



OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du
Travail

Direction Régionale Nord Ouest II

MODULE 19:

**LECTURE ET INTERPRETATION
DES PLANS, DES DOCUMENTS
TECHNIQUES, DES DEVIS**

OFPPT

Spécialité :

Technicien en Fabrication

Mécanique

– TFM –

PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com

Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique :

MODULES ISTA



The screenshot shows the website's navigation bar with the following menu items: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, SE CONNECTER. The main header features the logo 'Maroc Etude.Com' and the tagline 'Connaissance - Métier - Technique'. Below the header are links for 'Annonces Google', 'Emploi Maroc', 'Messagerie', 'Telecharger Un Jeu', and 'Maroc Annonces'. A search bar is located on the right side of the header.

The main content area is divided into three columns:

- Left Column:** 'Nous avons 14 invités en ligne', 'Annonces Google', 'Annonces Emploi Maroc', 'Jeux Telecharger Gratuit', 'Jeux PC En Ligne', 'Connexion' (with a dropdown arrow), a login form with fields for 'Identifiant' (containing 'sniper') and 'Mot de passe', a 'Se souvenir de moi' checkbox, and a 'Connexion' button. Links for 'Mot de passe oublié ?' and 'Identifiant oublié ?' are at the bottom.
- Center Column:** 'Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement', 'MacKeeper -20%' (with Mac and Universal icons), 'Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code', 'Apply Discount Automatically' button, and a quote: '"On ne jouit bien que de ce qu'on partage"' [Madame de Genlis].
- Right Column:** 'Annonces Google', 'Jeu De Jeux', 'Jeux Sur Internet', 'Ecole Ingénieur', 'Dépanner et configurer votre réseau à domicile' (with '(Outil de Diagnostic)', 'Wi-Fi / Ethernet', 'Console de jeu', 'Imprimante', and 'Messagerie' listed below).

REMERCIEMENTS

L'OFPPT, spécialement la DRIF remercie les personnes qui ont Participé ou permis l'élaboration de ce programme d'études :

Pour la supervision

-
-
-
-

Pour l'élaboration :

- M. FLOREA FLORIAN

Pour la révision :

- M. KHETTAB ABDELHAK ISTA ROUTE AEROPORT TANGER DRNOII

SOMMAIRE

PRESENTATION DU MODULE	6
GENERALITES	8
PRINCIPAUX TYPES DE DESSIN.....	8
LE DESSIN D'ENSEMBLE	14
LE DESSIN DE DEFINITION.....	21
COTATION	30
TOLERANCES DIMENSIONNELLES	33
TOLERANCES GEOMETRIQUES	38
INSCRIPTIONS NORMALISEES	43
L'ETAT DE SURFACE.....	46
VOCABULAIRE TECHNIQUE DES FORMES MÉCANIQUES USUELLES	49
INTERSECTIONS.....	50
LES ROULEMENTS.....	52
LES ENGRENAGES.....	60
DESIGNATION DES MATERIAUX.....	66
L'ANALYSE FONCTIONNELLE.....	70
LE DEVIS	71
TRAVAUX PRATIQUES.....	78
BIBLIOGRAPHIE.....	87

MODULE 19 : LECTURE ET INTERPRETATION DES PLANS, DES DOCUMENTS TECHNIQUES, DES DEVIS

Code :

Durée : 30 h

**OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit *lire et interpréter des plans, des documents techniques, des devis*, selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'ÉVALUATION

- Travail individuel et de groupe
- A partir
 - D'un plan d'ensemble
 - D'un plan de définition
 - D'un plan de fabrication
 - De vues éclatées
 - De documents et revues techniques
 - De devis et de documents de production
 - De situations relatives aux compétences particulières
- À l'aide :
 - D'une banque de données techniques
 - D'une banque de données personnelles
 - De normes

CRITÈRES GÉNÉRAUX DE PERFORMANCE

- Compréhension adéquate de la terminologie et des symboles
- Respect des normes et des procédures
- Exactitude de l'analyse et de l'interprétation des documents
- Qualité et méthodes du travail fourni en synthèse

**OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT (suite)**

**PRÉCISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITÈRES PARTICULIERS DE
PERFORMANCE**

A. Interpréter des dessins, des plans, et des documents comprenant : <ul style="list-style-type: none">• Des projections orthogonales• Des vues auxiliaires• Des coupes• Des projections isométriques• Des annotations, des notices• Des cartouches• Des échelles• De la cotation fonctionnelle• Des notas et observations	- Exactitude de l'interprétation - Respect des normes
B. Repérer sur un dessin, des plans, et des documents les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none">• Des matériaux• Des symboles : d'usinage, de montage et de technologie générale• Des éléments normalisés et standardisés• Des fonctionnalités et des mouvements	- Justesse de l'identification
C. Repérer sur des dessins, des plans, et des documents les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none">• Les organes et éléments• Les dimensions• Les jeux et tolérances• Les composants• Les méthodes et démarches de calcul• Les objectifs visés• Les qualités demandées	- Précision du repérage
D. Lire et interpréter des documents techniques en français et en arabe.	- Compréhension du vocabulaire
E. Connaître la terminologie en français : <ul style="list-style-type: none">• Technique• Appropriée aux documents industriels• Spécifique au métier	- Connaissance précise des termes
F. Synthétiser l'analyse et l'interprétation des documents.	- Pertinence de l'interprétation - Qualité de l'exploitation - Qualité de la transcription - Qualité de la transmission de l'information

OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAÎTRISER LES SAVOIRS, SAVOIR FAIRE, SAVOIR PERCEVOIR OU SAVOIR ÊTRE JUGÉS PRÉALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à interpréter les dessins, les plans, et des documents comprenant : des projections orthogonales, des vues auxiliaires, des coupes... (A&B)

1. Maîtriser la symbolique et la normalisation

Avant d'apprendre à repérer sur les dessins, les plans, et des documents les éléments suivants : des matériaux, des symboles, des éléments normalisés et standardisés ... (C) :

2. Maîtriser la cotation fonctionnelle

Avant d'apprendre à lire et interpréter les documents techniques (D) :

3. Savoir lire des documents techniques en arabe et en français

Avant d'apprendre à connaître la terminologie en français (E) :

4. Savoir lire, écrire et comprendre le français courant

Avant d'apprendre à synthétiser une analyse (F) :

5. Se soucier de la précision des documents transmis
6. Se soucier de l'importance des documents transmis

PRESENTATION DU MODULE

Le module donne une méthode pour lire et interpréter un dessin technique.

A partir d'un dessin de définition et d'ensemble, il fait un rappel de connaissances :

- Des projections orthogonales
- Des vues auxiliaires
- Des coupes
- Des projections isométriques
- Des annotations, des notices
- Des cartouches
- Des échelles
- De la cotation fonctionnelle
- Des notes et observations
- Des matériaux
- Des symboles : d'usinage, de montage et de technologie générale
- Des éléments normalisés et standardisés
- Des fonctionnalités et des mouvements

et fait une analyse des tolérances géométriques, analyse fonctionnel, état de surface, montage des roulements etc.

***Module* : LECTURE ET INTERPRETATION DES
PLANS, DES DOCUMENTS TECHNIQUES, DES DEVIS.
*RESUME THEORIQUE***

1. GENERALITES :

Le dessin technique est le moyen d'expression indispensable et universel de tous les techniciens. C'est lui qui permet de transmettre, à tous les services de production, la pensée technique et les impératifs de fabrication qui lui sont liés. C'est pourquoi ce langage conventionnel est soumis à des règles ne permettant aucune erreur d'interprétation, définies par la normalisation (ISO : International Standard Organisation). Il est ainsi possible de représenter, de construire et d'étudier tout matériel technique. Il peut se présenter sous diverses formes.

La normalisation consiste à unifier la présentation générale des documents techniques (dessins, notices, schémas, etc.) pour faciliter la consultation, le classement et l'expédition. Elle contribue ainsi à l'abaissement du prix de revient.

Généralités sur les normes (Normalisation Française)

Classement des normes par secteur d'activité :

- A – Métallurgie
- B – Carrières. Céramique. Verre. Réfractaires. Bois. Liège.
- C – Électricité.
- D – Économie domestique. Hôtellerie. Ameublement. Aménagement.
- E – Mécanique.
- F - Chemin de fer.
- Etc.

Exemple :

Dessins techniques - principes généraux : NF E 04 – 520 Décembre 1984

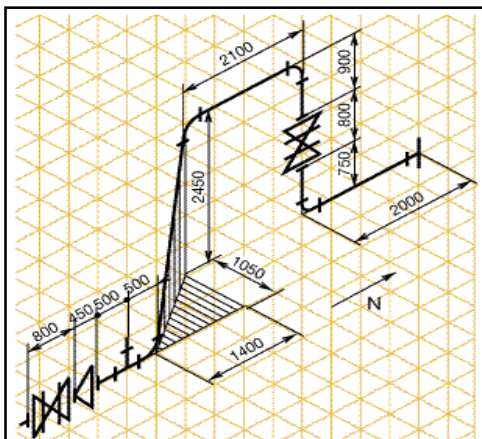
NF - Normalisation Française ; E - Indice de la classe (Mécanique) ; 04 – indice de la sous-classe (Dessins techniques) ; 520 - numéro d'ordre (principes généraux) ; Mois et année de publication.

La normalisation française est en concordance technique avec la normalisation ISO, mais elle présente une organisation différente des chapitres.

Pour interpréter les dessins techniques il faut connaître d'abord les types de dessins.

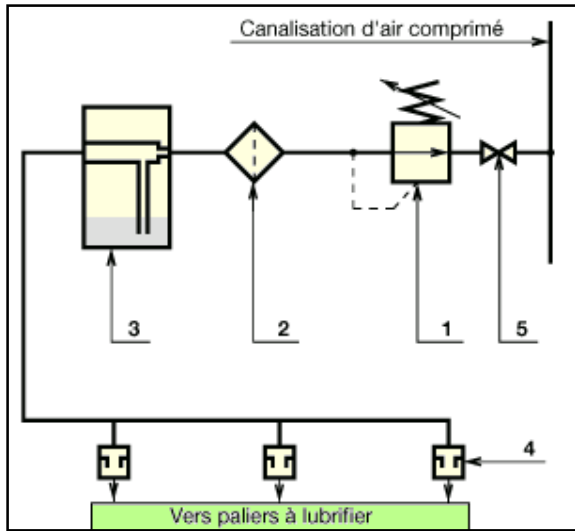
2. PRINCIPAUX TYPES DE DESSINS :

2.1. LE CROQUIS



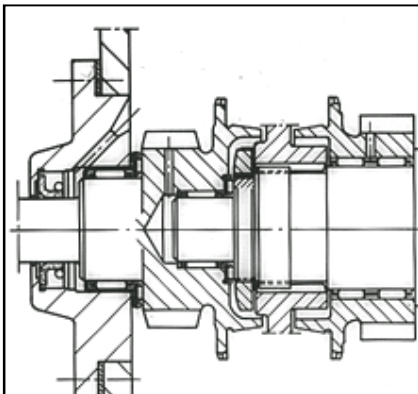
Dessin établi, en majeure partie, à main levée sans respecter nécessairement une échelle rigoureuse. Nécessaire à la recherche, le croquis permet d'aller à l'essentiel de la pensée technique et peut être coté.

2.2. LE SCHEMA



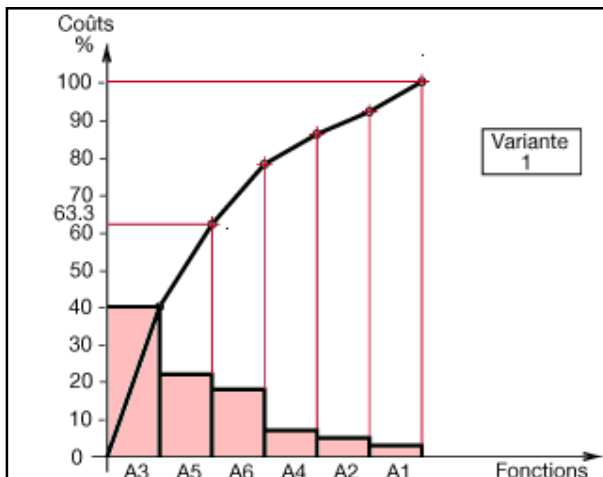
Dessin dans lequel des graphiques sont utilisés pour indiquer les fonctions des composants d'un système et leurs relations.

2.3. L'ESQUISSE

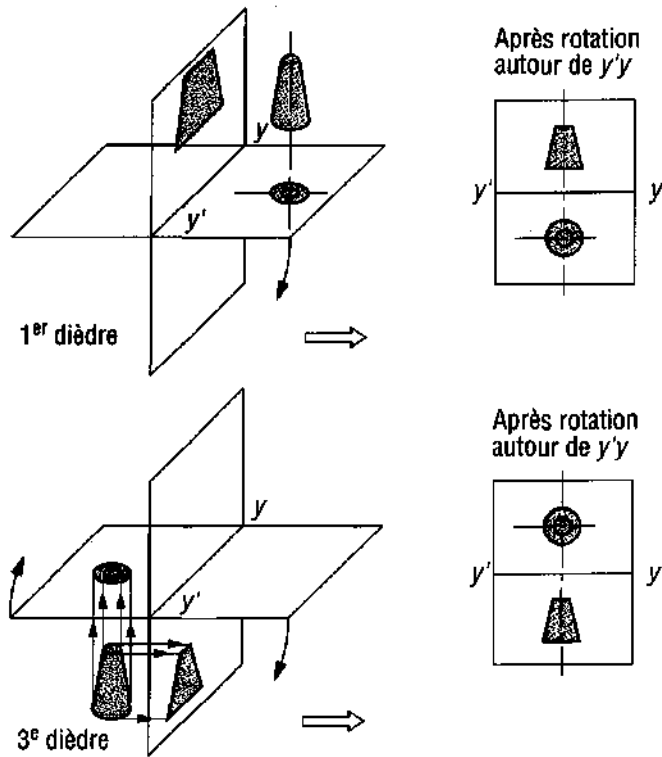


Dessin réalisé en trait fin au crayon à partir de l'analyse des surfaces fonctionnelles. Elle précède obligatoirement le dessin de définition.

2.4. LE DIAGRAMME



C'est le tracé géométrique destiné à représenter les variations d'un phénomène défini à partir d'une relation entre deux paramètres.



**Méthode E (Européenne)
ou méthode du 1^{er} dièdre :**

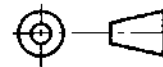
Le symbole E est à faire figurer dans le cartouche.



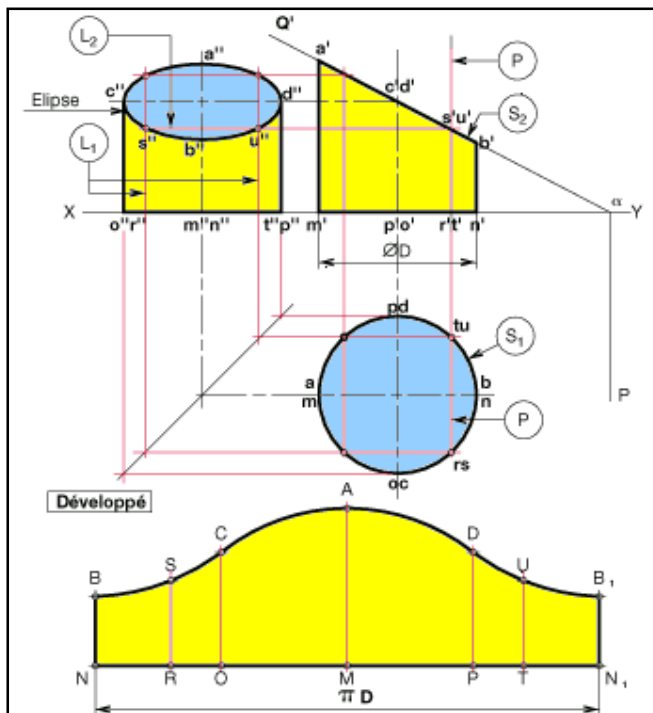
**Méthode A (Américaine)
ou méthode du 3^e dièdre :**

la disposition des vues, par rapport à la vue de face est l'inverse de celle de la méthode E.

Le symbole A est à faire figurer dans le cartouche.



2.6. L'ÉPURE



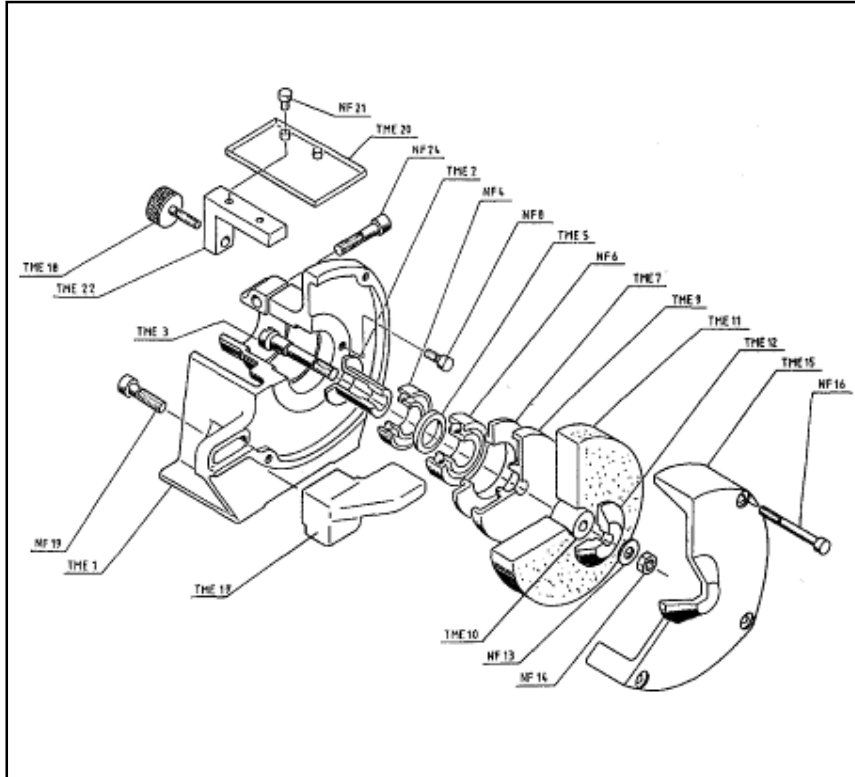
L'épure est une construction géométrique .Elle permet d'obtenir :

- la définition des intersections de surfaces,
- la vraie grandeur des détails de forme de l'objet.
- le développement des surfaces

La Géométrie descriptive est l'outil mathématique graphique qui permet de tracer l'épure. La D.A.O. est précieuse dans ce domaine.

La géométrie descriptive permet la représentation exacte des objets par la méthode de projections.

2.7. LA REPRÉSENTATION ÉCLATÉE



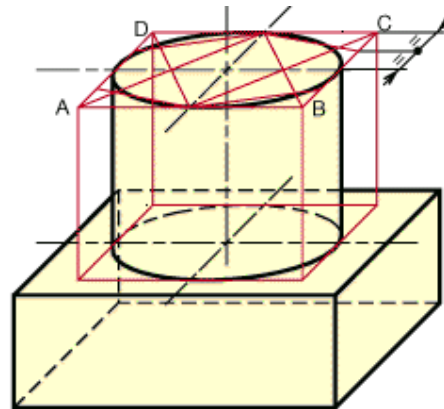
Cette représentation non normalisée est très utilisée pour les dessins de catalogue, de guides d'entretien, de guides de montage et démontage, de réparations. Les formes et la position de montage doivent rendre la pièce reconnaissable. Habituellement dessinée en projection axonométrique trimétrique, elle comporte très souvent des repères et une légende.

2.8. LES DESSINS EN PERSPECTIVE - (NF E 04 – 108)

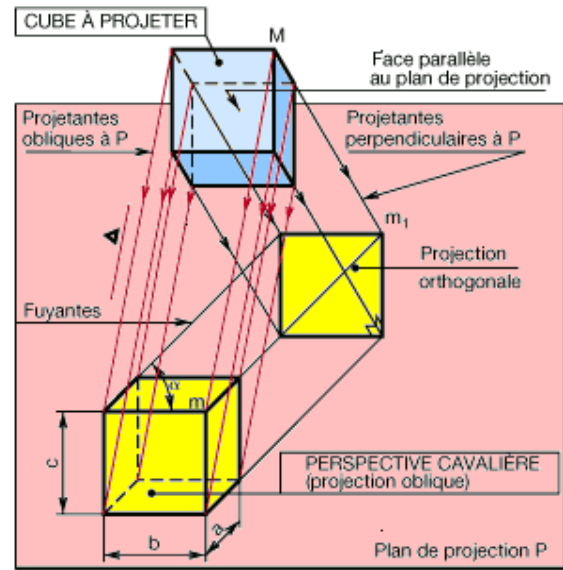
Les représentations en perspective offrent la possibilité de restituer la dimension spatiale de l'objet. Elles le montrent tel que l'oeil pourrait l'apercevoir. Elles facilitent également la compréhension des formes ou du fonctionnement de l'objet.

2.8.1. LA PERSPECTIVE CAVALIERE

Cette perspective est facile et rapide à construire, mais elle déforme l'objet représenté.



La perspective cavalière est une **PROJECTION OBLIQUE** de l'objet sur un plan parallèle à sa face principale. Les projetantes sont toutes parallèles à une direction donnée Δ , oblique par rapport au plan de projection.

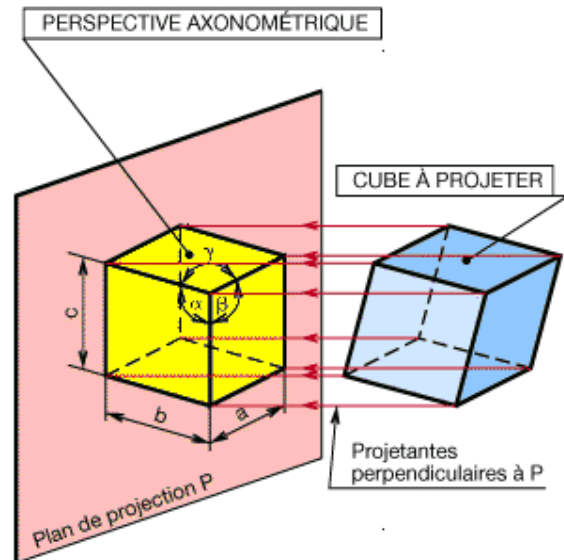


2.8.2. LA PERSPECTIVE AXONOMETRIQUE

La perspective axonométrique est une **PROJECTION ORTHOGONALE** de l'objet sur un plan oblique par rapport aux faces principales de l'objet. La projection de ces faces n'est donc pas en vraie grandeur.

REMARQUES :

- ▷ Si les angles α , β , γ sont égaux, la perspective est dite «**isométrique**».
- ▷ Si les angles α , β , γ sont différents entre eux, la perspective est dite «**trimétrique**».
- ▷ Si deux quelconques des angles α , β , γ sont égaux entre eux, la perspective est dite «**dimétrique**».



2.8.3. PERSPECTIVE ISOMÉTRIQUE :

Elle est d'exécution simple. La perspective isométrique d'un cube s'obtient à partir d'un hexagone régulier de côté :

$$\begin{aligned} a = b = c &= \text{dimension} \times 0,82 \\ \alpha = \beta = \gamma &= 120^\circ. \end{aligned}$$

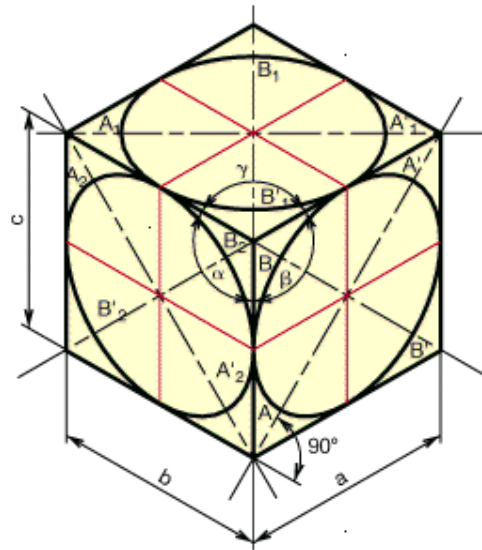
TRACÉ DES ELLIPSES :

Les faces du cube ne sont pas parallèles au plan de projection. Tout cercle appartenant à une face du cube se projette donc suivant une ellipse. Il est possible de construire une ellipse lorsque l'on connaît son grand axe AA' et son petit axe BB'.

Les grands axes des ellipses sont respectivement perpendiculaires aux arêtes a, b et c (par exemple l'axe AA' est perpendiculaire à l'arête b).

Grand axe AA' = diamètre en vraie grandeur.

Petit axe BB' = diamètre $\times 0,58$.



2.8.4. PERSPECTIVE DIMÉTRIQUE USUELLE :

Elle est utilisée lorsque l'une des faces doit être mise en valeur par rapport aux autres.

$$\begin{aligned} a = b &= \text{dimension} \times 0,94 \\ c = a/2 = b/2 &= \text{dimension} \times 0,47 \\ \alpha = \beta &= 131^\circ 30' \\ \gamma &= 97^\circ \end{aligned}$$

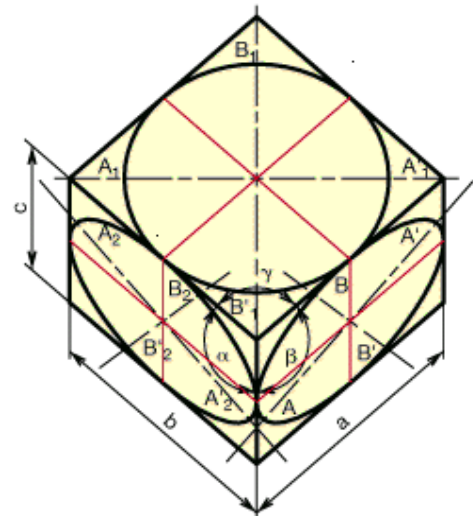
TRACÉ DES ELLIPSES :

Grand axe des ellipses =
diamètre en vraie grandeur

Petit axe BB = diamètre $\times 0,33$

B₁B₁' = diamètre $\times 0,88$

B₂B₂' = diamètre $\times 0,33$



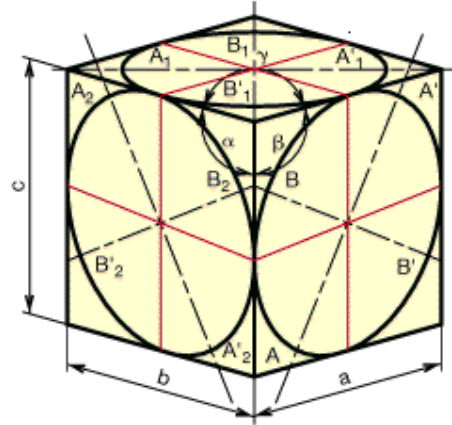
2.8.5. PERSPECTIVE DIMETRIQUE REDRESSEE :

Elle est utilisée pour la représentation de pièces longues.

$$\begin{aligned} a &= b = \text{dimension} \times 0,73 & \alpha &= \beta = 105^\circ \\ c &= \text{dimension} \times 0,96 & \gamma &= 150^\circ \end{aligned}$$

TRACÉ DES ELLIPSES :

Grand axe des ellipses =
diamètre en vraie grandeur
Petit axe BB' = diamètre $\times 0,68$
 $B_1B'_1$ = diamètre $\times 0,27$
 $B_2B'_2$ = diamètre $\times 0,68$



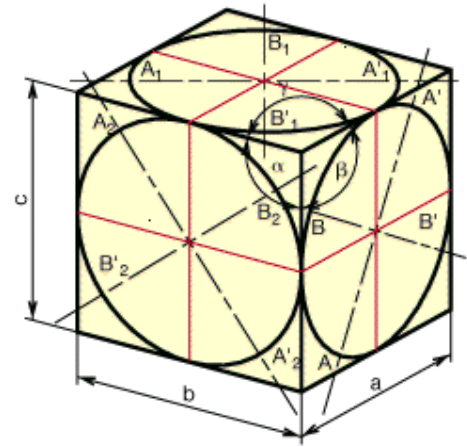
2.8.6. PERSPECTIVE TRIMETRIQUE :

Son exécution est assez longue, mais la perspective est très claire : les projections des arêtes sont séparées au maximum.

$$\begin{aligned} a &= \text{dimension} \times 0,65 & \alpha &= 105^\circ \\ b &= \text{dimension} \times 0,86 & \beta &= 120^\circ \\ c &= \text{dimension} \times 0,92 & \gamma &= 135^\circ \end{aligned}$$

TRACÉ DES ELLIPSES :

Grand axe des ellipses =
diamètre en vraie grandeur
Petit axe BB' = diamètre $\times 0,52$
 $B_1B'_1$ = diamètre $\times 0,40$
 $B_2B'_2$ = diamètre $\times 0,76$



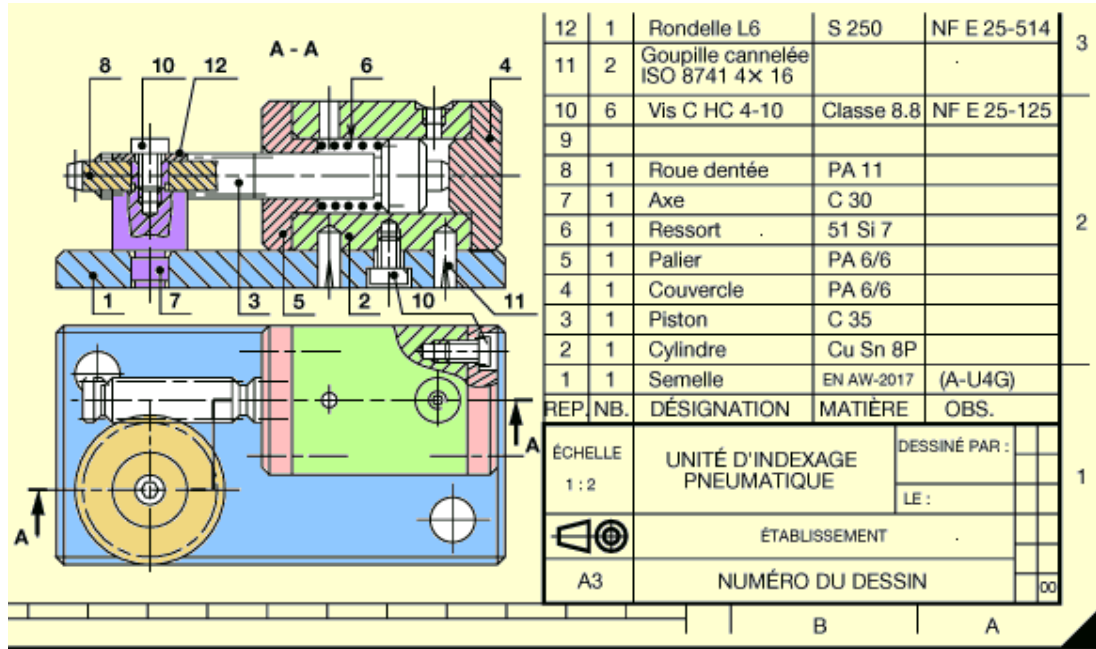
3. LE DESSIN D'ENSEMBLE :

Dessin représentant la disposition relative et la forme d'un groupe de niveau supérieur d'éléments assemblés. Il donne, de façon plus ou moins détaillée, la représentation de tout ou partie (sous-ensemble) d'un système, d'un objet technique ou d'une installation.

Le dessin d'ensemble peut, selon sa finalité, être réalisé en :

- dessin d'avant-projet (ou de conception); la représentation est alors limitée aux grandes lignes d'une des solutions viables permettant d'orienter le choix du client;
- dessin de projet où tous les détails nécessaires de la solution choisie sont représentés sur la base de calculs ou d'enquêtes précises.

A partir d'un plan d'ensemble il faut apprendre à interpréter les dessins et repérer les symboles, les éléments normalisés et standardisés, les matériaux, etc.



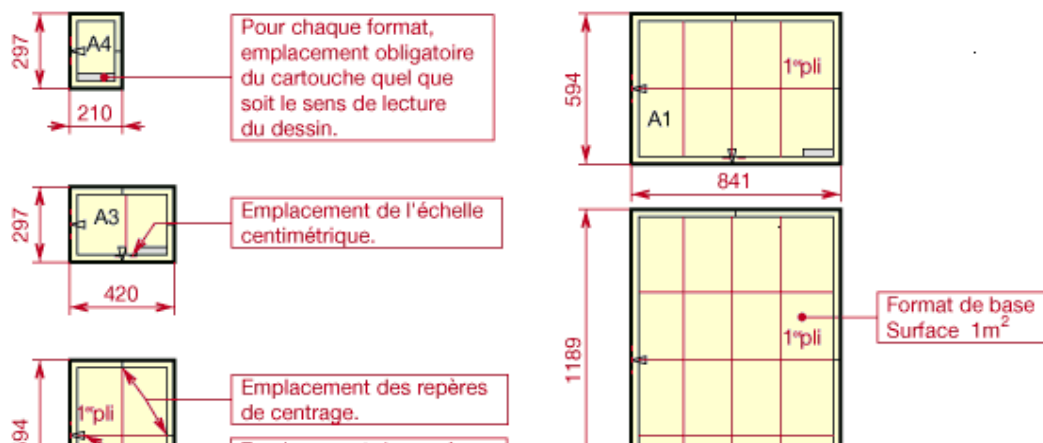
L'ensemble ci-dessus est dessiné sur papier à dessin et le symbole « A3 » nous indique que le format est A3. Les dessins sont faits d'habitude sur papier calque qui permet la multiplication en sauvegardant l'original ou imprimés sur support transparent pour projection avec le rétroprojecteur.

3.1. Les formats de dessin – NF E 04- 502

Les formats se déduisent les uns des autres à partir du format A0 (lire A zéro) de surface 1 m², en subdivisant chaque fois par moitié le côté le plus grand.

Les formats s'emploient indifféremment en longueur ou en largeur.

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

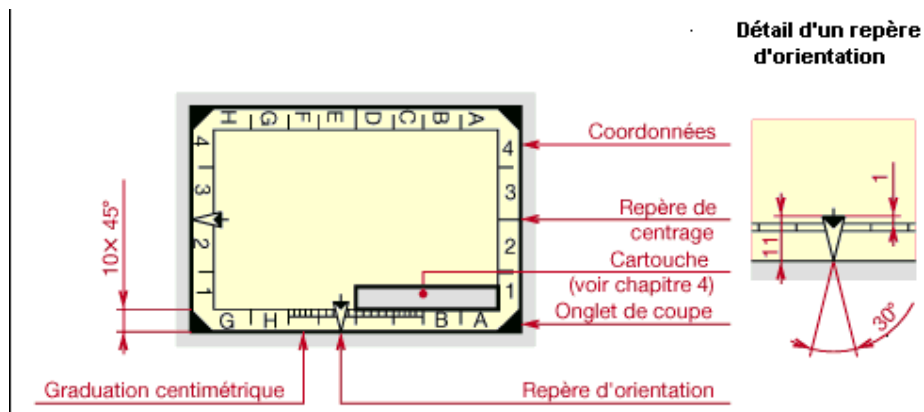


Formats allongés spéciaux : A3 x 3 : (420x891) ; A3 x 4 : (420 x1189) ;
 A 4 x 3 : (297 x 630) ; A4 x 4 : (297x 841); A4 x 5 : (297 x 1051)

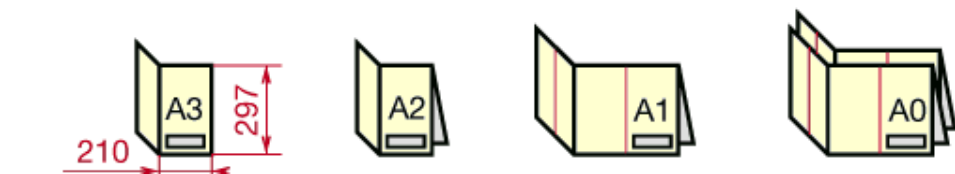
3.2. Éléments graphiques permanents :

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

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



3.3. Le pliage de formats - NF E 04-507



3.4. Le cartouche d'inscription - NF E 04 – 503

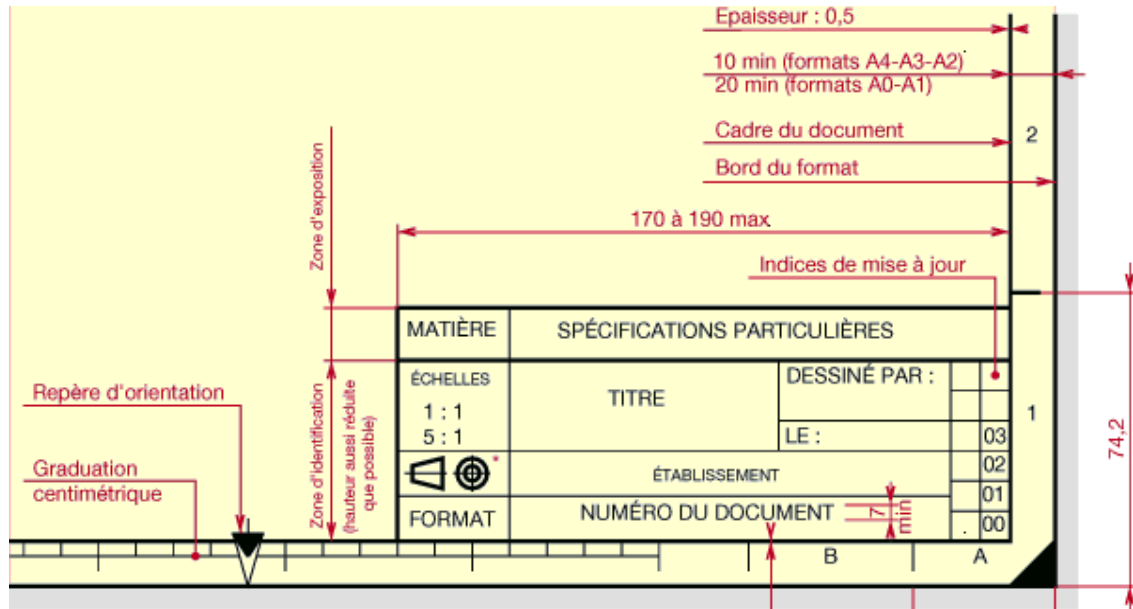
Le cartouche reçoit les inscriptions nécessaires et suffisantes pour l'identification et l'exploitation du document. Il est placé dans l'angle inférieur droit du dessin si ce dernier est examiné en hauteur pour les formats pairs (A0, A2, A4) et en largeur pour les formats impairs (A1, A3). Cette position est invariable quel que soit le sens de lecture du dessin. Dans l'industrie, il suffit généralement de compléter des cartouches préparés à l'avance.

Dans les cartouches et en générale dans les dessins techniques, on utilise des caractères et des signes dont les formes, les dimensions et la disposition doivent être conforme à la normalisation (L'écriture – NF E 04- 505).

L'écriture doit satisfaire à trois contraintes essentielles :

- la lisibilité ;
 - l'homogénéité des caractères et des signes ;
 - l'aptitude à la reproduction et à la microcopie.
- Existe écriture type B droite et écriture type B penché (à 15°).

Dans l'image ci-dessous vous avez le cartouche avec les dimensions et les zones d'identification du document.



- **ÉCHELLES – (NF E 04- 506)**

L'échelle d'un plan indique la valeur du rapport entre les dimensions dessinées et les dimensions réelle d'une pièce ou d'un mécanisme.

On se limitera (sauf en cas de besoin absolument justifié) aux échelles suivantes :

- a) Grandeur d'exécution ou « vraie grandeur » : échelle 1:1 à utiliser de préférence pour les dessins de conception et de définition.
- b) Réduction - échelles 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, etc.
- c) Agrandissement – échelles 2:1, 5:1, 10:1, 50:1, etc.

Remarques :

Si certains détails sont à une échelle différente de celle de l'ensemble, les encadrer et indiquer la nouvelle échelle.

Si dans un dessin on trouve une cote soulignée par un trait fort (exemple : 50), ça explique que la dimension n'a pas été tracée à l'échelle.

Donc l'échelle d'ensemble (page 15) est une échelle de réduction 1:2.

- **SYMBOLISATION DE DISPOSITION DES VUES**

Suivant norme NF E 04- 520

- **TITRE - exemple : « Unité d'indexage pneumatique »**

Pour un sous-ensemble il faut écrire le nom d'ensemble et celui de sous-ensemble.

Exemple : « Unité d'indexage pneumatique - Semelle »

- **ETABLISSEMENT – ex. Lycée Technique ; C.D.C. Génie Mécanique ; etc.**

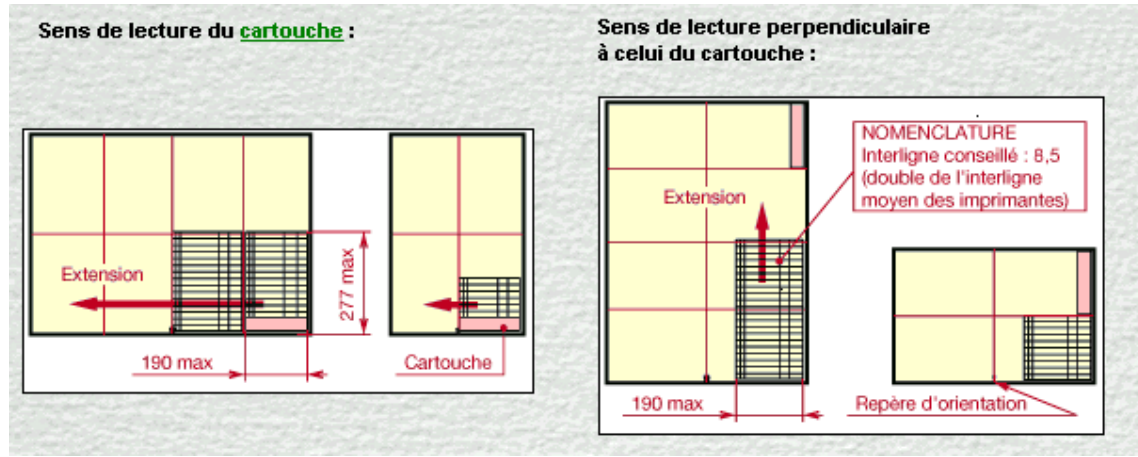
- **NUMERO DU DOCUMENT :**

- **INDICES DE MISE À JOUR –** Composée de chiffres ou exceptionnellement de lettres majuscules; « 00 » c'est le dessin initial. En cas de modification d'une pièce, le plan et la pièce changent toujours d'indice. Par exemple 01 ; 02 etc.

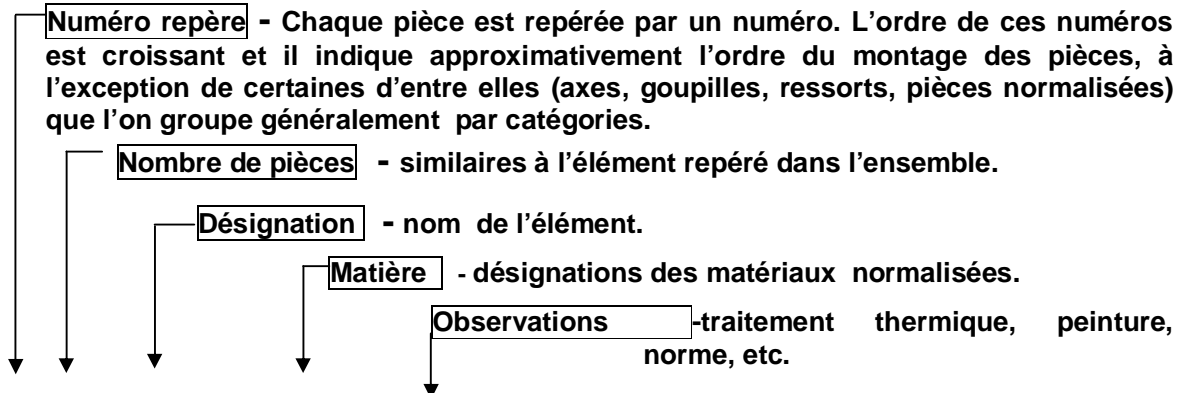
3.5. LA NOMENCLATURE – (NF E 04- 504)

La nomenclature fournit avec précision la liste complète des éléments fonctionnels faisant partie de l'ensemble ou du sous – ensemble de l'objet dessiné. Son emplacement est celui qui permet la lecture du dessin.

- Elle peut contenir autant de renseignements qu'il est jugé utile d'y porter.
- Elle peut être disposée sur une feuille indépendante ou sur le dessin lui-même.



- Sa liaison avec le dessin est assurée par des repères.



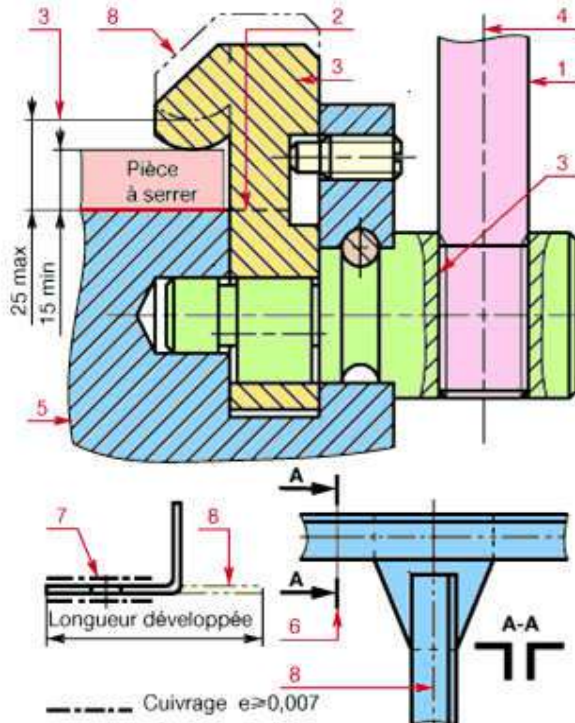
12	1	Rondelle L6	S 250	NF E 25-514	3
11	2	Goupille cannelée ISO 8741 4x 16			
10	6	Vis C HC 4-10	Classe 8.8	NF E 25-125	
9					2
8	1	Roue dentée	PA 11		
7	1	Axe	C 30		
6	1	Ressort	51 Si 7		
5	1	Palier	PA 6/6		
4	1	Couvercle	PA 6/6		
3	1	Piston	C 35		
2	1	Cylindre	Cu Sn 8P		1
1	1	Semelle	EN AW-2017	(A-U4G)	
REP.	NB.	DÉSIGNATION	MATIÈRE	OBS.	
ÉCHELLE	UNITÉ D'INDEXAGE PNEUMATIQUE		DESSINÉ PAR :		1
1 : 2			LE :		
	ÉTABLISSEMENT				
A3	NUMÉRO DU DESSIN				
		B	A		

3.6. LES TRAITS - (NF E 04- 520)











Les dessins techniques se composent d'un ensemble de traits conformes aux normes et dont chacun possède une signification conventionnelle. La largeur des traits :

-deux largeurs de traits, fort et fin sont utilisées. Le rapport entre ces largeurs doit être supérieur ou égal à 2.

-gamme de traits : 0.18 - 0.25 - 0.35 - 0.5 - 0.7 - 1 - 1.4 - 2 mm



Le dessin ci-dessus est une application des différents types de traits :

1-A		Continu fort	- contours vus, angles vus.
3-B		Continu fin	- arêtes fictives vues ; lignes de cote ; lignes d'attache ; lignes de repère ; hachures ; axes courts.
5-C		Continu fin à main levée	- limites de vues ou coupes.
D		Continu fin avec zigzags (instruments)	-limites de vues, coupes.
2-E		Interrompu fort	- contours cachés, arêtes cachés
F		Interrompu fin	- contours cachés, arêtes cachés
4-G		Mixte fin	- axes de révolution, traces de plans de symétrie, trajectoires.
6-H		Mixte fin terminée par deux traits forts	- traces de plans de coupe.
7-J		Mixte fort	- indications de surfaces ; traitement de surface, (ici cuivrage)
8-K		Mixte fin à deux tirets	- contours de pièces voisines, positions intermédiaires, développement, lignes de centres de gravité.

4. LE DESSIN DE DEFINITION :

Le dessin de définition définit complètement et sans ambiguïté les exigences auxquelles doit satisfaire le produit dans l'état de définition perçu. Il est destiné à faire foi lors du contrôle de réception du produit.

Ce dessin a valeur de contrat dans les relations entre les parties.

A partir du dessin de définition, les détails nécessaires peuvent être apportés en vue de la réalisation d'un produit. Selon le genre d'exécution il s'appelle :

- dessin de fabrication,
- dessin d'assemblage ou de montage,
- dessin d'installation,
- dessin d'implantation.

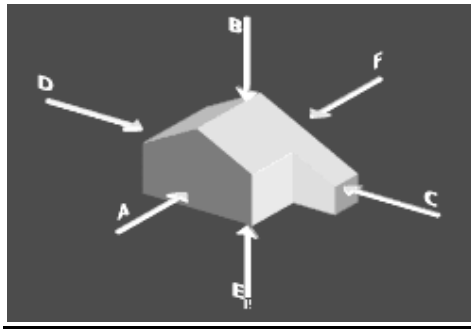
Pour lire un dessin de définition, il faut connaître d'abord la disposition des vues.

La définition complète des formes de l'objet technique est réalisée à partir de l'observation des différentes directions.

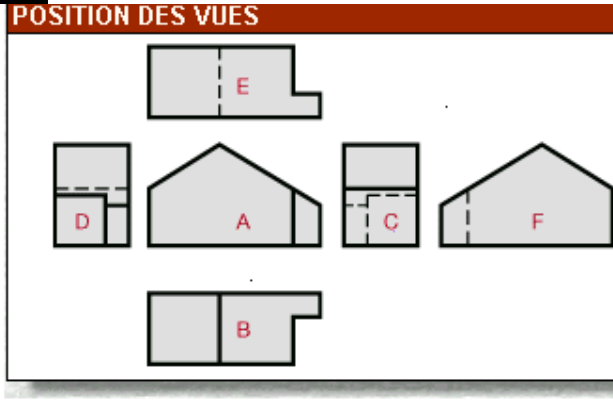
La vue principale est la vue de face. C'est celle qui donne le maximum de renseignements sur l'objet. Les autres directions usuelles d'observations forment avec celle-ci et entre elles des angles de 90° ou multiples de 90°

La position des vues de la pièce étudiée correspond à la méthode de projection du premier dièdre. Elle est repérée par le symbole placé dans le cartouche.

Exemple de disposition des vues :

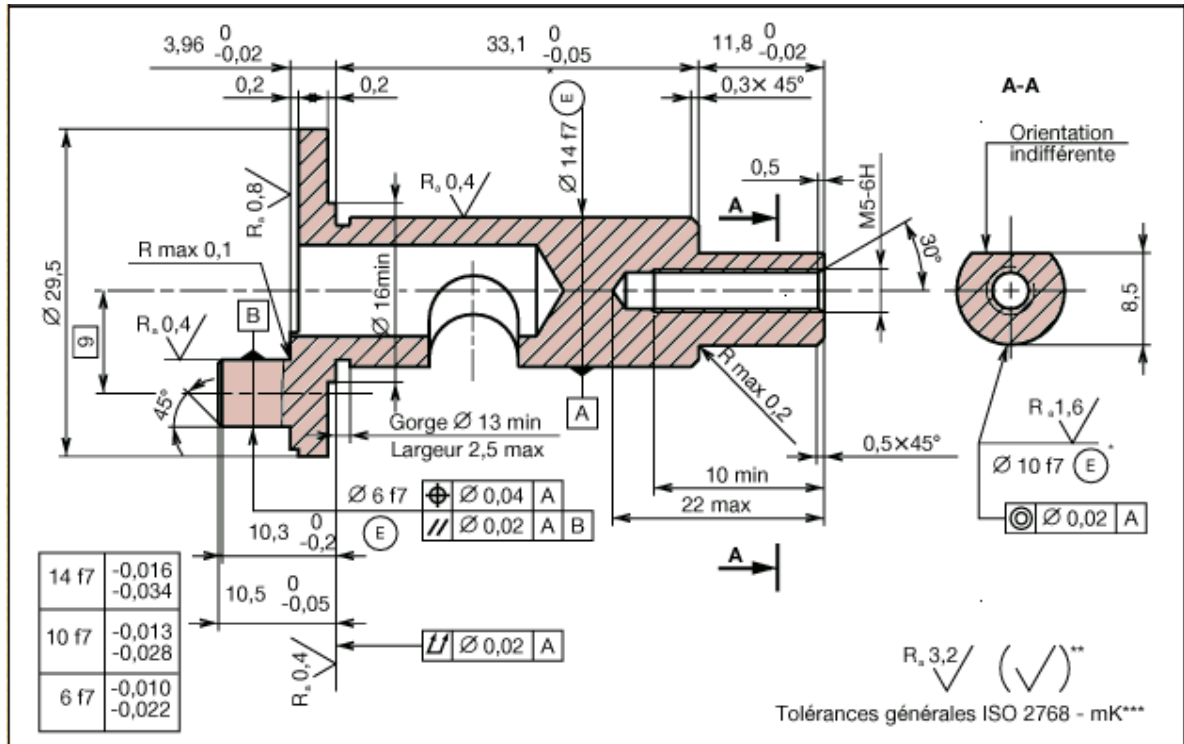


A : vue de face
 B : vue de dessus
 C : vue de gauche
 D : vue de droite
 E : vue de dessous
 F : vue d'arrière



En pratique, une pièce doit être défini complètement et sans ambiguïté par un nombre minimal des vues. On choisit les vues les plus représentatives et qui comportent le moins de parties cachées.

Exemple de dessin de définition :



Vues particulières :

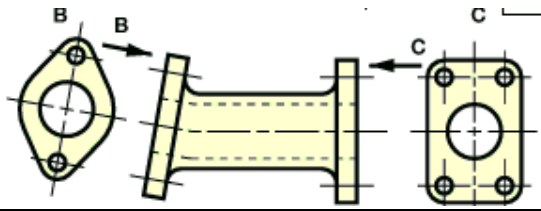
Les représentations particulières permettent de simplifier les représentations en supprimant des tracés inutiles.

a) Méthode des flèches repérées

Pour des raisons d'encombrement ou de simplification, on peut exceptionnellement ne pas donner à une vue sa place normale.

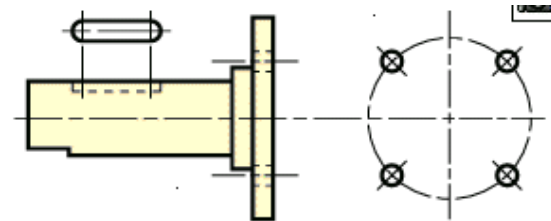
Dans ce cas, la direction d'observation et la vue déplacée sont repérées par une même lettre majuscule.

La position de cette vue est libre.



b) Vues locales

S'il n'y a pas d'ambiguïté, on peut effectuer une vue locale à la place d'une vue complète. Elle doit être reliée à la vue correspondante par un trait mixte fin.



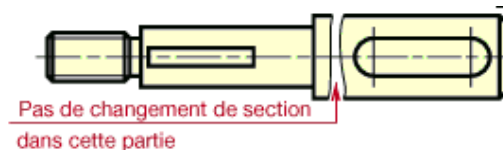
c) Vues partielles

Pour des pièces très longues et de section uniforme, on peut se borner à une représentation des parties essentielles, permettant de définir à elles seules la forme complète de la pièce. Les parties conservées sont rapprochées les unes des autres et limitées comme les vues partielles.



d) Vues interrompues

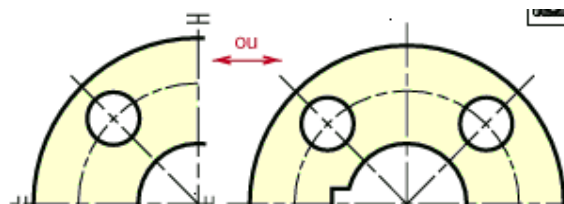
Pour des pièces très longues et de section uniforme, on peut se borner à une représentation des parties essentielles, permettant de définir à elles seules la forme complète de la pièce. Les parties conservées sont rapprochées les unes des autres et limitées comme les vues partielles.



e) Pièces symétriques

Par souci de simplification, une vue comportant des axes de symétrie peut n'être représentée que par une fraction de vue.

Dans ce cas, repérer les extrémités des axes de symétrie par deux petits traits perpendiculaires à ces axes ou prolonger le tracé au-delà de l'axe de symétrie.

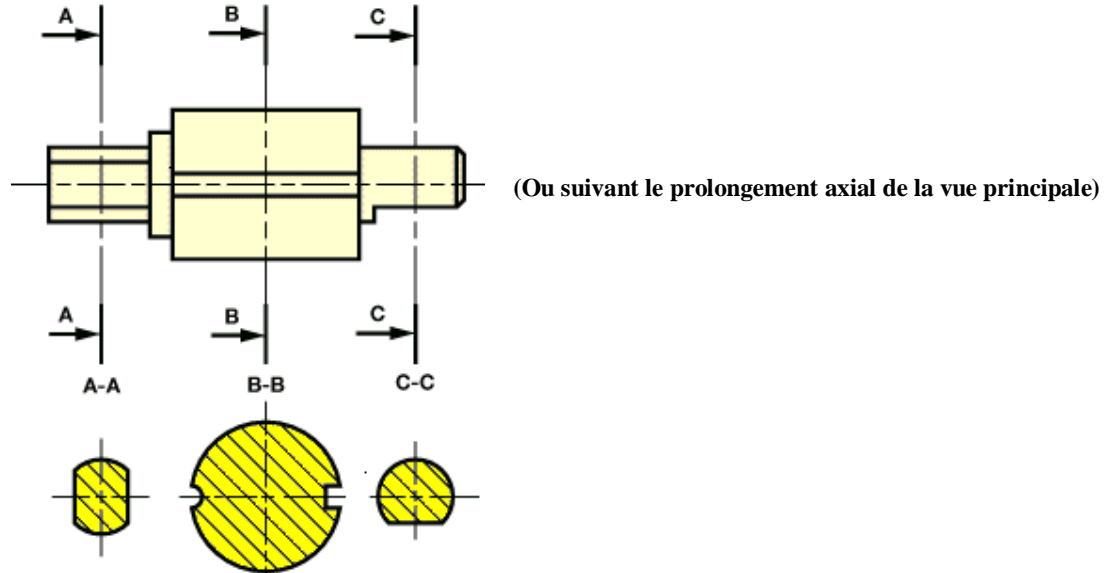


SECTIONS :

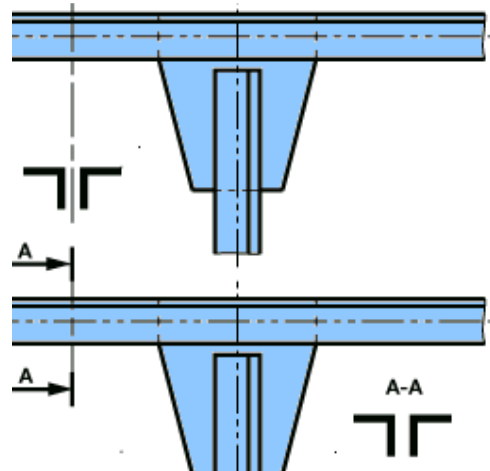
Définition : Une SECTION est la partie de la pièce située dans le plan sécant.

On distingue les SECTIONS SORTIES dessinées à l'extérieur de la pièce et les SECTIONS RABATTUES dessinées en surcharge sur les vues.

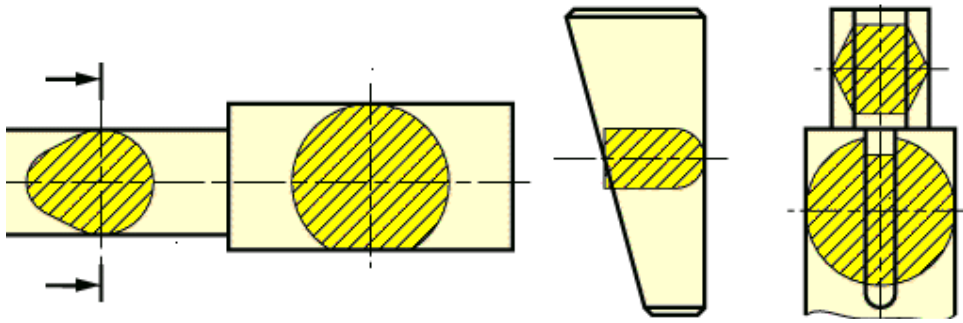
SECTIONS SORTIES successives :



SECTIONS SORTIES isolées :

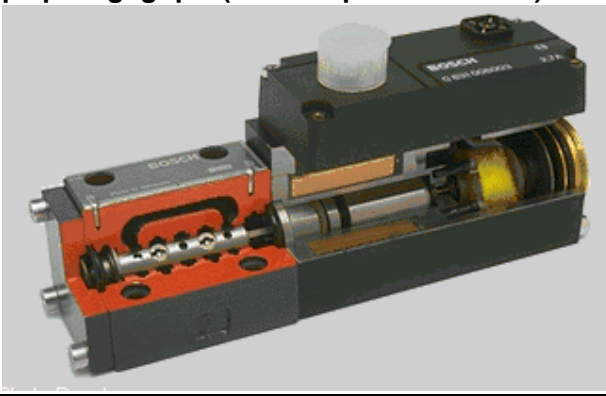


SECTIONS RABATTUES :

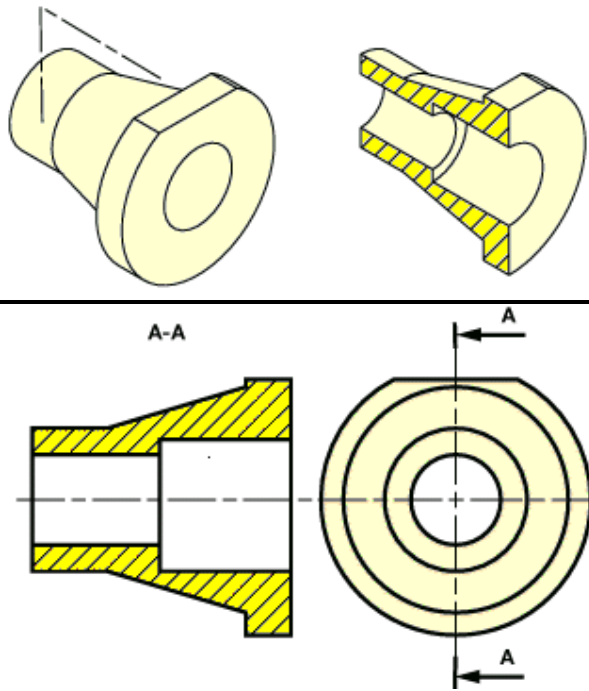


COUPES :

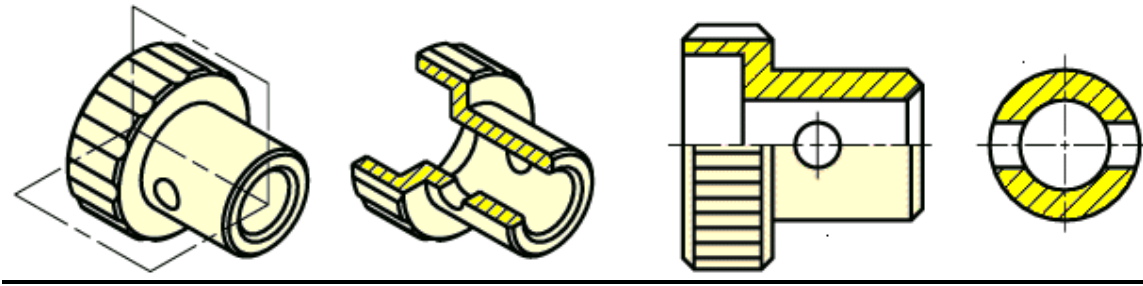
Coupe pédagogique (un exemple ci-dessous).



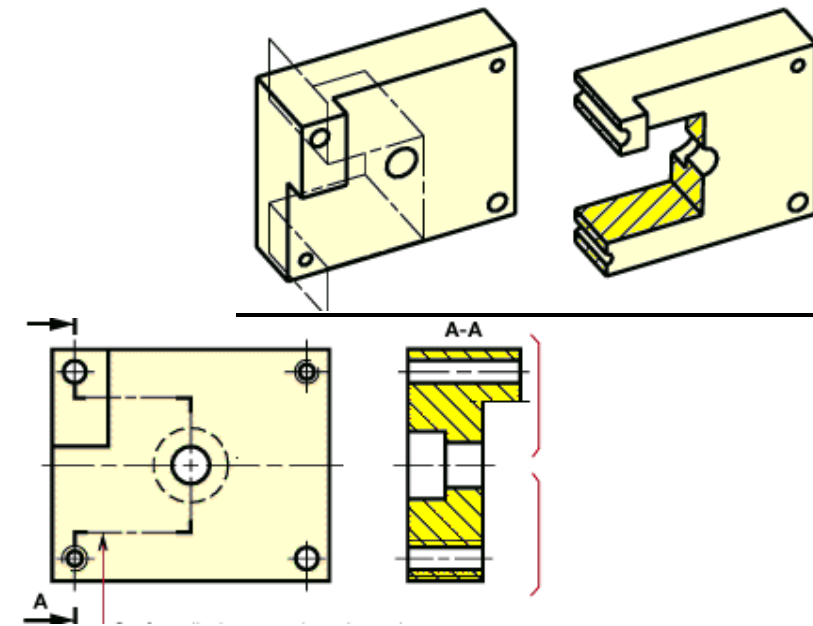
Définition : Une coupe est la section et la fraction de pièce située an arrière du plan sécant.



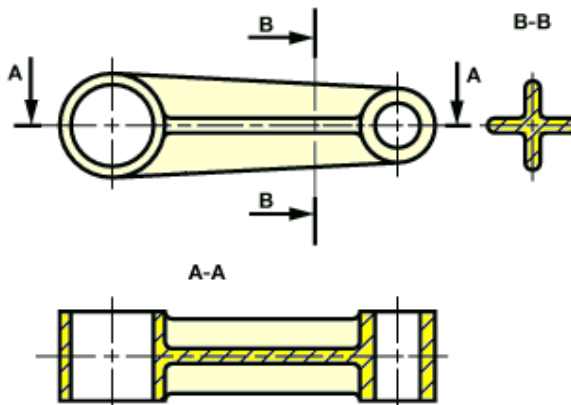
Demi-coupe :



Coupe brisée à plans parallèles :



Coupes des nervures : On ne coupe jamais une nervure par un plan parallèle à sa plus grande face.



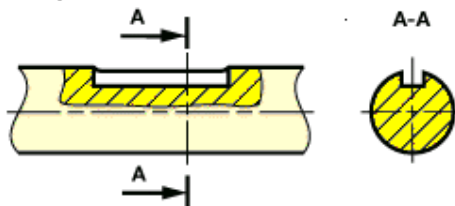
Coupe locale :

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

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

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

Tracé théorique



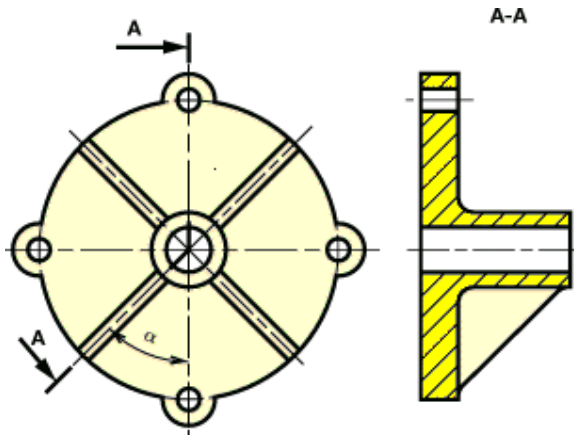
Tracé pratique



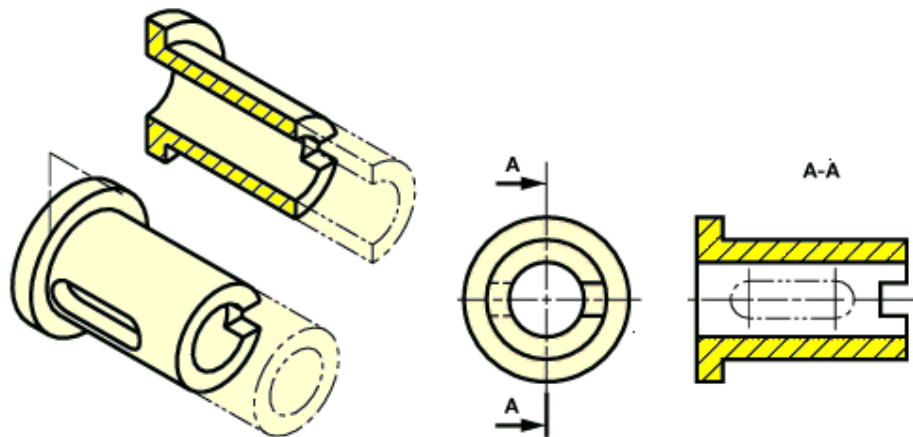
Coupe brisée à plans sécants :

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

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

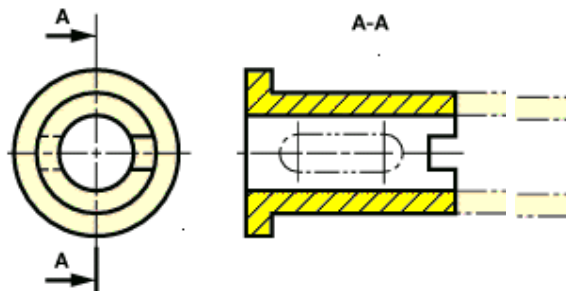


Éléments se trouvant en avant du plan de coupe :



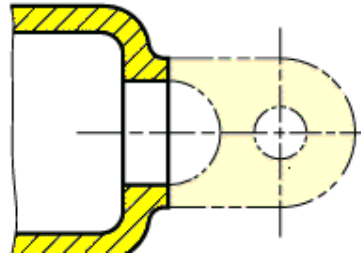
Pièces voisines :

Une pièce voisine est dessinée en trait mixte fin à deux tirets. Dans une coupe, une pièce voisine ne doit pas être hachurée.



Demi rabattement :

Pour définir la forme des éléments d'extrémité d'une pièce, on peut éviter de tracer une vue supplémentaire en effectuant un demi-rabattement dessiné en trait mixte fin à deux tirets.



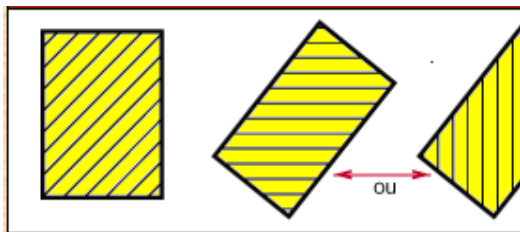
HACHURES (NF E 04-520)

Les hachures sont utilisées pour mettre en évidence la section d'une pièce. Elles sont tracées en traits fins régulièrement espacés.

Types d'hachures :

Tous métaux et alliages.		Matières plastiques ou isolantes.		Verre.	
Cuivre et ses alliages Béton léger		Bois en coupe transversale.		Béton.	
Métaux et alliages légers.		Bois en coupe longitudinale		Béton armé.	
Antifriction et toute matière coulée sur une pièce.		Isolant thermique.		Sol naturel.	

Les hachures doivent être inclinées de préférence à 45° par rapport aux lignes principales du contour d'une pièce



Les différentes parties de la section d'une même pièce sont hachurées d'une même manière.

Des pièces différentes juxtaposées sont distinguées par une inclinaison différente des hachures (on peut être amené à les incliner à 30° ou 60° pour augmenter la lisibilité, voir figure 4).

Figure 2

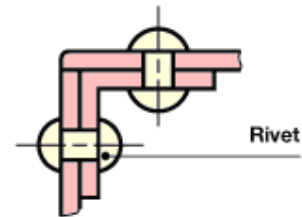
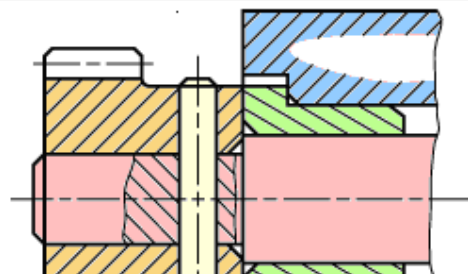


Figure 3



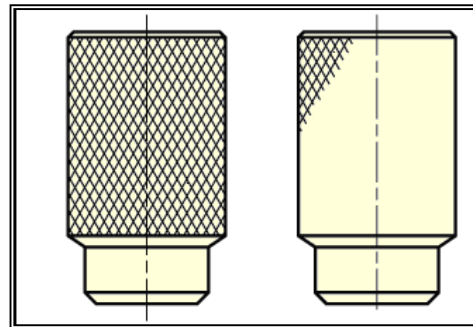
Figure 4



Pratiquement, si l'épaisseur de la pièce est faible, on peut teinter ou tramer la section (fig. 2).

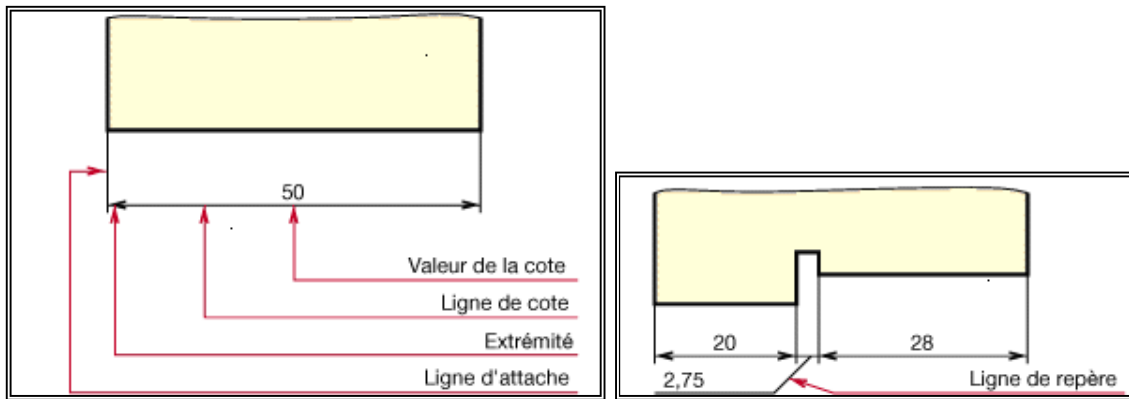
Les pièces de très faible épaisseur sont noircies. Dans ce cas, ménager un léger espace blanc entre deux sections noircies contiguës (fig. 3).

Pour les grandes surfaces, les hachures sont réduites à un simple liseré (fig. 4).



Le tracé complet d'une grande surface moletée est inutile. On ne doit en représenter qu'une partie.

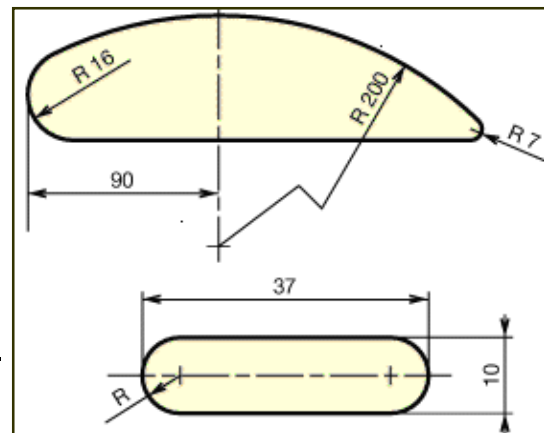
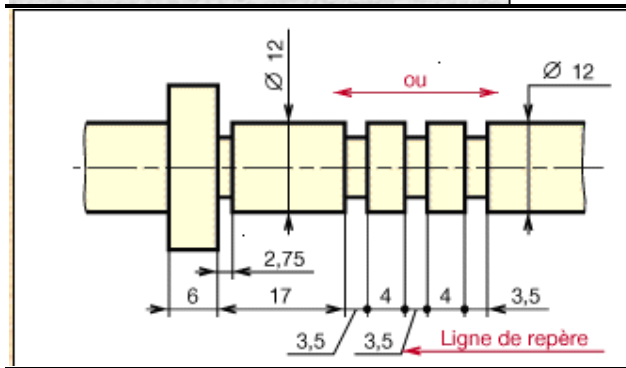
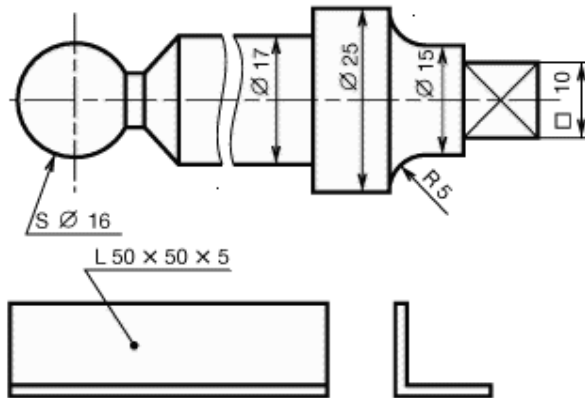
5. COTATION (NF E 04-521)



ÉLÉMENTS À COTER	SYMBOLE
Diamètre	\varnothing
Rayon	R
Surplat d'un carré	\square
Rayon de sphère	SR
Diamètre de sphère	S \varnothing

SYMBÔLES POUR LES PROFILÉS			
Profilé	Symbole	Profilé	Symbole
Rond	\varnothing	en U	
Carré	\square	en I	
Plat		en T	
Cornière		en Z	

EMPLOI DE SYMBÔLES NORMALISÉS

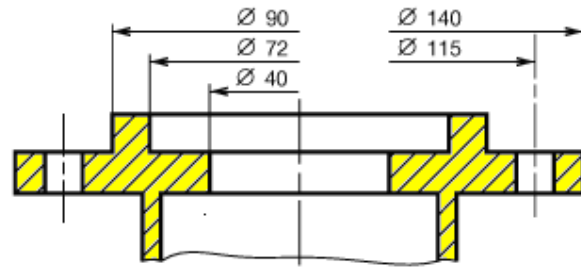


Les cotes qui ne sont pas à l'échelle doivent être soulignées d'un trait continu fort.

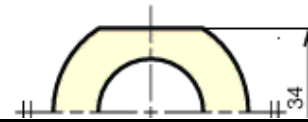


Afin d'éviter de suivre de longues lignes de cotes, la cotation ci-contre est particulièrement recommandée.

En outre, elle facilite la lecture des cotes en évitant une trop importante superposition des chiffres.



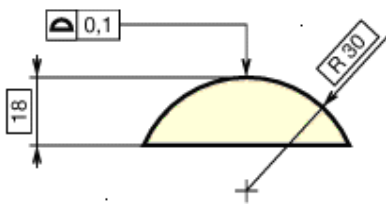
Cotation d'une demi-vue :



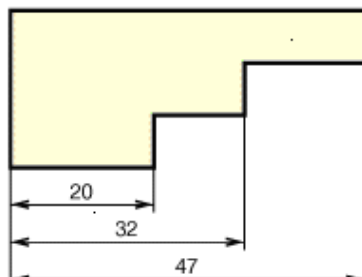
Cotes encadrée

Une cote encadrée est la traduction graphique d'une « dimension de référence ».

Une dimension de référence définit exactement une position ou une grandeur d'un élément.

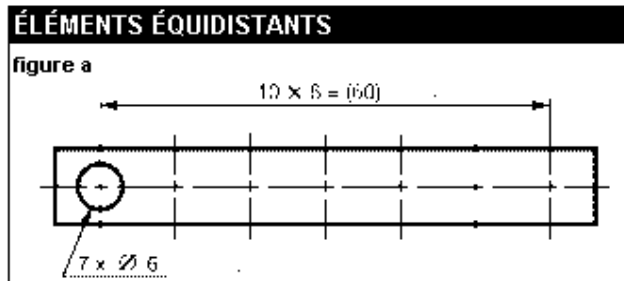


Cotation en parallèle

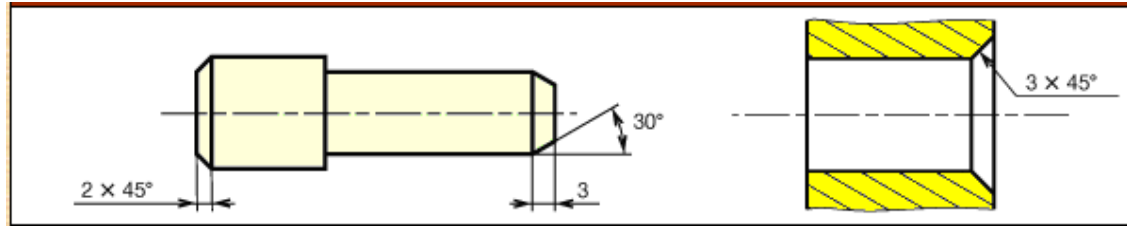


Cotation d'éléments équidistants

Ce cas permet de simplifier l'exécution matérielle de la cotation. Par exemple, pour la cotation des sept trous équidistants de la réglette ci-contre, on peut adopter, si les conditions fonctionnelles le permettent, la cotation figure a.

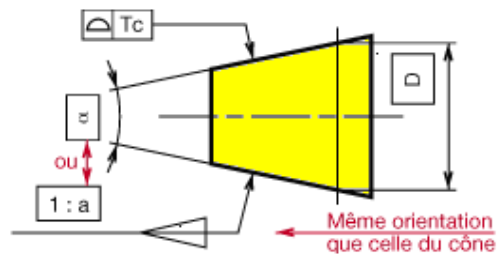


Cotation des chanfreins :



Cotation d'une surface conique :

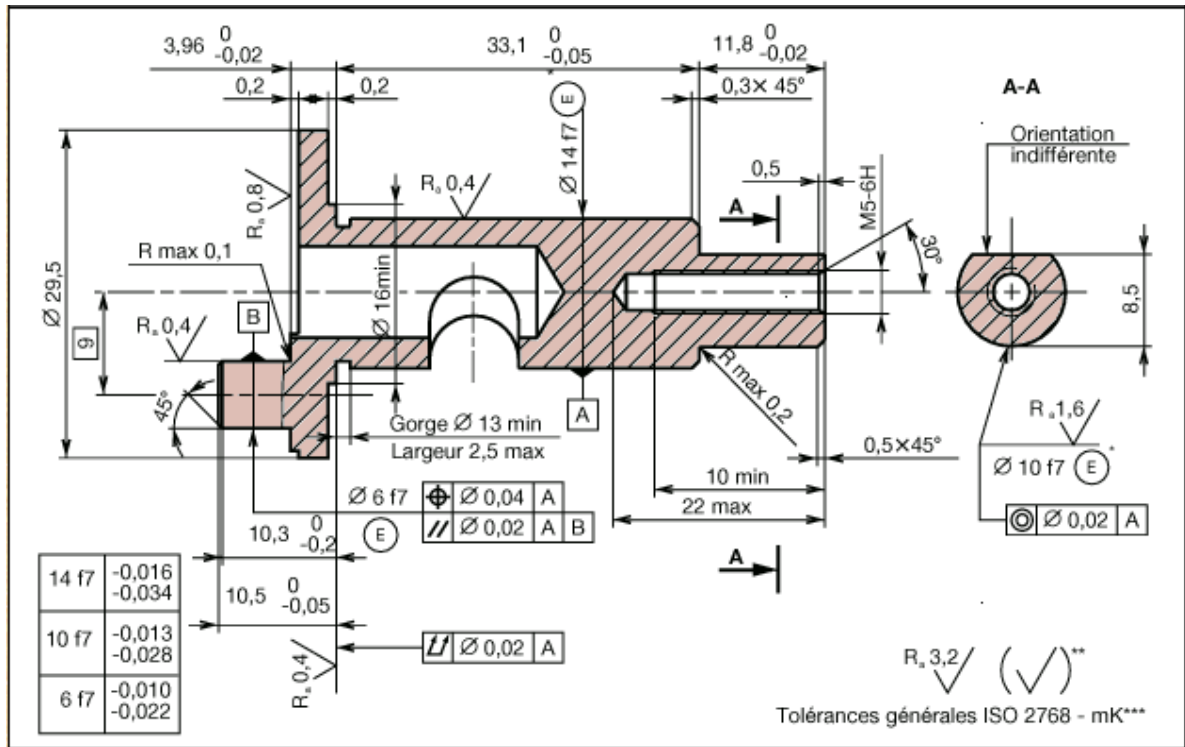
Il est préconisé de définir une surface conique par :
 son ouverture, spécifiée par l'angle de cône α ou par la conicité $1:a$,
 le diamètre de la section droite relative au plan de jauge D ,
 une zone de tolérance de forme



Représentation et désignation des centres d'usinage

Centre exigé	Centre admissible	Pas de trace de centre
<p>Centre A d/D_1</p>	<p>Centre B d/D_2</p>	<p>Centre R d/D_1</p>

6. TOLERANCES DIMENSIONNELLES :



Dans le dessin de définition l'utilisation des tolérances générales a pour but de permettre le tolérancement complet d'une pièce sans inscrire un nombre trop grand de spécifications.

*** Tolérances générales ISO 2768 – mK , nous indique :
 m (moyen)-classe de précision pour les dimensions linéaires , et
 K (moyen)-classe de précision pour les tolérances géométriques.

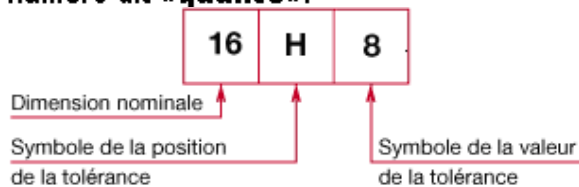
	DIMENSIONS LINÉAIRES					ANGLES CASSÉS Rayons - chanfreins			DIMENSIONS ANGULAIRES Dimension du côté le plus court				
	Classe de précision	0,5 à 3 inclus	3 à 6	6 à 30	30 à 120	120 à 400	0,5 à 3 inclus	3 à 6	> 6	Jusqu'à 10	10 à 50 inclus	50 à 120	120 à 400
f (fin)	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,2	± 0,5	± 1		± 1°	± 30'	± 20'	± 10'
m (moyen)	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,2	± 0,5	± 1		± 1°	± 30'	± 20'	± 10'
c (large)	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 0,4	± 1	± 2	± 1°30'	± 1°	± 30'	± 15'	
v (très large)	2	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 0,4	± 1	± 2	± 3°	± 2°	± 1°	± 30'	

Pour les tolérances géométriques.

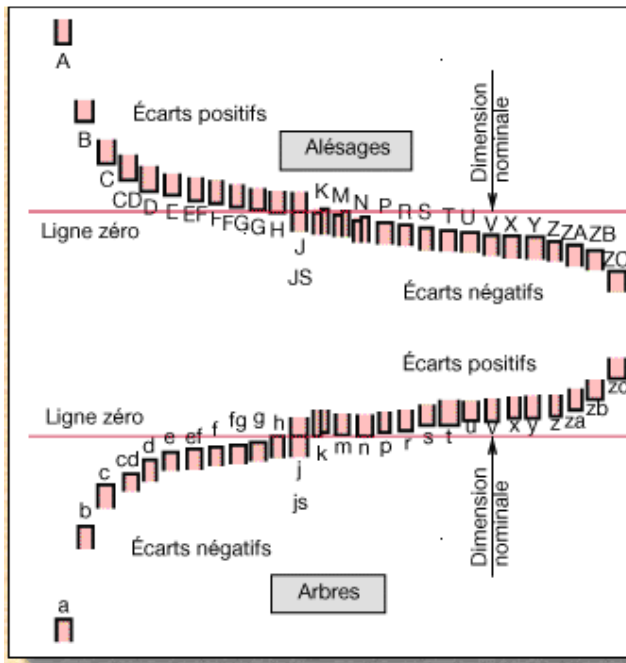
Tolérances												
Classe de précision	Jusqu'à 10	10 à 30 inclus	30 à 100	100 à 300	300 à 1000	Jusqu'à 100	100 à 300	300 à 1000	Jusqu'à 100	100 à 300	300 à 1000	Toutes dimensions
H (fin)	0,02	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,1
K (moyen)	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,8	0,6	0,6	0,8	0,2
L (large)	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	0,6	1	1,5	0,6	1	1,5	0,5
Même valeur que la tolérance dimensionnelle ou de rectitude ou de planéité si elles sont supérieures.	Même valeur que la tolérance diamétrale mais à condition de rester inférieure à la tolérance de battement.						Les écarts de coaxialité sont limités par les tolérances de battement.					

Les tolérances plus petites que les tolérances générales sont indiquées individuellement.

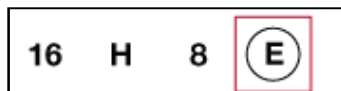
Pour chaque dimension nominale, il est prévu toute une gamme de tolérances. La valeur de ces tolérances est symbolisée par un numéro dit « **qualité** ».



La figure ci-dessous schématise les différentes positions possibles pour les tolérances.



Principe de l'enveloppe :



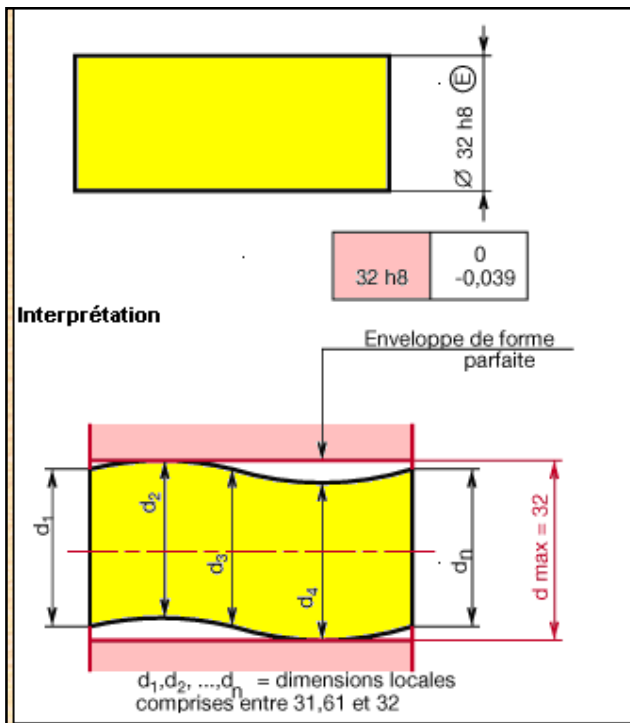
L'exigence de l'enveloppe est indiquée par le symbole \textcircled{E} à la suite d'une tolérance linéaire.

Cette exigence ne concerne qu'un élément isolé, soit un cylindre de révolution, soit des surfaces établies par deux plans parallèles («élément de dimension»).

Elle impose :

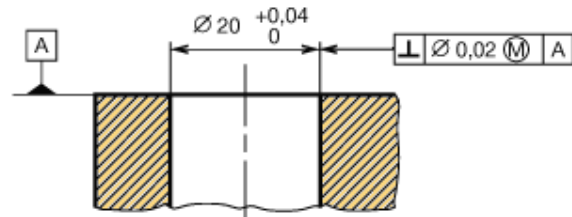
que l'élément réel ne dépasse pas l'enveloppe de forme parfaite à la dimension au maximum de matière,

que les dimensions locales de l'élément ne soient pas inférieures à la valeur minimale admissible.



Principe de maximum de matière :

Ce mode de tolérancement concerne les éléments devant respecter au moins deux tolérances :
 une tolérance dimensionnelle,
 une tolérance géométrique.



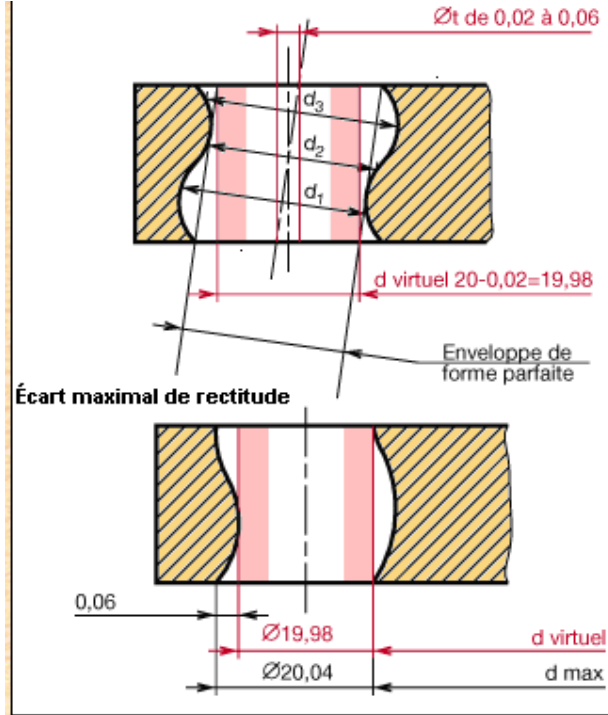
C'est l'enveloppe limite de la forme parfaite permise par les données du dessin et qu'aucun point de l'élément ne peut dépasser. Il est défini par l'effet combiné de la dimension au maximum de matière et de la tolérance géométrique d'orientation ou de position.

Pour un alésage :

d virtuel = d minimal - tolérance géométrique.

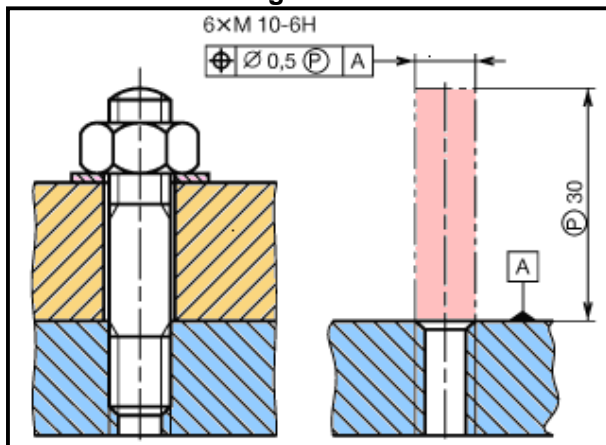
Pour un arbre :

d virtuel = d maximal + tolérance géométrique.



Zone de tolérance projetée.

Dans certains cas, lorsque deux pièces sont liées par un encastrement, la tolérance géométrique ne s'applique pas à lui-même, mais à son prolongement hors de la pièce sur une certaine longueur.

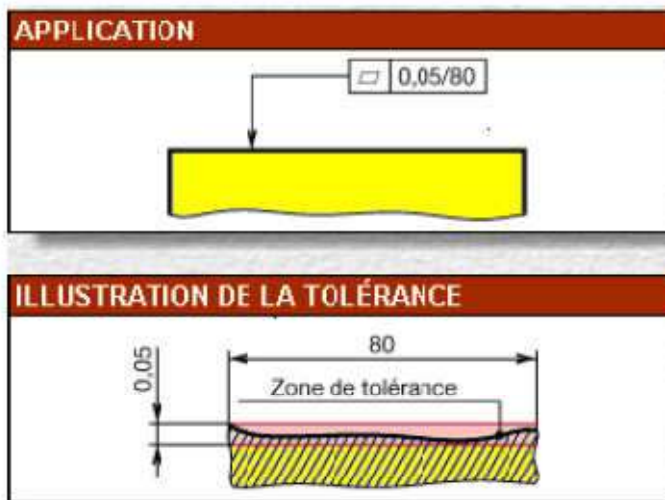


7. TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES (INTERPRÉTATION) :

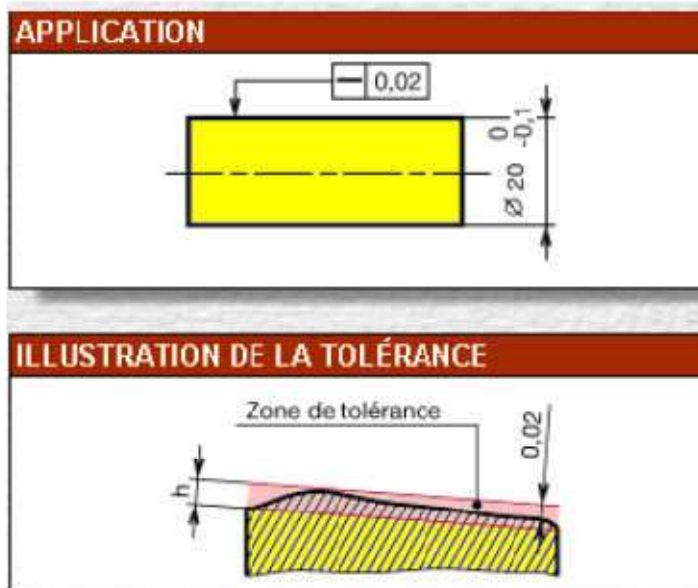
Sur un dessin de définition, les tolérances géométriques nous donnent les exigences d'une pièce et dans le même temps des suggestions pour les méthodes d'usinage et indications de contrôle.

7.1. Tolérances de forme :

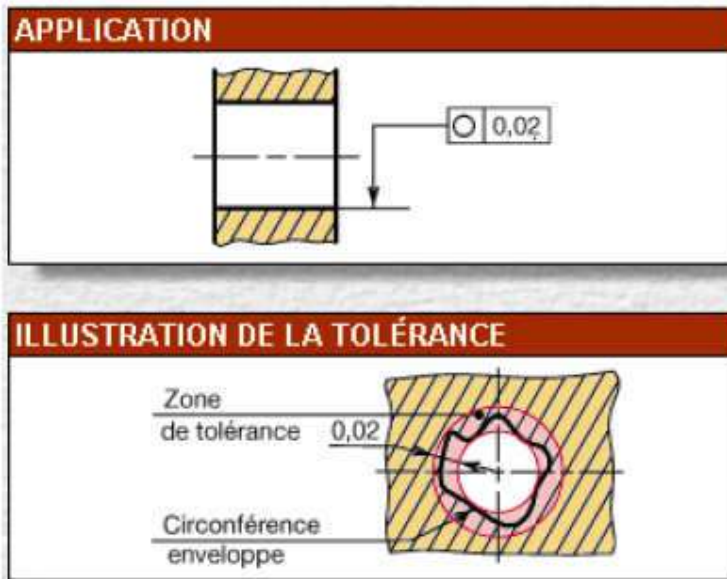
7.1.1. Planéité



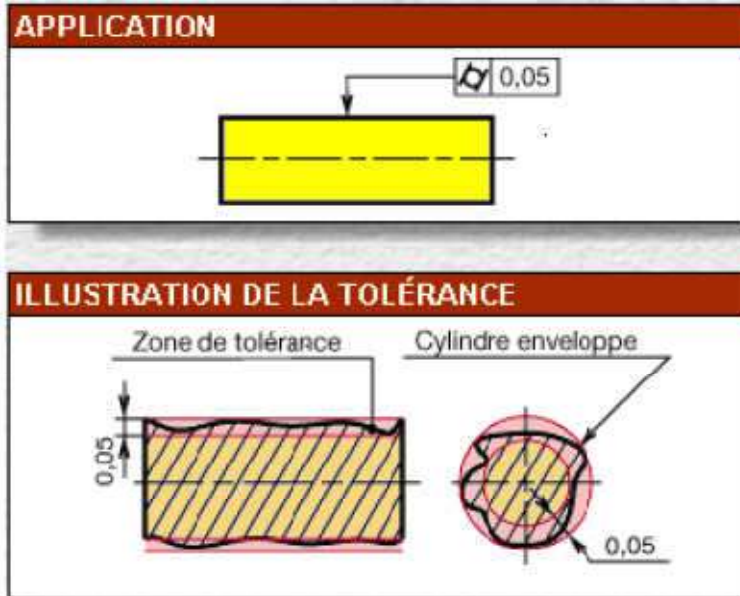
7.1.2. Rectitude :



7.1.3. Circularité :

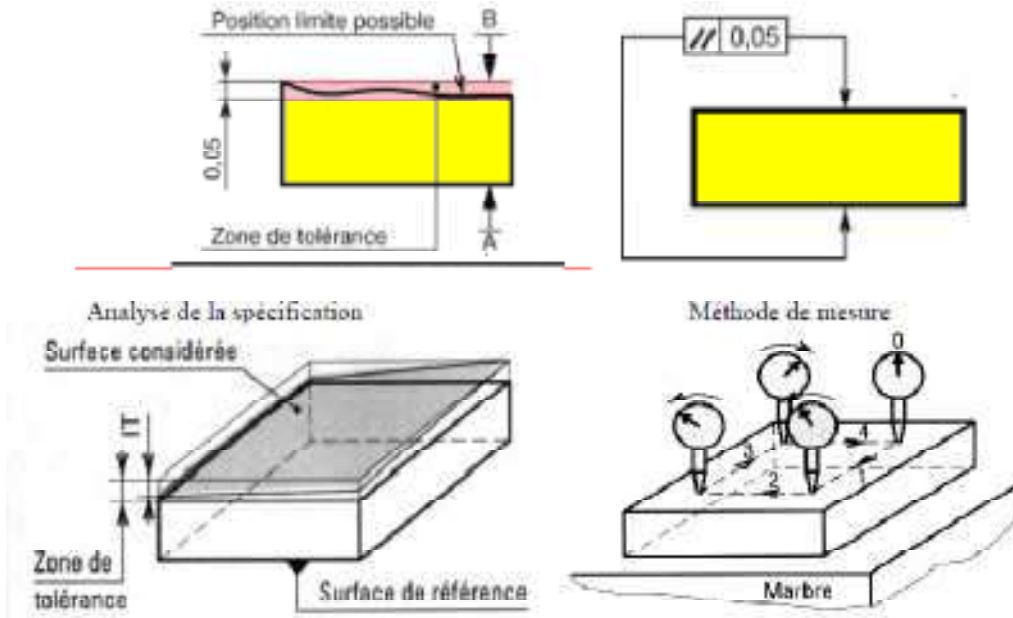


7.1.4. Cylindricité :

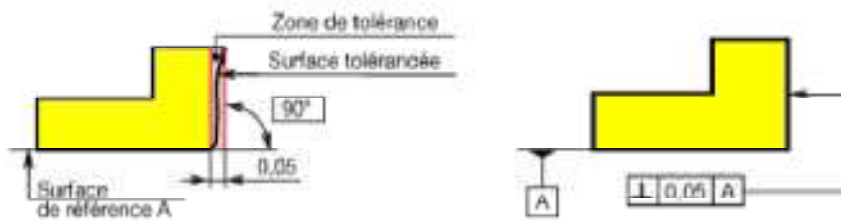


7.2. Tolérances d'orientation :

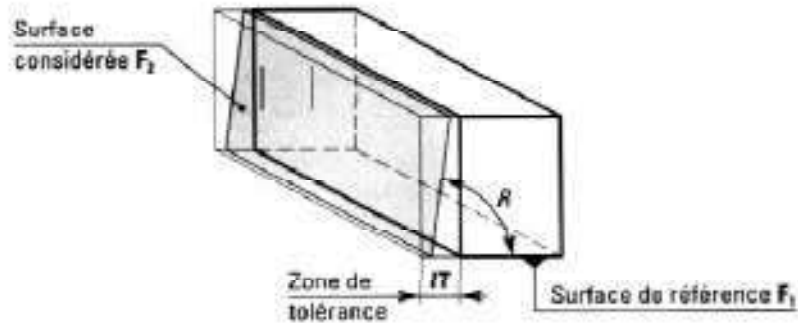
7.2. 1. Parallélisme



7.2.2. Perpendicularité :

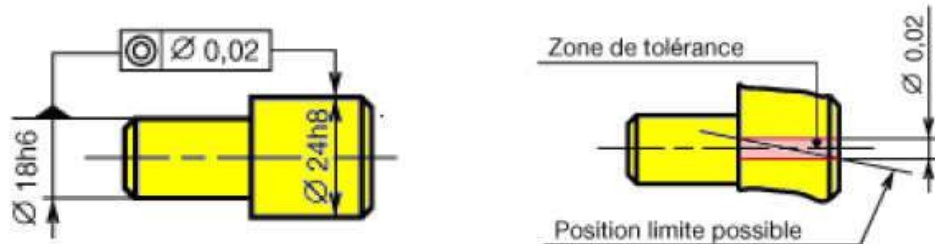


Analyse de la spécification

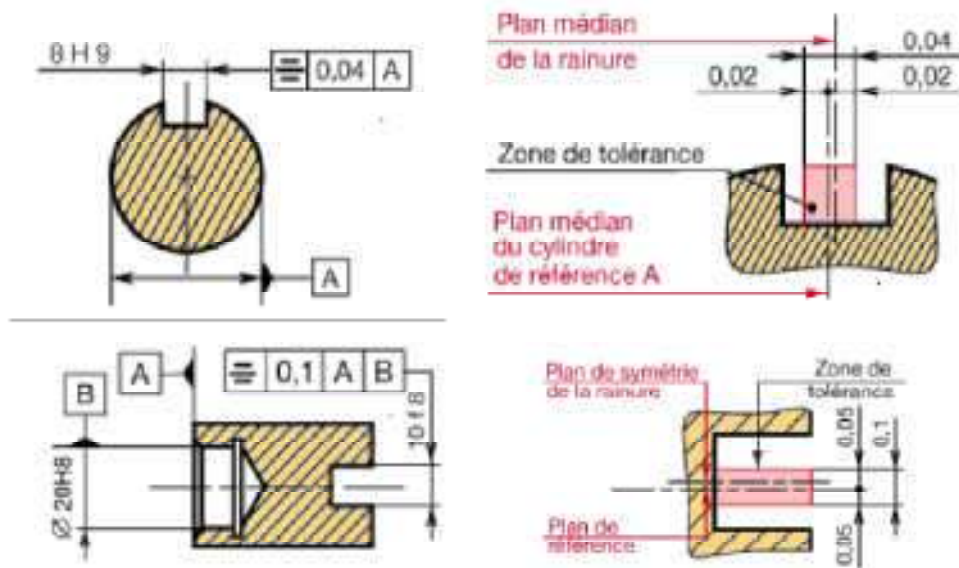


7.3. Tolérances de position :

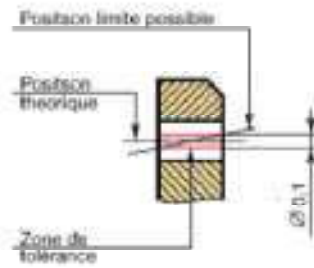
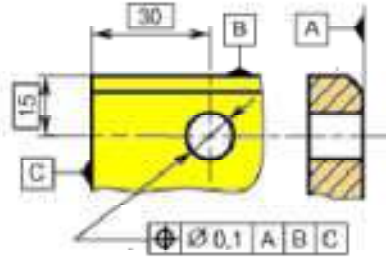
7.3. 1. Coaxialité, concentricité :



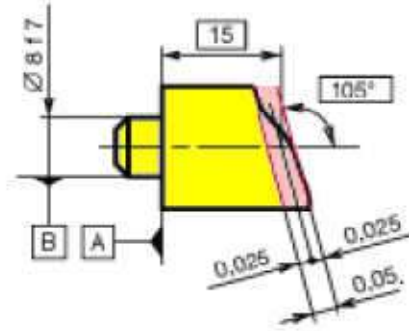
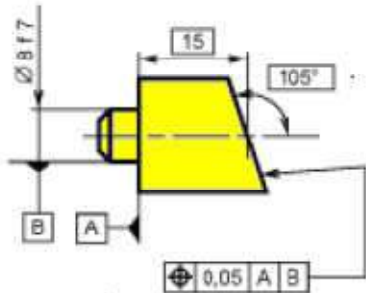
7.3. 2. Symétrie :



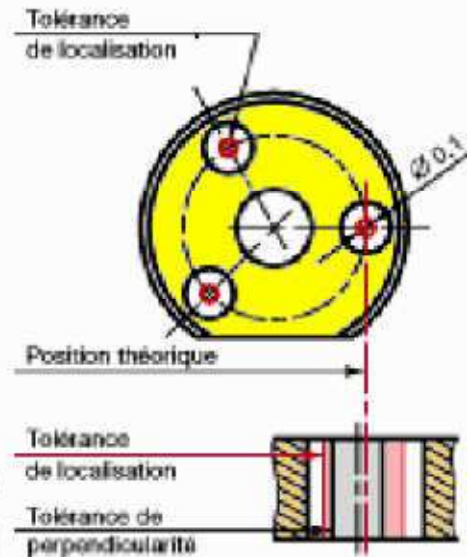
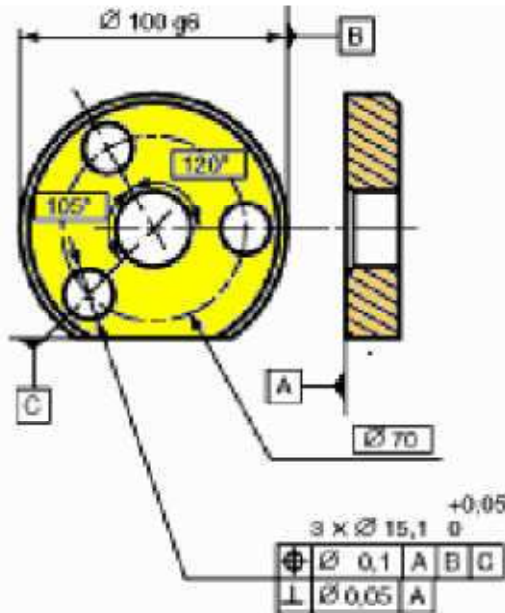
7.3. 3. Localisation :



□ Localisation des surfaces planes perpendiculaires sur un axe



□ Localisation des trous



8. INSCRIPTIONS NORMALISÉES :

8.1. Inscription des éléments de référence :

Contrairement aux tolérances de forme, les tolérances de position, d'orientation et de battement exigent l'emploi d'une référence ou élément de référence : point, axe, ligne, surface...

a)- Identification d'un élément de référence :

La forme choisie comme référence doit être identifiée par une lettre majuscule inscrite dans un cadre relié à un triangle, noirci ou non (fig. 4-1). Dans certains cas la lettre de référence peut être omise et le triangle de repérage directement relié au cadre d'inscription de la cotation (fig 4-2).

b)- Eléments restreints :

Si la référence ne concerne qu'une partie de la forme choisie (élément restreint), cette partie doit être représentée par un trait mixte fort et les cotes utiles indiquées (fig.4-3)

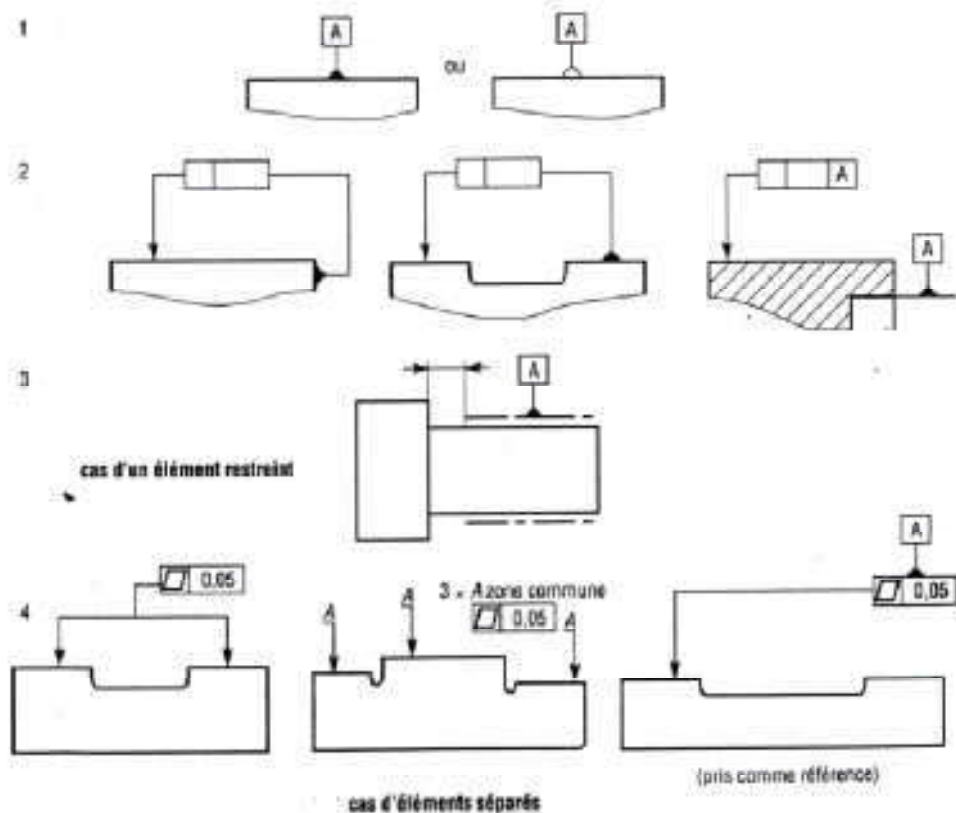
c)- Références partielles :

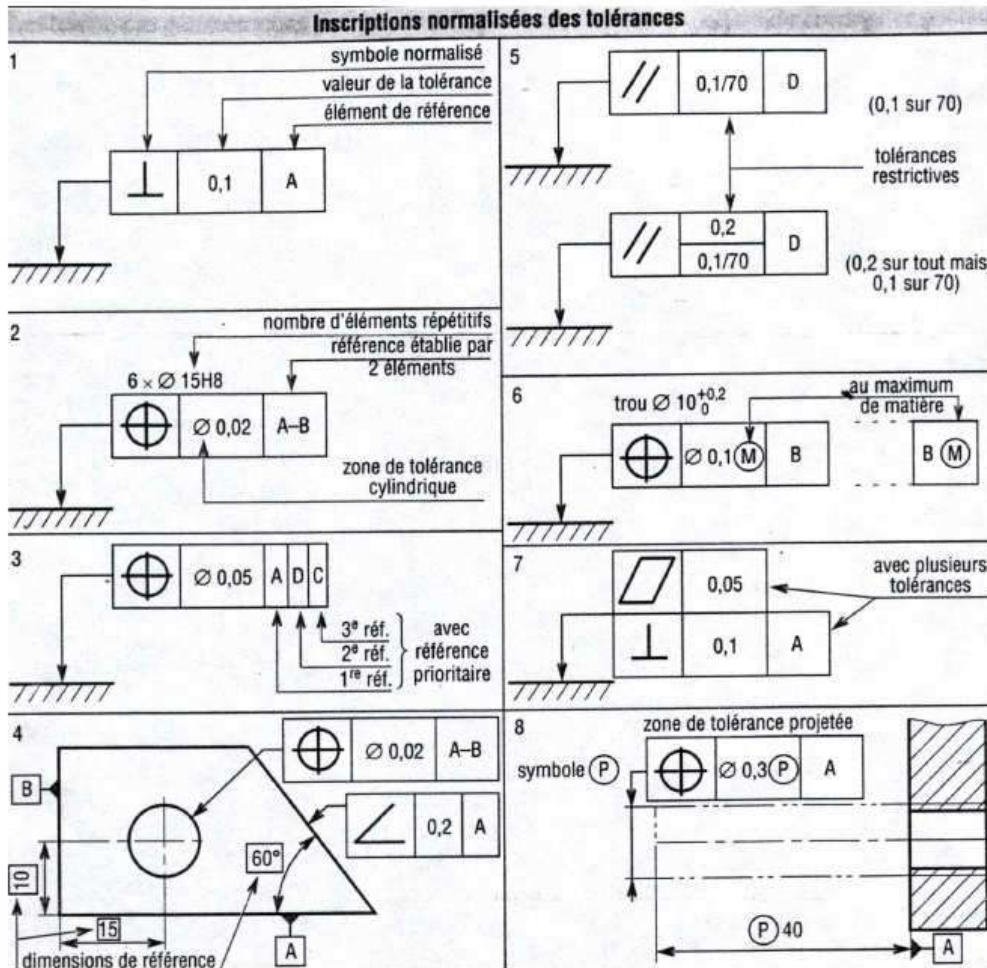
Il est parfois nécessaire de repérer un ou plusieurs points, une ligne ou une zone limitée comme élément de référence. A cette fin on utilise les références partielles (Normalisation fig. 6), l'identification est inscrite dans la partie inférieure du cadre circulaire normalisé et les informations additionnelles (dimension zone...) dans la partie supérieure.

d)- Dimension de référence :

pour un élément de référence, et pour un élément à tolérer, il faut parfois indiquer ou ajouter certaines cotes utiles (dimension de référence) pour définir une forme, une position, un angle ou une orientation.

Ces cotes ne doivent pas être tolérancées et doivent être encadrées pour les différencier de la cotation normale (fig. 5-4 et 6).





8.2. Inscription de la cotation tolérancée :

a) Cas général :

La forme à coter est repérée par une flèche reliée à un cadre rectangulaire. Dans le cadre, et dans des cases différentes, sont inscrits dans L'ordre : le symbole du défaut, la valeur de la tolérance et si nécessaire la lettre majuscule repérant l'élément de référence (fig. 4-2 et 5-1)

b) Cas exigeant plusieurs éléments de référence :

Si deux ou plusieurs éléments sont indispensables à la référence, les lettres correspondantes, séparées par un trait d'union, sont toutes inscrites dans la même case (fig.5-2) Si un ordre de priorité doit être respecté au moment de la vérification, les lettres sont inscrites dans des cases séparées (fig.5-3).

c) Cas d'un élément restreint :

Une même forme peut parfois être tolérancée sur une partie restreinte ou encore comporter deux tolérances différentes ; Les tolérances restrictives permettent la cotation de ces cas (fig. 5-5)

d) Cas d'éléments séparés :

Si la tolérance concerne un groupe de plusieurs éléments séparés ou distincts, la cotation doit être effectuée comme l'indique la figure 4-4. le triangle et la lettre permettant de repérer ces éléments, en tant qu'élément de référence, sont placés directement sur le cadre de cotation (fig. 4-4)

e) Cas de plusieurs tolérances :

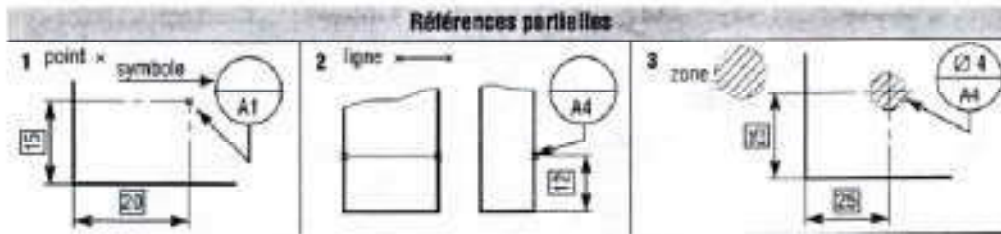
Si une même forme reçoit plusieurs tolérances de nature différentes en même temps, l'inscription doit être effectuée comme l'indique la figure 5-7

f) Cas d'une cotation au maximum de matière :

L'inscription doit être réalisée avec le symbole M encadré (fig. 5-6). Le principe peut s'appliquer à la tolérance, à la référence ou aux deux en même temps. Il ne s'applique pas aux tolérances de battement.

g) Cas d'une zone de tolérance projetée :

Dans certains cas, la tolérance géométrique n'est pas appliquée, à un élément ou une forme mais uniquement à son prolongement (en dehors l'objet) le symbole P encadré doit être utilisé après la valeur de la tolérance géométrique et avant toutes les cotes utiles à la définition de la forme projetée (fig. 5-8).



8.3. Repérage des éléments de référence et des éléments tolérancés :

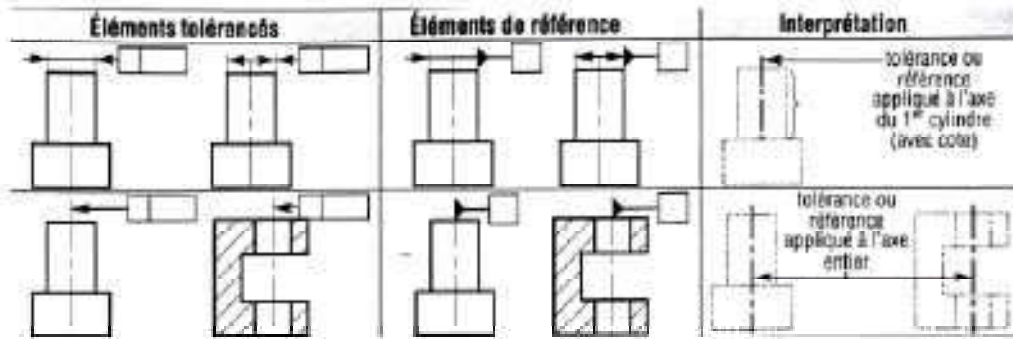
Les éléments tolérancés ou les éléments de référence peuvent être :

Des lignes ou des surfaces ; Des axes ou des plans médians d'objets ;
des axes ou des plans médians d'une partie ou d'un tronçon d'un objet.

Dans les deux premiers cas, le triangle ou la flèche doivent aboutir sur l'élément même ou, si ce n'est pas possible, sur une ligne de rappel (fig. 7).

Dans le troisième cas, le triangle ou la flèche doivent aboutir et être tracés dans le prolongement de la ligne de cote donnant la dimension de la forme (fig. 7 et 8).

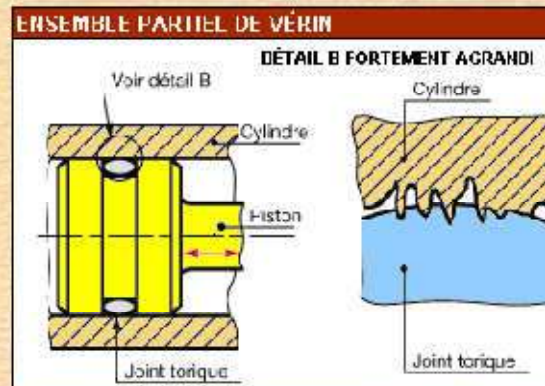
Inscriptions normalisées		
cas	éléments tolérancés (flèches)	éléments de référence (triangle)
lignes ou surfaces		
axe ou plans médians d'un élément coté		
axe ou plans médians		



9. L'ÉTAT DE SURFACE :

NF EN 21-302 , NF EN 32-065 ,
ISO 1302 , ISO 12065

L'aptitude d'une pièce à une fonction donnée dépend d'un ensemble de conditions, notamment des caractéristiques de ses états de surface. Par exemple, l'examen de la figure ci-contre montre que l'étanchéité et l'usure du joint sont essentiellement fonction de l'état de surface de l'alésage du cylindre.



© HACHETTE Technique

Si l'on coupe normalement une surface par un plan, on obtient une courbe appelée **profil de la surface**.

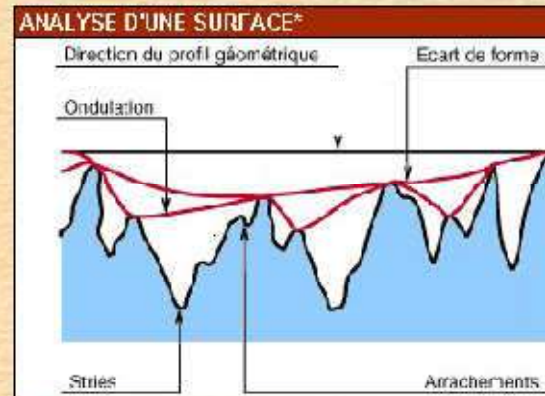
C'est à partir de ce profil que l'on analyse les différents défauts de la surface. On classe les défauts géométriques en quatre ordres de grandeur.



Défauts du premier ordre



Défauts du deuxième ordre



© HACHETTE Technique

▷ **Longueur d'évaluation L**
Longueur mesurée suivant la direction générale du profil.

▷ **Longueur de base l**
Partie de la longueur d'évaluation utilisée pour séparer les irrégularités du profil.



▷ **Ligne enveloppe supérieure LES**
Segments de droites joignant les points les plus hauts des saillies locales du profil.

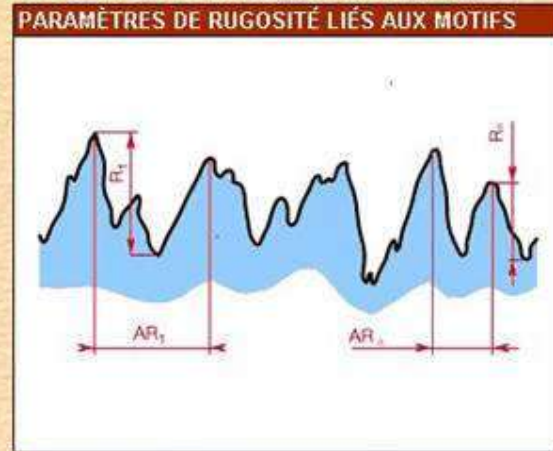


▷ **Profondeur moyenne de rugosité R**
C'est la moyenne des distances saillie-creux des écarts du troisième et du quatrième ordre.

$$R \approx \frac{R_1 + \dots + R_n}{n} \quad \text{avec } n \geq 8.$$

▷ **Pas moyen de rugosité AR**
C'est la moyenne des distances saillie-saillie des écarts du troisième et du quatrième ordre.

$$AR \approx \frac{AR_1 + \dots + AR_n}{n} \quad \text{avec } n \geq 8.$$



▷ **Écart moyen arithmétique du profil R_a**
 R_a est égal à la moyenne arithmétique, calculée sur la longueur de base, de la valeur absolue de l'ordonnée y entre chaque point du profil et l'axe Ox.

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

$$R_a \approx \frac{|y_1| + \dots + |y_n|}{n}$$



▶ **Maximum de la hauteur des irrégularités du profil R_{max}**

C'est la distance maximale entre un creux et la saillie adjacente.

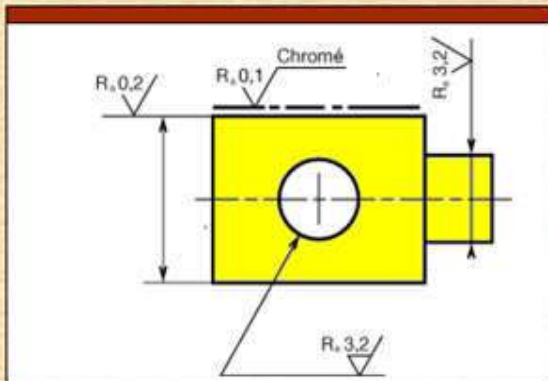
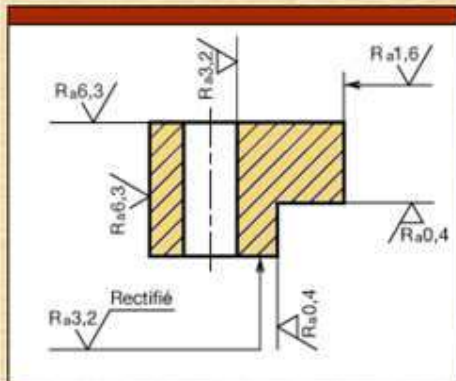
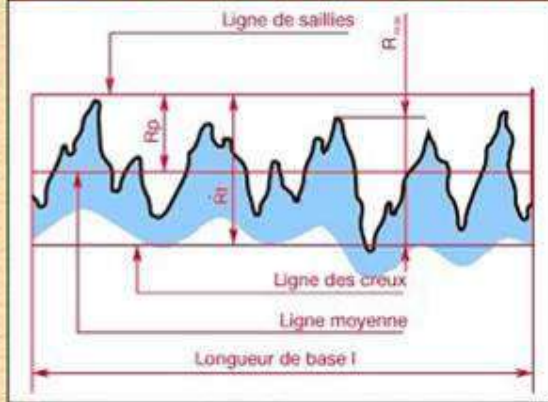
▶ **Hauteur maximale du profil R_p**

C'est la distance entre la ligne des saillies et la ligne des creux.

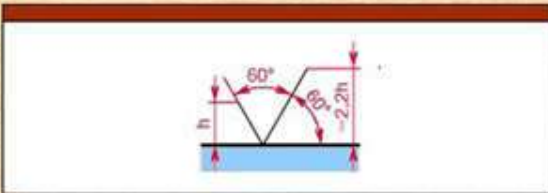
▶ **Hauteur maximale de la saillie R_p**

C'est la distance entre la ligne des saillies et la ligne moyenne.

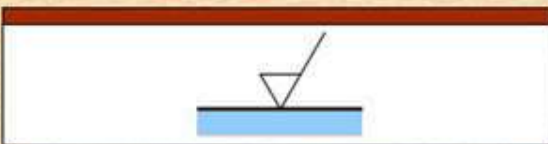
PARAM. DE RUGOSITÉ LIÉS À LA LIGNE MOYENNE



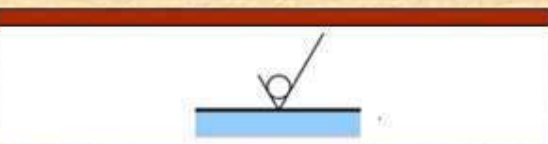
Surface prise en considération. Ce symbole ne spécifie aucune exigence pour l'état de surface.



Surface à usiner par enlèvement de matière, sans spécification d'exigence pour l'état de surface.



Surface où l'enlèvement de matière est interdit, sans spécification d'exigence pour l'état de surface.

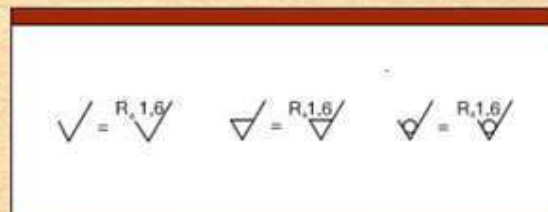


Remarque

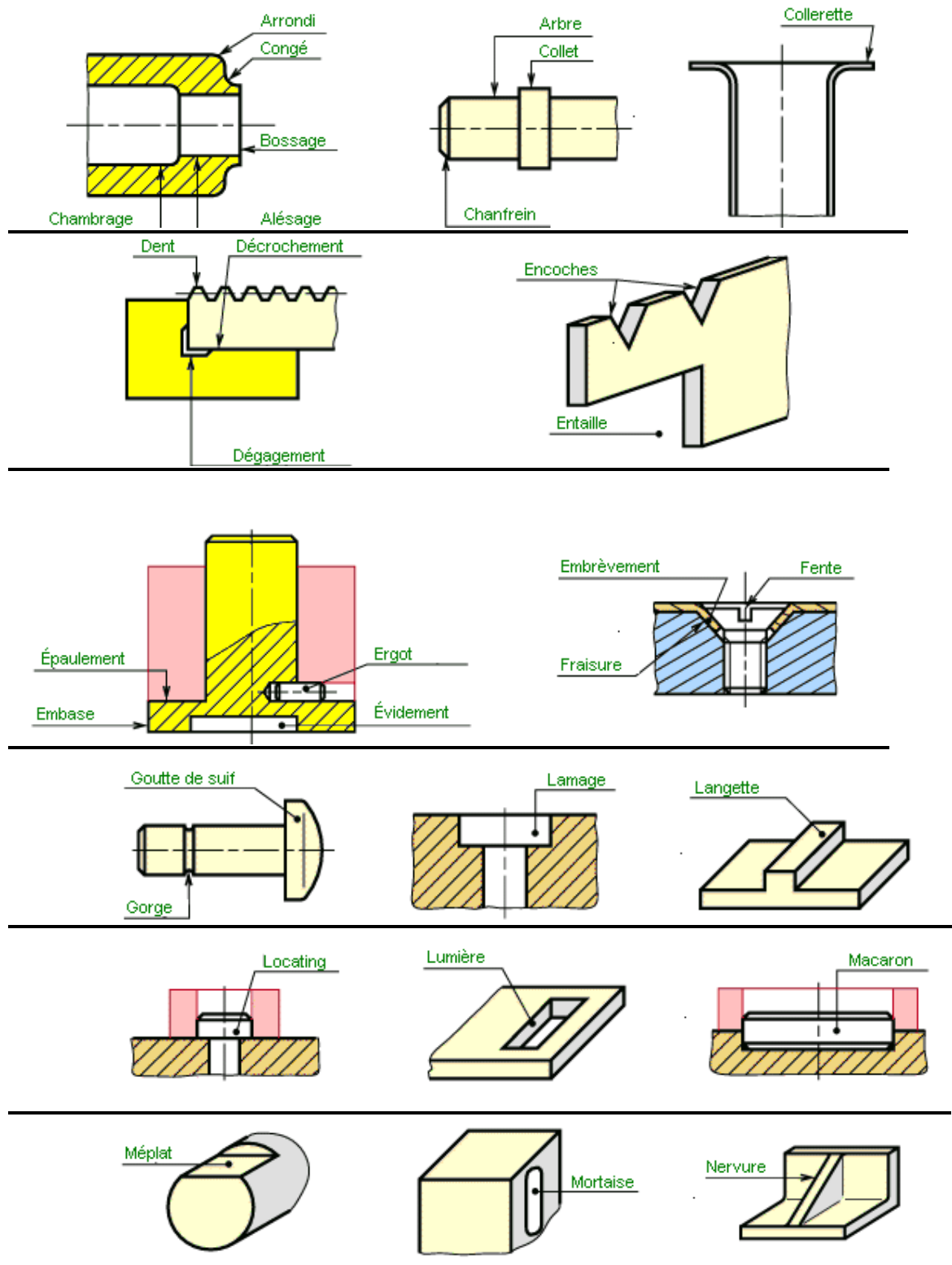
NOTA : Ces indications sont relatives aux écarts admissibles des deuxième, troisième et quatrième ordres.

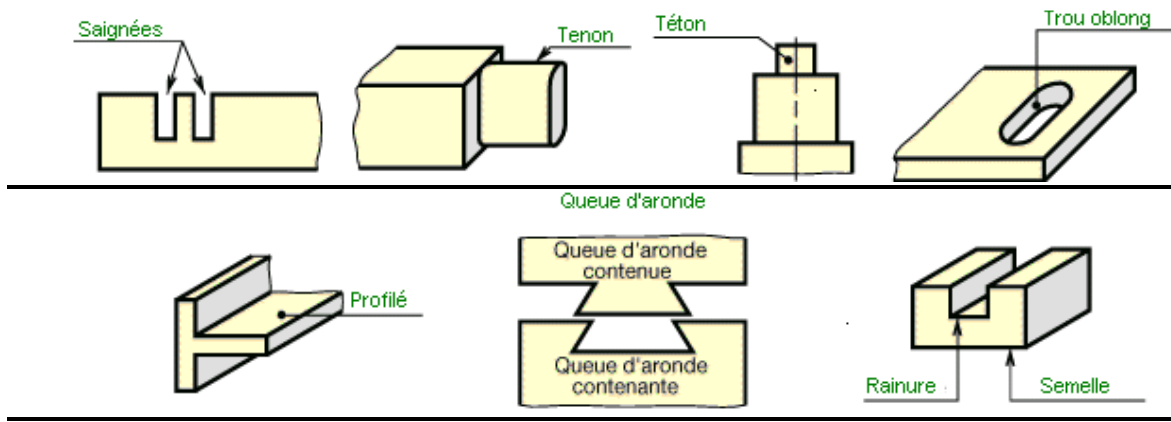
Répétition fréquente d'un même état de surface.

L'indication peut se limiter au symbole de base, à condition que la signification en soit expliquée."



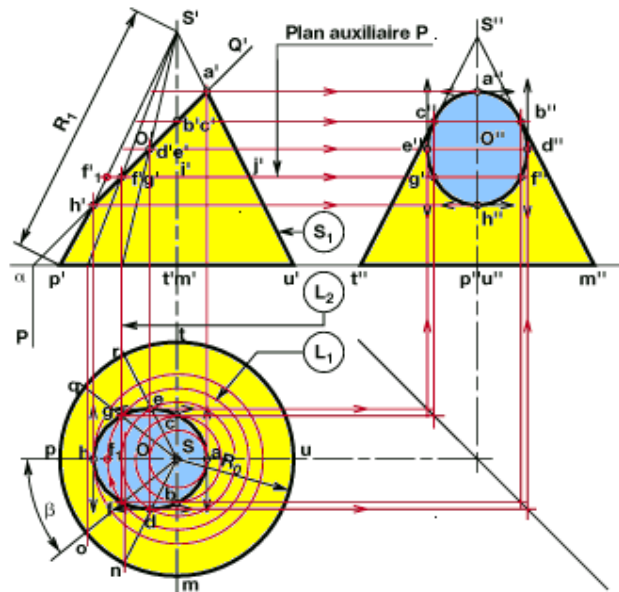
10. VOCABULAIRE TECHNIQUE DES FORMES MÉCANIQUES USUELLES :

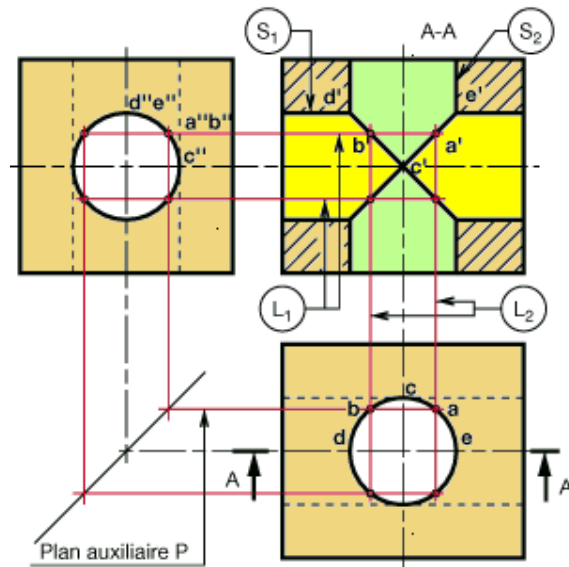
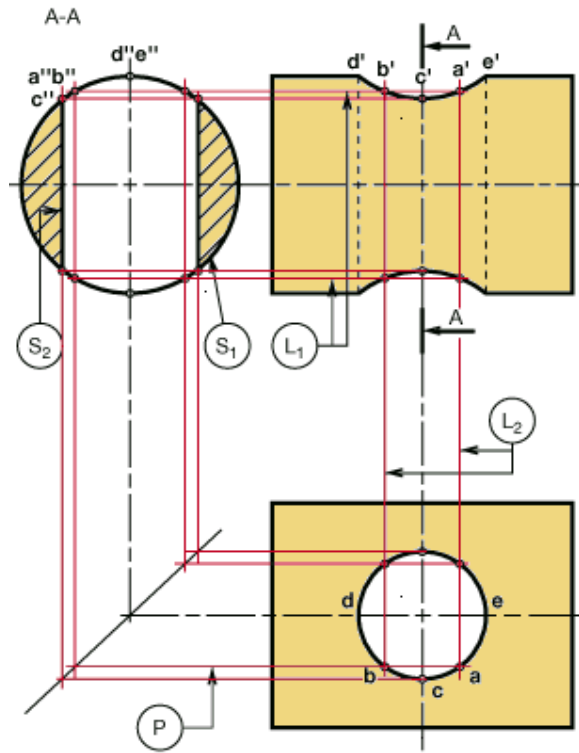




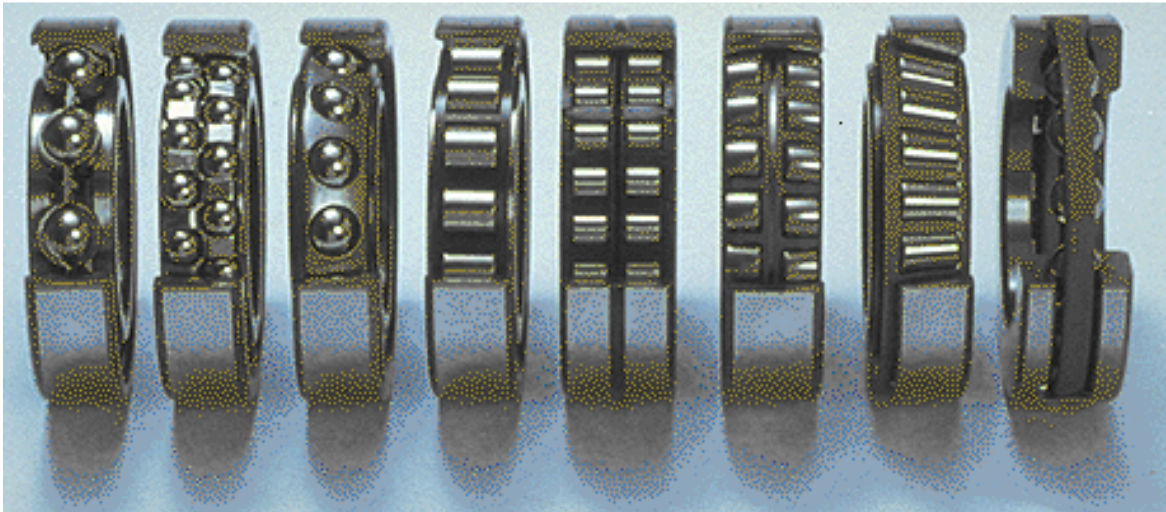
11. INTERSECTIONS :

Quelques intersections rencontrées dans les dessins de définition :





12. ROULEMENTS :



a) Roulement a une rangée de billes, à contact radial, sans encoche de remplissage :

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES :

- ▶ 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.

Représentation normale



Représentation conventionnelle



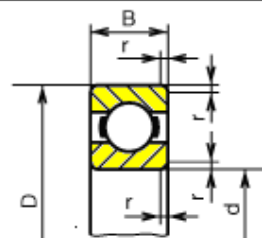
P = protection dun seul côté par flasque

PP = protection des deux côtés par flasques

E = protection dun seul côté par joint

EE = protection des deux côtés par joints

Type BC



série 10

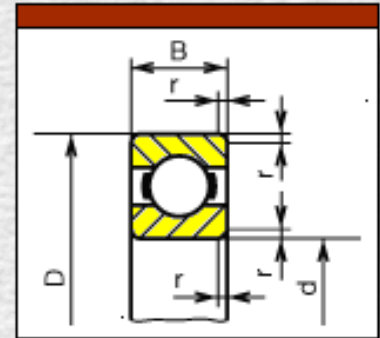
série 02

série 03

série 04

Exemple de désignation
Roulement 30 BC 10 XP*

30 = valeur du diamètre de l'alésage en millimètres
 BC = roulement à une rangée de billes, à contact radial
 10 = série de dimensions
 X = n'importe quel type de cage acceptable
 P = protection d'un seul côté par flasque

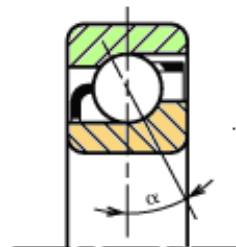


b) Roulement à une rangée de billes, à contact oblique :

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES :

- ▶ 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 de l'arbre d'une part et des alésages des logements d'autre part.

Représentation normale



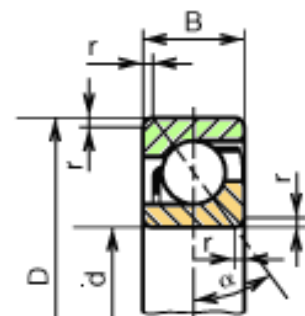
Représentation conventionnelle



Déversement admissible : ≈ 0

Exemple de désignation
Roulement 30 BT 02

30 = valeur du diamètre de l'alésage en millimètres
 BT = roulement à une rangée de billes, à contact oblique
 02 = série de dimensions



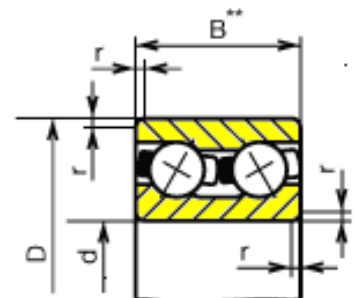
c) Roulements à deux rangées de billes :

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES :

- ▶ Ces roulements supportent des charges radiales assez importantes et des charges axiales alternées.
- ▶ Les fréquences de rotation admissibles sont plus faibles que celles des roulements à une rangée de billes.
- ▶ Ils demandent une très bonne **coaxialité** des portées de l'arbre d'une part et des alésages des logements d'autre part.

Exemple de désignation
Roulement 30 BE 32

30 = valeur du diamètre de l'alésage en millimètres
BE = roulement à deux rangées de billes, à contact oblique
32 = série de dimensions



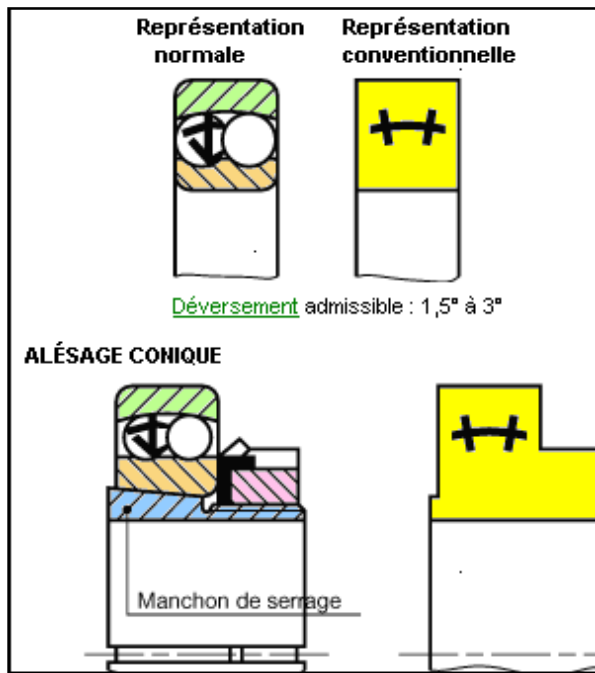
d) Roulements à deux rangées de billes à rotule dans la bague extérieure :

Ces roulements supportent des charges radiales moyennes et des charges axiales faibles.

Ils conviennent pour de grandes fréquences de rotation.

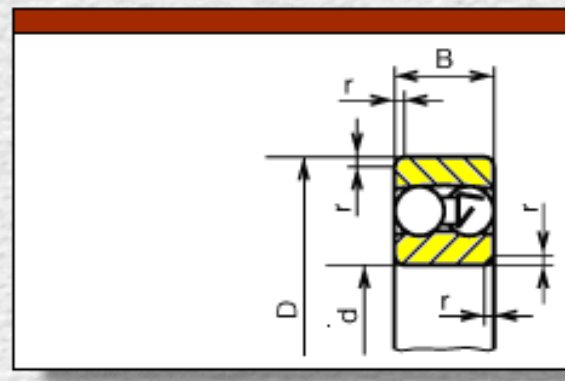
Ils autorisent un léger déversement de la bague intérieure par rapport à la bague extérieure.

Les roulements dont la désignation comporte le suffixe K ont un alésage conique. Ceci permet notamment leur montage sur portée conique, sur manchon de serrage, sur manchon de démontage. On évite ainsi l'épaulement d'appui sur l'arbre.



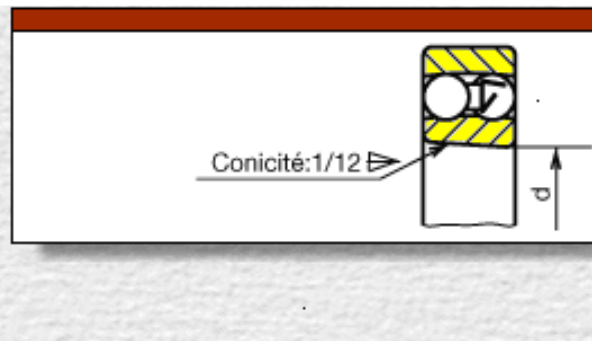
Exemple de désignation
Roulement 30 BS 02

30 = valeur du diamètre de l'alésage en millimètres
 BS = roulement à deux rangées de billes à rotule dans la bague extérieure
 02 = série de dimensions



Exemple de désignation
Roulement 30 BS K 02

30 = valeur du diamètre de l'alésage en millimètres
 BS = roulement à deux rangées de billes à rotule dans la bague extérieure
 K = alésage conique
 02 = série de dimensions

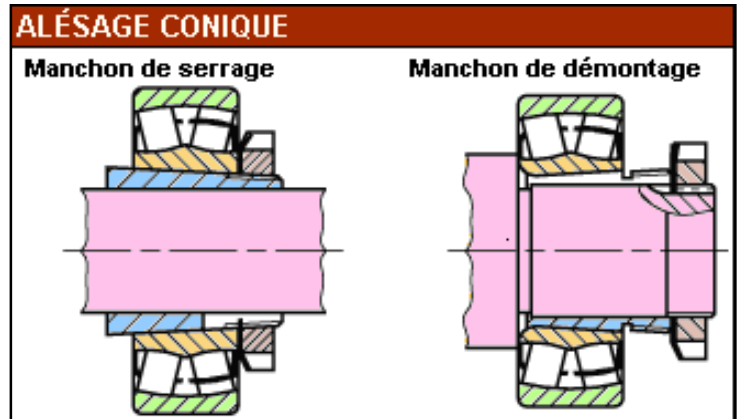


e) Roulements à rouleaux cylindrique :

Les rouleaux de ces roulements sont en forme de tonneau (la génératrice est un arc de cercle).

Ces roulements supportent des charges radiales très importantes et des charges radiales et axiales combinées.

Le type à bague intérieure avec bague de guidage possède des charges de base plus importantes que le type à bague intérieure à trois épaulements.



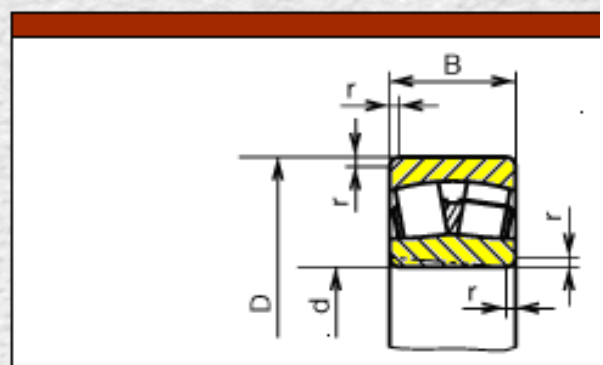
Exemple de désignation

Roulement 60 SC 22

60 = valeur du diamètre de l'alésage en millimètres

SC = roulement à deux rangées de rouleaux à rotule dans la bague extérieure

22 = série de dimensions



f) Roulements à rouleaux coniques :

Les cônes formés par les chemins de roulement et les rouleaux coniques ont un même sommet S situé sur l'axe du roulement.

Ces roulements supportent des charges radiales et axiales très importantes.

Ils ne conviennent pas pour les grandes fréquences de rotation.

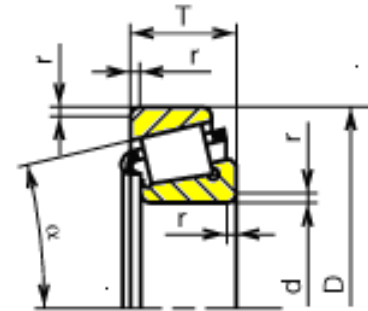
Ils demandent une bonne coaxialité des portées de l'arbre et aussi des alésages des logements.

Représentation normale



Exemple de désignation
Roulement 60 KB 22

60 = valeur du diamètre de l'alésage
 en millimètres
 KB = roulement à rouleaux coniques
 22 = série de dimensions



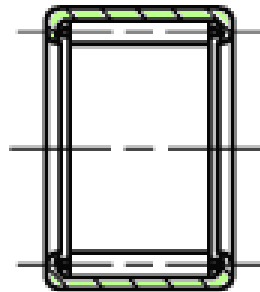
g) Roulements à aiguilles :

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 aussi des alésages des logements.

Douille à aiguilles

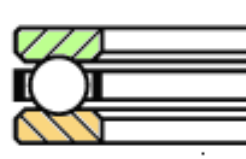


h) Butées à billes :

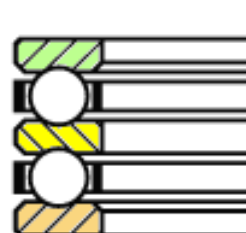
Les butées à billes ne supportent que des charges axiales, mais ces charges peuvent être très importantes. **Les butées à simple effet** ne supportent que des charges axiales dans un seul sens. **Les butées à double effet** sont conçues pour subir des charges axiales alternées.

L'action de la force centrifuge sur les billes limite leur emploi à de faibles fréquences de rotation.

Butée à billes à simple effet

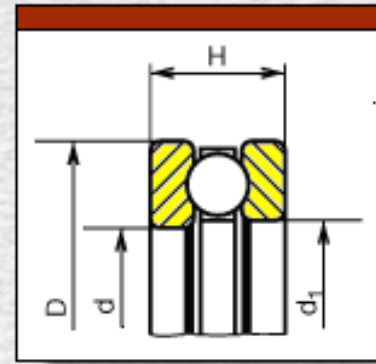


Butée à billes à double effet



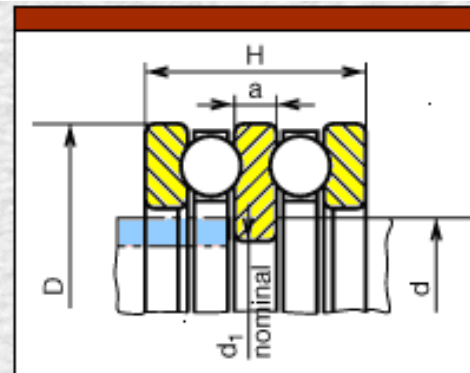
Exemple de désignation
Butée à simple effet 60 TA 11

60 = valeur du diamètre de l'alésage
 d en millimètres
 TA = butée à billes simple effet
 11 = série de dimensions



Exemple de désignation
Butée à double effet 60 TDC 22

60 = valeur du diamètre de l'alésage
 en millimètres
 TDC = butée à billes double effet
 22 = série de dimensions



Les ajustements nécessaires au montage correct d'un roulement sont obtenus en faisant varier les tolérances des portées et des alésages des logements.

La bague tournante d'un roulement, par rapport à la direction de la charge doit être ajustée avec serrage.

Le serrage est nécessaire pour éviter à la bague de tourner sur sa portée ou dans son logement. Ce phénomène est appelé «roulage». En général l'ajustement avec serrage demeure nécessaire même si la bague est serrée latéralement.

TOLÉRANCES POUR LES ARBRES

Conditions d'emploi	Charge	Tolérances	Observations
Bague intérieure fixe par rapport à la direction de la charge.	Constante	g 6	La bague intérieure peut coulisser sur l'arbre.
	Variable	h 6	
Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge, ou direction de charge non définie.	Faible et variable	h 5 j 5 - j 6	La bague intérieure est ajustée avec serrage sur l'arbre. À partir de m 5 utiliser des roulements avec jeu interne
	Normale	k 5 - k 6	
	Importante Importante avec chocs	n 6 p 6 m 5 - m 6	
Butée à billes.	Axiale	j 6	

La bague fixe d'un roulement par rapport à la direction de la charge est montée glissante.

Les tolérances indiquées dans le tableau suivant sont valables pour des logements en fonte ou en acier. Pour des logements en alliage léger ou à parois minces choisir un ajustement plus serré.

TOLÉRANCES POUR LES ALÉSAGES			
Conditions d'emploi	Charge	Tolérances	Observations
Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge.	Importante avec chocs	P 7	La bague extérieure ne peut pas coulisser dans l'alésage.
	Normale ou importante	N 7	
	Faible et variable	M 7	
Direction de charge non définie.	Importante ou normale	K 7	
Bague extérieure fixe par rapport à la direction de la charge.	Importante avec chocs	J 7	La bague extérieure peut coulisser dans l'alésage.
	Normale	H 7	
	Normale (mécanique ordinaire)	H 8	
Butée à billes.	Axiale	H 8	

13. ENGRENAGES :

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).

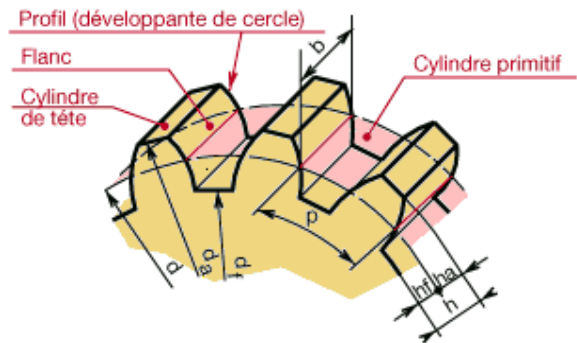
Une combinaison d'engrenages est appelée **TRAIN D'ENGRENAGES**.

CYLINDRE DE TÊTE

Cylindre passant par les sommets des dents. Sa section droite est le **cercle de tête de diamètre d_a** .

CYLINDRE DE PIED

Cylindre passant par le fond de chaque entre-dent. Sa section droite est le **cercle de pied de diamètre d_f** .

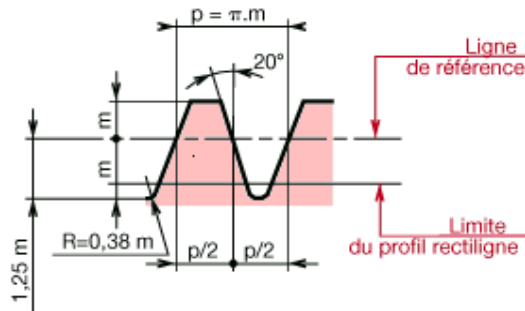


Le tracé de référence définit les caractéristiques communes à toutes les roues cylindriques à développante de cercle. Chaque roue du système (même à denture intérieure) peut être considérée comme géométriquement engendrée par la crémaillère de référence à profil rectiligne.

MODULE (m)

Le module est le quotient du pas exprimé en millimètres par le nombre π .

p = pas
m = module



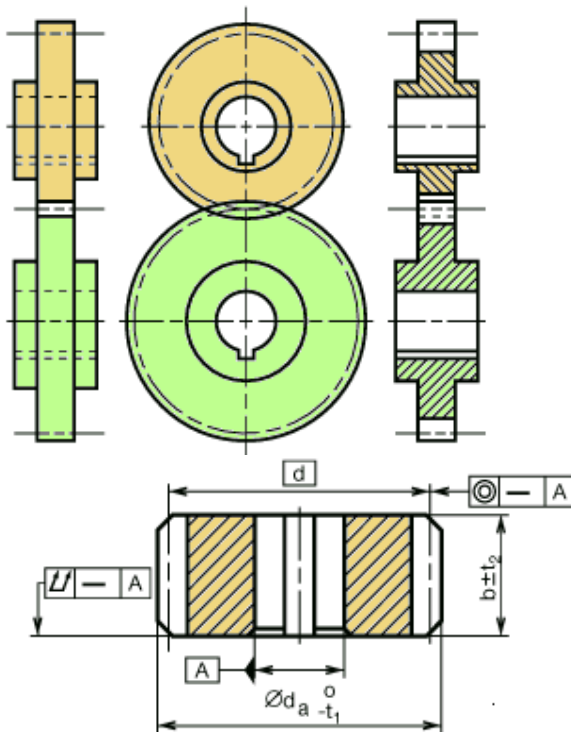
MODULES NORMALISÉS							
Série principale	0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2
Série secondaire	2,5	3	4	5	6	8	10
Série principale	0,55	0,7	0,9	1,125	1,375	1,75	2,25
Série secondaire	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11

NOMBRE MINIMAL DE DENTS*					
Z_A	13	14	15	16	17
Z_B	13 à 16	13 à 26	13 à 45	13 à 101	13 à ∞

* Afin d'éviter l'interférence entre les dents de la roue et du pignon.

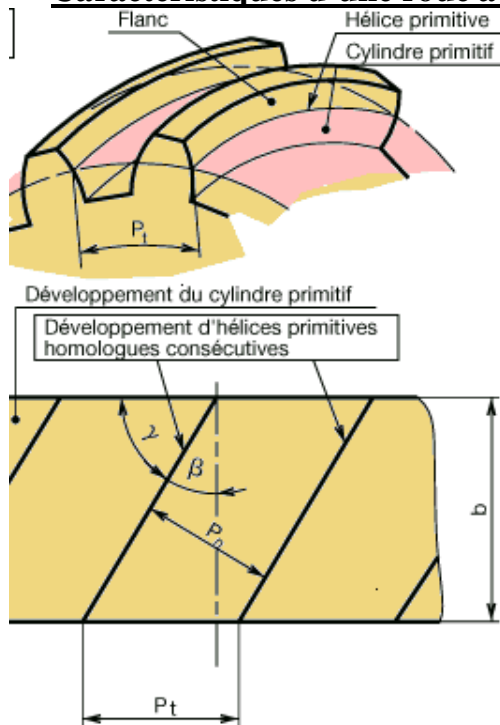
Caractéristiques d'une roue à denture droite normale

m	Déterminé par un calcul de résistance des matériaux (§ 47.12)
z	Déterminé à partir des rapports des vitesses angulaires : $a = \frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{z_B}{z_A}$
p	$p = m \cdot \pi$
h_a	$h_a = m$
h_f	$h_f = 1,25 m$
h	$h = h_a + h_f = 2,25 m$
d	$d = m \cdot z$
d_a	$d_a = d + 2 m$
d_f	$d_f = d - 2,5 m$
b	$b = k \cdot m$ (k valeur à se fixer, fréquemment on choisit entre 6 et 10.)
a	$a = \frac{d_A + d_B}{2} = \frac{m \cdot z_A}{2} + \frac{m \cdot z_B}{2} = \frac{m(z_A + z_B)}{2}$

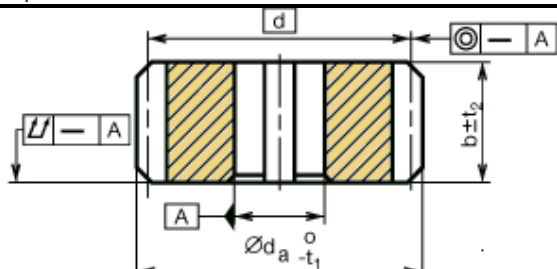


CARACTÉRISTIQUE DE LA DENTURE	
Classe de précision :	NF E23-006
Nombre de dents : <input type="text" value="z"/>	Angle de pression : <input type="text" value="20°"/>
Module : <input type="text" value="m"/>	Rugosité des flanc : <input type="text" value="√"/>
Crémaillère de référence :	NF E 23-011

Caractéristiques d'une roue à denture hélicoïdale normale



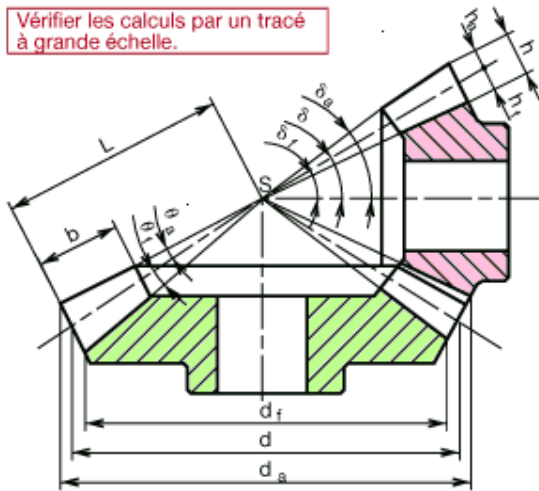
m	Déterminé par la résistance des matériaux et choisi dans les modules normalisés [§ 47-12].
z	Déterminé à partir des rapports des vitesses angulaires : $a = \frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{z_B}{z_A}$
β	Choisi habituellement entre 20° et 30°. Pour un même engrenage les hélices des roues sont de sens contraire.
m_t	$m_t = m_n / \cos \beta$
P_t	$P_t = m_t \cdot p$
P_n	$P_n = m_n \cdot p$ $P_n = P_t \cdot \cos \beta$
P_z	$P_z = p_d / \tan \beta$
h_a	$h_a = m_n$
h_f	$h_f = 1,25 m_n$
h	$h = h_a + h_f = 2,25 m_n$
d	$d = m_t \cdot z$
d_a	$d_a = d + 2 m_n$
d_f	$d_f = d - 2,5 m_n$
a	$a = \frac{d_A + d_B}{2} = \frac{m_t \cdot z_A}{2} + \frac{m_t \cdot z_B}{2}$
b	La transmission du mouvement est continue si, le contact cessant entre un couple de dents, un autre couple de dents est déjà en prise, soit : $b \geq \frac{\pi \cdot m_n}{\sin \beta}$



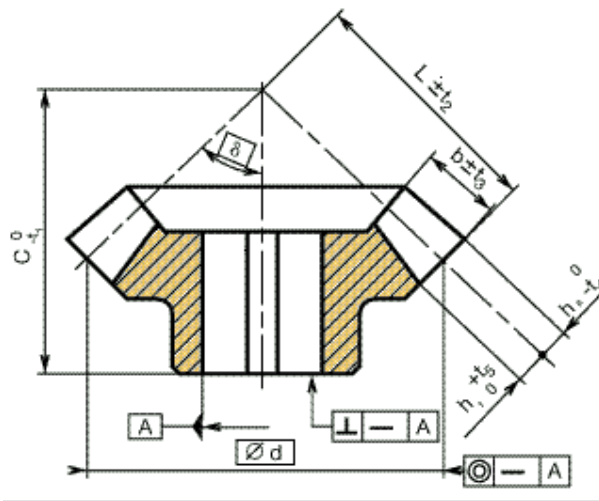
CARACTERISTIQUE DE LA DENTURE	
Classe de précision :	NF E23-006
Nombre de dents :	<input type="text" value="z"/> Angle d'hélice : <input type="text" value="β"/>
Module réel :	<input type="text" value="m_n"/> Rugosité des flancs : <input type="text"/>
Angle de pression :	<input type="text" value="20°"/> Rugosité des flancs : <input type="text" value="√"/>
Crémaillère de référence :	NF E 23-011

Caractéristiques d'un engrenage à axes perpendiculaires

Vérifier les calculs par un tracé à grande échelle.

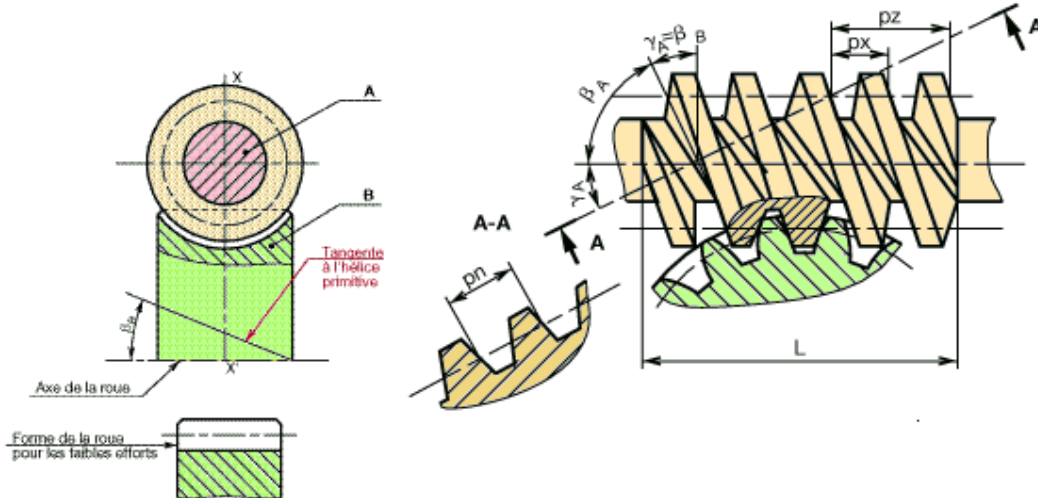


m	Déterminé par la résistance des matériaux et choisi dans les modules normalisés [§ 47-12.]	
Z_A et Z_B	Déterminés à partir du rapport des vitesses angulaires $\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{z_B}{z_A}$	
b	Pour des raisons de taillage : $\frac{1}{4} L < b < \frac{1}{3} L$	
d	$d_A = m \cdot z_A$	$d_B = m \cdot z_B$
delta	$\tan \delta_A = z_B / z_A$	$\tan \delta_B = z_A / z_B$
h_a	$h_a = m$	
h_f	$h_f = 1,25 m$	
h	$h = h_a + h_f = 2,25 m$	
d_a	$d_{aA} = d_A + 2 m \cos \delta_A$	$d_{aB} = d_B + 2 m \cos \delta_B$
d_f	$d_{fA} = d_A + 2,5 m \cos \delta_A$	$d_{fB} = d_B - 2,5 m \cos \delta_B$
theta_a	$\tan \theta_a = m / L$	
theta_f	$\tan \theta_f = 1,25 m / L$	
	avec $L = \frac{d_A}{2 \sin \delta_A}$	
delta_a	$\delta_{aA} = \delta_A + \theta_a$	$\delta_{aB} = \delta_B + \theta_a$
delta_f	$\delta_{fA} = \delta_A - \theta_f$	$\delta_{fB} = \delta_B - \theta_f$



CARACTÉRISTIQUES DE LA DENTURE	
Nombre de dents :	<input type="text" value="z"/> Rugosité des flancs = \sqrt{FG}
Module réel :	<input type="text" value="m"/> Épaisseur de dent = $e - t$
Angle de pression :	<input type="text" value="20°"/>
Crémaillère de référence :	ISO 677*
Roue conjuguée : plan n°	<input type="text"/>
* Pas de norme nationale	

Caractéristiques d'un engrenage roue et vis sans fin



Z_A	Fonction du rapport des vitesses angulaires : $\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$	
β_A	Fonction de la réversibilité de la transmission (si $\gamma_A < 5^\circ$ système pratiquement irréversible). $\beta_A \neq \gamma_A = 90^\circ$.	
	La vis a le même sens d'hélice que la roue	$\gamma_A = \beta_B$
m_n	Déterminé sur la roue, choisi suivant [§ 47-12]	$\tan \gamma_A = \frac{p_z}{\pi d_A}$ $\sin \gamma_A = \frac{p_n \cdot Z_A}{\pi d_A}$
m_x	$m_x = m_n / \cos \gamma_A$	
p_n	$p_n = m_n \cdot \pi$	
p_x	$p_x = p_n / \cos \gamma_A$	
p_z	$p_z = p_x \cdot Z_A$	
d_A	$d_A = p_z / \pi \tan \gamma_A$	
d_o	$d_o = d_A + 2 m_n$	
d_f	$d_f = d_A - 2,5 m_n$	
L	$L \approx 5 p_z$	

		Tolérance de coaxialité en microns							
Diamètre primitif d	≤ 100	1 à 3,15	36	50	63	80	100	125	160
		> 3,15 à 6,3	45	63	80	100	125	160	200
		> 6,3 à 10	50	71	90	112	140	180	224
	100 à 400	1 à 3,15	40	56	71	90	112	140	180
		> 3,15 à 6,3	40	71	90	112	140	180	224
		> 6,3 à 10	56	80	100	125	160	200	250
Rugosité des flancs* Ra en microns		0,4	0,8	3,2	6,3				
Tolérance d'entraxe $\pm t$		1/2 IT 7	1/2 IT 8	1/2 IT 9	1/2 IT 11				

14. DESIGNATION DES MATERIAUX :

Pour pouvoir lire un plan, il faut connaître aussi la désignation des matériaux.

Le matériau est inscrit dans la casse (Matière) au dessus du cartouche (comme dans l'exemple antérieur).

Les principaux matériaux utilisés en fabrication mécanique sont :

Les fontes, les aciers, l'aluminium, les alliages légers, les alliages de cuivre, les alliages de zinc, et les matières plastiques.

14.1. LES ACIERS :

Aciers d'usage général :

La désignation commence par la lettre **S** pour les aciers d'usage général et par la lettre **E** pour les aciers de construction mécanique.

Le nombre qui suit indique la valeur minimale de la limite d'élasticité en mégapascals*.

Exemple : **S 235**.

S'il s'agit d'un acier moulé, la désignation est précédée de la lettre **G**.

Exemple : **GE 295**.

Nuance*	R min	Re min	Emplois
S 185 (A 33)	290	185	Constructions mécaniques et métalliques générales assemblées ou soudées.
S 235 (E 24)	340	235	
S 275 (E 28)	410	275	
S 355 (E 36)	490	355	
E 295 (A 50)	470	295	Les aciers ne conviennent pas aux traitements thermiques.
E 335 (A 60)	570	335	
E 360 (A 70)	670	360	
MOULAGE GS 235 - GS 275 - GS 355 GE 595 - GE 335 - GE 360			
R min = résistance minimale à la rupture par extension (MPa). Re min = limite minimale apparente d'élasticité (MPa).			
* Entre parenthèses correspondance approximative avec l'ancienne symbolisation.			

Aciers non alliés :

Teneur en manganèse < 1 %.

La désignation se compose de la lettre **C** suivie du pourcentage de la teneur moyenne en carbone multipliée par 100.

Exemple : **C 40**.

40 : 0,40 % de carbone.

S'il s'agit d'un acier moulé, la désignation est précédée de la lettre **G**.

Exemple : **GC 25**.

Nuance*	R min	Re min	Emplois
C 22 (XC 18)	410	255	Constructions mécaniques.
C 25 (XC 25)	460	285	
C 30 (XC 32)	510	315	
C 35 (XC 38)	570	335	
C 40 (XC 42)	620	355	
C 45 (XC 48)	660	375	Ces aciers conviennent aux traitements thermiques et au forgeage.
C 50 (XC 50)	700	395	
C 55 (XC 54)	730	420	
C 60 (XC 60)	HRC \geq 57		
Cette symbolisation ne s'applique pas aux aciers de décolletage.			
* Entre parenthèses correspondance approximative avec l'ancienne symbolisation.			

Aciers faiblement alliés :

Teneur en manganèse > 1 %.
 Teneur de chaque élément d'alliage < 5 %.
 La désignation comprend dans l'ordre :
 ▷ un nombre entier, égal à cent fois le pourcentage de la teneur moyenne en carbone,
 n un, ou plusieurs groupes de lettres, qui sont les symboles chimiques des éléments d'addition rangés dans l'ordre des teneurs décroissantes,

▷ une suite de nombres, rangés dans le même ordre que les éléments d'alliage, et indiquant le pourcentage de la teneur moyenne de chaque élément.

Ces teneurs sont multipliées, par un **facteur variable**, en fonction des éléments d'alliage.

Exemple : **55 Cr 3** (0,55 % de carbone, 0,75 % de chrome).

Facteur variable :

Élément d'alliage	Facteur
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zn	10
Ce, H, P, S	100
B	1 000

Entre parenthèses, correspondance avec l'ancienne symbolisation.

Nuance ¹		référence	
		R min	Re min
38 Cr 2	(38 C 2)	800	650
34 Cr 4	(32 C 4)	880	660
37 Cr 4	(38 C 4)	930	700
41 Cr 4	(42 C 4)	980	740
55 Cr 3	(55 C 3)	1 100	900
100 Cr 6	(100 C 6)	HRC ≈ 62	
25 Cr Mo 4	(25 CD 4)	880	700
35 Cr Mo 4	(34 CD 4)	980	770
42 Cr Mo 4	(42 CD 4)	1 080	850
15 Cr Ni 6	(15 NC 6)	800	650
17 Cr Ni Mo 6	(18 NCD 6)	1 130	880
30 Cr Ni Mo 8	(30 CND 8)	1 030	850
51 Cr V 4	(50 CV 4)	1 180	1 080
18 Mn Cr 5	(18 MC 5)	1 080	835
20 Mn Cr 5	(20 MC 5)	1 230	980
35 Ni Cr Mo 16	(35 NCD 16)	1 710	1 275
51 Si 7	(51 S 7)	1 000	830
60 Si Cr 7	(60 SC 7)	1 130	930

R min = résistance minimale à la rupture par extension (MPa).

Re min = limite minimale apparente d'élasticité (MPa).

1 MPa = 1 N/mm².

Aciers fortement alliés :

Teneur d'au moins un élément d'alliage > 5 %.

La désignation commence par la lettre **X** suivie de la même désignation que celle des aciers faiblement alliés, à l'exception des valeurs des teneurs qui sont des pourcentages réels.

Exemple : **X 30 Cr 13** (0,30 % de carbone - 13 % de chrome).

R min = résistance minimale à la rupture par extension (MPa).

Re min = limite minimale apparente d'élasticité (MPa).

Nuance*	Traitement de référence	
	R min	Re min
X 4 Cr Mo S 18 (Z8 CF 17)	440	275
X 30 Cr 13 (Z30 C 13)	HRC ≅ 51	
X 2 Cr Ni 19-11 (Z3 CN 19-11)	460	175
X 5 Cr Ni 18-10 (Z6 CN 18-09)	510	195
X 5 Cr Ni Mo 17-12 (Z7 CND 17-12)	510	205
X 6 Cr Ni Ti 18-10 (Z6 CNT 18-11)	490	195
X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12 (Z6 CNDT 17-12)	540	215

14.2. LES FONTES :

Fontes a graphite lamellaire :

Après le préfixe EN les fontes a graphite lamellaire sont désignées par le symbole GJL suivi de la valeur en megapascals de la résistance minimale a la rupture par extension.

Exemple : EN – GJL-100 (l'ancienne FGL 100)

Fontes à graphite sphéroïdal

Après le préfixe EN les fontes a graphite sphéroïdal sont désignées par le symbole GJS suivi de la valeur en megapascals de la résistance minimale a la rupture par extension et du pourcentage de l'allongement après rupture.

Exemple : EN – GJS-400-18 (l'ancienne FGS 400-18)

Fontes malléables : Exemple : EN – GJMB-450-6 (l'ancienne MB 450-6)

14.3. ALUMINIUM et alliages d'aluminium.

La désignation est composée des éléments suivants:

- le préfixe **EN** ;
- la lettre **A**, pour codifier l'aluminium;
- la lettre **W**, pour codifier la composition chimique.
- quatre chiffres pour codifier la composition chimique

Exemple : **EN AW - 2017**.

Normalement cette désignation est placée entre crochets à la suite de la désignation numérique.

Elle utilise les symboles chimiques des éléments suivi de nombres indiquant la pureté de l'aluminium ou la teneur nominale de l'élément considéré.

Exemples:

ENAW-2017 [Al Cu4 Mg Si]

EN AW - 1350 [E Al 99,5]*

* Pour les applications électriques le symbole Al est précédé de la lettre E.

14.4. CUIVRE et alliages de cuivre

La désignation du cuivre et de ses alliages comporte le symbole chimique du métal de base (Cu), éventuellement suivie de l'indice de pureté chimique, auquel on associe, dans le cas d'un alliage, les symboles chimiques des éléments d'addition suivis des nombres indiquant les teneurs nominales de ces éléments.

Exemple : **Cu Zn 39 Pb 2** (alliage de cuivre - 39 % de zinc - 2 % de plomb).

Nuances usuelles	État	R min	Re min	Emplois
Cu Pb 1	Écroui	350	300	Utilisé en décolletage. Très haute conductibilité électrique et thermique.
Cu Sn 8 P (bronze)	4/4 dur	490	390	Matériau de frottement pour bagues, douilles, chemises, segments.
Cu Sn Pb Zn	Moulé	—	—	Pièces moulées sans caractéristiques particulières.
Cu Sn 7 Zn 6 Pb 4	Moulé	210	—	Robinetterie courante.
Cu Sn 12 Zn 1 P	Moulé	200	—	Construction mécanique. Robinetterie sous pression.
	Écroui	290	160	Pièces d'usure : pignons et roues d'engrenages, écrous.
Cu Be 2 (cuivre au béryllium)	Trempé-revenu	1 400	1350	Ressorts (matériels électriques, matériels résistant à la corrosion). Connecteurs.
Cu Zn 15 (laiton)	3/4 dur	400	—	Alliage de forgeage à froid, se polit bien et convient aux revêtements électrolytiques.

14.5. LES PLASTIQUES :

Pour l'utilisateur, les plastiques se classent en deux grandes catégories :

les thermoplastiques : soumis à l'action de la chaleur, ils arrivent à une phase pâteuse (ou une fusion); lors de la solidification, le matériau retrouve son état initial (comportement thermique comparable aux métaux) ;

les thermodurcissables : soumis à l'action de la chaleur, ils arrivent à une phase pâteuse (température d'injection dans le moule), puis ils subissent une transformation chimique interne irréversible qui durcit définitivement la matière (comportement thermique comparable à l'argile qui durcit sous l'action de la chaleur).

Exemples :

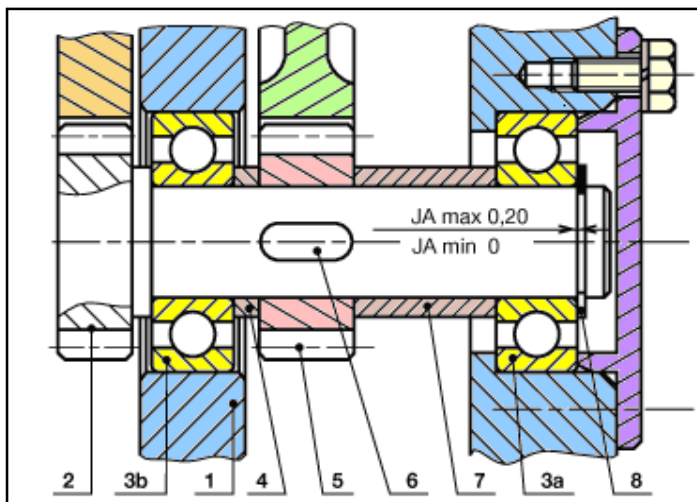
Les thermoplastiques :

PA 11	Polycarbonate
PC	Polycarbonate
PE hd	Poléthylène haute densité
PE bd	Poléthylène basse densité
PTFE	Polytétrafluoréthylène
POM	Polyoxydiméthylène
PP	Polypropylène
PS	Polystyrène
PSB	Polystyrène résistant aux chocs
SAN	Polystyrène acrylonitrile
PVC U	Polychlorure de vinyle

Les thermodurcissables :

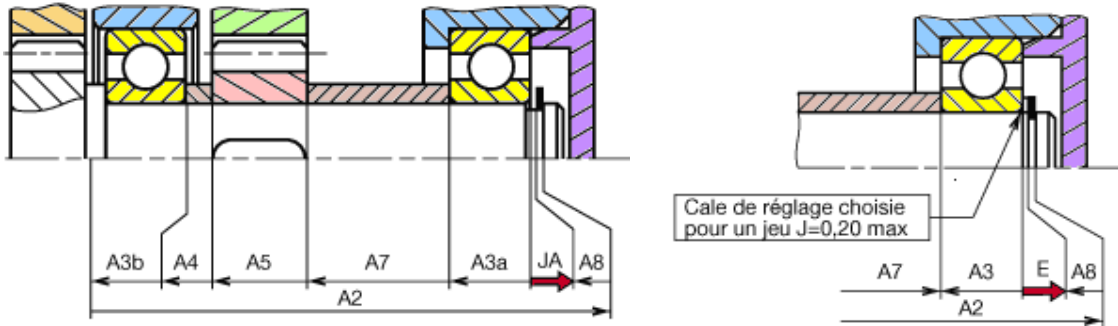
PF 21	Phénoplaste (Bakélite)
EP	Époxyde (Araldite)
UP	Polgester
PUR	Poluréthane

15. ANALYSE FONCTIONNELLE (COTATION FONCTIONNELLE) :



Les pièces 3a et 3b, 4, 5, 6 et 7 étant rainurées. Cela sera possible s'il reste un jeu JA entre le roulement 3a et l'anneau élastique 8.

La chaîne minimale de cotes est représentée sur la figure ci-dessous :



Le problème peut être résolu en interposant une cale de réglage entre le roulement et l'anneau élastique. L'épaisseur de la cale (E) se détermine dans la manière suivante :

$E = A2 - (A3a + A7 + A5 + A4 + A3b + A8)$	
$A2 = 59 \pm 0,1$	$E_{max} = A2_{max} - (A3a_{min} + \dots + A8_{min})$
$A3 = 11 \begin{matrix} 0 \\ -0,12 \end{matrix}$	$E_{max} = 59,1 - (10,88 + 2,95 + 12,95 + 18,95 + 10,88 + 0,94)$
$A7 = 19 \pm 0,05$	$E_{max} = 59,1 - 57,55 = 1,55$
$A5 = 13 \pm 0,05$	
$A4 = 3 \pm 0,05$	$E_{min} = A2_{min} - (A3a_{max} + \dots + A8_{max})$
$A8 = 1H11 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,06 \end{pmatrix}$	$E_{min} = 58,9 - (11 + 3,05 + 13,05 + 19,05 + 11 + 1)$
	$E_{min} = 58,9 - 58,15 = 0,75$

16. LE DEVIS :

16.1. DEFINITION :

Le devis c'est l'ensemble des calculs qui concerneront le coût d'un produit. Il permettra d'établir une proposition, avec un prix pour un délai et une qualité définis, que remet le consulté (sous-traitant) au consultant (donneur d'ordre), concernant l'éventuelle fourniture d'un produit non élaboré.

Si la proposition est acceptée elle devient alors une commande ferme pour le consulté. Les devis ne concernent pas uniquement les relations entre entreprises mais peut être également appliqués aux échanges interservices au sein d'une même société.

16.2. FORMAT D'UN DEVIS :

Document ci-dessous

Module 19 : LECTURE ET INTERPRETATION DES PLANS, DES DOCUMENTS TECHNIQUES, DES DEVIS

Devis N°		Date du devis :		Demandé par :		
N° de commande :						
Objet du devis : Plan N°				Nombre de pièce : Production annuelle : Cadence :		
MATIERES	Désignation : Coulé Forgé Barre	Poids en Kg		Valeurs		TOTAL
		Net	Brut	Kg	Pièce	
TOTAL (1) :						
	DESIGNATION		Nombre D'heure	Taux horaire		Valeur Total
	Ateliers	Postes de travail		M.O	Phase	
SOUS- TRETANCE						
PRODUCTION INTERNE						
TOTAL (2) :						
INVESTISSEMENT	Modèle Montages d'usinage Vérificateurs Frais d'étude	Valeur d'investissement	Coefficient amortissement	Valeur d'amortissement		
TOTAL (3) :						
TOTAL	TOTAL (1)+(2)+(3) =					
	Val Marge 12% =					
PRIX PROPOSE =						

16.3. EXEMPLE :

Soit la pièce pignon conique à queue « dessin page suivante » à réaliser en série (400 pièce /mois/3ans ; nombre de pièce =12000).

Pour établir le devis de la pièce, on dispose des éléments ci-après :

- **Matière 10 NC 12** : coût de 100 pièces = 25000dhs.
- **Production interne** :

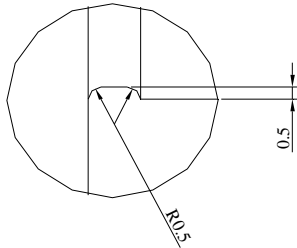
Usinage	Temps série (ch)	Temps unitaire (ch)
Dressage- centrage	11.18	1.25
Taillage (ébauche)	64.54	41.66
Ébavurage	2.74	6.63
Taillage (finition)	56.21	31.60
Tournage (coté fileté)	20.24	3.26
Tournage (coté denture)	14.24	2.25
Rectification	34.12	6.56
Filetage	18.02	3.25

Taux horaires	
Machines	Prix (en dh)
Machine à dresser et centrer	140
Tour à copier	180
Cri- dan	120
Rectifieuse (rectifieuse dents)	170
Fraisage (taillage)	120
Etude	200
Ebavurage	50
Tour parallèle de production	100
Perceuse à colonne	100

- **Investissement** :
 - Montages d'usinage : 15000 dhs.
 - Montage de contrôle : 6000 dhs.
 - Les Etudes : 25h
- Traitement thermique en sous traitance : 150 dhs par pièce .
- Gabarit de copiage :
 - ❖ Etude : 5 h
 - ❖ Réalisation : 8h
 - ❖ Matière : 95 dh

Module 19 : LECTURE ET INTERPRETATION DES PLANS, DES DOCUMENTS TECHNIQUES, DES DEVIS

Détail -Z- (Echelle 5:1)



Caractéristiques de la Denture

- Denture Droite
 - Couple = 16*25
 - Module = 3.25
 - Nombre de dents: N = 16
 - Angle de Pression = 20°
 - Angle Primitif de Référence : $\beta = 32^\circ 37' 9''$
 - Angle de Tête : $\delta = 36^\circ 28' 26''$
 - Angle de Pied : $\alpha = 27^\circ 48' 17''$
- Jeu minimum = 0.05 mm. A indiquer sur chaque couple.

NOTA:

Matière: 10 NC 12

2 centres protégés non représentés à conserver
Etat de surface des flancs de la denture : Ra 1.6

Cémenté trempé : 60 - 64 HRC

Sur profondeur : 0.8 à 1 mm

Résistance de la sous-couche cémentée : 95 hbar
Ebavurer et casser les angles

Etat de surface : Ra 3.2

sauf indications contraires

Tolérances générales : ISO 2768 mk

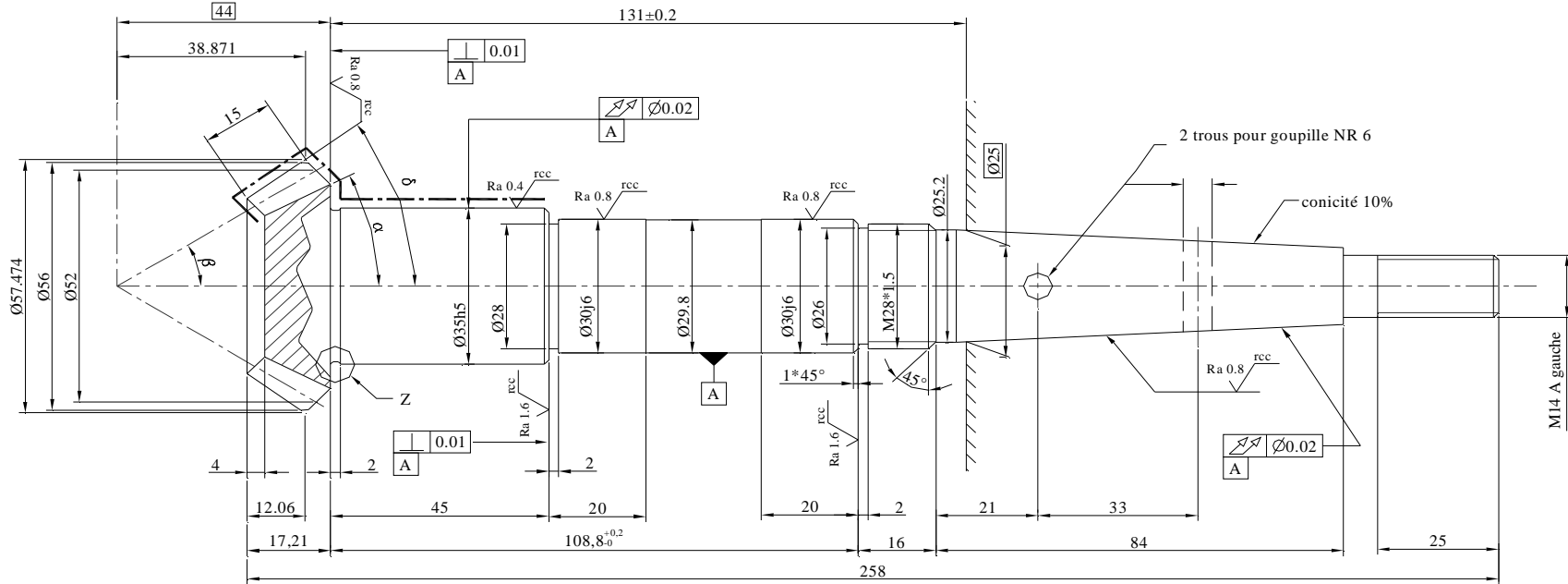


Fig.2

Module 19 : LECTURE ET INTERPRETATION DES PLANS, DES DOCUMENTS TECHNIQUES, DES DEVIS

Devis N°		Date du devis :		Demandé par :		
N° de commande :						
Objet du devis : Plan N°				Nombre de pièce : Production annuelle : Cadence :		
MATIERES	Désignation : Coulé Forgé Barre	Poids en Kg		Valeurs		TOTAL
		Net	Brut	Kg	Pièce	
						250 DH
TOTAL (1) :250DH...						
SOUS-TRETANCE	DESIGNATION		Nombre D'heure	Taux horaire		Valeur Total
	Ateliers	Postes de travail		M.O	Phase	
						150,157 DH
PRODUCTION INTERNE						
TOTAL (2) : 114,689DH.....						
INVESTISSEMENT	Modèle Montages d'usinage Vérificateurs Frais d'étude	Valeur d'investissement	Coefficient amortissement	Valeur d'amortissement		
	TOTAL (3) :4,625DH					
TOTAL	TOTAL (1)+(2)+(3) = 519,471DH					
	Val Marge 12% = 62,336 DH					
PRIX PROPOSE = 581,81DH						

JUSTIFICATION DES CALCULS

1. Calcul T opération /pièce

$$T_p = T_u + T \text{ série} / N^\circ \text{ série} \quad N^\circ \text{ série} = 400 \text{ pièces}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{dressage - centrage}} &= 1,25 + 11,18/400 = 1,27795 \text{ ch} \\ T_{\text{taillage (ébauche)}} &= 41,66 + 64,54/400 = 41,82135 \text{ ch} \\ T_{\text{ébavurage}} &= 6,63 + 2,74/400 = 6,63685 \text{ ch} \\ T_{\text{taillage (finition)}} &= 31,60 + 56,21/400 = 31,740525 \text{ ch} \\ T_{\text{tournage (coté fileté)}} &= 3,26 + 20,24/400 = 3,3106 \text{ ch} \\ T_{\text{tournage (coté denture)}} &= 2,25 + 14,24/400 = 2,2856 \text{ ch} \\ T_{\text{réctification}} &= 6,56 + 34,12/400 = 6,6453 \text{ ch} \\ T_{\text{filetage}} &= 3,25 + 18,02/400 = 3,29505 \text{ ch} \end{aligned}$$

2. Calcul du coût de sous-traitance

$$\begin{aligned} \text{Prix du traitement thermique} &= 150 \text{ dh / pièce} \\ \text{Prix du gabarit de copiage} &= 5 \text{ h étude} \times 200 \text{ dh/h} = 1000 \text{ dh} \\ \text{Prix de la réalisation du gabarit} &= 8 \text{ h} \times 100 \text{ dh/h} = 800 \text{ dh} \\ \text{Prix matière gabarit} &= 95 \text{ dh} \\ \text{Prix total gabarit} &= 95 \text{ dh} + 800 \text{ dh} + 1000 \text{ dh} = 1895 \text{ dh} \\ \text{Prix gabarit / pièce} &= 1895 \text{ dh} : 12000 \text{ pièces} = 0,157916 \text{ dh / pièce} \\ \text{Prix sous-traitance} &= 150 \text{ dh / pièce} + 0,157916 \text{ dh / pièce} = 150,157 \text{ dh / pièce} \end{aligned}$$

3. Calcul prix/ opération/ pièce

$$\begin{aligned} P_{\text{dressage - centrage}} &= 1,27795 \text{ ch} \times 140 \text{ dh/h} : 100 = 1,78913 \text{ dh} \\ P_{\text{taillage (ébauche)}} &= 41,82135 \text{ ch} \times 120 \text{ dh/h} : 100 = 50,18562 \text{ dh} \\ P_{\text{ébavurage}} &= 6,63685 \text{ ch} \times 50 \text{ dh/h} : 100 = 3,318425 \text{ dh} \\ P_{\text{taillage (finition)}} &= 31,740525 \text{ ch} \times 120 \text{ dh/h} : 100 = 38,08863 \text{ dh} \\ P_{\text{tournage (coté fileté)}} &= 3,3106 \text{ ch} \times 120 \text{ dh/h} : 100 = 3,97272 \text{ dh} \\ P_{\text{tournage (coté denture)}} &= 2,2856 \text{ ch} \times 120 \text{ dh/h} : 100 = 2,74272 \text{ dh} \\ P_{\text{réctification}} &= 6,6453 \text{ ch} \times 170 \text{ dh/h} : 100 = 11,2970 \text{ dh} \\ P_{\text{filetage}} &= 3,29505 \text{ ch} \times 100 \text{ dh/h} : 100 = 3,29505 \text{ dh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prix total /pièce/ prod. interne} &= 1,78913 + 50,18562 + 3,318425 + 38,08863 + \\ &+ 3,97272 + 2,74272 + 11,2970 + 3,29505 = 114,689305 \text{ dh} \end{aligned}$$

4. Calcul du Prix d'investissement/ pièce ($P_{\text{inv/ pièce}}$)

4.1. Calcul des études (C_e)

$$C_e = 25 \text{ h} \times 200 \text{ dh/h} = 5000 \text{ dh}$$

4.2. Calcul des valeurs d'amortissement (V_a)

$$V_a = V_{\text{montage-usinage}} + V_{\text{montage-control}} + V_{\text{études}}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{montage-usinage}} &= \text{Prix d'investissement} \times \text{Coefficient d'amortissement} = \\ &= 15000 \text{ dh} \times 3 \text{ ans} / 2 \text{ ans} = 22500 \text{ dh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{montage-control}} &= \text{Prix d'investissement pour montage -control} \times \text{Coef.d'amortiss.} = \\ &= 6000 \text{ dh} \times 3 \text{ ans} / 1 \text{ an} = 18000 \text{ dh} \end{aligned}$$

$$V_{\text{études}} = 5000 \text{ dh} \times 3 \text{ ans} / 1 \text{ an} = 15000 \text{ dh}$$

$$V_a = 22500 \text{ dh} + 18000 \text{ dh} + 15000 \text{ dh} = 55500 \text{ dh}$$

$$P_{\text{inv/pièce}} = 55500 \text{ dh} : 12000 \text{ pièces} = 4,625 \text{ dh}$$

5. Calcul du Prix total / pièce (Pt/ pièce)

$$\text{Pt/ pièce} = \text{Prix matière} + \text{Prix sous-traitance} + \\ + \text{Prix production interne} + \text{Prix investissement/pièce}$$

$$\text{Pt/ pièce} = 25000/100 + 150,157 + 114,689 + 4,625 = 519,471 \text{ dh}$$

6. Calcul de la Marge (M)

$$M = \text{Pt/pièce} \times 12\% = 519,471 \times 12/100 = 62,336 \text{ dh}$$

7. Calcul du Prix proposé (Pp)

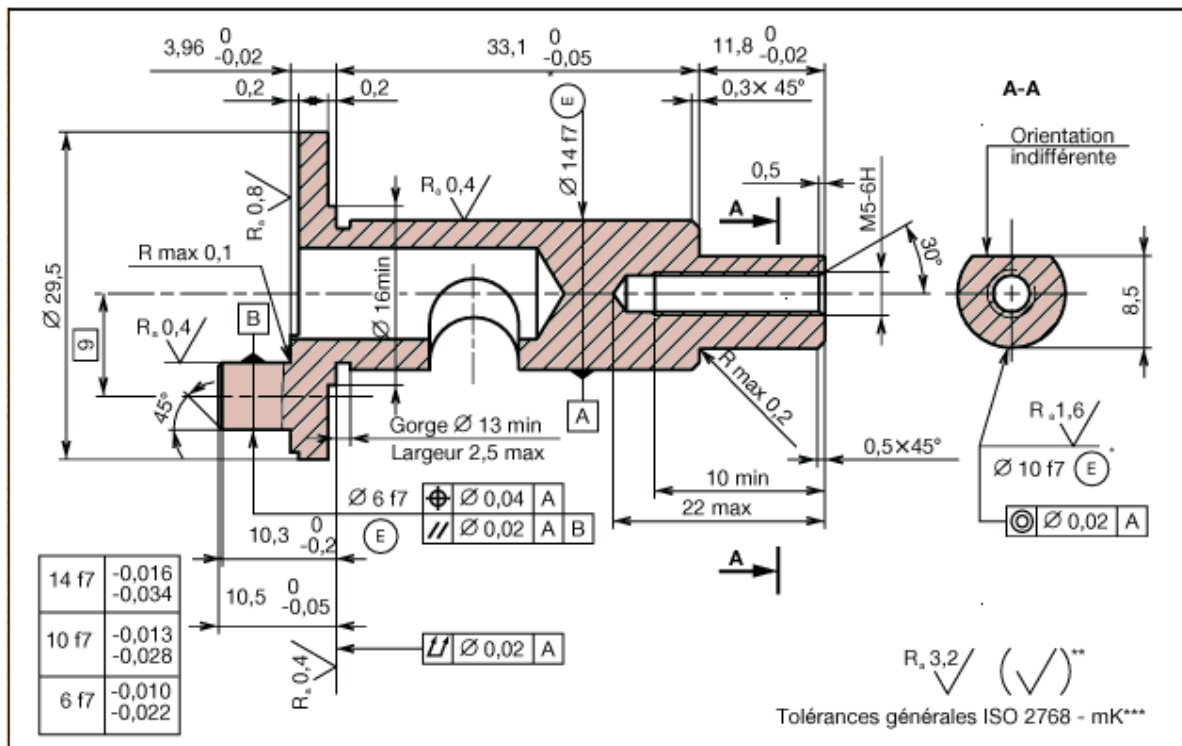
$$Pp = \text{Pt / pièce} + M \\ Pp = 581,807 \text{ dh}$$

TRAVAUX PRATIQUES :

Exemple 1 :

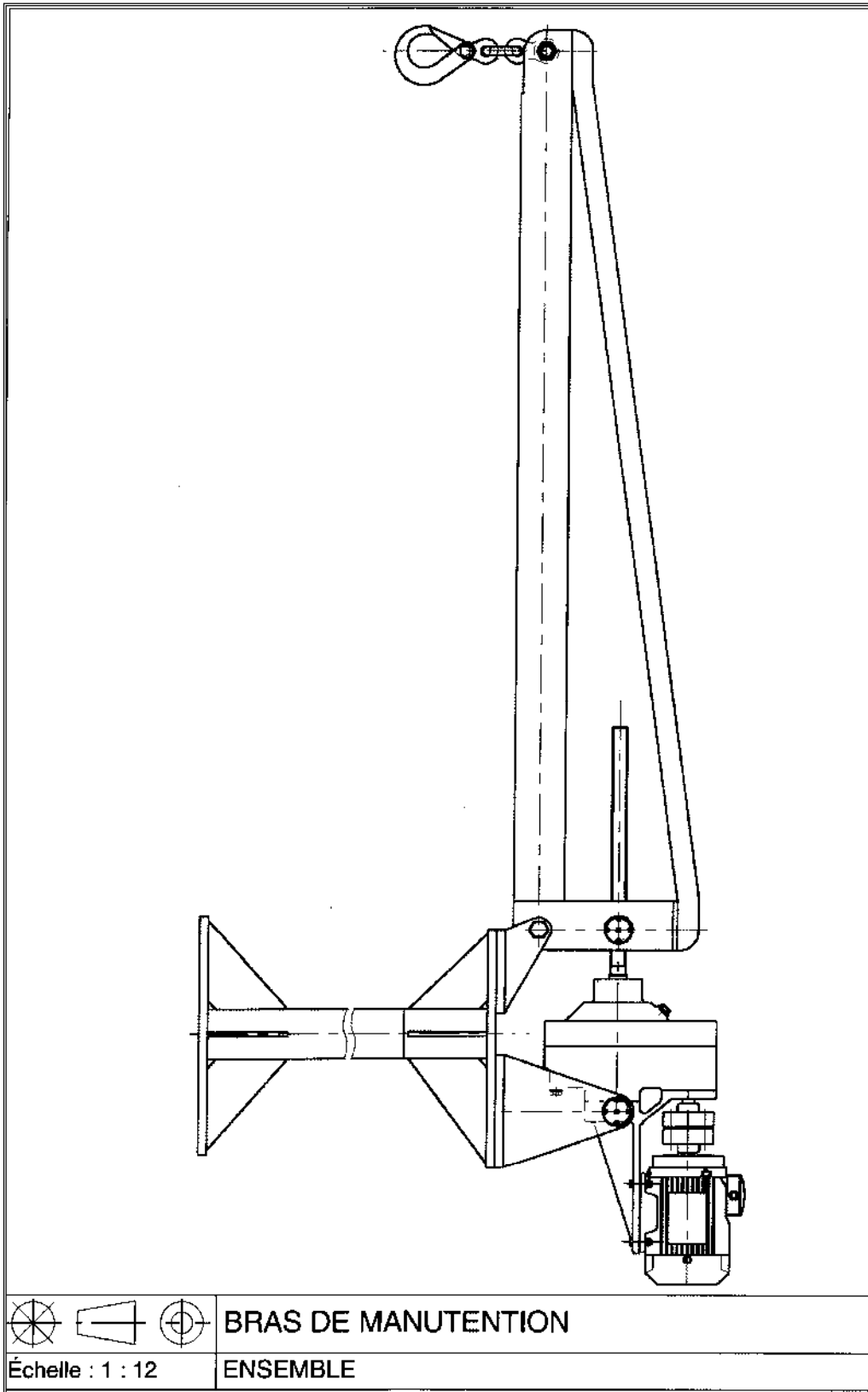
Lire et interpréter le dessin de définition suivant :

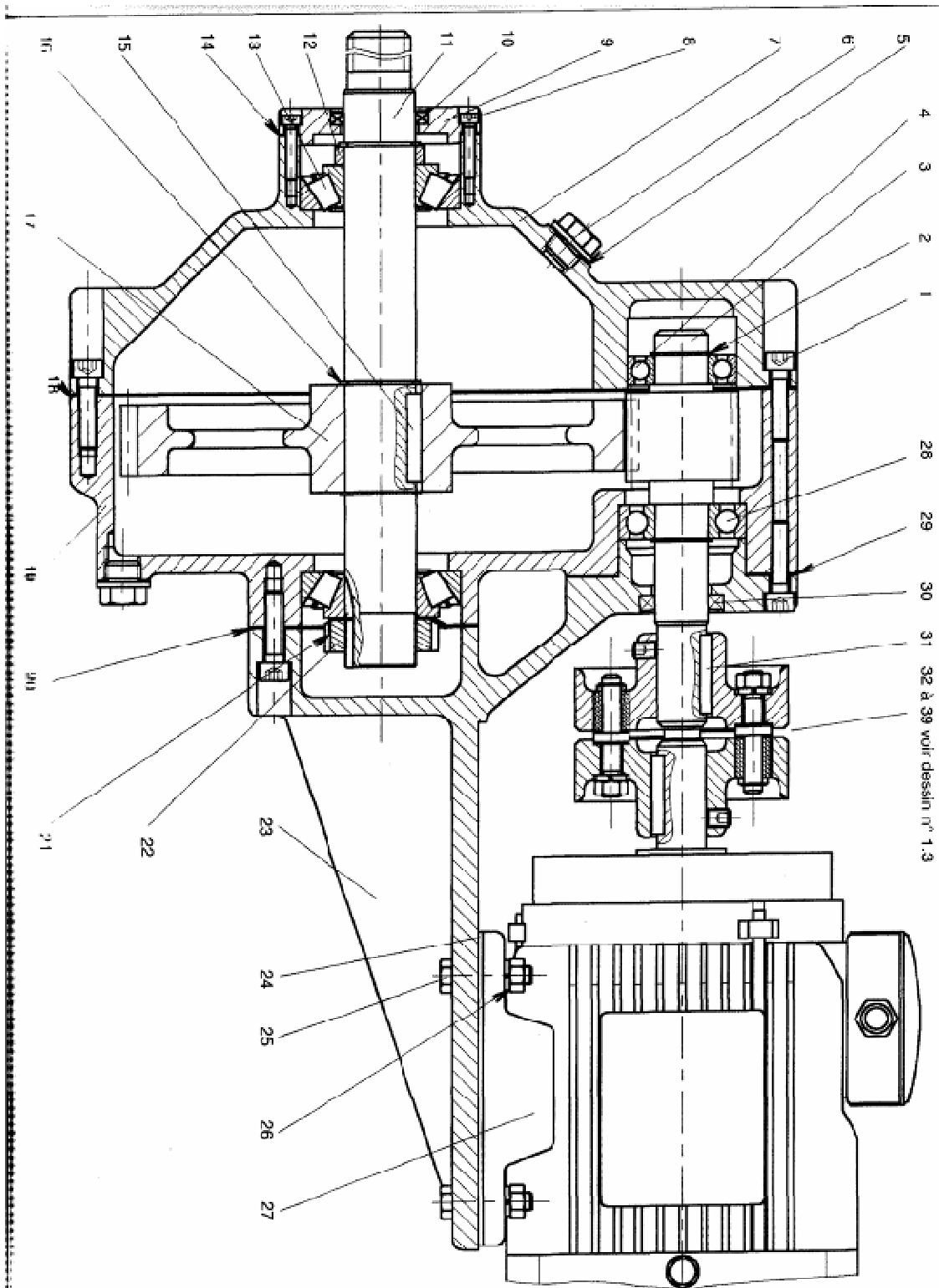
- Description de la pièce;(interprétation des symboles)
- Cotation;
- Interprétation des tolérances géométriques et dimensionnelles (contrôle);
- Etat des surfaces;
- Usinage.



Exemple 2 :

Lire et interpréter le dessin d'ensemble « Bras de manutention » : montage de roulements.

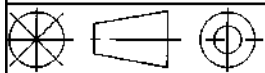
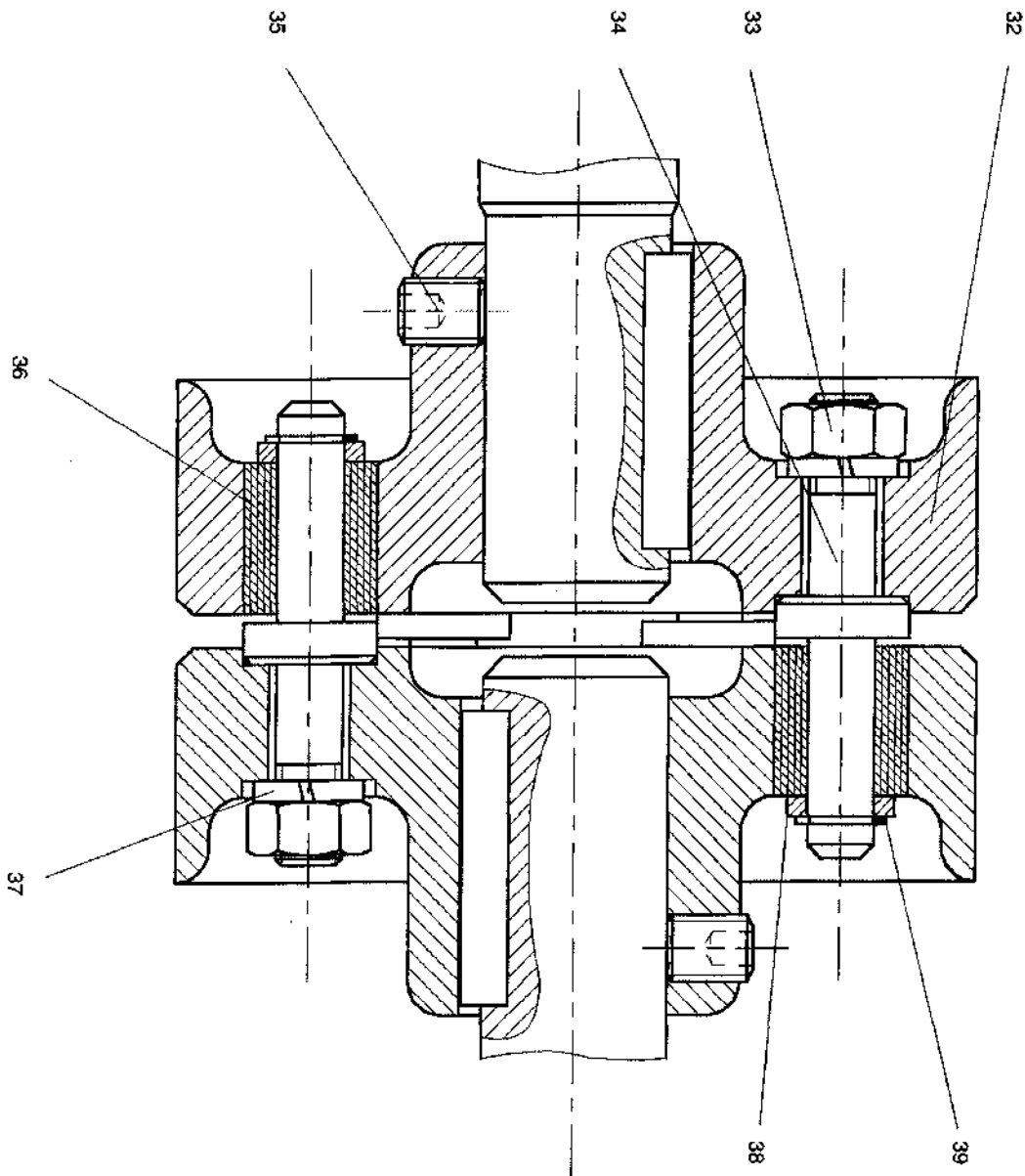




Echelle : 1 : 3

BRAS DE MANUTENTION
ENSEMBLE MOTORÉDUCTEUR

N° 12

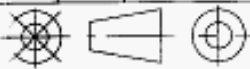



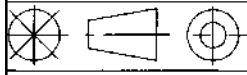
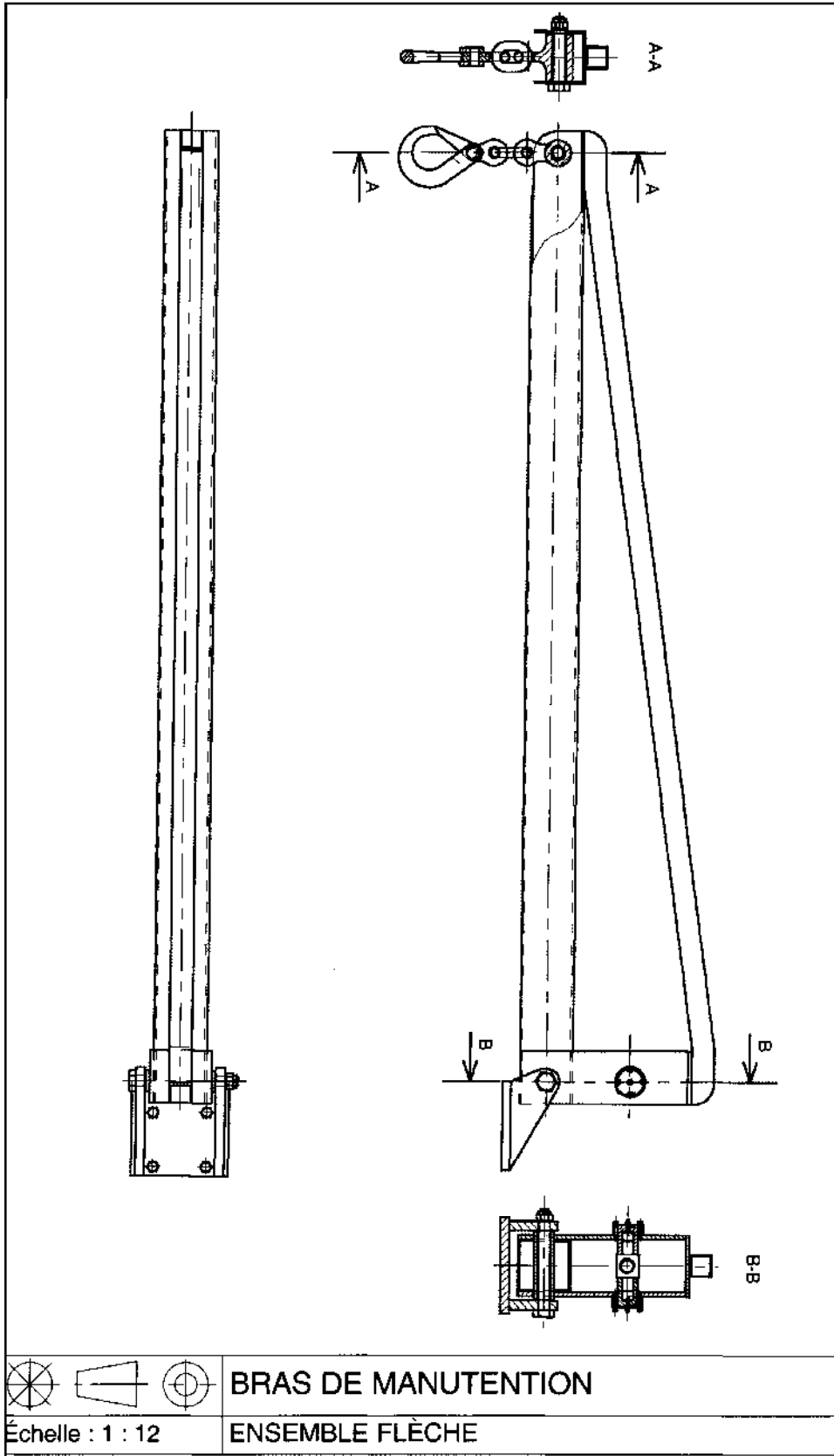
BRAS DE MANUTENTION

Échelle : 1 : 1

ENSEMBLE ACCOUPLEMENT ÉLASTIQUE

Module 19 : LECTURE ET INTERPRETATION DES PLANS, DES DOCUMENTS TECHNIQUES, DES DEVIS

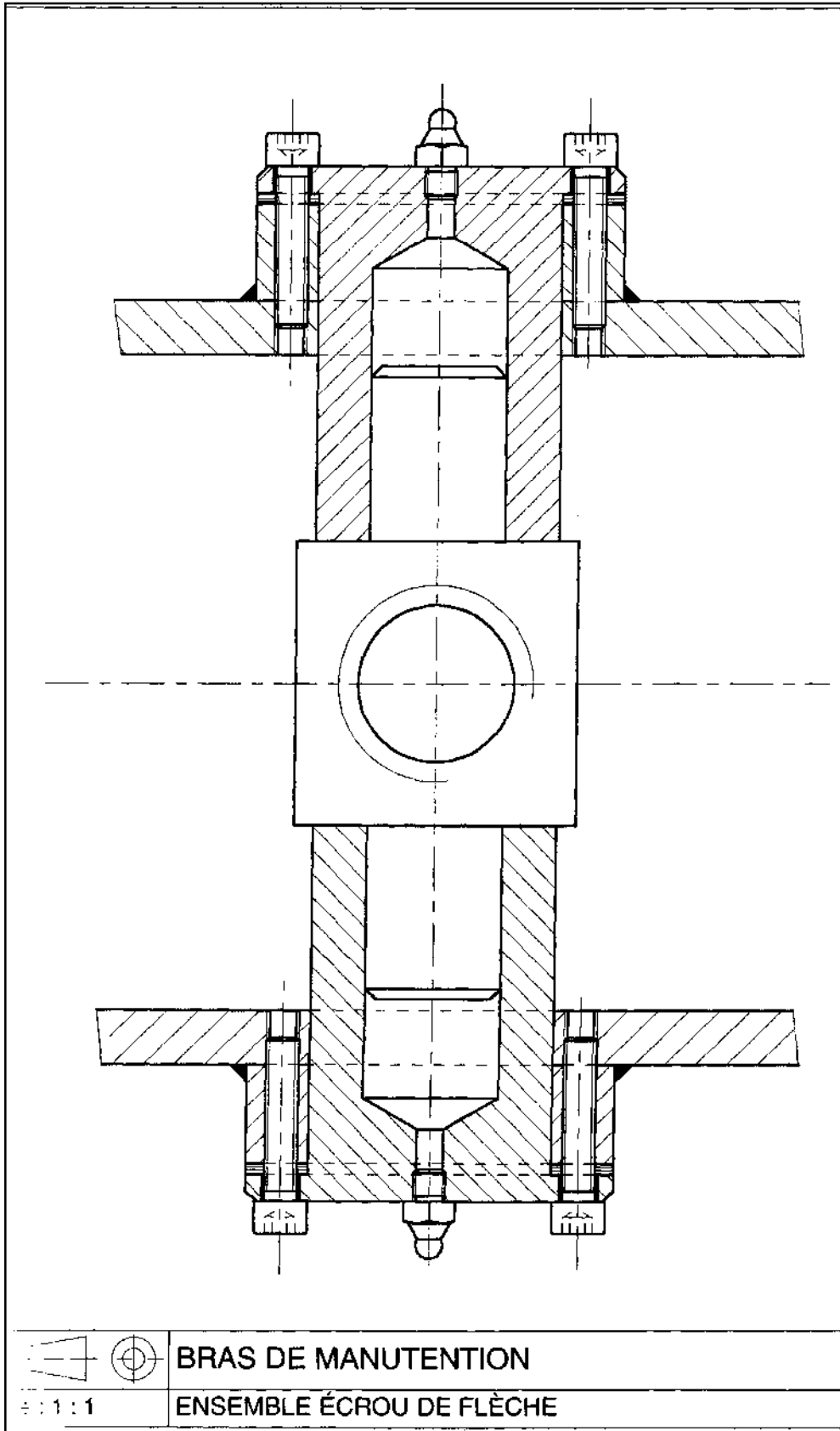
39	6	Anneau élastique pour arbre 10x1		NF E 22-163
38	6	Rondelle de maintien	E 335	
37	6	Rondelle W-10		NF E 25-515
36	6	Manchon caoutchouc		
35	2	Vis sans tête à bout plat HC, M10-12		NF E 27-180
34	6	Axe de transmission	37 Cr 4	
33	6	Écrou H M10		NF E 25-401
32	2	Plateau d'accouplement	GE 350	
31	2	Clavette parallèle de forme A 8x7x45		NF E 22-177
30	1	Joint à lèvres type IEL 30x47x7		DIN 3760
29	1	Joint de corps supérieur	Papier armé imprégné	
28	1	Roulement à contact radial 30-BC 03 X		SNR 6306
27	1	Moteur « Leroy-Somer » LS 112 M/8		
26	4	Rondelle W-10		NF E 25-515
25	4	Boulon H M10-45, écrou H		NF E 25-112 et 401
24	1	Cale	Tôle	
23	1	Support moteur	FGL 400	
22	1	Écrou à encoche KM Nu 8 M40x1,5		NF E 22-307
21	1	Rondelle frein MB Nu 8 J40		NF E 22-306
20	1	Joint de corps inférieur	Papier armé imprégné	
19	1	Corps	FGL 350	
18	1	Joint de carter avant	Papier armé imprégné	
17	1	Roue dentée	GE 360	
16	2	Anneau élastique pour arbre 40x1,75		NF E 22-163
15	1	Clavette parallèle forme A 12x8x50		NF E 22-177
14	1	Joint de chapeau avant	Papier armé imprégné	
13	2	Roulement à rouleaux coniques 40-KB 03 X		SNR 313008V
12	1	Entretoise	C 40	
11	1	Arbre fileté	37 Cr 4	
10	1	Joint à lèvres « Paulstra » type IEL 40x55x7		DIN 3760
9	1	Chapeau avant	FLG 350	
8	4	Vis CHC M6-30		NF E 25-125
7	1	Carter avant	FLG 350	
6	2	Joint circulaire de type A 20	Papier armé imprégné	
5	2	Bouchon	Cu Zn 39 Pb	
4	2	Roulement à billes à contact radial 30-BC 02 X		SNR 6206
3	1	Pignon arbré	C 40	
2	2	Anneau élastique pour arbre 30x1,5		NF E 22-163
1	12	Vis CHC M10-40		NF E 25-125
Rep.	Nb	Désignation	Matière	Observation
		BRAS DE MANUTENTION		N° 1.4
		NOMENCLATURE MOTORÉDUCTEUR		

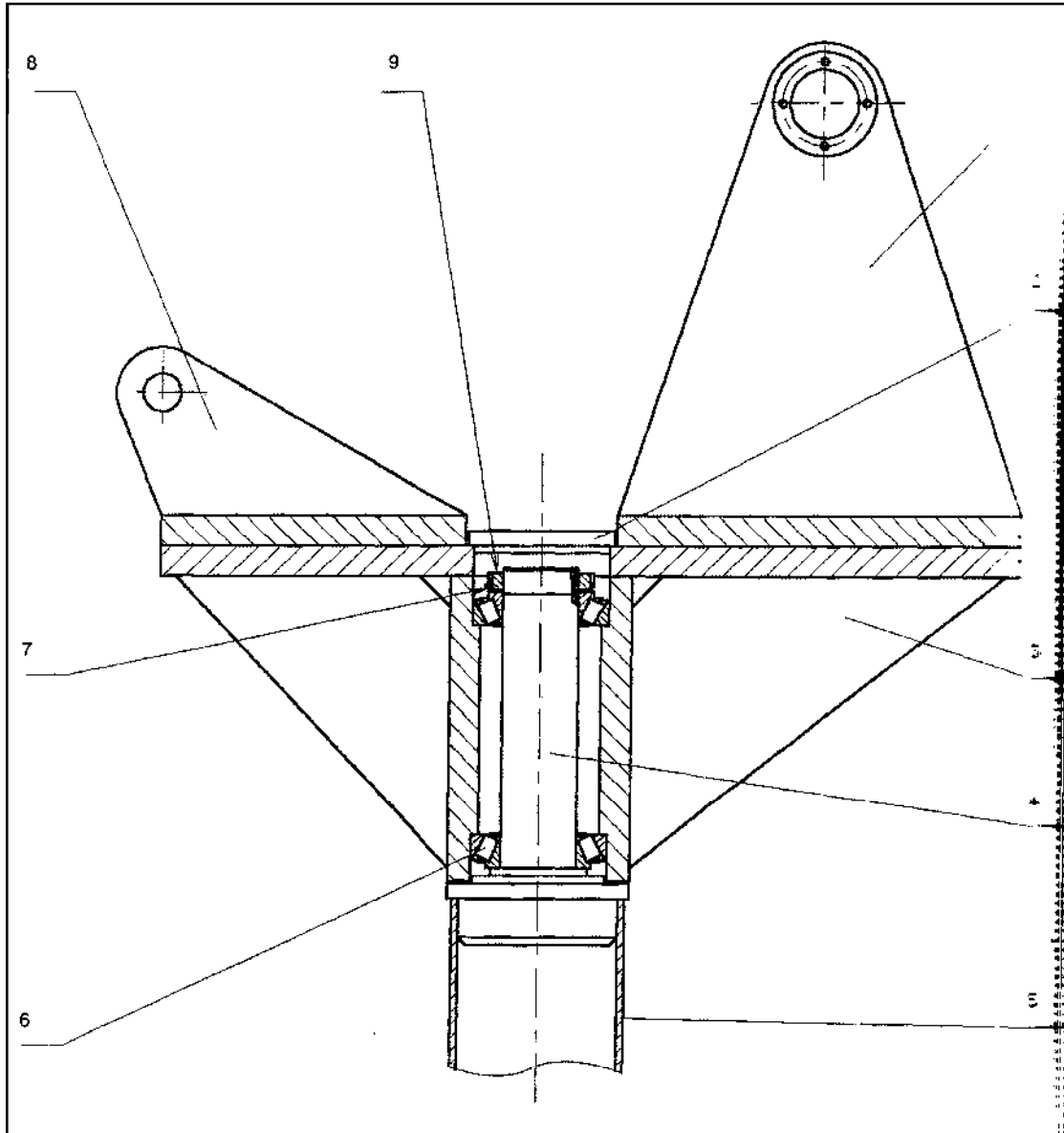


BRAS DE MANUTENTION

Échelle : 1 : 12

ENSEMBLE FLÈCHE





9	1	Écrou à encoches KM 50		
8	1	Chape de flèche	E 295	Mécano-soudé
7	1	Rondelle frein MB 50		
6	2	Roulement 50 KB 02		SNR 30210 VC
5	1	Colonne	Tube ø 114,3	NF A 49-501
4	1	Fusée	E 295	
3	1	Plateau tournant	E 295	Mécano-soudé
2	1	Bouchon	E 295	
1	1	Chape de motoréducteur	E 295	Mécano-soudé
Rep.	Nb	Désignation	Matière	Observation
Échelle : 1 : 4		BRAS DE MANUTENTION		N°
		PIVOT		

BIBLIOGRAPHIE :

Œuvre	Auteur
Module : Calcul du prix de revient industriel et établissement du devis.	SERBOUT MOHAMED
Guide du dessinateur	A. Chevalier
Guide du technicien en productique	A. Chevalier
Construction mécanique	Jean Marc Célarier
Guide des sciences et technologies industrielles	Jean louis Fanchon