce fait une liaison peut être de la nature suivante:

#### 1.4.1. Liaison complète

Lorsque les deux pièces ne peuvent prendre aucun mouvement de l'une par rapport à l'autre, elles sont solidaires entre elles. Dans ce cas on dit que la liaison est complète, totale ou encastrement. Là on ne tolère aucun degré de liberté et les deux pièces sont considérées ou assimilées à une seule pièce (Figure 13-5).

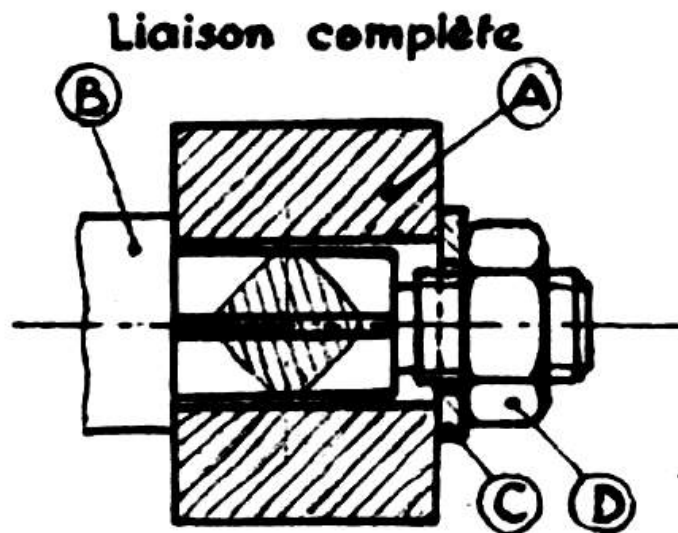


Figure 13-5

#### 1.4.2. Liaison partielle

Lorsque les deux pièces peuvent prendre certains mouvements ou au moins un mouvement de l'une par rapport à l'autre, la liaison est dite partielle ou incomplète. Représentons sur la Figure 13-6 un exemple de liaison partielle obtenue par le détail des formes.

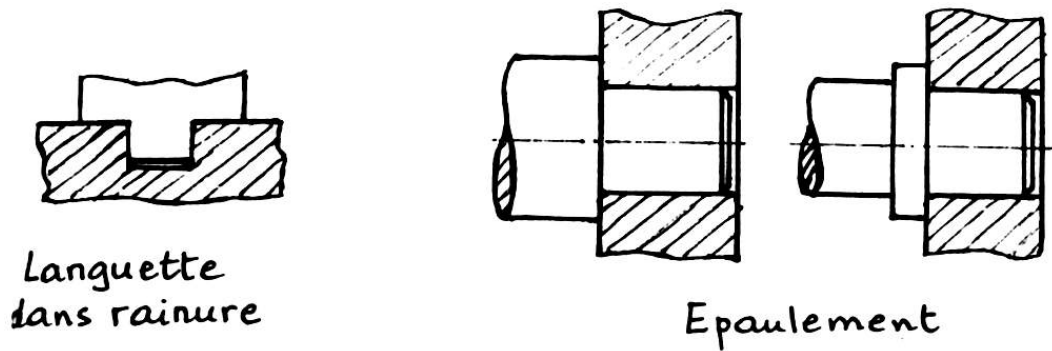


Figure 13-6

Représentons maintenant sur la Figure 13-7 un exemple de liaison partielle obtenue par un boulon comme organe de liaison.

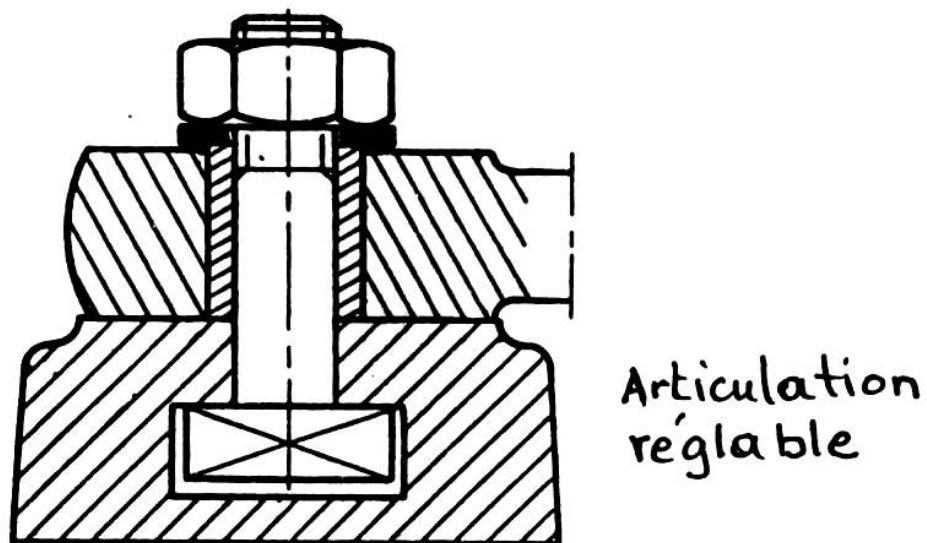


Figure 13-7

### 1.4.3. Liaison indémontable

Les deux pièces formant la liaison ne peuvent plus être séparées ou démontées sans que l'une d'elles au moins soit détériorée ou détruite. La liaison indémontable est appelée aussi liaison permanente ou fixe (Figure 13-8).

Ce type de liaison peut être obtenu par:

- la soudure
- le collage
- le rivetage

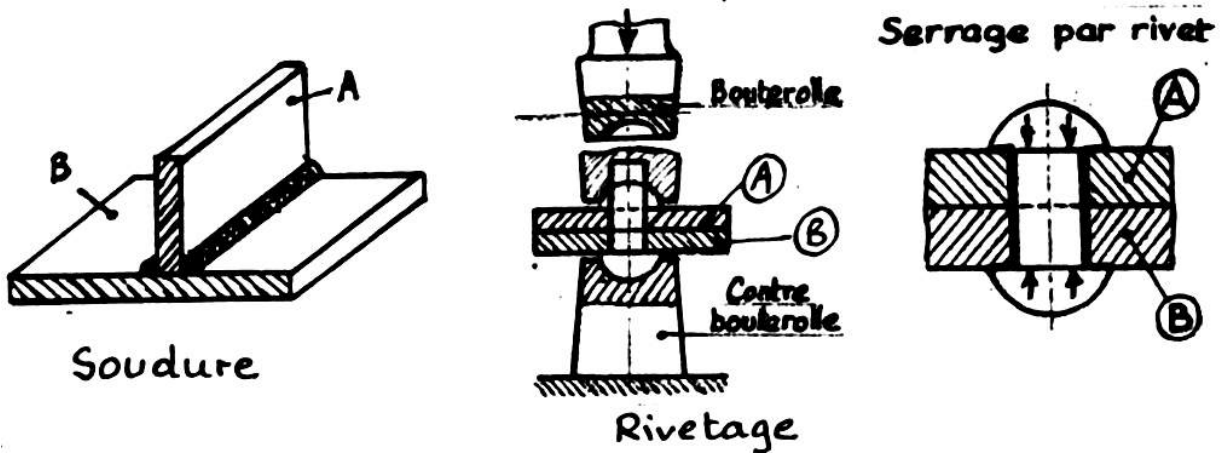


Figure 13-8

#### 1.4.4. Liaison élastique

La liaison est dite élastique lorsque la force qui provoque le mouvement est supprimée, la pièce reprend sa position initiale ou une position intermédiaire. La pièce de liaison subit une déformation élastique d'un caoutchouc, d'un ressort ou un autre élément élastique semblable (Figure 13-9).

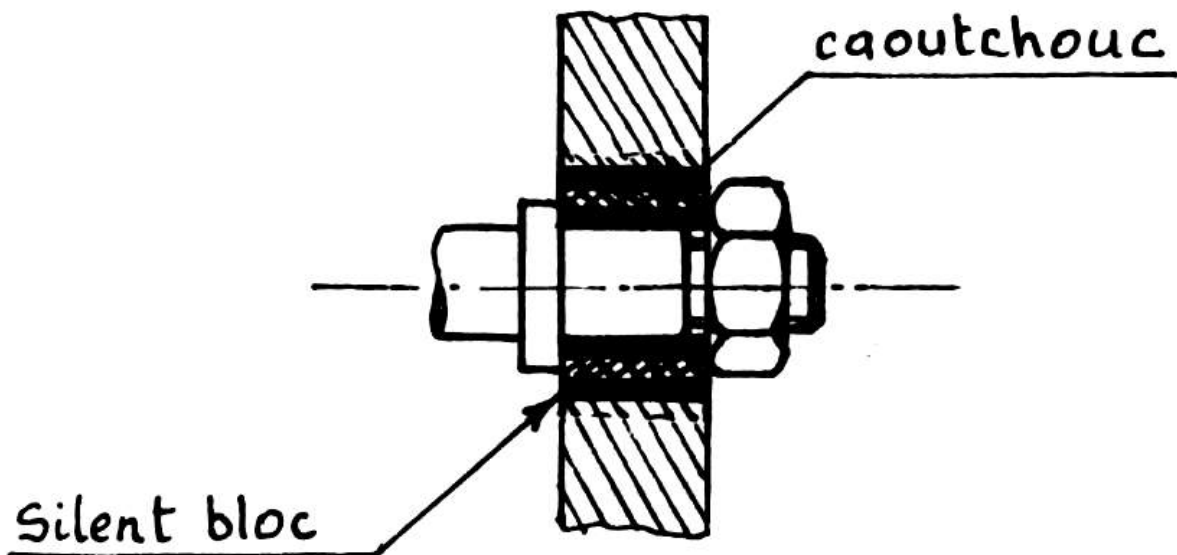
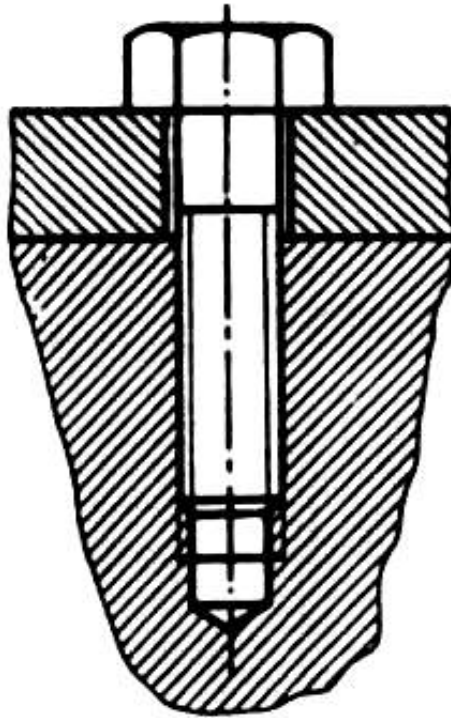


Figure 13-9

#### 1.4.5. Liaison rigide

Toute liaison ne possédant pas le caractère élastique est dite rigide (Figure 13-10).



*Figure 13-10*

### **1.5.Choix des liaisons**

Les liaisons doivent impérativement tenir compte des facteurs technologiques suivants:

- les conditions fonctionnelles.
- la nature et l'intensité des forces appliquées aux pièces assemblées.
- la possibilité et le mode d'usinage.
- la fréquence et la facilité de démontage.
- l'encombrement des organes de liaisons.
- le prix de revient.



## 2. Moyens de liaisons mécaniques et Eléments technologiques

Un mécanisme est un ensemble d'organes assujettis à des liaisons. Celles-ci assurent l'immobilisation relative, totale ou partielle de deux pièces adjacentes.

Pour assurer les liaisons, on utilise dans la plus part des cas, des organes accessoires ou éléments technologiques dont la forme et les dimensions ont été normalisées. Ces organes ne sont pas représentés sur les dessins d'exécution mais ils sont simplement repérés sur les dessins d'ensemble et figurent dans les nomenclatures avec leur désignation normalisée complète.

Le tableau ci-dessous indique, pour chaque type de liaison, les diverses réalisations possibles et les moyens de liaison utilisés.

Nature des liaisons	Moyens des liaisons
Complètes indémontables	Rivures en utilisant des rivets. Emmanchements cylindrique avec serrage important. Soudures
Complètes démontables	Assemblages par boulons, goujons et vis. Emmanchements coniques. Clavetages forcés. Goupillages. Blocages par vis de pression, douilles fondues et cames.
Partielles en translation	Epaulements ou embases. Brides ou bagues d'arrêt. Rondelles et écrous ou goupilles ou vis. Vis à téton. Goupilles tangentés. Circlips.
Partielles en rotation	Emmanchements non cylindriques. Clavettes disques ou parallèles. Arbres cannelés. Arbres dentelés. vis à téton. Ergots.
Partielles articulations	Rotules. Vis-axe - Axes d'articulation.
Partielles élastiques	Ressorts. Rondelles Belleville. Caoutchouc – Silentbloc.

Pour illustrer les moyens de liaisons qui ont précédés, nous avons donné un exemple pour chaque type de liaison tout en représentant les organes les plus couramment utilisés.

## 2.1. Liaisons complètes indémontables

### 2.1.1. Soudures

N	Designation	Représentation	Symboles
1	Soudure sur bords droits		
2	Soudure en V		∨
3	Soudure en demi V		∨
4	Soudure en Y		Y
5	Soudure en demi Y		Y
6	Soudure en U ou tulipe		∩
7	Soudure en demi U ou en J		∩
8	Soudure avec reprise à l'envers		∩
9	Soudure sur bords relevés		∩
10	Soudure en entailles		∩
11	Soudure en ligne continue avec recouvrement		⊕
12	Soudure par points		○
13	Soudure d'angle		△

	Soudure plate ①		Soudure convexe		Soudure concave
--	-----------------	--	-----------------	--	-----------------

	③			④	
--	---	--	--	---	--

### 2.1.2. Rivetage

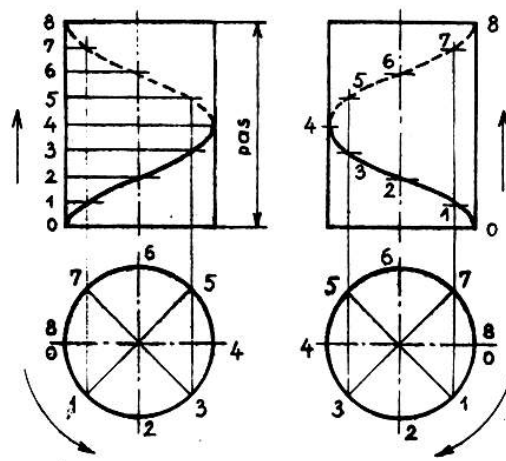
### 2.1.3. Emmanchement forcé

## 2.2. Liaisons complètes démontables

### 2.2.1. Filetages

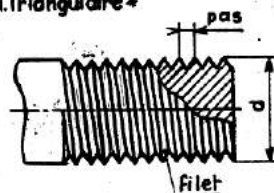
#### a. Hélice

1. Hélice à droite      2. Hélice à gauche

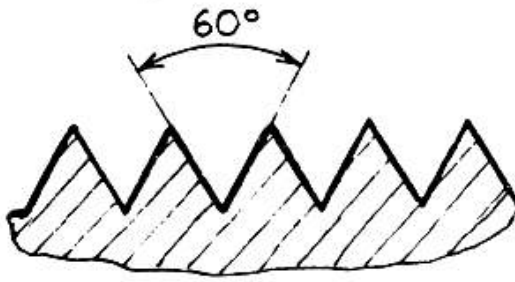


#### b. Formes et caractéristiques d'un filetage

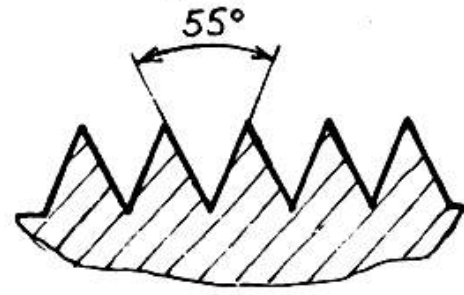
1. Triangulaire +



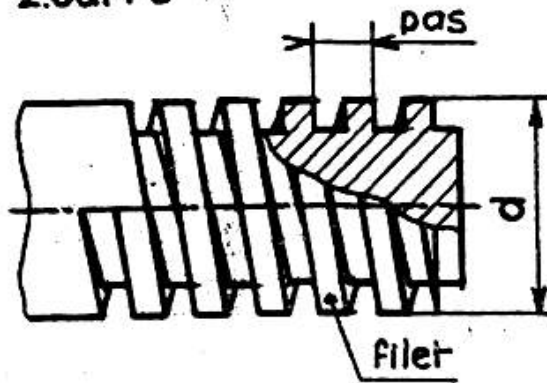
## Filetage métrique



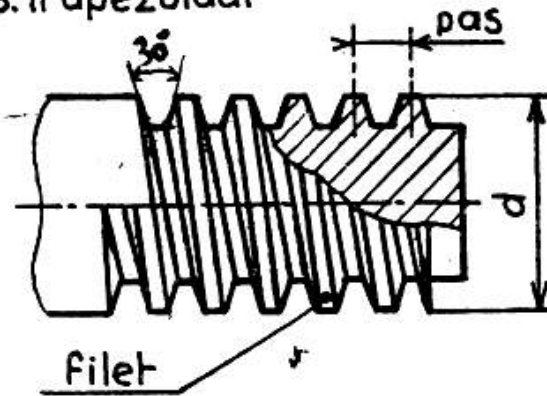
## Filetage Whitworth



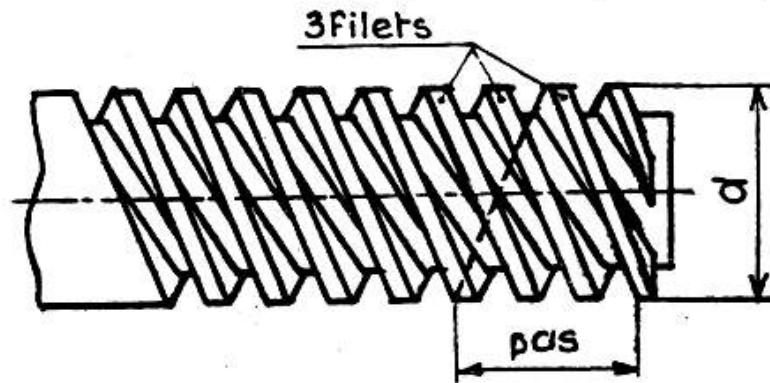
### 2. Carré



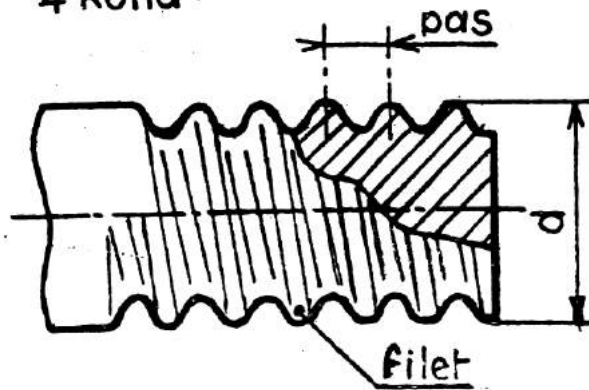
### 3. Trapézoïdal



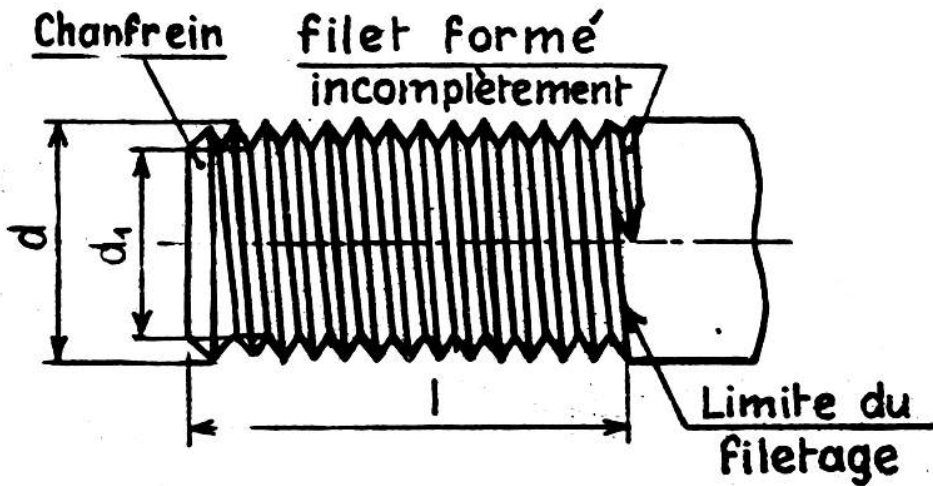
### Vis à 3 filets à droite / filet trapézoïdal /



4 Rond

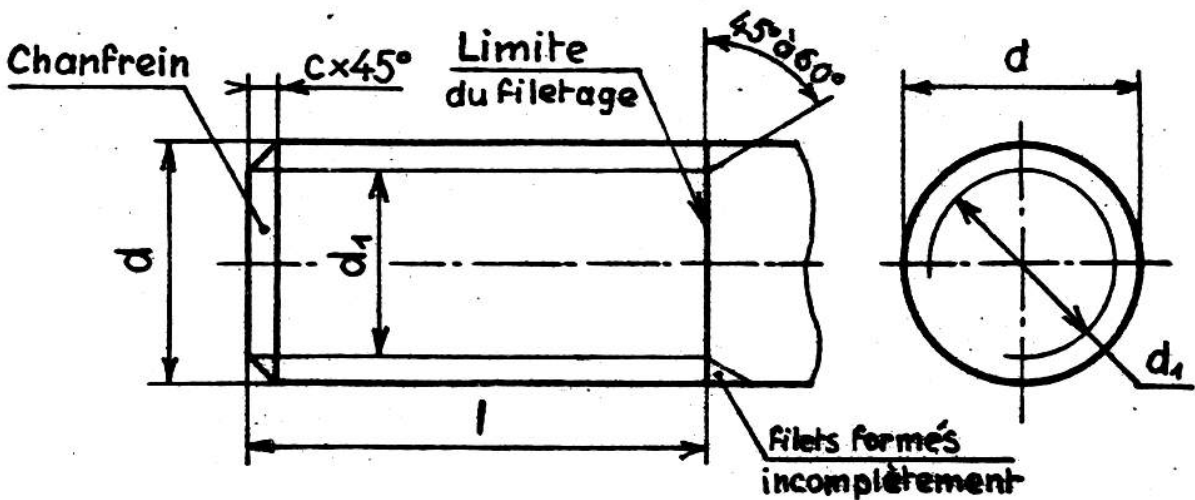


### 1. Tige filetée vue

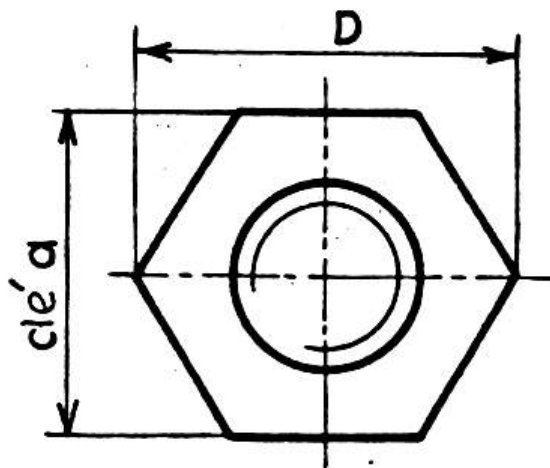
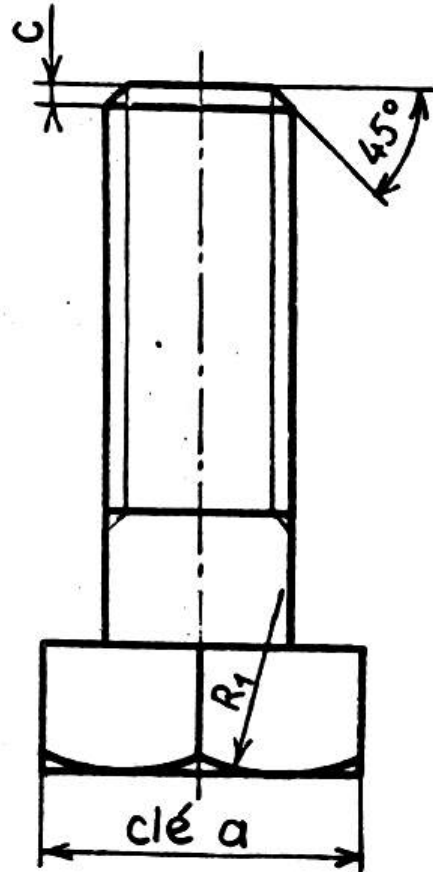
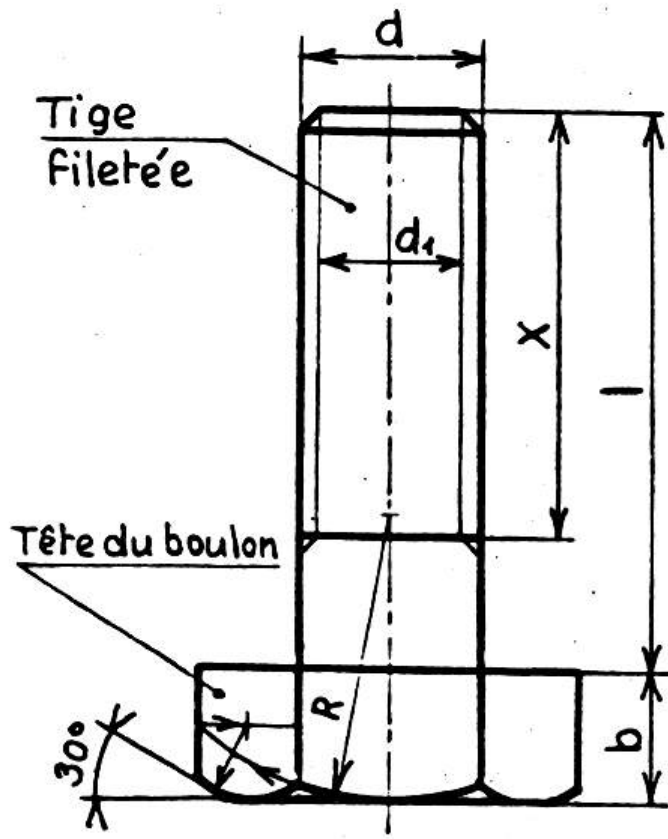


- 1.  $d$  - diamètre nominal / extérieur /
- 2.  $d_1$  - diamètre noyau / intérieur /
- 3.  $l$  - longueur de filetage

- 1.  $d_1 = 0,8d$
- 2.  $c = 0,1d$

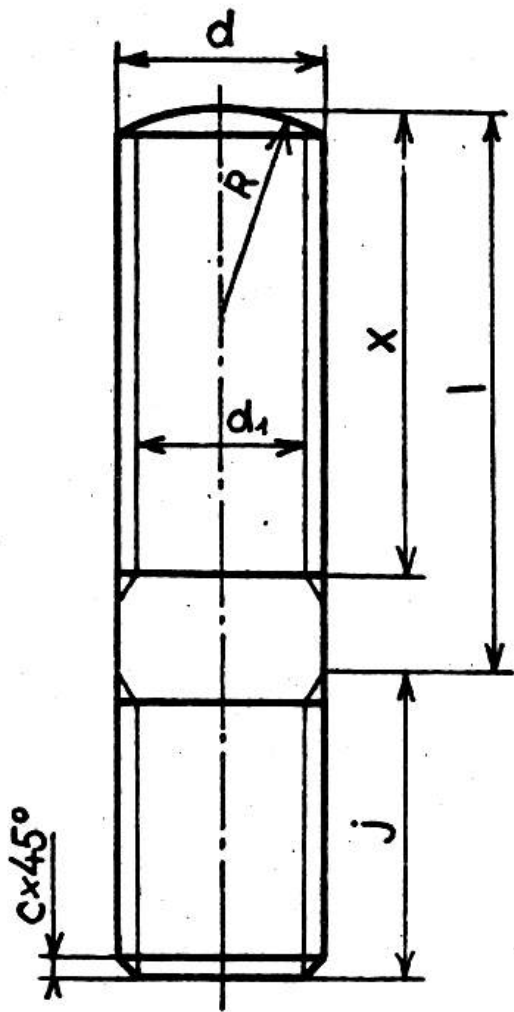


2.2.1.1. Boulons



- d-diamètre nominal
- $d_1 = 0,8d$
- l-longueur de tige
- x-longueur de filetage
- $b = 0,7d$
- $D = 2d$
- $c = 0,1d$
- $R = 1,5d$
- $R_1 = d$

2.2.1.2. Goujon



$d$ - diamètre nominal

$d_1=0,8d$

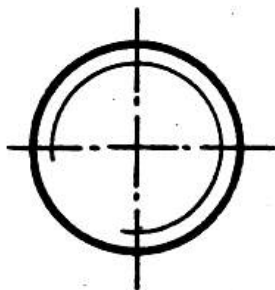
$l$ - longueur de tige

$x$ - longueur de filetage

$j$ - implantation;  $j=1,5$  à  $2d$

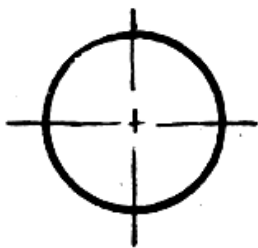
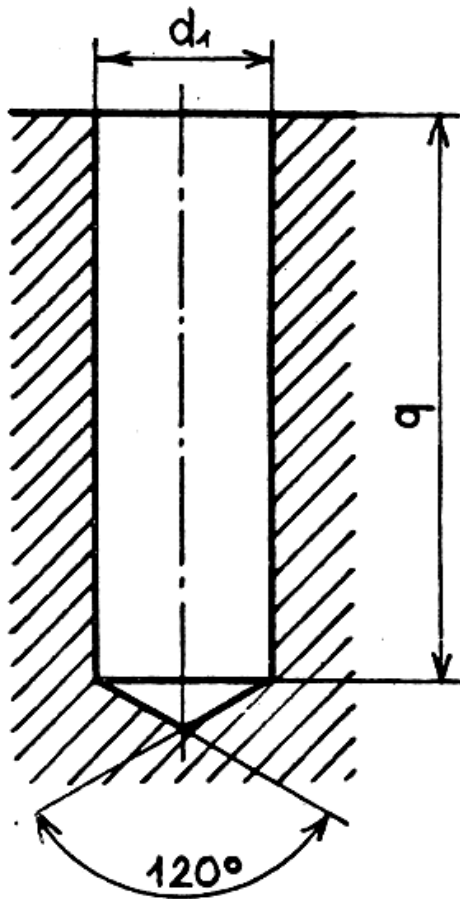
$c=0,1d$

$R=d$

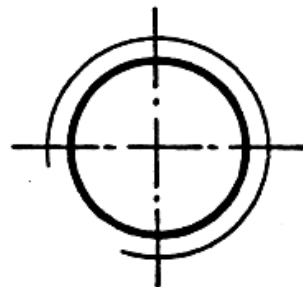
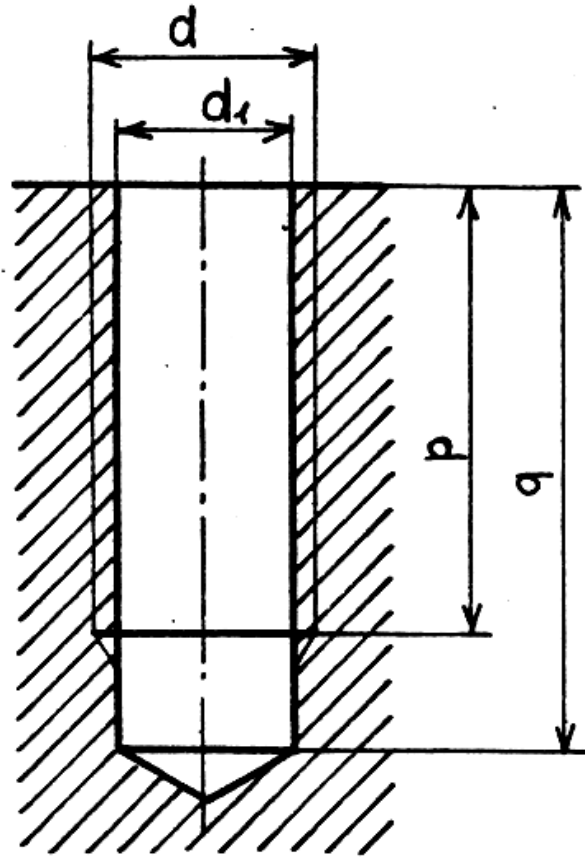


2.2.1.3. Trou taraudé

Trou percé



Trou taraudé

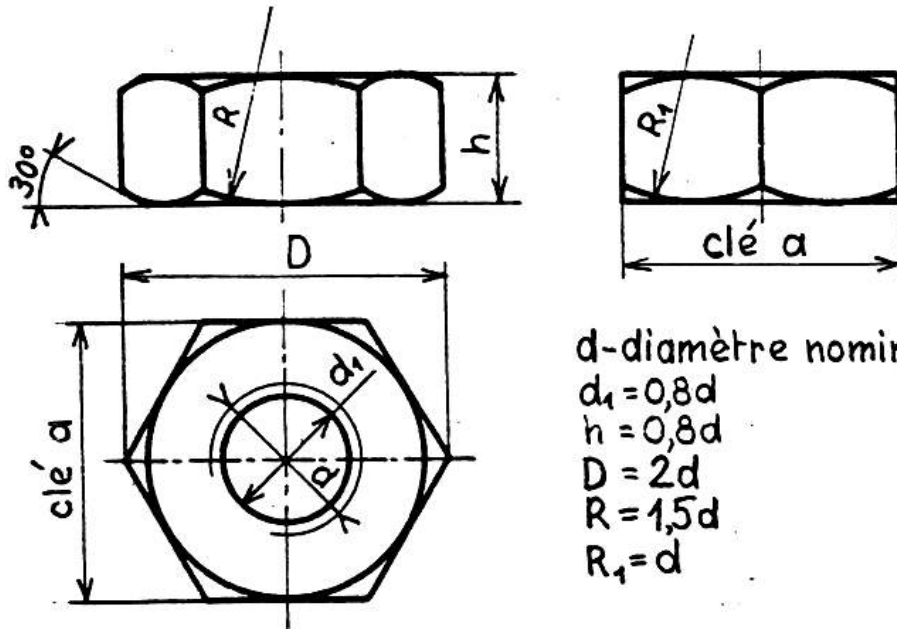
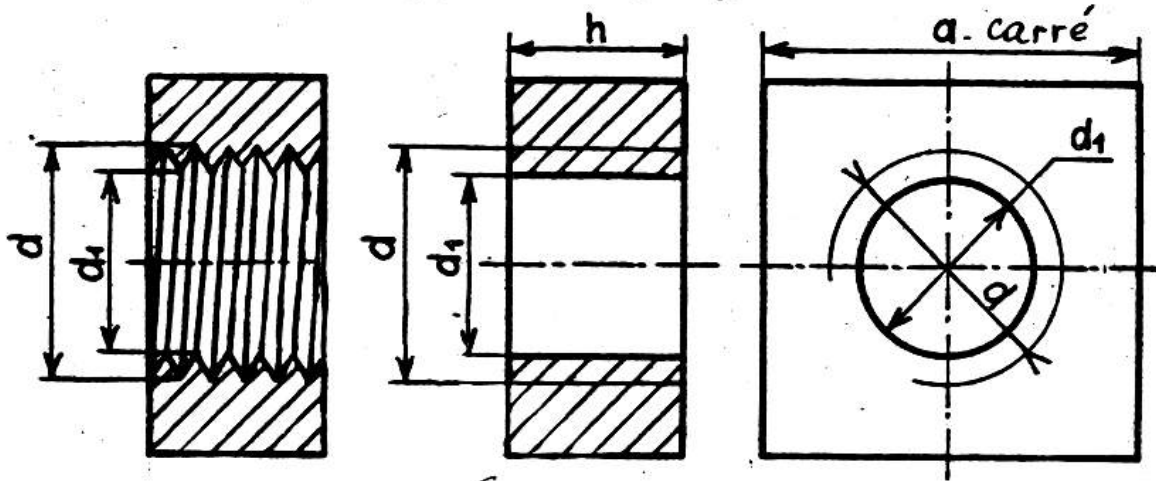


$d$ -diamètre nominal.  $d_1 = 0,8d$   
 $q = j + d$ .  $p = j + 0,5d$



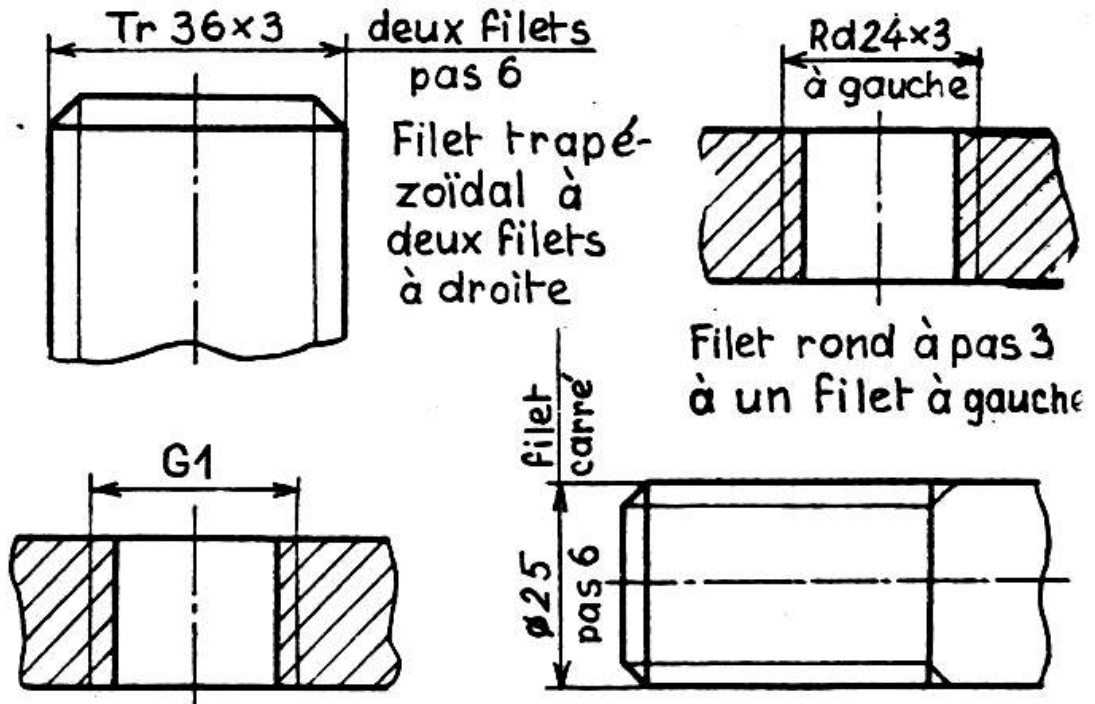
2.2.1.4. Erou

a. Erou coupé



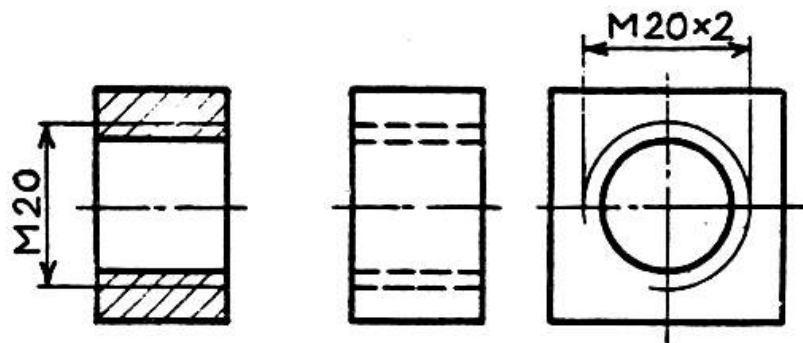
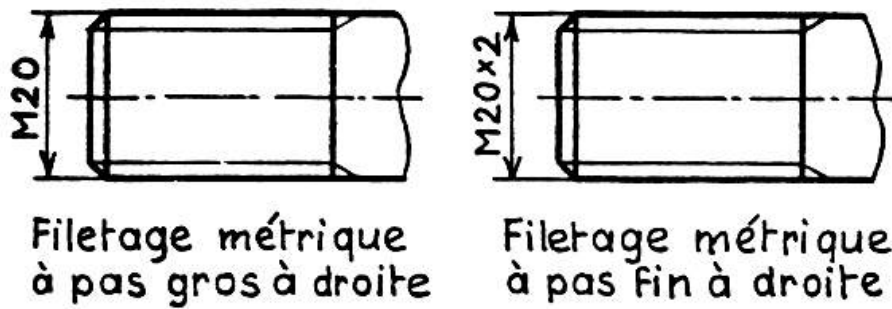
- $d$ -diamètre nominal
- $d_1 = 0,8d$
- $h = 0,8d$
- $D = 2d$
- $R = 1,5d$
- $R_1 = d$

2.2.1.5. Cotation d'un filetage

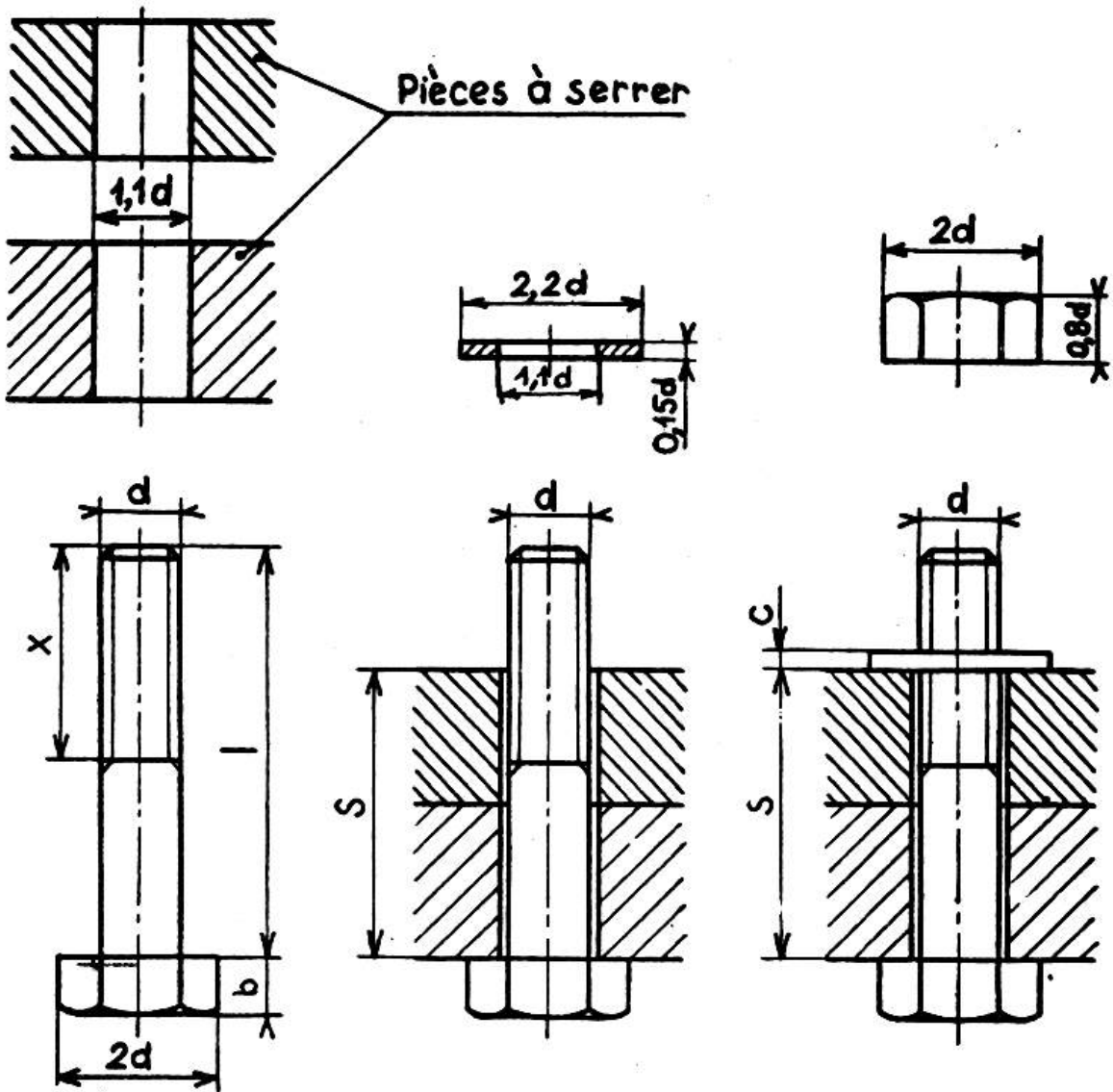


Filetage "Gaz". 1-diamètre du tube en pouces / 1pouce=25,4mm/

Filet carré à pas 6 à un filet à droite



2.2.1.6. Assemblage par boulon



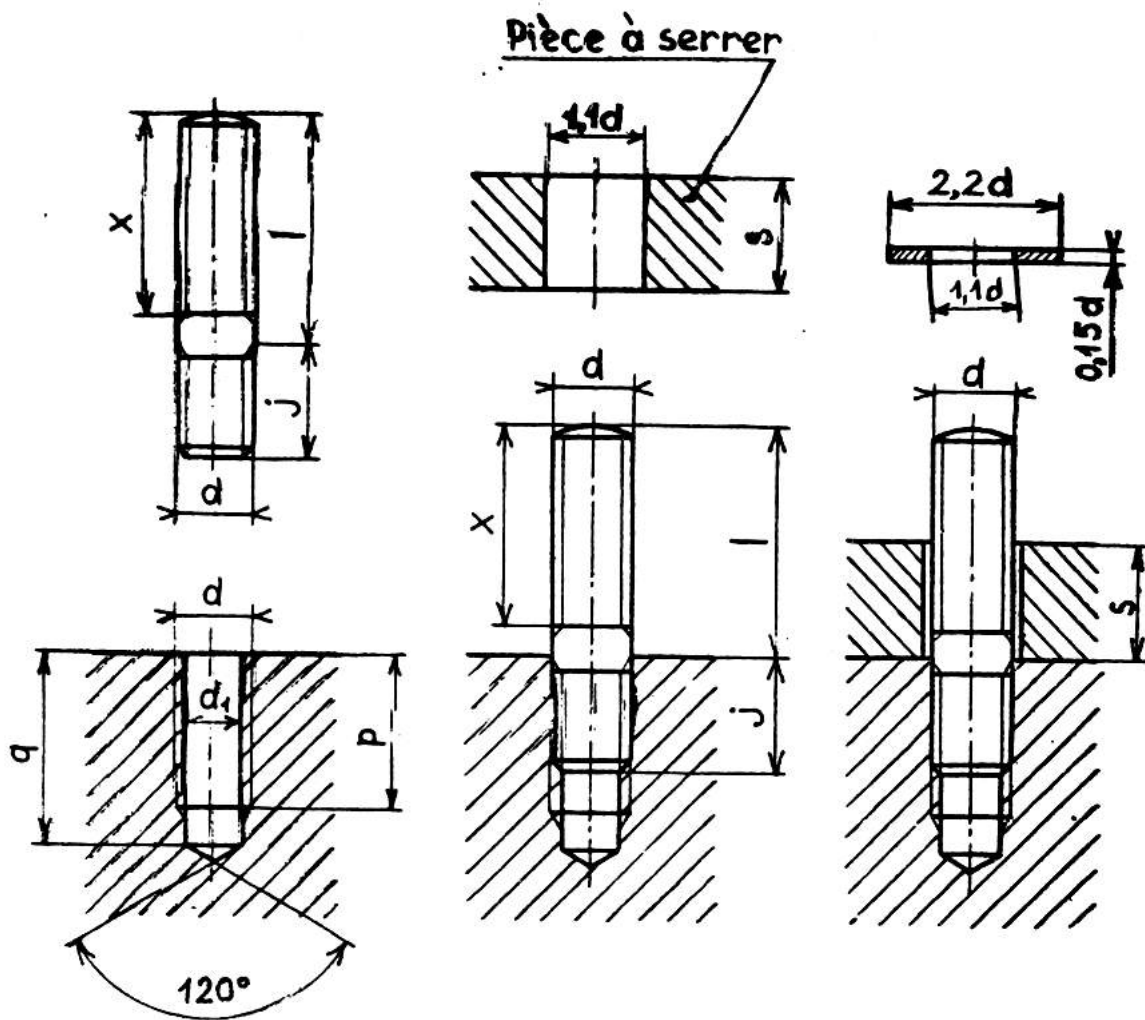
$$1. l = s + c + h + k; \quad k = 0,25d$$

$$2. l = s + 0,15d + 0,8d + 0,25d = s + 1,2d$$

$$\underline{l = s + 1,2d}$$



2.2.1.7. Assemblage par goujon



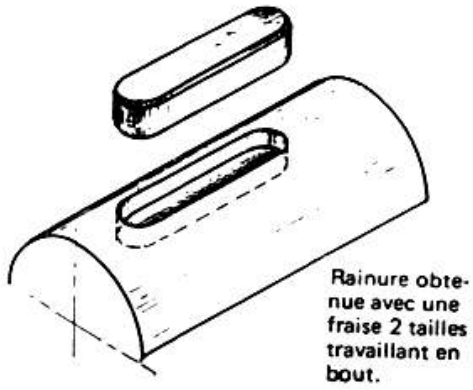
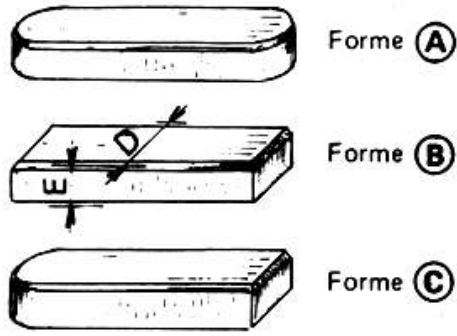
$$1. l = s + c + h + k; k = 0,25d$$

$$2. l = s + 0,15d + 0,8d + 0,25d = s + 1,2d$$

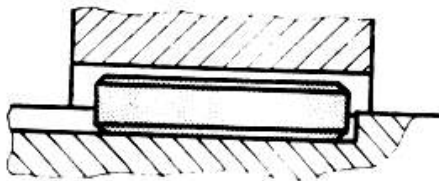
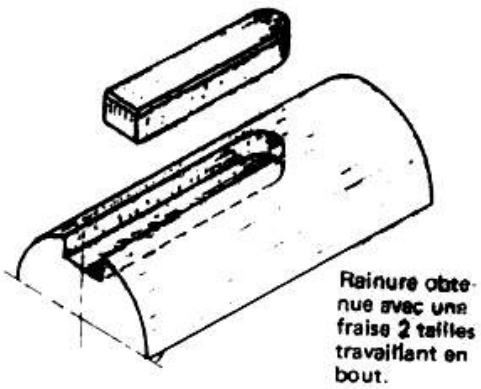
$$\underline{l = s + 1,2d}$$



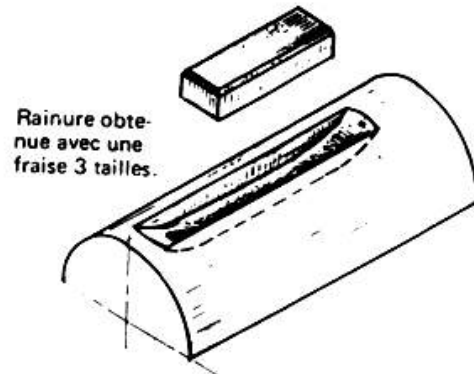
## 2.2.2. Clavettes



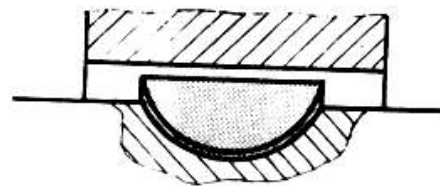
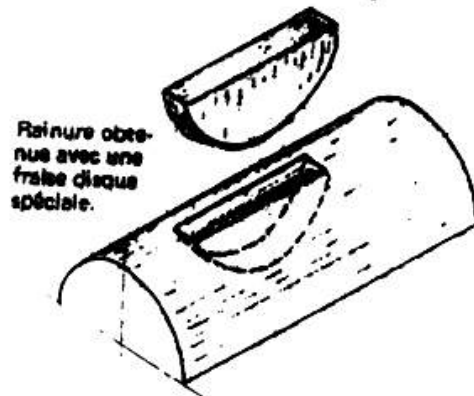
**CLAVETTE PARALLÈLE  
FORME A**



**CLAVETTE PARALLÈLE**



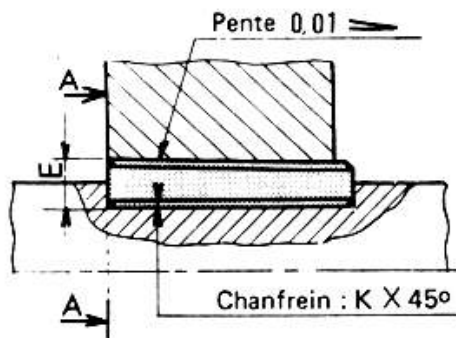
**CLAVETTE PARALLÈLE  
FORME B**



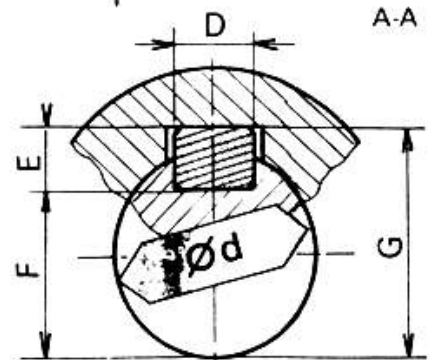
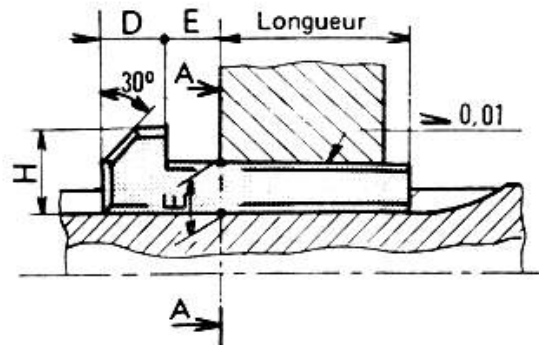
**CLAVETTE DISQUE**

## CLAVETAGE FORCÉ

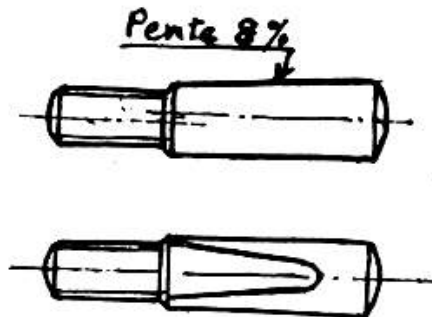
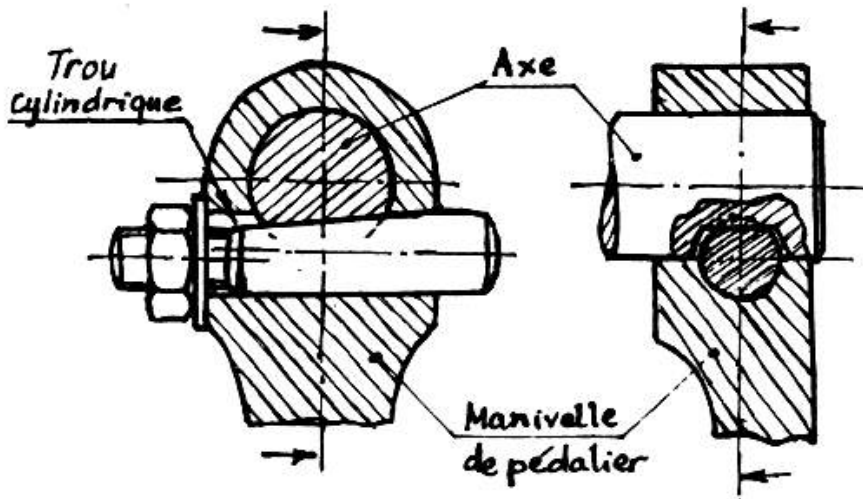
### CLAVETTES INCLINÉES SANS TALON



### CLAVETTES INCLINÉES AVEC TALON

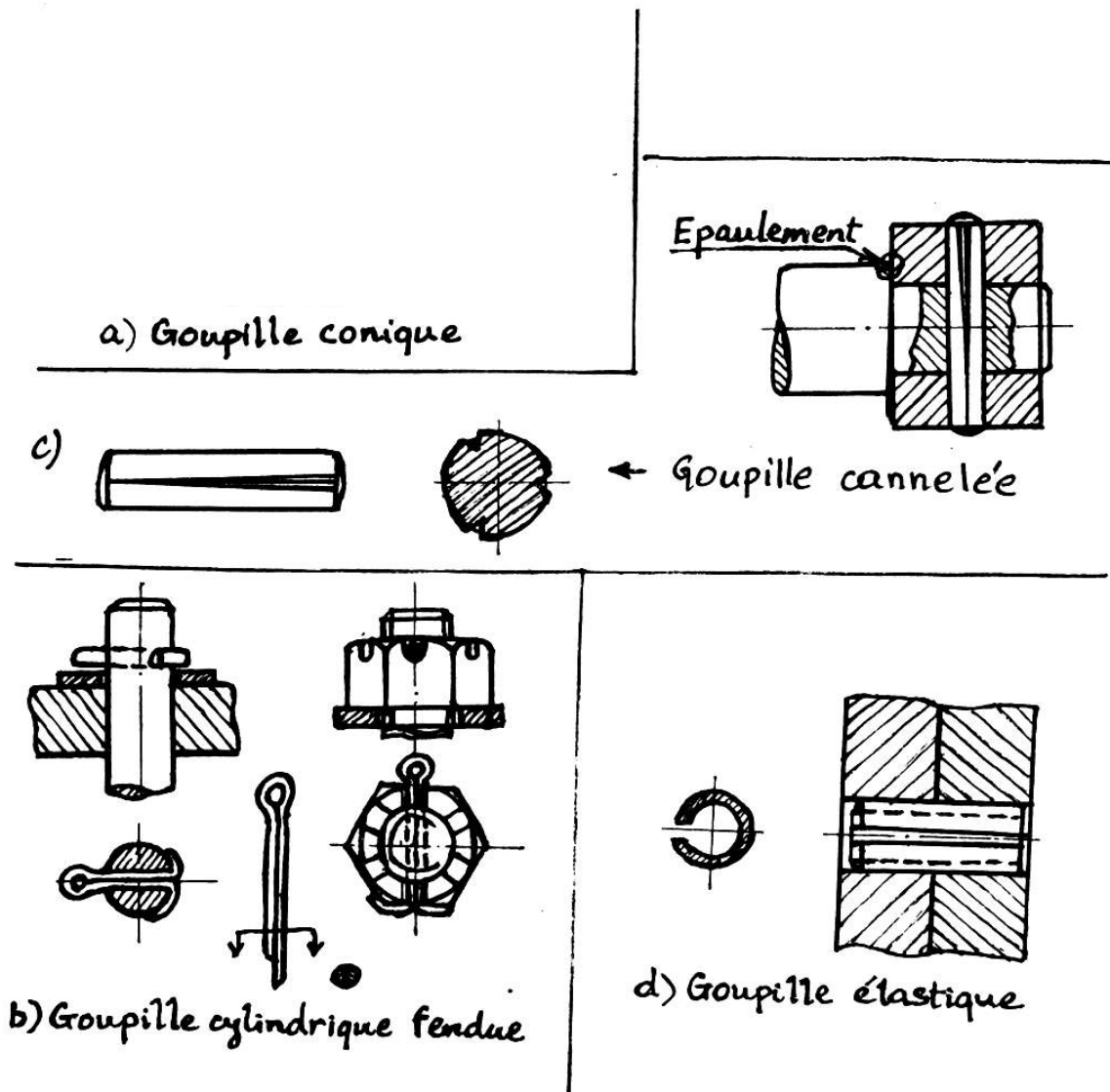


Clavette tangente.





### 2.2.3. Gouillage



### 2.2.4. Vis de pression

## **2.3.Liaisons partielles en translation**

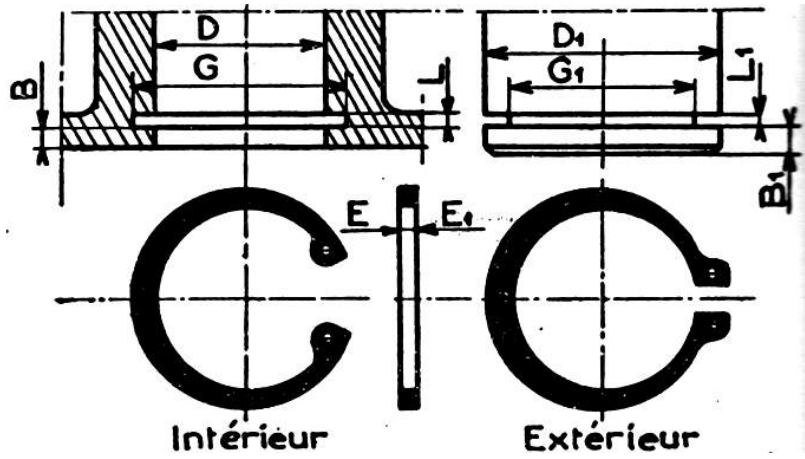
### **2.3.1. Goupille-Tangente**

### **2.3.2. Bague goupillé**

### **2.3.3. Bride d'arrêt**

### 2.3.4. Rondelle et goupille

### 2.3.5. Circlips





## **2.5.Liaisons partielles : sphérique et articulation**

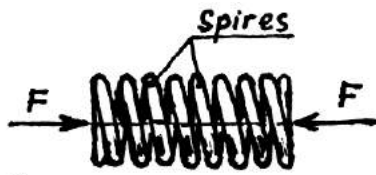
### **2.5.1. Liaison sphérique ou rotule**

### **2.5.2. Vis axe pour articulation**

### **2.5.3. Articulation**

## 2.6. Liaisons partielles élastique

### 2.6.1. Ressorts

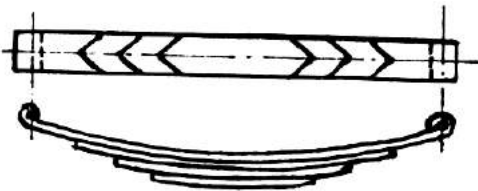


a) Ressort à compression



b) Ressort de traction

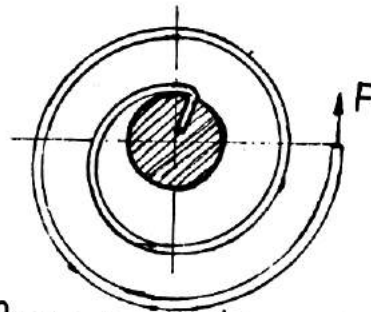
Ressort à lames



(suspension de voitures)

Assemblage élastique

Ressort spiral.



(Ressort d'échappement d'une montre).

### 2.6.2. Caoutchouc

# Chapitre 14. Représentation symbolique

## 1. Représentation simplifiée

Diverses raisons peuvent conduire à utiliser les représentations simplifiées de pièces et éléments ou de leurs assemblages (fonctions ou liaisons). On estime parfois utile de remplacer par un tracé conventionnel le dessin exact de certains détails trop difficiles et ou trop longs à exécuter. Les détails compliqués et de faibles dimensions qui se répètent sur une étendue assez importante n'ont pas lieu d'être complètement représentés. Le dessin étant fait à l'échelle réduite, la représentation exacte de certains éléments ou détails y serait peu lisible ou même irréalisable. On peut citer les cas suivants dont la représentation normalisée est très simplifiée tout en étant très significative:

- Les filetages
- Les engrenages
- Les ressorts
- Les roulements
- Les soudures
- Les installations électriques
- Les installations hydropneumatiques
- Les appareils de robinetterie
- Les liaisons mécaniques

## 2. Schémas

Pendant les premières études de conception, généralement, on désire ne tracer qu'un dessin incomplet, réduit à l'essentiel; c'est pourquoi l'on a recours aux schémas. L'utilité d'un schéma apparaît essentiellement :

- En début d'étude d'un appareil ;
- Il permet de prendre note des idées qui se présentent et évoluent à partir d'une forme très simple au fur et à mesure que la conception se précise ;
- En cours d'étude ;
- Lorsqu'on désire mettre en évidence certaines fonctions ou liaisons essentielles pour pouvoir choisir parmi plusieurs variantes d'études ou solutions ;
- Pendant l'étude technologique du produit ;
- Pour aider à sa compréhension en éliminant les détails inutiles. Le schéma peut exprimer un principe de fonctionnement d'un mécanisme, un procès technologique ou un ordre d'exécution.

Généralement, le schéma est accompagné d'une notice explicative ou au moins d'une légende qui donne la signification des abréviations employées.

### 2.1.Symboles pour schémas

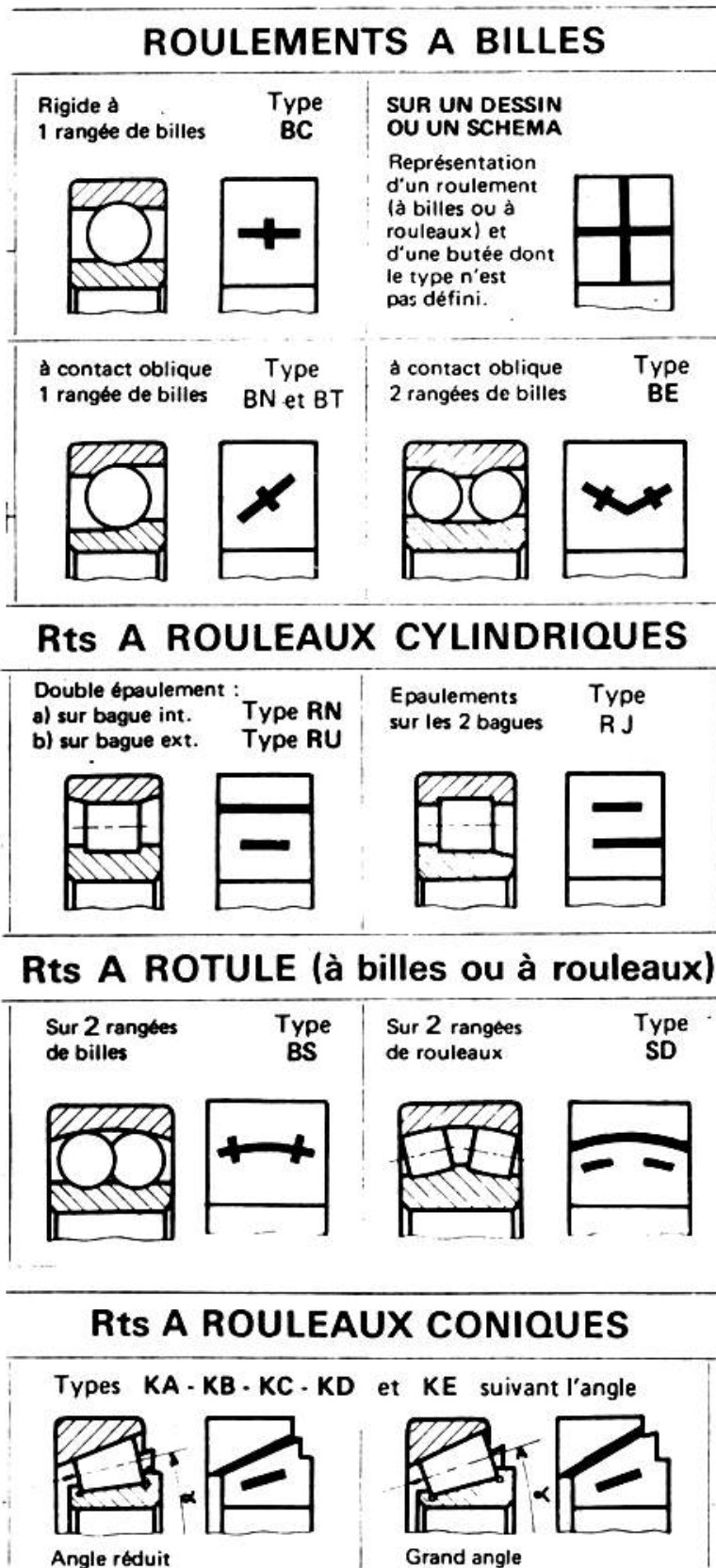
Nous donnons ici les symboles les plus utilisés en technologie mécanique et électrique.

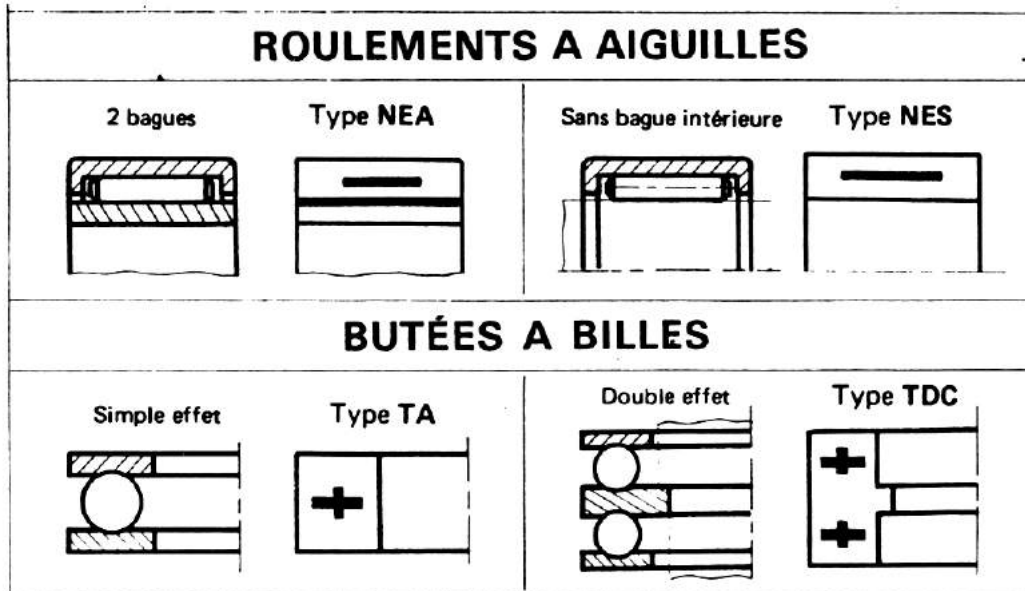
### 2.1.1. Liaisons mécaniques

Nom de la liaison	Mouvements relatifs	Degrés de liberté	Symboles
Encastrement	0 rotation 0 translation	0	
Pivot	1 rotation 0 translation	1	
Glissière	0 rotation 1 translation	1	
Glissière hélicoïdale	1 rotation 1 translation conjuguées	1	
Pivot glissant	1 rotation 1 translation	2	
Appui plan	1 rotation 2 translations	3	
Rotule	3 rotations 0 translation	3	
Liaison linéaire rectiligne	2 rotations 2 translations	4	
Liaison linéaire annulaire	3 rotations 1 translation	4	
Liaison ponctuelle	3 rotations 2 translations	5	
Liaison libre	3 rotations 3 translations	6	Pas de symbole Aucun contact entre les deux solides.



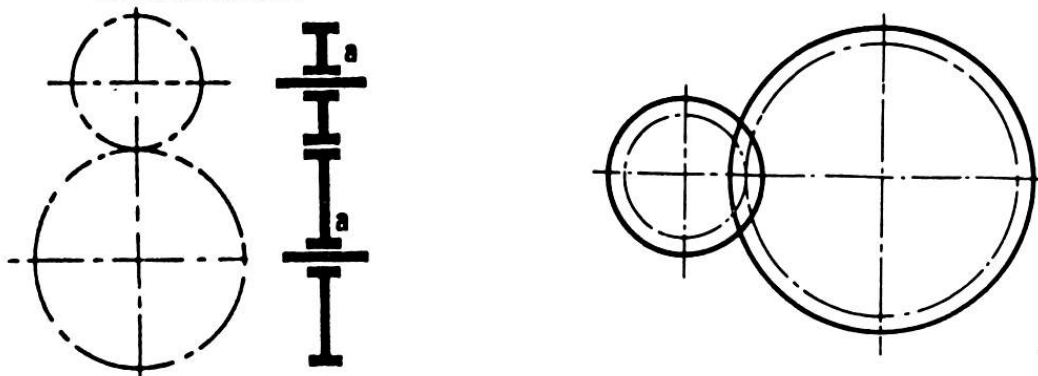
## 2.1.2. Représentation des roulements



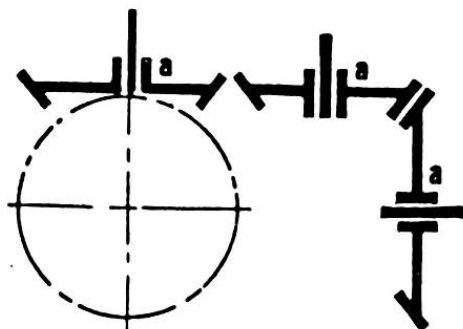


### 2.1.3. Engrenages

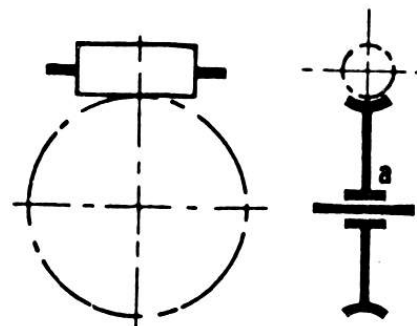
#### ENGRENAGE CYLINDRIQUE



#### ENGRENAGE CONIQUE



#### ROUE TANGENTE ET VIS SANS FIN



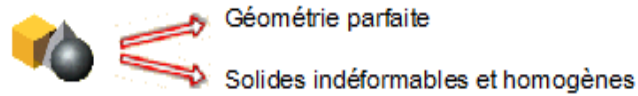
## 2.1.4. Représentation des éléments électriques

Courant continu			<b>Appareillage</b>	Contacteur					
Courant alternatif				<b>Appareils de mesures</b>	Disjoncteur				
Conducteur	simple				Relais (symbole général)				
	double					Appareil	indicateur		
	triple						enregistreur		
Bornes					compteur				
Croisements	sans connexion				<b>Production et transformation de l'énergie</b>	Voltmètre - Ampèremètre			
	avec connexion					Wattmètre			
Connexions	en étoile					Batterie de piles ou d'accumulateurs			
	en triangle					Génératrice courant continu et courant alternatif			
Mise à la terre						Moteur courant continu et courant alternatif			
Mise à la masse						Transformateur			
Enroulement							Variante		
Résistance non réactive							Redresseur à semi-conducteur		
Résistance variable						Transistor			
Impédance									
Inductance			Eclairage	Lampe à incandescence					
Condensateur fixe et variable				symbole général					
Fiche et prise de courant			Signalisation	Voyant					
Coupe circuit à fusible				1 lumineux					
Interrupteur				2 mécanique					
Bouton-poussoir			Avertisseur sonore						
Sectionneur			Sonnerie - Sirène						
			Téléphonie	Micro - Ecouteur					
				Combiné		7.19			

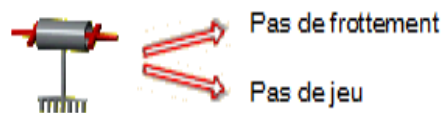
### 3. Modélisation cinématique

#### 3.1. Hypothèses de modélisation

=> Solides parfaits :



=> Liaisons parfaites :



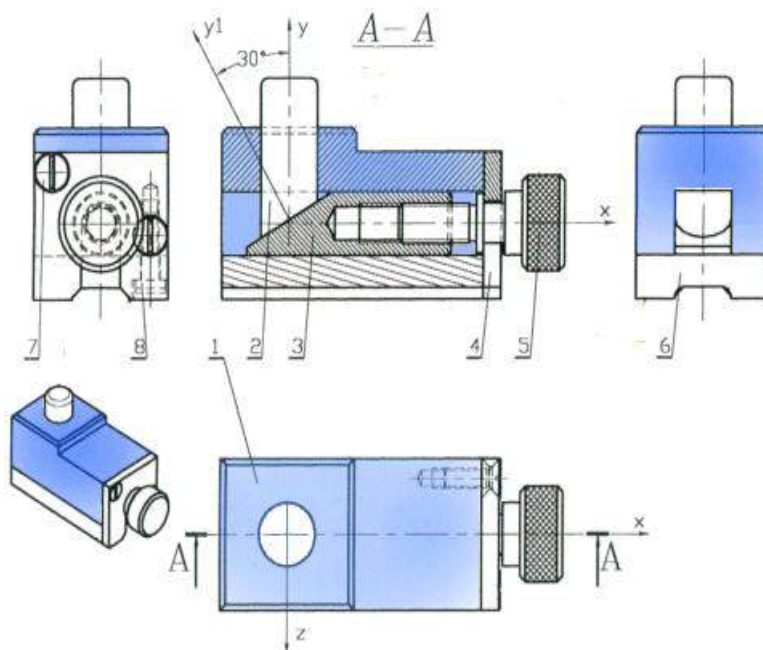
#### 3.2. Identification des classes d'équivalence

Classe d'équivalence : groupe de pièces n'ayant aucun mouvement relatif les unes par rapport aux autres pour une phase de fonctionnement donnée.

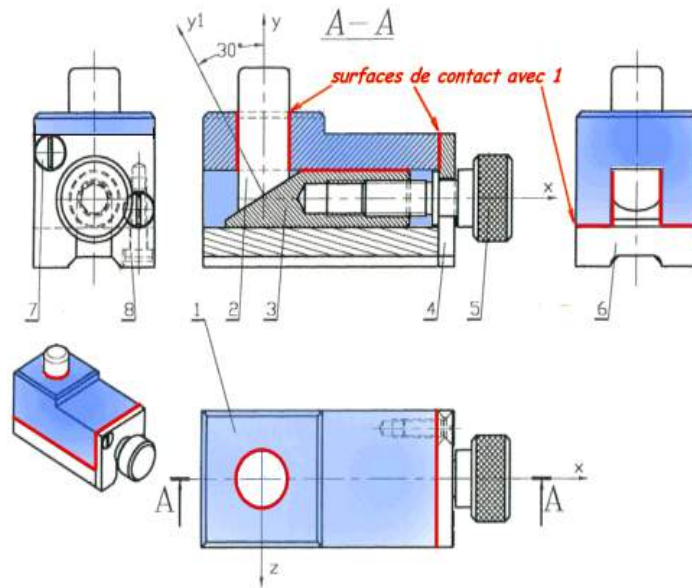
La recherche des classes d'équivalence passe par la localisation de toutes les liaisons encastrement (liaisons complètes) réalisées à l'intérieur du mécanisme pour la phase de fonctionnement étudiée.

#### 3.3. Méthode à suivre pour déterminer les classes d'équivalences

ETAPE 1: Sur le dessin d'ensemble pris en exemple, repérer par une couleur une première pièce (bâti).



ETAPE 2 : Localisez toutes les pièces en contact avec la première.

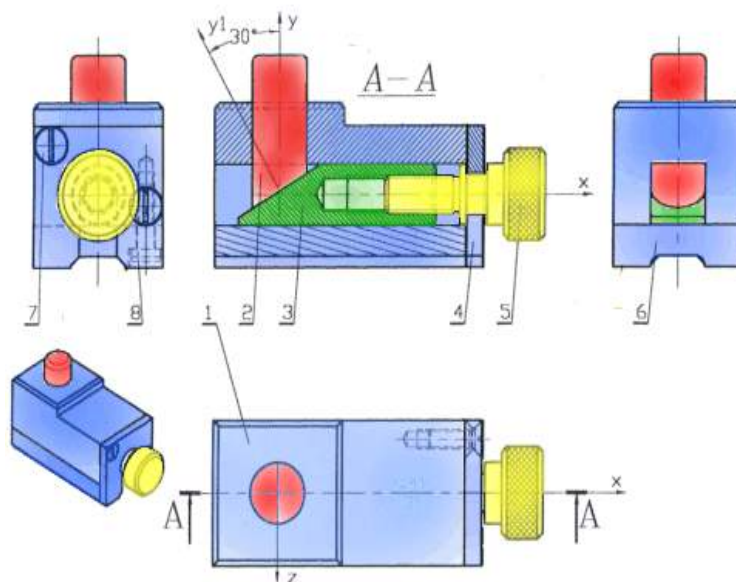


ETAPE 3 : Vérifier que toutes les surfaces de mise en position (MIP) et les éléments de maintien en position (MAP) bloquent bien tous les degrés de liberté des pièces en contact avec la première.

Lorsque c'est le cas, repérer ces pièces de la même couleur.

ETAPE 4 : Réitérer les étapes 2 et 3 avec toutes les pièces en contact avec les premières.

ETAPE 5 : Ce groupe de pièces sans mouvement relatif constitue une classe d'équivalence. On lui donne le numéro de la pièce ayant le plus petit repère.



ETAPE 6 : Reprenez les étapes 1 à 5 (avec à chaque fois une nouvelle couleur) jusqu'à ce que toutes les pièces de la nomenclature soit répertoriées.

### 3.4.Méthode à suivre pour tracer le graphe des liaisons

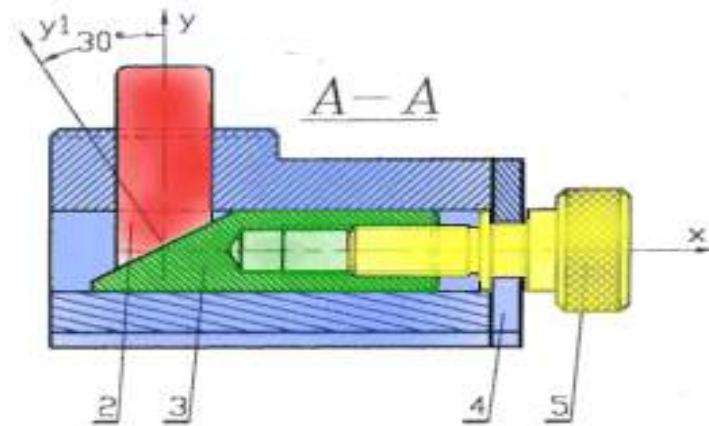
ETAPE 1 : Déterminer tous les couples de classes d'équivalence en contact et les liaisons qui existent entre 2 classes d'équivalence en contact.

ETAPE 2 : Tracer le graphe des liaisons.

### 3.5.Méthode à suivre pour tracer le schéma cinématique

ETAPE 1 : Placer un repère et une échelle sur le dessin d'ensemble.

ETAPE 2 : Pour chacune des liaisons, placez correctement son axe (sa normale le cas échéant) et son centre.



ETAPE 3 : Dessiner le symbole de chacune des liaisons correctement orienté en conservant le code couleur des classes d'équivalence.

Remarque : Un symbole de liaison est composé de 2 solides, chacun doit être associé à une des 2 classes d'équivalence, il y a donc 2 possibilités de coloriage équivalents.

ETAPE 4 : Relier les classes d'équivalence par des traits droits de couleur en essayant de respecter l'architecture du mécanisme (cela n'est pas obligatoire, mais facilite la compréhension).

Remarque : Le schéma cinématique peut être plan en 2D ou spatial en 3D.

### 3.6.Exemple

Arbre tournant

5	2	Flasque	10	1	Rondelle ondulée
4	2	Roulement	9	2	Rondelle plate
3	2	Défecteur	8	2	Vis H
2	1	Arbre	7	2	Clavette
1	1	Corps	6	2	Joint
Rep.	Nb.	Désignation	Rep.	Nb.	Désignation

**Ech. : 1 : 2**

**PALIER PDN 206**

# Chapitre 15. Accouplements

## 1. Définition

Les accouplements sont utilisés pour lier en rotation deux arbres de transmission de puissance en prolongement l'un de l'autre.

## 2. Accouplements rigides

Ce type d'accouplement nécessite un bon alignement des arbres (Figure 15-1).

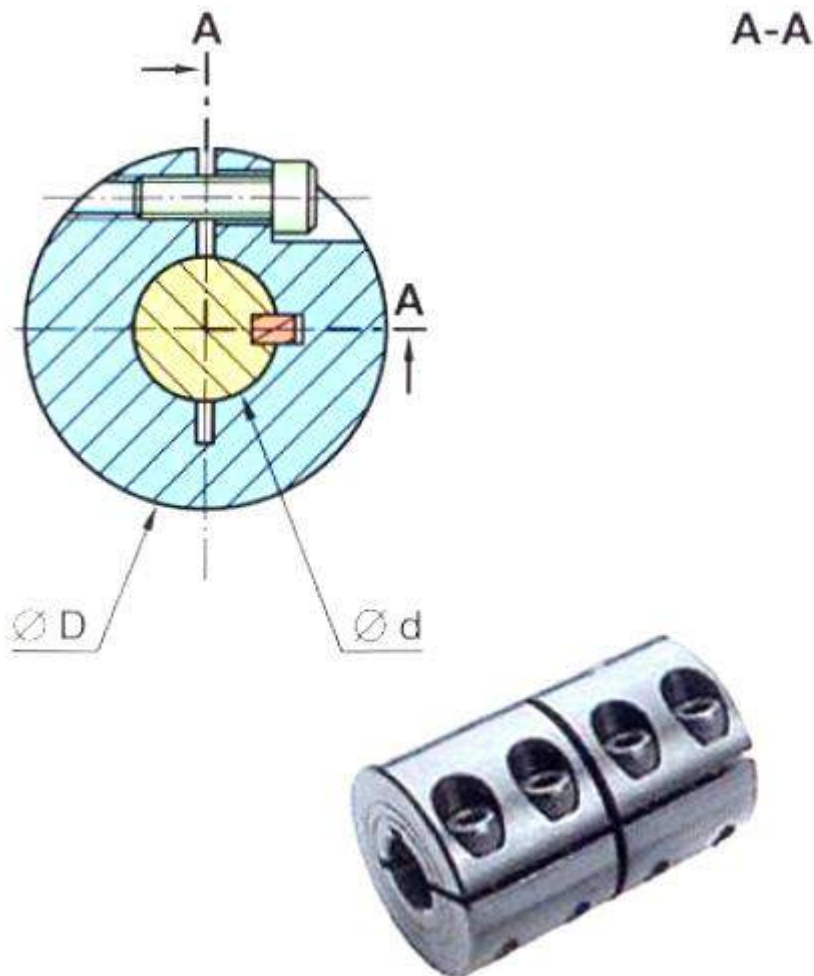


Figure 15-1

## 3. Joints de Cardan

Un joint de cardan permet la transmission d'un mouvement de rotation à deux arbres concourants. Il est composé de deux chapes 1a et 1b et d'un croisillon 2. Dans le modèle ci-dessus, la liaison chape-croisillon se fait par l'intermédiaire de quatre douilles à aiguilles 3 (Figure 15-2).



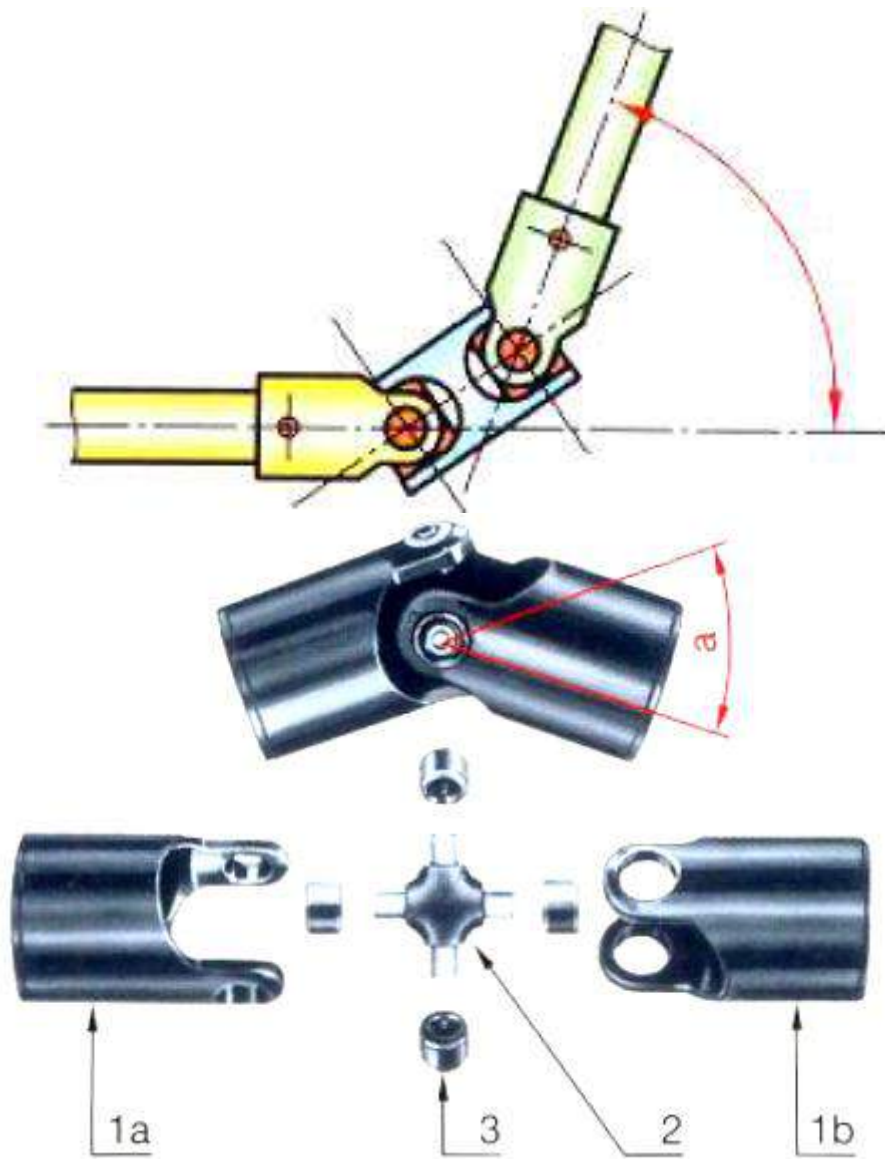


Figure 15-2

# Chapitre 16. Roulements

## 1. Définition

La fonction d'un roulement est de permettre à deux éléments d'être en rotation l'un par rapport à l'autre avec une précision et avec un frottement optimisé, en remplaçant un glissement par un roulement.

## 2. Principaux types de roulements

### 2.1. Roulement à une rangée de billes, à contact radial

- Ces roulements supportent des charges radiales et axiales relativement importantes.
- Ils exigent une bonne coaxialité des portées de l'arbre d'une part et des alésages des logements d'autre part.
- C'est un type de roulement très employé.

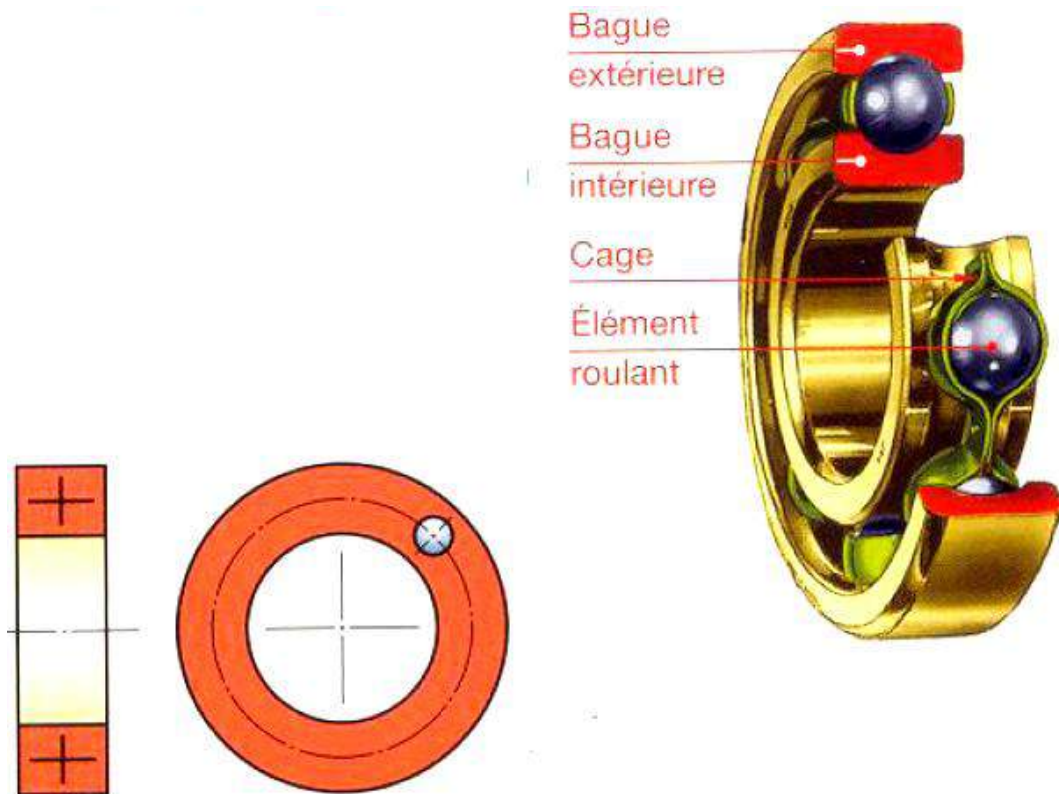


Figure 16-1

### 2.2. Roulement à une rangée de billes, à contact oblique

- Ces roulements supportent des charges axiales relativement élevées dans un seul sens, ou des charges axiales et radiales combinées. En général, ils ne sont pas démontables.

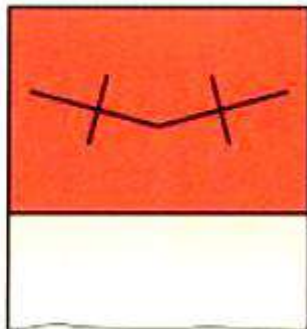
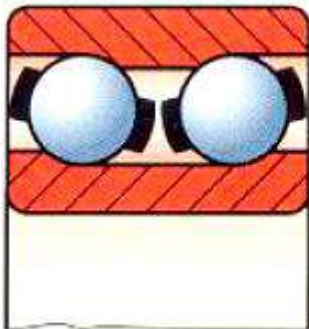
- Ils conviennent pour de grandes fréquences de rotation.
- Ils demandent une bonne coaxialité des portées.



*Figure 16-2*

### 2.3. Roulement à deux rangées de billes, à contact oblique

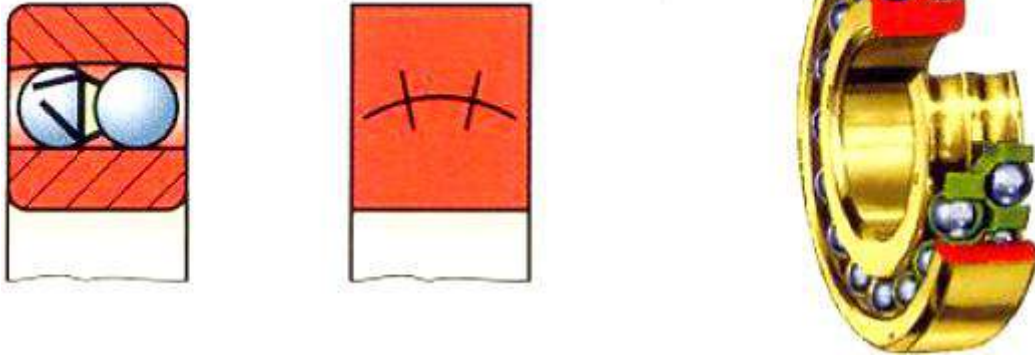
- Ces roulements supportent des charges radiales assez importantes et des charges axiales alternées (deux sens).
- Les fréquences admissibles de rotation sont plus faibles que celles des roulements à une rangée de billes.
- Ils exigent une très bonne coaxialité des portées.



*Figure 16-3*

### 2.4. Roulement à deux rangées de billes, à rotule dans la bague extérieure

- Ces roulements supportent des charges radiales moyennes et des charges axiales faibles.
- Ils conviennent pour de grandes fréquences de rotation.
- Ils sont utilisés lorsque l'alignement précis des paliers est difficile.



*Figure 16-4*

## 2.5. Roulement à rouleaux cylindriques

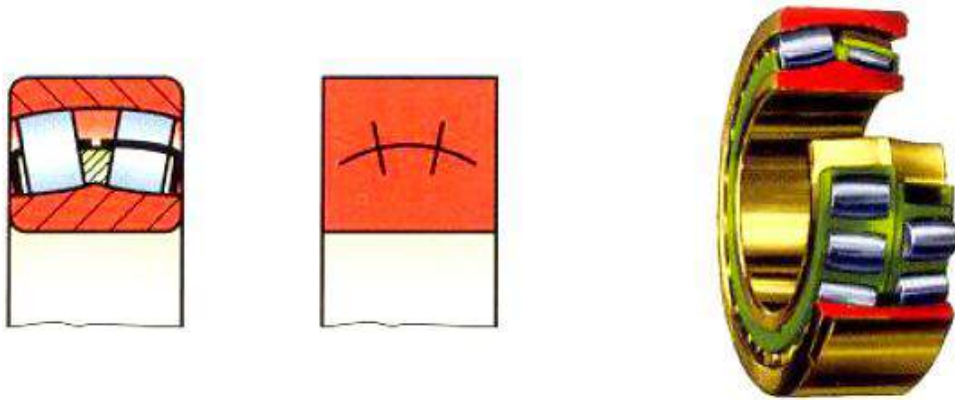
- Ces roulements supportent des charges radiales élevées mais aucune charge axiale.
- Ils conviennent pour de grandes fréquences de rotation.
- Ils exigent une très bonne coaxialité des portées.



*Figure 16-5*

## 2.6. Roulement à deux rangées de rouleaux, à rotule dans la bague extérieure

- Ces roulements supportent des charges radiales très importantes et des charges radiales et axiales combinées.
- Les fréquences admissibles de rotation sont moyennes.
- Ils sont utilisés lorsque l'alignement des paliers est difficile.



*Figure 16-6*

## 2.7. Roulement à rouleaux coniques

- Ces roulements supportent des charges radiales et axiales relativement importantes.
- Ils ne conviennent pas pour les grandes fréquences de rotation.
- Ils exigent une très bonne coaxialité des portées.
- La bague extérieure ou « cuvette » est séparable.
- Ces roulements sont habituellement utilisés par paire et montés en opposition.
- Ils permettent de régler le jeu de fonctionnement.
- Ils sont utilisés pour des paliers de dimensions grandes et moyennes pour des mécanismes précis fortement sollicités.



*Figure 16-7*

## 2.8. Roulement à aiguilles

- Les roulements à aiguilles supportent des charges radiales importantes sous un encombrement relativement réduit.
- Comme les roulements à rouleaux cylindriques comportant une bague sans épaulement ils ne supportent aucune charge axiale.
- Ils conviennent pour de grandes fréquences de rotation.
- Ils exigent une très bonne coaxialité des portées de l'arbre et une très bonne



coaxialité des alésages des logements.

- Ils résistent bien aux chocs.
- Ils permettent un léger déplacement axial de l'arbre par rapport au logement.
- La bague intérieure est séparable.
- Ces roulements sont couramment utilisés : sans bague intérieure, sous forme de douilles à aiguilles ou de cages à aiguilles (sans bague extérieure et sans bague intérieure). L'encombrement est réduit, mais les surfaces de roulement doivent présenter une dureté et un état de surface suffisants ( $Ra \text{ max.} = 0,2$ ).
- Les roulements à aiguilles sont utilisés pour les paliers de petites et moyennes dimensions soumis à des charges radiales importantes.

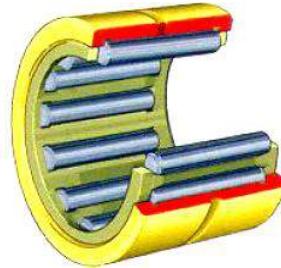


Figure 16-8

## 2.9. Butées à billes

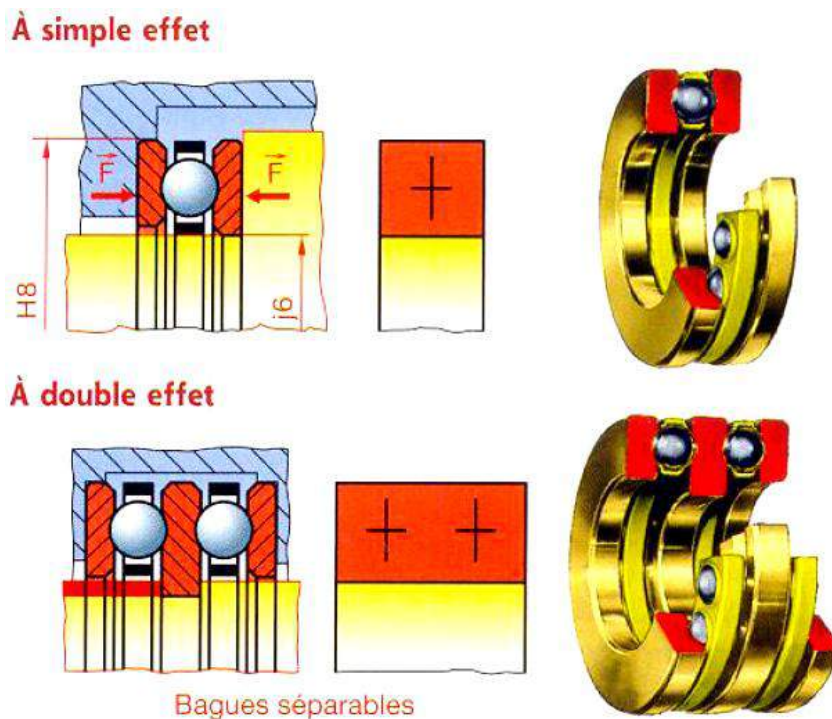


Figure 16-9

- Les butées à billes ne supportent que des charges axiales relativement importantes. Les butées à simple effet ne supportent que des charges axiales dans un seul sens.

- Les butées à double effet sont conçues pour subir des charges axiales alternées (deux sens).
- L'action de la force centrifuge sur les billes limite leur emploi à de faibles fréquences de rotation.
- Les butées à billes ne sont pas conçues pour guider un arbre en rotation. Ce guidage doit être assuré par d'autres types de roulements.
- Les butées à billes conviennent particulièrement pour des arbres verticaux, fortement chargés axialement et tournant lentement.

### 3. Exemples de montage

#### 3.1. Roulement à une rangée de billes, à contact radial

Arbre tournant (Figure 16-10) :

- Les deux bagues intérieures sont maintenues latéralement.
- Un des roulements a sa bague extérieure coulissante afin de lui permettre de prendre librement sa place.

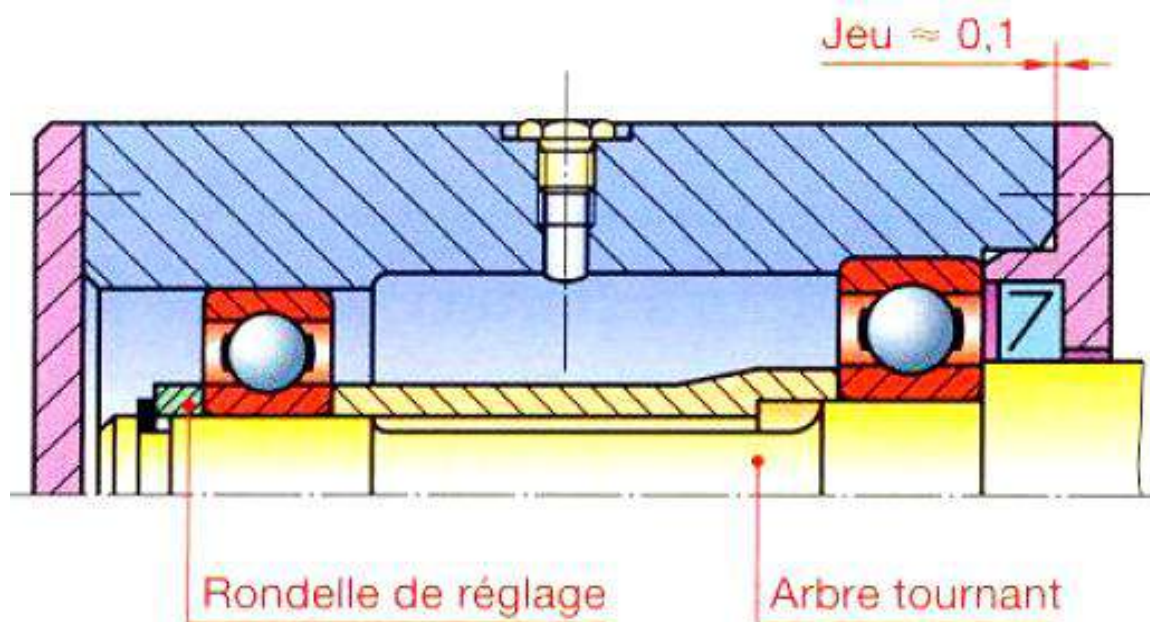


Figure 16-10

Alésage tournant (Figure 16-11) :

- À l'inverse du cas précédent, ce sont les deux bagues extérieures qui sont maintenues axialement.
- La bague intérieure d'un des roulements est coulissante.
- Le maintien axial de la bague intérieure du roulement fixe par écrou à encoches et rondelle frein assure une excellente sécurité.

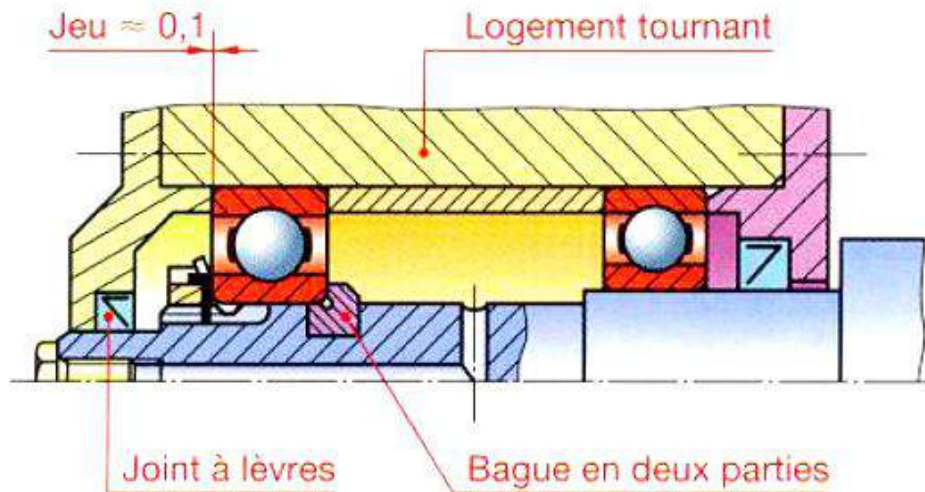


Figure 16-11

Charge axiale dans un sens (Figure 16-12) :

Il est possible, pour simplifier la construction, de se contenter d'appuyer les bagues sur des épaulements. Les roulements sont montés en opposition.

Le roulement qui supporte la charge axiale a ses deux bagues en contact avec les épaulements correspondants.

On prévoit, afin d'éviter des contraintes dues aux tolérances de fabrication ou aux dilatations, un jeu  $J$  égal a quelques dixièmes de millimètres entre la bague coulissante et son épaulement.

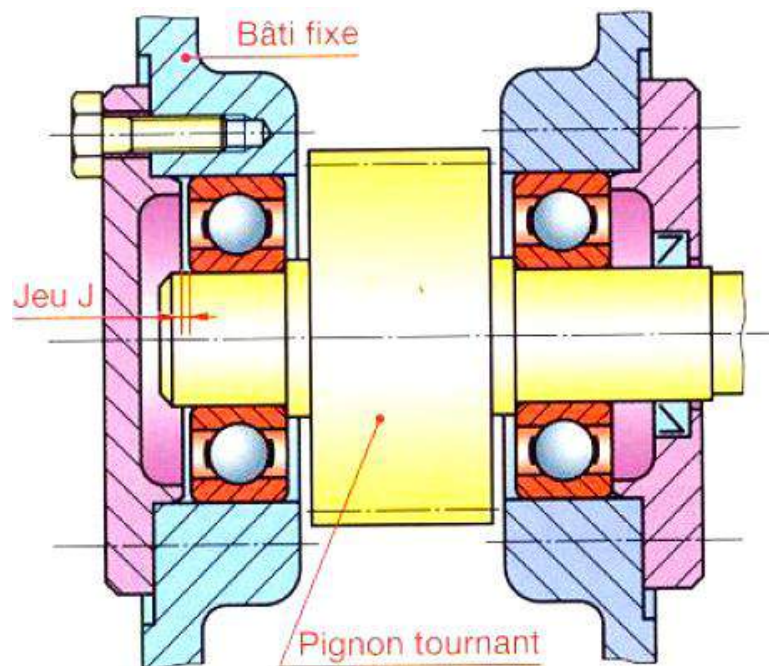


Figure 16-12



### 3.2. Roulement à rouleaux coniques et Roulement à une rangée de billes, à contact oblique

Ces roulements sont habituellement utilisés par paires montés en opposition. La position axiale de l'arbre est déterminée par les deux roulements. Les conditions de montage obéissent à des règles particulières. Pour les cas usuels, on distingue deux principaux types de montage (Figure 16-13) :

- ❖ Le montage en X : il est habituellement utilisé dans le cas d'un arbre tournant ;
- ❖ Le montage en O : il est habituellement utilisé dans le cas d'un alésage tournant.

Le montage de ces roulements nécessite un réglage du jeu de fonctionnement. Il doit être effectué en agissant sur les bagues coulissantes des roulements.

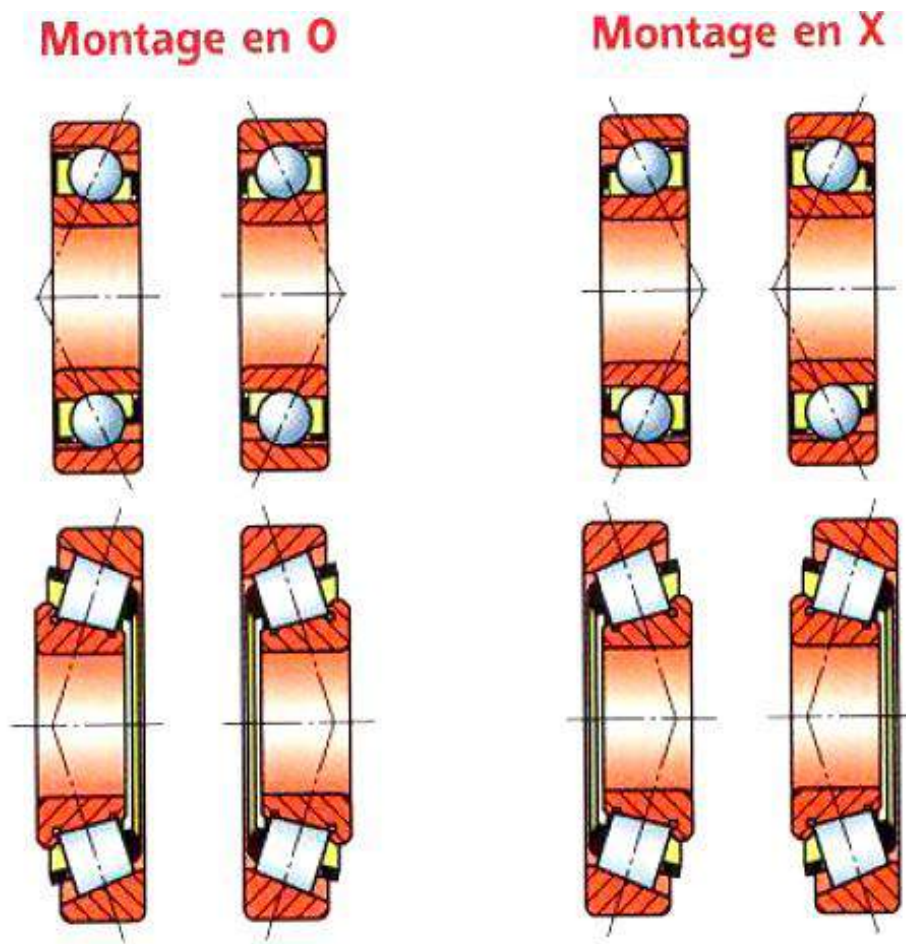


Figure 16-13

Arbre court tournant (Figure 16-14) :

Le réglage du jeu de fonctionnement est effectué à l'aide de cales de réglage en clinquant.

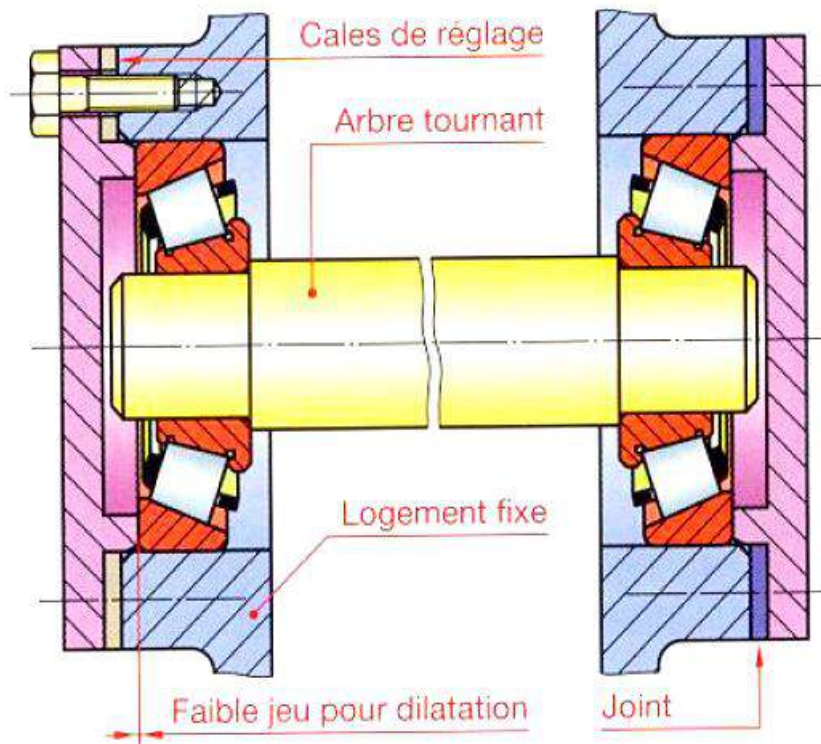


Figure 16-14

Arbre long tournant (Figure 16-15) :

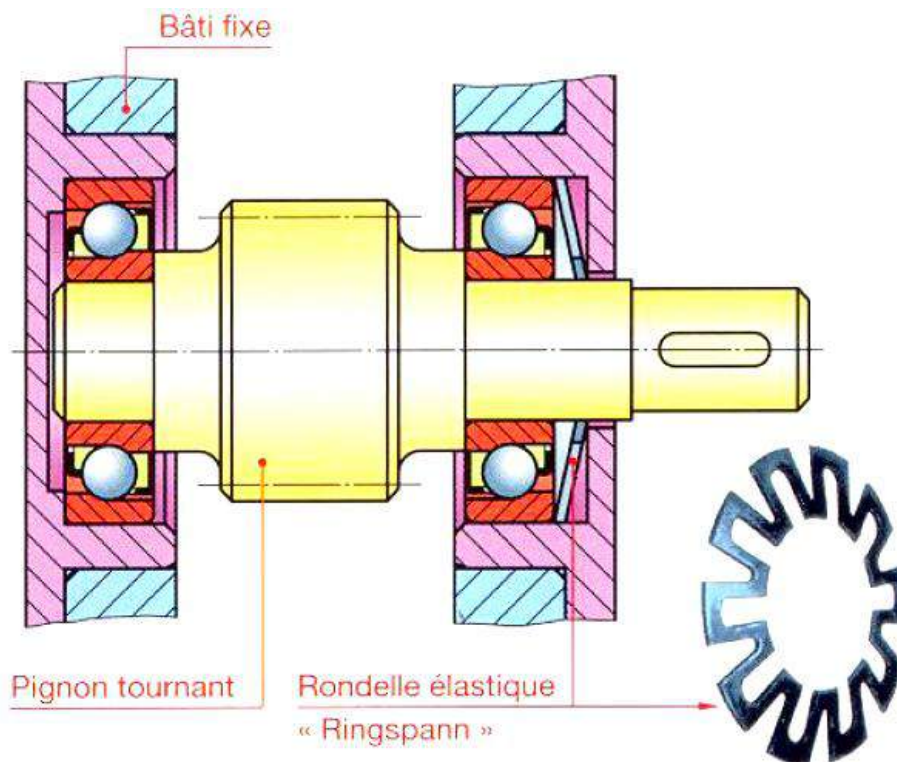
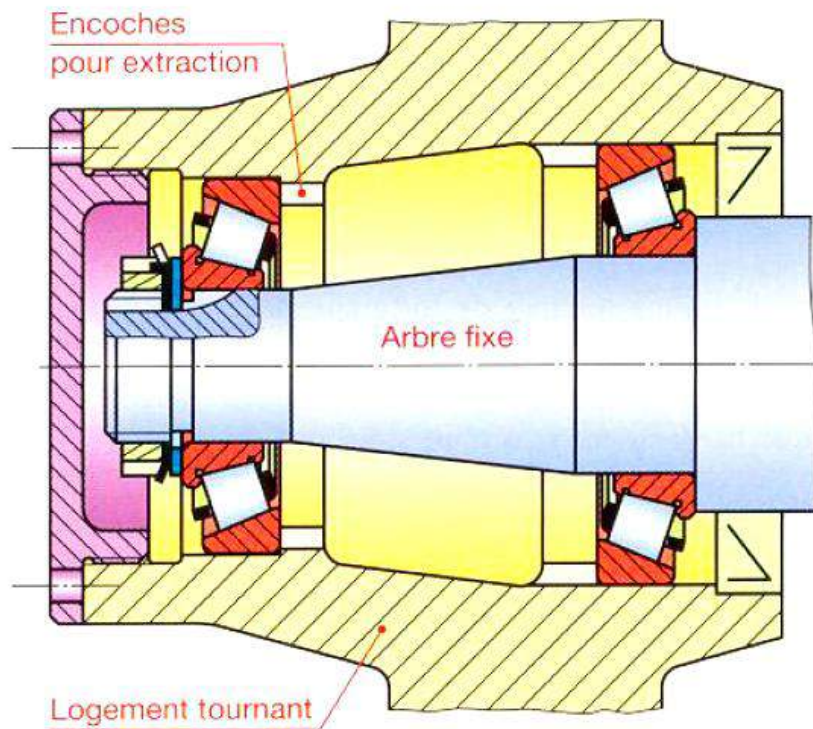


Figure 16-15

Si les roulements sont à une grande distance l'un de l'autre, on évitera les contraintes dues à la dilatation en effectuant le serrage axial par l'intermédiaire d'un dispositif élastique (ressort hélicoïdal, rondelle élastique Ringspann, rondelle Belleville, patin de caoutchouc, etc.).

Pour les roulements à billes à contacts oblique, il existe dans le commerce des rondelles spécialement étudiées. Ces rondelles permettent en outre un rattrapage automatique du jeu de fonctionnement. Elles amortissent efficacement le bruit pour les arbres tournant à grande vitesse. La rondelle élastique doit être montée de manière à s'opposer à l'effort axial le plus faible.

Alésage tournant (Figure 16-16) :



*Figure 16-16*

Le réglage simple et précis du jeu de fonctionnement est obtenu par un écrou à encoches et une rondelle frein.

Afin d'obtenir une pression de contact uniforme, il est nécessaire d'interposer entre la rondelle frein et la bague intérieure une rondelle plate. Cette rondelle est également immobilisée en rotation par une languette qui se loge dans une rainure de l'arbre.

# Chapitre 17. Engrenages

## 1. Définition

Un engrenage est un mécanisme élémentaire composé de deux roues dentées mobiles autour d'axes de position relative invariable. L'une des roues entraîne l'autre par l'action des dents successivement en contact. La roue qui a le plus petit nombre de dents est appelée pignon.

Suivant la position relative des axes des roues, on distingue :

- les engrenages parallèles (axes parallèles) ;
- les engrenages concourants (axes concourants) ;
- les engrenages gauches (les axes ne sont pas dans un même plan).

Une combinaison d'engrenages est appelée train d'engrenages.

### Engrenage parallèle



### Engrenage concourant



### Engrenage gauche

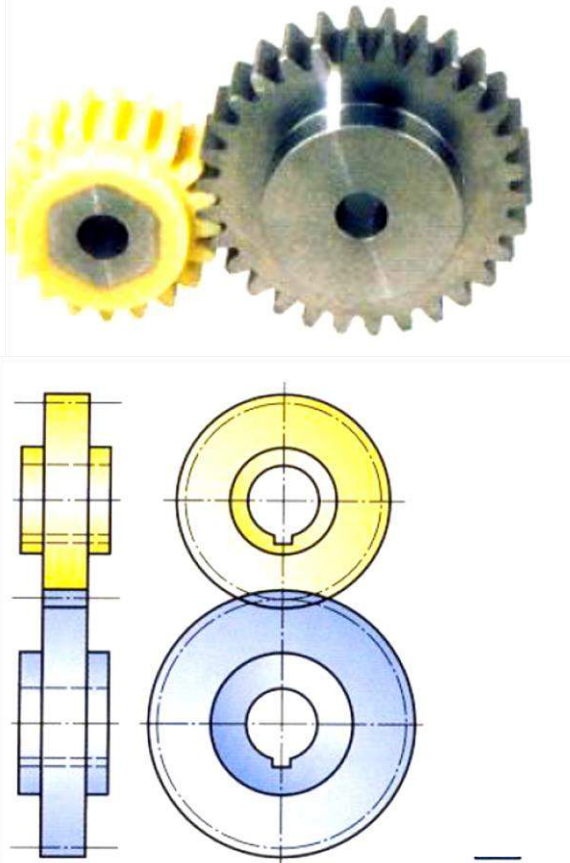


Figure 17-1

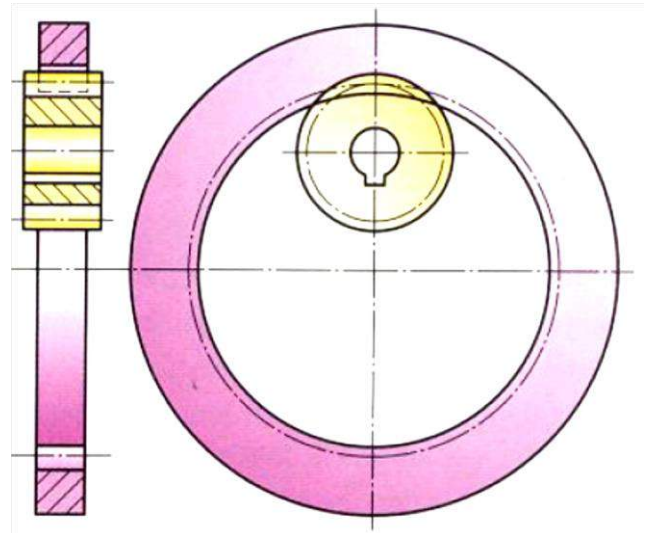


## 2. Représentation des engrenages

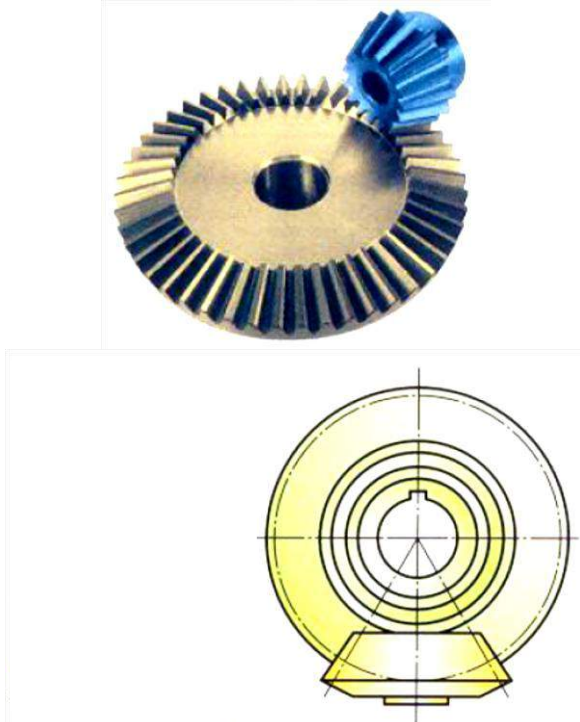
Engrenage extérieur de roues cylindriques



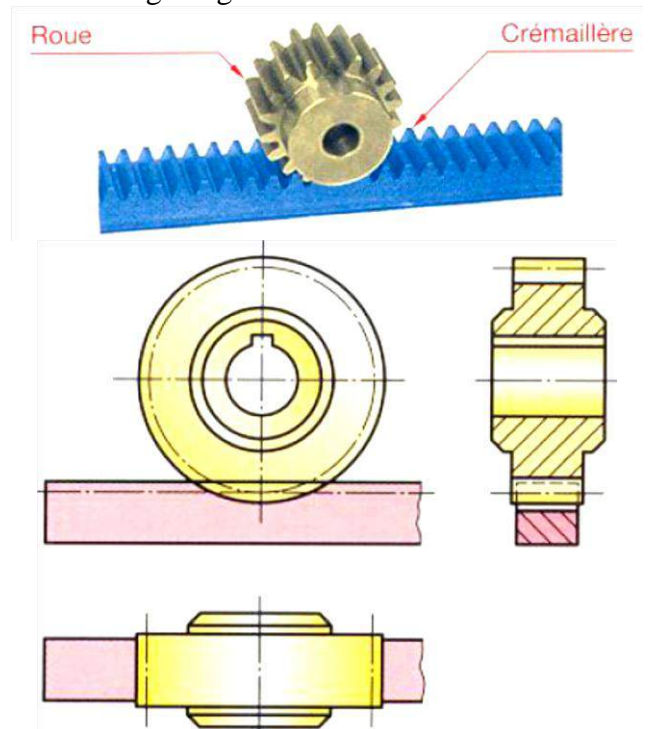
Engrenage intérieur de roues cylindriques



Engrenage de roues coniques

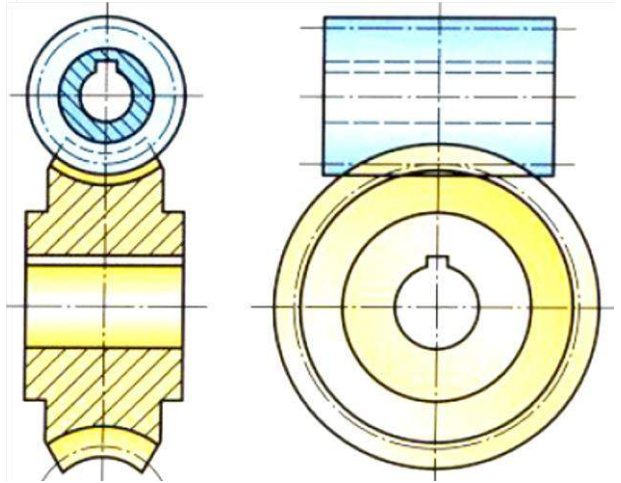
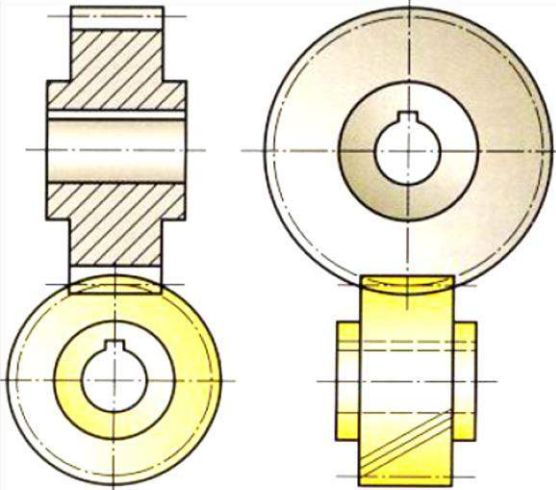
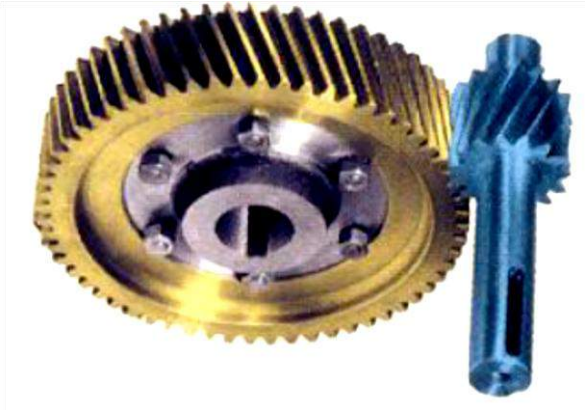


Engrenage à roue et à crémaillère



Engrenage gauche hélicoïdal

Engrenage à roue et vis sans fin



# Chapitre 18. Chaines et Courroies

## 1. Chaines

Ces chaînes permettent la transmission d'un mouvement de rotation entre une roue dentée menante et une roue dentée menée sans contact entre elles. Afin de répartir les efforts, l'arc d'enroulement de la chaîne doit être supérieur à  $90^\circ$ . Le rapport entre le nombre de dents de la roue et le nombre de dents du pignon ne doit pas dépasser 8.

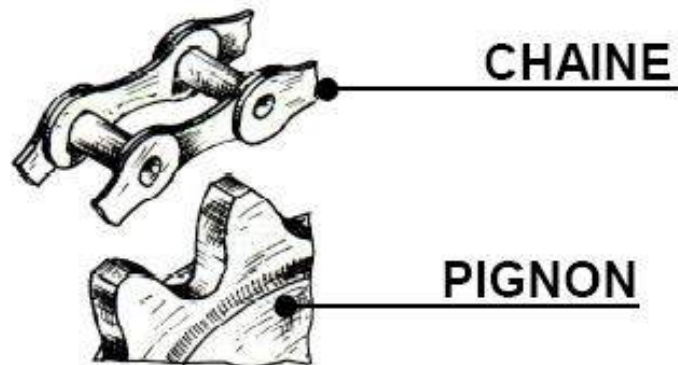


Figure 18-1

### 1.1. Chaines à rouleaux

Ce sont les plus utilisées en transmission de puissance. Vitesse limite : 12 à 15 m/s.

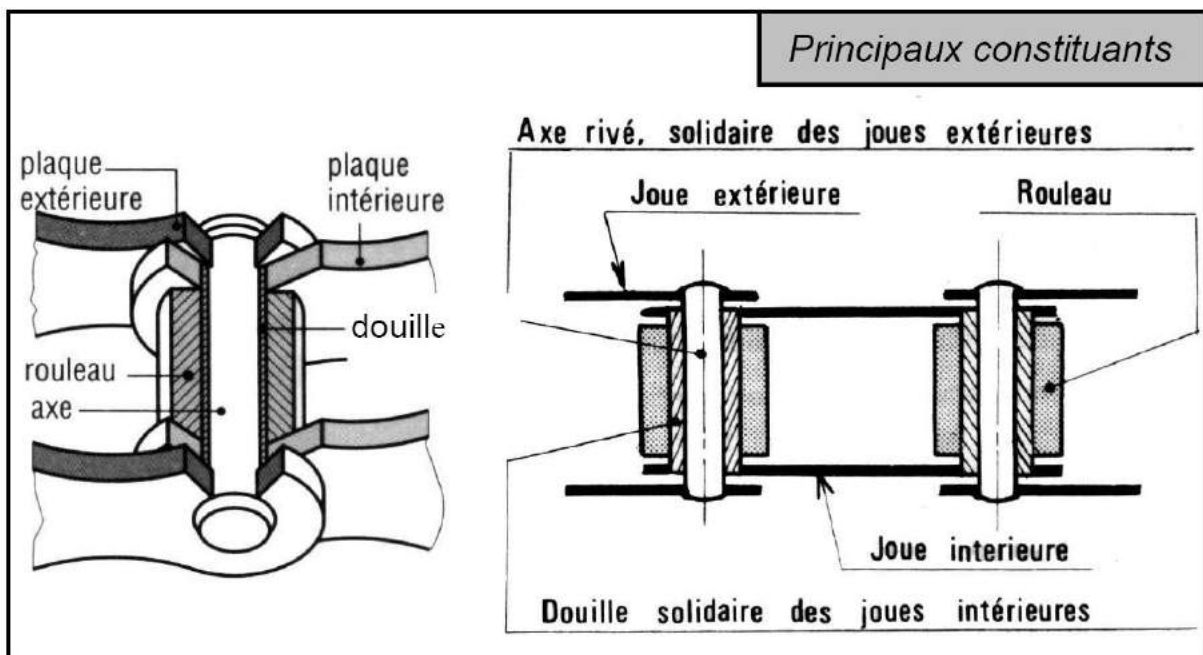


Figure 18-2

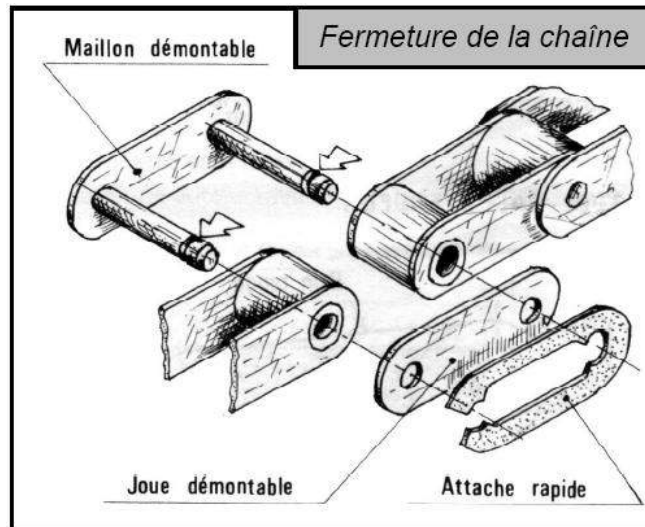


Figure 18-3

## 1.2.Principales caractéristiques

### Avantages

- Longue durée de vie
- Entraînement de plusieurs arbres récepteurs en même temps
- Basses vitesses de transmission (de 13 à 20 m/s pour les chaînes silencieuses)
- Supportent des conditions de travail plus rudes que les poulies-courroies.

### Inconvénients par rapport aux poulies-courroies

- Plus bruyantes
- Vitesses de rotation plus faibles
- Lubrification nécessaire.

## 2. Courroies

Les poulies et courroies permettent la transmission d'un mouvement de rotation d'un arbre menant à un arbre mené relativement éloignés l'un de l'autre.

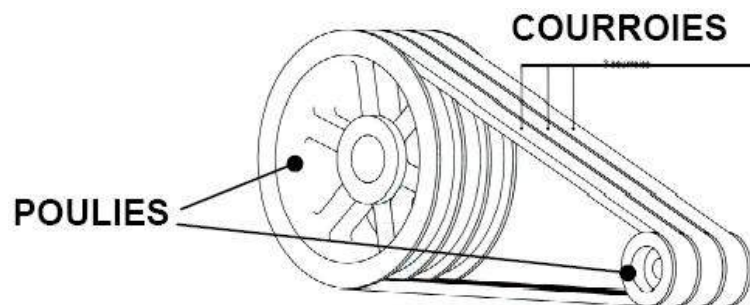


Figure 18-4

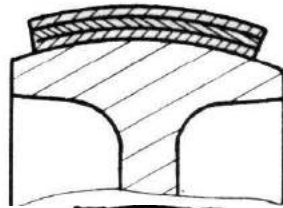


## 2.1.Principaux types de courroies

Types

Courroies

plates



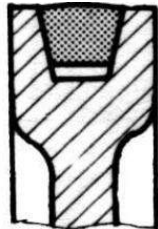
Caractéristique

Très silencieuses

Transmission de vitesses élevées.

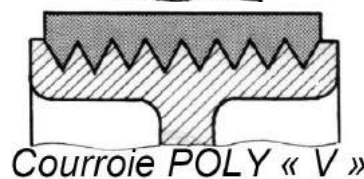
Courroies

trapézoïdales



Puissance transmissible élevée (emploi de gorges multiples)

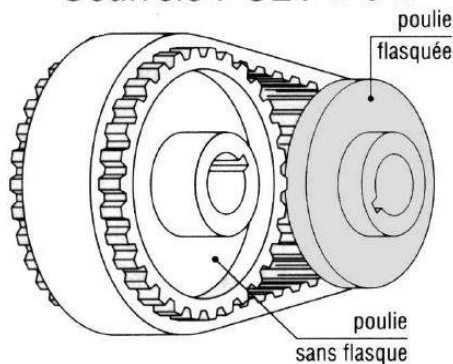
Courroies poly « V » très utilisées en électroménager.



Courroie POLY « V »

Courroies

crantées



Transmission silencieuse sans glissement

Une des deux poulies doit être flasquée afin que la courroie ne sorte pas des poulies

Ex. utilisation : Entraînement de l'arbre à cames de moteurs d'automobile.

## 2.2.Principales caractéristiques

Avantages

- Transmission silencieuse
- « Grandes » vitesses de transmission (de 60 à 100 m/s pour les courroies plates)
- Grand entraxe possible entre les poulies

Inconvénients par rapport aux poulies-courroies

- Durée de vie limitée
- Couple transmissible faible pour les courroies plates
- Tension initiale de la courroie nécessaire pour garantir l'adhérence.

# Chapitre 19. Ressorts

Un ressort est un élément de mécanisme qui peut revenir à son état initial après avoir subi une déformation relativement importante.

désignation	Vue extérieure	Vue en coupe	Vue simplifiée
Ressort cylindrique de compression			
Ressort cylindrique de traction			
Ressort cylindrique de torsion			
Ressort de compression à lame de section rectangulaire (ressort en volute)			
Rondelle élastique			
Rondelles élastiques empilées dans le même sens			
Rondelles élastiques empilées dans le même sens			
Ressort spiral à lame de section rectangulaire			

# TP Dessin Industriel

## TP N° 1

### Données :

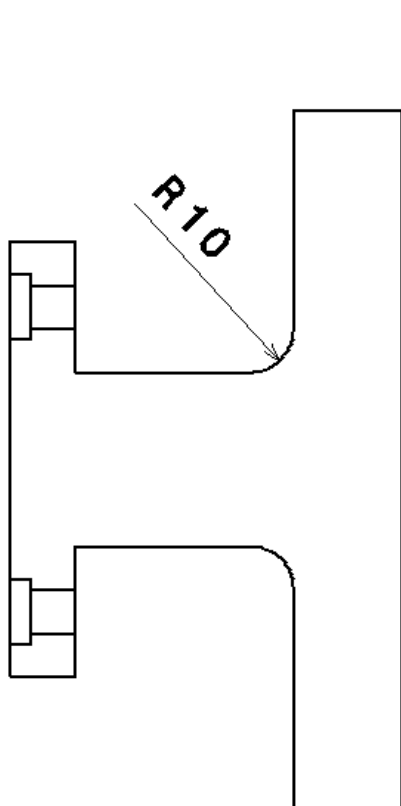
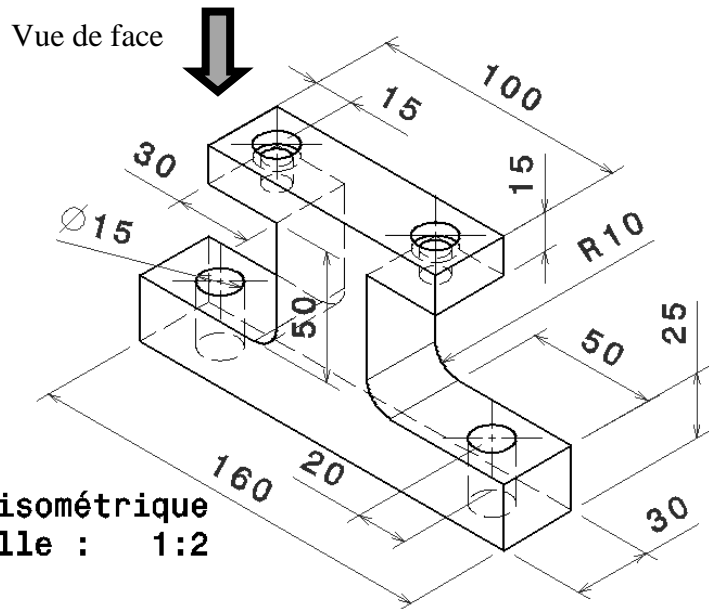
Dessin en 3D

La vue de face et la vue de droite (coupe A-A) incomplètes.

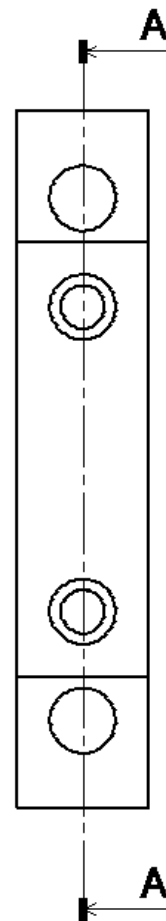
### Travail demandé :

Faire la mise au net de la vue de face et de la coupe A-A.

Mettre les dimensions sur la vue de face et la coupe A-A à partir du dessin 3D.



Coupe A-A  
Echelle : 1:2



Vue de face  
Echelle : 1:2

## TP N° 2

Vue de face



### Données :

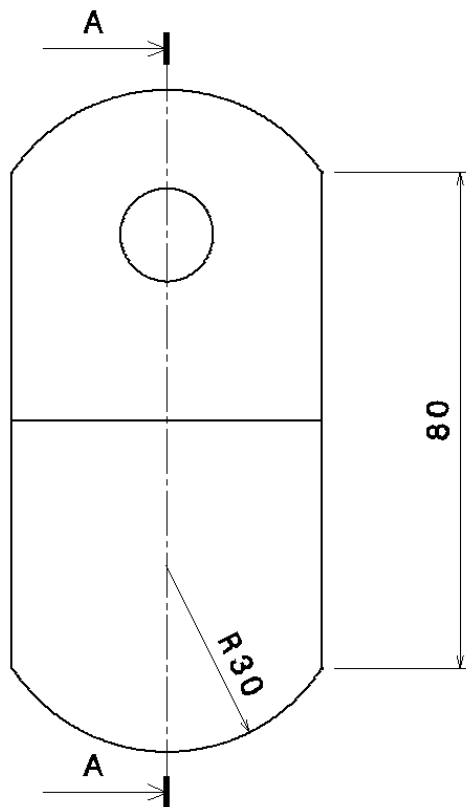
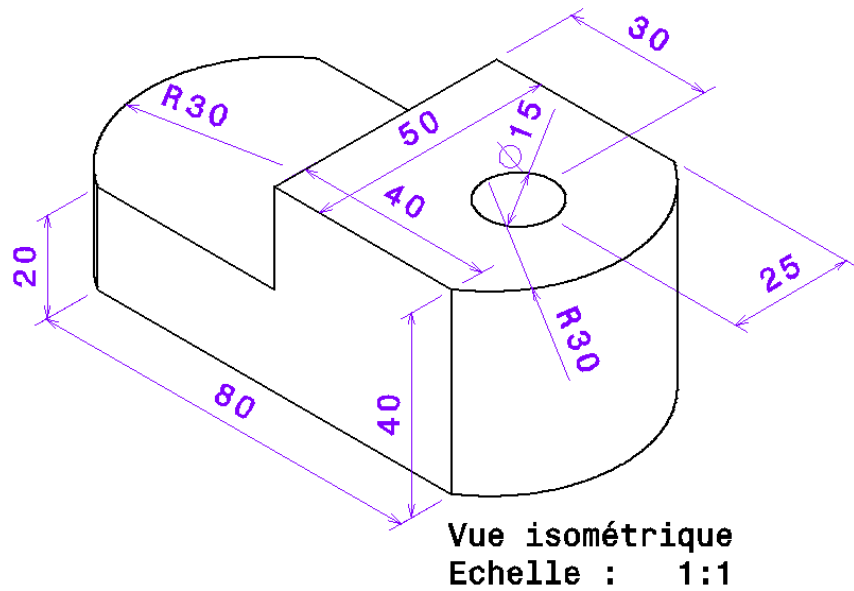
Dessin en 3D

La vue de face et la vue de droite (coupe A-A) incomplètes.

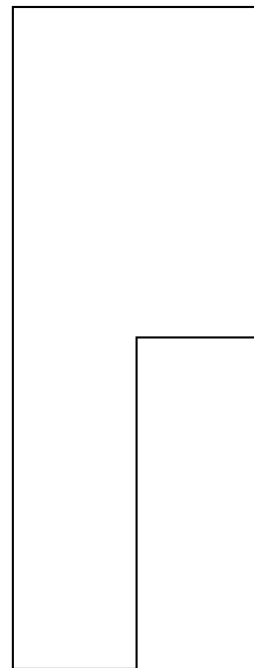
### Travail demandé :

Faire la mise au net de la vue de face et de la coupe A-A.

Mettre les dimensions sur la vue de face et la coupe A-A à partir du dessin 3D.



Vue de face  
Echelle : 1:1



Coupe A-A  
Echelle : 1:1

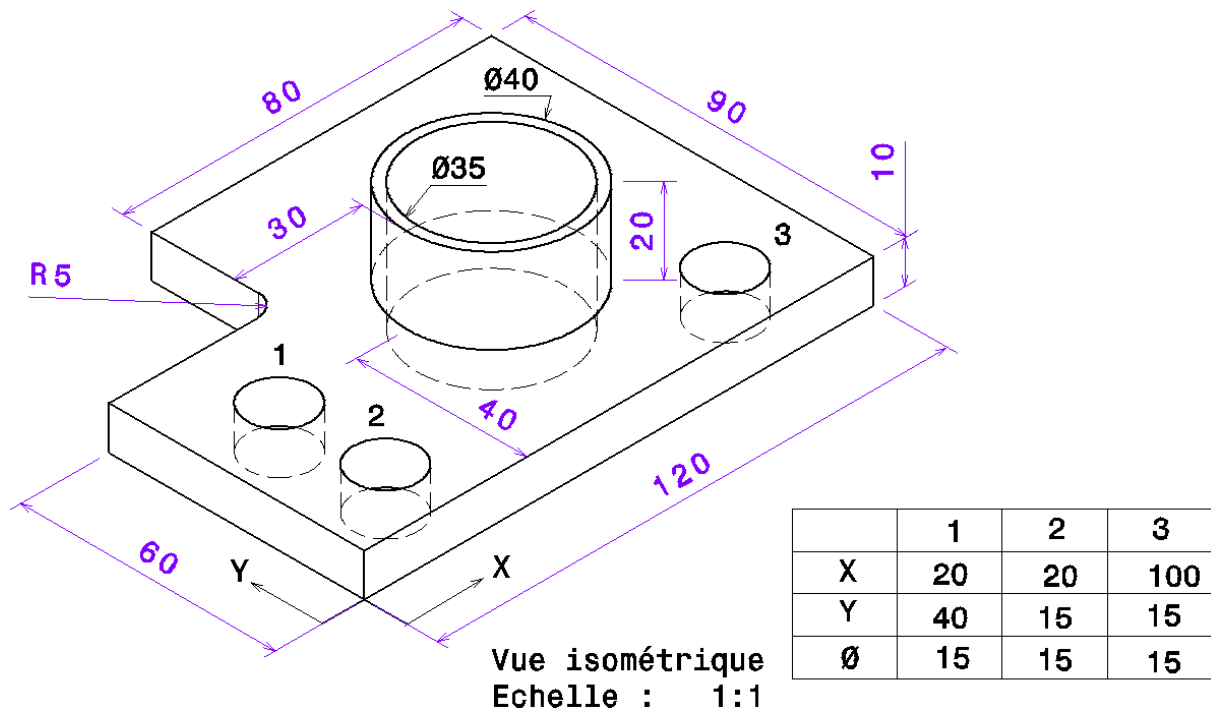
# TP N° 3

## Données :

Dessin en 3D

## Travail demandé :

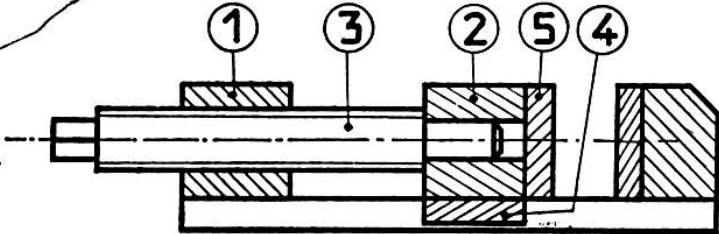
Dessiner, dans un format A4, la vue de face et la coupe A-A dans l'emplacement de la vue de dessous avec les différentes cotes.

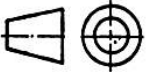


# TP N° 4

## Travail demandé :

Redessiner, dans un format A4, le dessin d'assemblage d'un étau avec le cartouche et la nomenclature.



5	2	Plaquettes de mors	XC55	
4	1	Plaque de guidage	A 33	
3	1	Vis de manoeuvre	A 52	
2	1	Mors mobile	F+ 20	
1	1	Bâti	F+ 20	
Rp.	Nb.	Désignation	Matière	Observations
Echelle: 1		<b>ETAU</b> A MORS PARALLELES		Date
				Nom
		Lycée Technique d'Etat de _____		
<b>A 3 - 1F1-1-07-15</b>				

Bord de la feuille coupée
Cadre du cartouche

# TP N° 5

## Travail demandé :

Redessiner, dans un format A4, le dessin d'assemblage d'un arbre tournant avec le cartouche et la nomenclature.

5	2	Flasque	10	1	Rondelle ondulée
4	2	Roulement	9	2	Rondelle plate
3	2	Délecteur	8	2	Vis H
2	1	Arbre	7	2	Clavette
1	1	Corps	6	2	Joint
Rep.	Nb.	Désignation	Rep.	Nb.	Désignation

Ech. : 1 : 2

**PALIER PDN 206**

## TP N° 6

### 1<sup>ère</sup> partie : Dessin

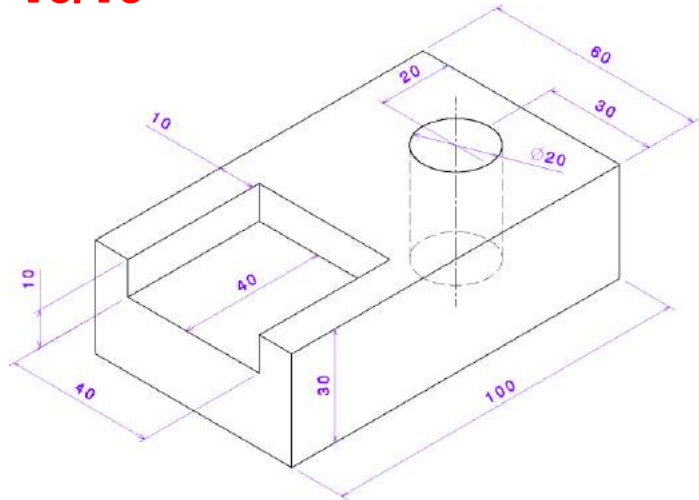
**10/10**

#### Données :

Dessin en 3D

#### Travail demandé :

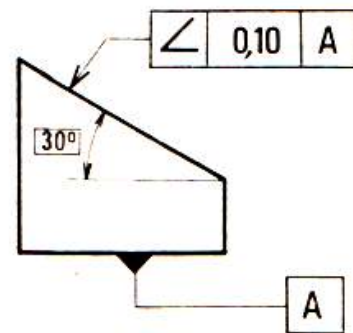
- Dessiner, dans un format A4, la vue de face et la coupe A-A dans l'emplacement de la vue de dessous avec les différentes cotes.



### 2<sup>ème</sup> partie : Questions

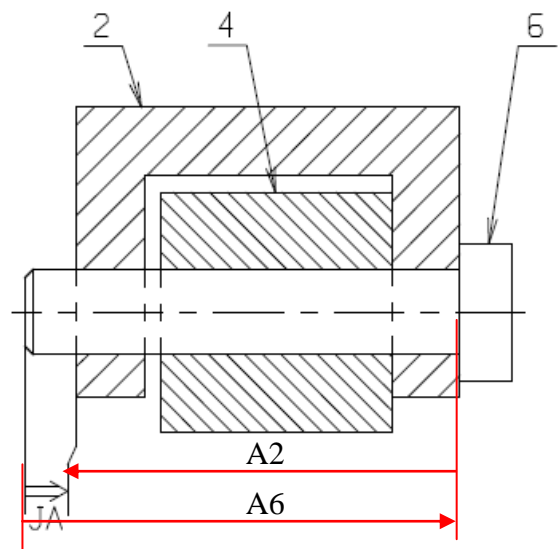
**10/10**

Expliquer la tolérance géométrique ci-contre.



L'usinage de la pièce 6 représentée dans la figure ci-contre nécessite les conditions particulières suivantes:

- la cote condition JA doit être égale à  $8+0,4$ , c'est un jeu exigé pour le fonctionnement.
- la cote A2 étant connue :  $A2=60\pm 0,1$
- déterminer la cote A6 et sa tolérance.





## Références

*Ce polycopié fait largement référence à l'ouvrage de S. BENSAADA (Université de Biskra) et au livre de A. CHEVALIER.*

A. Chevalier, Guide du dessinateur industriel, édition Hachette (2004).

S. Bensaada et D. Feliachi, Le dessin technique, deuxième partie : Le dessin industriel, édition O.P.U (1994).