

UNIVERSITE DE KINSHASA



FACULTE POLYTECHNIQUE Département de PREPOLYTECHNIQUE



COURS DE DESSIN TECHNIQUE

Par :
Nestor MANDUKU MBUTA
Ingénieur Civil Mécanicien
Chef de Travaux, Chargé de Cours

© Avril 2024

Table des matières

Table des matières	1
AVANT-propos	4
CHAPITRE I : GENERALITES	5
OBJECTIF DU COURS :	5
I.0. INTRODUCTION	5
I.0.1. Définition	5
I.0.2. But	5
I.1. ROLE ET TYPES DES DESSINS TECHNIQUES.....	6
I.1.1. Rôle du Dessin Technique	6
I.1.2. Normalisation.....	7
I.1.3. Différentes formes de Dessins Techniques	8
I.1.4. Différents objets du dessin industriel	9
I.2. ETUDE DU DESSIN INDUSTRIEL.....	10
I.3. BASES DE L'ETUDE DU DESSIN INDUSTRIEL	11
I.4. ACCESSOIRES ET MATERIELS DE DESSIN	11
I.4.1. Les accessoires de dessin	11
I.4.2. Les papiers utilisés en dessin.....	14
Chapitre II : EXECUTION MATERIELLE DES DESSINS	16
II.1. PRESENTATION DES DESSINS.....	16
II.1.1. Les formats des papiers utilisés en dessin technique	16
II.1.2. Le pliage	17
II.1.3. Le Cadre	17
II.1.4. Le Cartouche d'inscriptions	17
II.1.5. La nomenclature	19
II.2. LES ECRITURES	22
II.2.1. Forme des caractères	23
II.2.2. Dimensions des caractères	23
II.3. L'ECHELLE	25
II.3.1. Application de divers types d'échelles	26
II.4. LES TRAITS.....	28
II.5. APPLICATION DE DIVERS TYPES DE TRAITS.....	31
II.6. L'EXECUTION D'UN DESSIN	36
II.6.1. Dessin avec les instruments	36
II.6.3. Représentation manuelle des objets.....	39
CHAPITRE III : TRACES GEOMETRIQUES DES FIGURES PLANES ET FORMES DE REVOLUTION 44	
III.1. TRACES GEOMETRIQUES DES FIGURES	44
III.1.1. INTRODUCTION	44
III.1.2. PERPENDICULAIRES	45
III.1.3. PARALLELES	47
III.1.4. ANGLES (se référer aux figures ci-dessus)	48
III.1.5. CIRCONFERENCES	49
III.1.6. TANGENTES (se référer aux figures ci-dessus)	51

III.1.7. RACCORDEMENTS	51
III.1.8. POLYGONES REGULIERS	53
III.1.9. COURBES USUELLES	55
III.2. FORMES DE REVOLUTION	59
CHAPITRE IV : REPRÉSENTATION DES SOLIDES	61
IV.1. SYSTEME DE PROJECTIONS NORMALISE	61
IV.1.1. Les conventions fondamentales.....	61
IV.1.2. Les vues particulières	72
IV.1.4. Les particularités de représentation.....	77
IV.2. COUPES ET SECTIONS	79
IV.2.1. Le but des coupes.....	79
IV.2. 2. La marche à suivre	79
IV.2.3. Les hachures	79
IV.2.4. Les coupes brisées.....	82
IV.2.5. Les coupes partielles	83
IV.2.6. Remarques très importantes	84
IV.2.7. Sections	84
IV.2.7. L'application de la représentation des coupes simples.....	86
IV.3. PERSPECTIVES	91
IV.3.1. Le but	91
IV.3.2. Perspective cavalière	91
IV.3.3. Perspectives axonométriques.....	95
IV.3.4. Cotation	98
CHAPITRE V : PRÉSENTATIONS SIMPLIFIÉES	99
V.1. FILETAGES	99
V.1.1. Représentation.....	99
V.1.2. Cotation.....	100
V.1.3. Remarques.....	101
V.2. ENGRÈNAGES	102
V.2.1. Dessins de détail.....	102
V.2.2. Dessins d'ensemble.....	102
V.2.3. Représentations simplifiées.....	102
V.2.4. Exemples de représentations.....	102
CHAPITRES VI : ÉTATS DE SURFACE	104
VI.1. GENERALITES	104
VI.2. INDICATIONS DE FAÇONNAGE	104
VI.2.1. Signes de façonnage.....	104
VI.2.2. Utilisation de ces signes.....	104
VI.2.3. Exemples d'emploi.....	106
CHAPITRES VII : COTES	107
VII.1. EXECUTION MATERIELLE DE LA COTATION.....	107
VII.1.1. Généralités	107
VII.1.2. Eléments de la cotation	107
VII.1.3. Groupement des cotes	109

VII.2. DISPOSITION MATERIELLE DES COTES	112
VII.2.1. Lignes d'attache, lignes de cotes et flèches.....	112
VII.2.2. Chiffres de cotes.....	112
VII.2.3. Adjonction de lettres ou symboles.....	112
VII.2.4. Dispositions particulières.....	113
VII.2.5. Application de la cotation	113
VII.2.5. Recommandations.....	118
FAUTES A EVITER	119
I. VOCABULAIRE TECHNIQUE DES FORMES D'UNE PIECE	132
II. INTRODUCTION A LA CONCEPTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR (CAO)	135
Pour la petite histoire du Dessin Assisté par Ordinateur.....	135
➲ UN HAUT NIVEAU DE PRÉCISION	137
➲ UN GAIN DE TEMPS CONSIDÉRABLE.....	137
➲ UN STOCKAGE ET UN PARTAGE FACILITÉS.....	137
➲ UNE VISUALISATION DES PLANS À LA FOIS UNIVERSELLE ET PERSONNALISÉE.....	137
1/ SolidWorks	138
Avantages et inconvénients de SolidWorks :	139
2/ Fusion 360	140
Avantages et inconvénients de Fusion 360	140
Domaines d'application de Fusion 360.....	141
3/ AutoCAD	141
Avantages et inconvénients d'AutoCAD.....	141
Domaines d'application d'AutoCAD	142
Liste des logiciels de DAO :	142
.AutoCAD LT produit par Autodesk	142
.LibreCAD produit par LibreCAD	143
.DoubleCAD XT produit par TurboCAD	143
.NanoCAD produit par Nanosoft	144
.DraftSight produit par Dassault Systèmes	144
SketchUp produit par Trimble	144
.Illustrator produit par Adobe	145
.Inskape produit par Inskape	145
.Affinity Designer produit par Serif	146
.Wintopo produit par Softsoft.....	146
.QGIS produit par QGIS	146
.Mapéritive produit par Igor Brejc	147
.Photoshop produit par Adobe.....	147
.Affinity Photo produit par Serif.....	147
.Gimp par Peter Mattis et Spencer Kimball.....	148
.Paint.net produit par DotPDN LLC	148
BIBLIOGRAPHIE	150

AVANT-propos

Ces notes de cours ont été conçues pour donner aux étudiants des notions de base en Dessin Technique ou Dessin Industriel, dont ils ont besoin pour leur formation d'ingénieurs afin de les rendre capables de lire et d'exécuter aisément un dessin technique. Ceci est bénéfique en particulier pour ceux qui n'ont pas fréquenté des écoles secondaires/humanités techniques.

Elles se basent sur le programme du Cours de Dessin Technique en Prépolytechnique de la Faculté Polytechnique de l'Université de Kinshasa ; mais comme actuellement l'ordinateur demeure un outil de travail incontournable, nous avons bien voulu ajouter quelques notions de base sur le Dessin Assisté par Ordinateur (DAO), en vue d'inciter les étudiants à l'usage des logiciels tels que Parmi les logiciels utilisés dans les processus de conception en DAO, figurent : AutoCAD, DraftSight, BricsCAD, Trimble Sketchup, FreeCAD, LibreCAD, etc.

Ces notes de cours se subdivisent en deux grandes parties : la plus grande partie s'étale sur les notions théoriques nécessaires pour la compréhension du cours et la seconde partie, sur les exercices nécessaires pour appliquer la théorie, dont certains seront à résoudre pendant les travaux pratiques mais aussi à domicile par les étudiants eux-mêmes.

L'expérience de plusieurs années d'enseignement nous a montré que les étudiants qui ont fréquenté des écoles secondaires/humanités techniques, ont pour la plupart tendance à négliger la théorie et finissent par échouer à la fin de l'année. Il est donc souhaitable que chaque étudiant fasse comme s'il apprenait pour la première fois et se mette sérieusement au travail pour éviter des surprises désagréables à la fin de l'année.

Ceux qui ont fréquenté des écoles secondaires autres que techniques n'ont pas à s'inquiéter car le but de ce cours est de mettre tout le monde au même niveau de compréhension afin de donner la même chance à tout le monde pour avoir un bon bagage pour la suite de leurs études à la faculté Polytechnique comme dans leur vie professionnelle.

Nous espérons que ces notes vont aider les étudiants à mieux maîtriser le cours en vue de faire de bons résultats.

Dans cette édition, nous avons ajouté un certain nombre d'exercices qui ont fait l'objet des interrogations et d'examens des années antérieures.

Nestor MANDUKU
Ingénieur Civil Mécanicien
Chef des Travaux, Chargé de Cours de Dessin Technique

CHAPITRE I : GENERALITES

OBJECTIF DU COURS :

Le cours de dessin technique permet à chaque étudiant de :

- Se familiariser à l'expression graphique propre à cette discipline, aux règles qui la régissent et à sa maîtrise opérationnelle (tracé, développements, projections, perspectives parallèles, etc.) ;
- Reconnaître les éléments de présentation d'un dessin technique : Les principaux dessins techniques, les formats, les éléments graphiques permanents, une échelle ;
- Lire un cartouche et une nomenclature ;
- Reconnaître les principaux types des traits.

I.0. INTRODUCTION

I.0.1. Définition

Le dessin technique est le langage universel de la communication technique entre les différents intervenants des secteurs industriels. Il permet de représenter graphiquement ou schématiquement un objet technique.

Le dessin technique est un langage universel ; c'est-à-dire que le monde entier lit et parle ce langage technique de la même façon et sur les mêmes bases. Il a donc ses propres codes et ses propres conventions universelles ; ainsi que sa propre lecture. Appelé dessin technique ou aussi dessin industriel, ce langage figuratif (dessin/ figure) nous permet de lire les représentations techniques ; ce qui favorise une communication technique commune à tous les dessinateurs, ingénieurs et spécialistes du métier.

I.0.2. But

L'objectif visé consiste à faire acquérir à l'étudiant la connaissance de différents concepts de base nécessaires pour lire et représenter graphiquement, sur une surface, des objets tridimensionnels. L'étudiant doit être à mesure de pouvoir aussi lire et inscrire, sur ces représentations graphiques d'objets, les informations requises à leur bonne compréhension et qui pourraient éventuellement servir à leur fabrication. « **Développer l'esprit d'observation, une méthode d'exécution et le sens de la précision** » sont la clé de la maîtrise du Dessin Technique.

I.1. ROLE ET TYPES DES DESSINS TECHNIQUES

I.1.1. Rôle du Dessin Technique

Dessiner est une activité qui permet, à l'aide de moyens graphiques, de représenter ou de suggérer des objets, des personnages, des paysages, des idées, des sensations...

Un dessin technique sert de référence à toutes les personnes impliquées dans la construction d'un objet. Il renferme tous les détails importants comme les dimensions, les formes et l'échelle utilisée. Le dessin peut être fait à l'ordinateur ou à la main.

Grâce au dessin, on peut concrétiser les idées sur la conception de nouveaux instruments, appareils et mécanismes de machines. On peut arriver aussi à concrétiser les formes et les dimensions des machines et des éléments qui les composent...

On peut sans crainte dire que la technique ne se serait pas développée si les hommes ne connaissaient pas le dessin.

Si deux techniciens s'entretiennent sur des thèmes techniques, on peut vite se rendre compte que tôt ou tard, l'un de deux prendra un crayon et va commencer à dessiner sur un papier pour faire comprendre son idée à l'autre. C'est ainsi qu'on dit que le dessin est un langage des techniciens.

Grâce à ce langage, nos deux techniciens vont arriver facilement à mieux se faire comprendre, ce qui serait certainement plus difficile que s'ils n'utilisaient que des mots courants.

Le dessin est avant tout un moyen de compréhension entre le concepteur et l'exécutant. Mais pour qu'un dessin soit compréhensible, il doit être clair et simple, et doit contenir toutes les informations utiles aux utilisateurs ; c'est pourquoi, les techniciens utilisent un type de dessin spécial appelé : Dessin Technique ou Dessin Industriel (selon qu'il est orienté à l'industrie), exécuté selon des règles conventionnelles bien définies (normes).

Un dessin technique n'est clair et lisible que si les différents éléments qui le constituent sont présentés de façon correcte sur le papier de dessin. La simplicité d'un dessin technique s'obtient en utilisant des signes conventionnels simples qui remplacent les fragments de l'objet difficiles à dessiner ; exemple : les filets d'une vis ou les dents des roues dentées...

Les symboles et les signes simplificateurs sur les dessins doivent, bien sûr, être compris de la même façon par tout le monde, principalement par le concepteur et l'exécutant. Sinon, il peut arriver que l'objet soit mal exécuté suite à une incompréhension entre le concepteur et l'exécutant. Cette situation n'est pas souhaitable car, au lieu de simplifier le travail, elle ne fera que le compliquer. Cela conduit à une perte inutile de temps et de matériels pour les usines.

Dans le but d'éviter d'éventuelles incompréhensions, on s'est arrangé qu'au sein d'une même usine ou d'un même atelier de production, que tous aient les mêmes

signes et symboles à travers lesquels ils peuvent tous se comprendre. C'est le cas de deux usines (ou ateliers) différentes de production qui doivent forcément avoir les mêmes signes et symboles leur permettant de bien se comprendre sur les dessins des pièces ou des éléments de machines présentés, etc. Il est donc indispensable que toutes les usines d'un même pays ou de plusieurs pays aient les mêmes simplifications, les mêmes signes et symboles conventionnels.

Aussi, dans ce cadre, les techniciens sont-ils arrivés à normaliser les règles et lois qui régissent les dessins techniques : ce sont les **normes**.

I.1.2. **Normalisation**

a. **Définition** :

La normalisation consiste à définir, en considérant de catégories déterminées de besoins, des gammes de produits ou de méthodes propres à satisfaire, ces besoins en éliminant les complications et les variétés superflues.

Normaliser un produit consiste :

- A réduire le plus possible le nombre de modèles différents de ce produit, et, pour chaque modèle, le nombre de produits de dimensions différentes, tout en assurant tous les besoins des usagers.
- A fixer les formes, les dimensions, les tolérances, de façon que les pièces normalisées soient interchangeables.
- A fixer la qualité du produit par l'indication des matériaux à utiliser, des traitements à leur appliquer, des essais de vérification à effectuer, etc.

b. **Organisation de la normalisation** :

La normalisation des produits est préparée par des Bureaux de Normalisation spécialisés dans une branche particulière de l'industrie (mécanique, électricité, automobile, bâtiment, etc.); ces bureaux préparent les projets de "normes" relatives à un produit; une enquête est ensuite effectuée auprès des organismes ou personnes intéressées, par les soins des Associations de normalisation, qui centralisent et coordonnent tous les travaux; après rédaction du texte définitif, ces normes sont ensuite présentées aux Commissaires à la normalisation, qui vérifient et signent l'arrêté d'homologation de la norme; celle-ci est ensuite diffusée par les Associations de normalisation. L'organisation est sensiblement la même dans chaque pays, et les travaux de normalisation de différents pays sont coordonnés par l'Organisation Internationale de Normalisation (International Organization for Standardisation, ISO en sigle).

Pour illustration, nous avons des organisations telles que : Association Canadienne de Normalisation (ACNOR), Norme de l'industrie Horlogère Suisse (NIHS) et en Suisse les normes VSM, etc. American Iron and Steel Institute (AISI), American Society for Testing and Materials (ASTM), Deutsches Institut für Normung (DIN), British Standards (BS), American National Standards Institute (ANSI), JIS – Japanese Industrial Standards (JIS), Association Française de Normalisation (AFNOR),

Standards Australia (AS), American Society of Mechanical Engineers (ASME), Organisation internationale de Normalisation (ISO), etc.

Chaque norme est identifiée par des lettres et un nombre : par exemple les lettres NF (norme française) suivie d'une lettre particulière à chaque classe de normes (E pour la mécanique, A pour la métallurgie, C pour l'électricité, etc.), d'un nombre de 5 chiffres qui est le numéro de la norme, enfin de la date d'homologation. Exemple : NF. E 04-102 (septembre 1963) (Normes relatives aux sections et coupes).

Exemple de présentation de norme :

Pour citer une norme technique (telle qu'une norme ISO) dans une liste de références, on indique les renseignements suivants : nom de l'organisation ayant développé la norme, titre de la norme, code et numéro de la norme, maison d'édition (ou organisation qui a publié la norme).

ISO 3952-1 :2003

La Norme internationale ISO 3952-1: 2003 définit les symboles graphiques pour les éléments des schémas cinématiques de produits.

3952 : Ce nombre fait référence à la série de normes ISO 3952, qui traite des schémas cinématiques et des symboles graphiques.

1 : Il s'agit de la partie spécifique de la norme. Dans ce cas, la partie 1 concerne les symboles graphiques.

2003 : Année de publication.

En résumé, la norme ISO 3952-1 :1981 fournit des symboles standardisés pour représenter les éléments cinématiques dans la documentation technique, facilitant ainsi la communication et la compréhension des schémas de produits.

c. Avantages de la normalisation :

La normalisation d'un produit permet de le fabriquer en grande série, donc de diminuer son prix de revient ; on le trouve facilement dans le commerce sans avoir à le fabriquer spécialement, on le remplace facilement ; les produits normalisés sont interchangeables, d'une qualité constante ; l'emploi des produits normalisés conduit à une diminution des stocks, à une réduction des délais de livraison, etc.

I.1.3. Différentes formes de Dessins Techniques

Il existe plusieurs types de Dessins Techniques. En construction des machines, on rencontre le plus souvent les types suivants :

1. **Dessin** : Terme désignant toutes les représentations graphiques, et plus particulièrement celles qui sont établies en totalité ou en majeure partie avec

l'aide d'instruments de guidage et de mesure ; cette représentation étant la plus exacte possible quant aux formes et aux positions.

2. **Croquis** : Représentation graphique plus ou moins exacte quant aux formes et aux positions, pouvant être exécutée avec ou sans l'aide des instruments de guidage et de mesure.
3. **Esquisse** : Représentation graphique correspondant à la période d'élaboration d'un dessin, généralement exécutée au crayon, en trait fin, pour permettre les rectifications.
4. **Schéma** : Représentation graphique, sous une forme symbolique plus ou moins poussée, des fonctions remplies par une succession d'organes, et de leurs liaisons.
5. **Epure** : Représentation graphique, à caractère géométrique, exécutée en trait fin (détermination de trajectoire, recherche d'une vraie grandeur, tracé de statique graphique, etc.).
6. **Graphique** : Représentation ou diagramme exprimant les relations existant entre deux ou plusieurs grandeurs (abscisse d'un pied de bielle en fonction du temps, pression dans un cylindre moteur en fonction de l'abscisse du piston, etc.).

1.1.4. Différents objets du dessin industriel

1. **Dessin d'avant-projet** : Dessin représentant dans ses grandes lignes une des solutions viables atteignant le but visé et donnant les éléments d'un choix à la personne qui a posé le problème ; il fait apparaître notamment les chaînes cinématiques, les transformations de mouvement, la forme grossière des pièces principales et l'encombrement.
2. **Dessin de projet** : Dessin, tracé aussi exactement que possible, représentant dans tous ses détails la solution adoptée ; il comporte l'indication des jeux et de leur tolérance, l'indication des dimensions essentielles, des masses et tous renseignements complémentaires jugés nécessaires.
3. **Dessin de définition** : Dessin définissant, complètement et sans ambiguïté, les exigences auxquelles doit satisfaire le produit dans l'état de finition prescrit ; ce dessin fera foi dans les relations entre les personnes qui donnent des ordres et celles qui les exécutent, notamment pour la réception des produits. Pour remplir ce rôle, le dessin de définition du produit fini doit comporter l'indication des caractéristiques mécaniques et chimiques des matériaux, une cotation fonctionnelle précisant les états limites de matière admissibles, enfin, éventuellement, des prescriptions de correction géométrique et d'état microgéométrique des surfaces (ces différents termes seront expliqués dans la suite du cours).

4. **Dessin d'ensemble** : Dessin obtenu en traçant l'assemblage des pièces constitutives de l'ensemble d'après les cotes des dessins de définition ; il permet notamment de contrôler la cohérence de ces derniers dessins.
5. **Dessin de fabrication** : Dessin représentant un semi-produit ou le résultat d'un assemblage et donnant les renseignements nécessaires à la fabrication ou à la transformation considérée ; ce dessin précise notamment les cotes usinées et leur tolérance, ces cotes s'identifiant aux cotes fonctionnelles ou en résultant par le calcul.
6. **Dessin d'opération** : Dessin de fabrication indiquant les cotes à obtenir lors d'une seule opération d'usinage ou d'assemblage déterminée, ainsi que les surfaces d'appui et les surfaces de serrage.
7. **Dessin de vérification** : Dessin précisant et illustrant la méthode à utiliser pour la vérification d'une grandeur déterminée (état de surface, masse, dimension, etc.).
8. **Dessin d'illustration de textes techniques** : Dessin accompagnant un texte technique pour en préciser le sens par l'image.

I.2. ETUDE DU DESSIN INDUSTRIEL

Nous avons dit que le dessin industriel était appelé le "langage des techniciens" ; comme dans l'étude de toute langue, les deux exercices élémentaires du dessin industriel sont la lecture et l'écriture.

- Le premier, appelé lecture de dessin a pour but, la compréhension de l'appareil faisant l'objet du dessin, aux points de vue de la forme, des dimensions, du fonctionnement, etc. ; il est surtout utile aux techniciens qui effectuent la fabrication de l'appareil.
- Le deuxième a pour but, l'exécution du dessin d'un appareil donné ; il concerne plus particulièrement les dessinateurs et techniciens de conception ; mais en réalité les deux exercices sont complémentaires l'un de l'autre et sont tous deux utiles à tous les techniciens.

De plus, dans l'étude d'une langue, après les exercices de lecture et d'écriture, viennent les exercices de langage et de rédaction, qui permettent à l'élève d'exprimer sa pensée au moyen de cette nouvelle langue ; de même, en dessin industriel, après la lecture et l'étude de l'exécution d'un dessin viennent les exercices dits de construction qui ont pour objet, à l'aide des notions acquises en technologie de construction, de résoudre de petits problèmes techniques qui peuvent revêtir de nombreuses formes : modification de forme ou de montage, compléments à apporter à un dessin incomplet, etc.

Ces différents exercices se présentent, soit sous forme de dessins d'ensemble, soit sous forme de dessins de détail (dessins d'une pièce isolée) ; ils peuvent s'effectuer d'après un modèle remis à chaque élève (croquis d'après nature), ou d'après un dessin, ou d'après un texte (dessin dicté), ou de mémoire ; les exercices de dessin peuvent donc revêtir de nombreuses formes.

I.3. BASES DE L'ETUDE DU DESSIN INDUSTRIEL

◆ Apprentissage graphique.

L'exécution d'un dessin nécessite la connaissance de l'emploi des instruments et la possession de quelques qualités : habileté manuelle, précision, propreté, rapidité, etc., que la pratique du dessin permet d'acquérir ou de perfectionner.

◆ Bases théoriques.

- a. **Constructions géométriques** : Leur connaissance est indispensable ; de plus, leur tracé développe l'habileté manuelle des élèves et les habitue à travailler avec précision. Leur étude sera faite dans la suite du cours.
- b. **Géométrie descriptive** : La représentation des corps en dessin industriel est basée sur les principes de la géométrie descriptive ; de plus celle-ci est nécessaire pour la détermination exacte des sections planes et des intersections de solides, fréquentes en dessin industriel. Nous vous faisons confiance car vous avez ou vous aurez assez de notions du cours de Géométrie descriptive.
- c. **Etude des conventions normalisées du dessin technique** : vues, coupes et sections, présentation des dessins, etc. ; cette étude sera faite dans la suite du cours.

◆ Bases techniques.

L'étude de la technologie de construction est nécessaire pour la compréhension du fonctionnement des appareils étudiés et pour la résolution des problèmes techniques posés dans les dessins de construction.

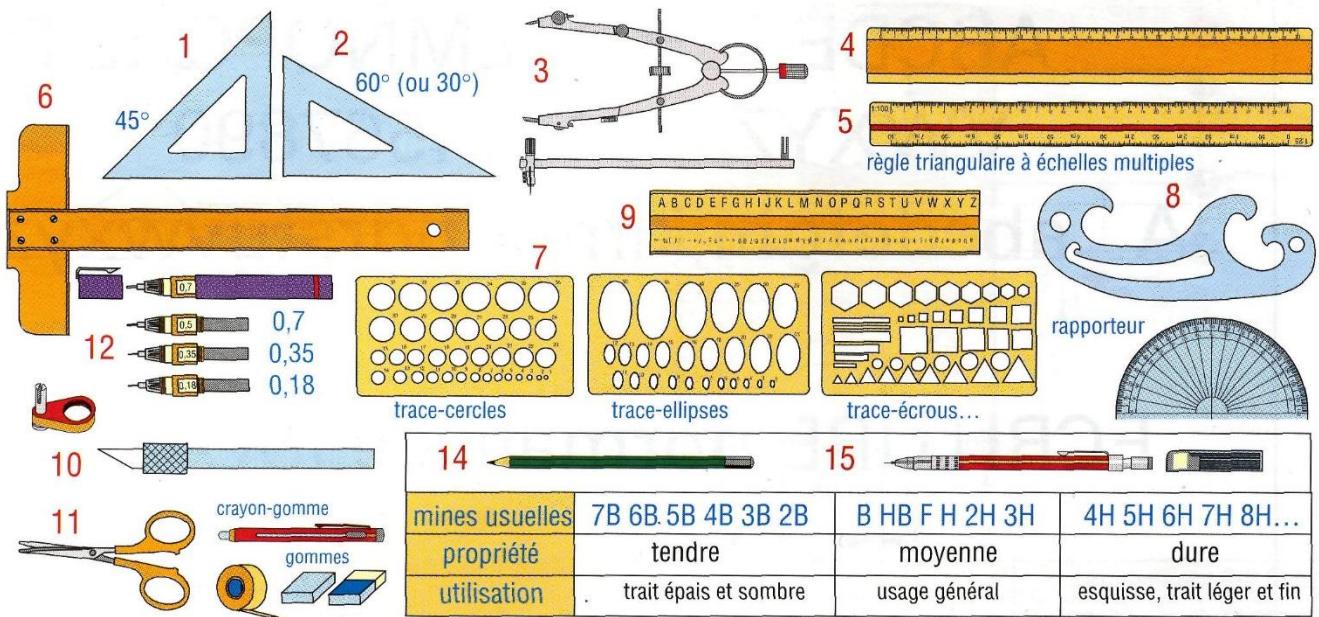
I.4. ACCESSOIRES ET MATERIELS DE DESSIN

I.4.1. Les accessoires de dessin

Pour dessiner, nous devons posséder des accessoires de dessin et savoir bien s'en servir. Parmi les accessoires de dessin les plus courants, on citera : la planche à dessin, la table à dessin, le té, les équerres, le compas et ses accessoires, les règles avec une échelle millimétrée, le rapporteur et les pistolets à dessin qui représentent des formes ou des diagrammes de différentes figures géométriques...

Les dessins se font sur du papier fixé sur la planche à dessin ou sur la table à dessin fait en bois sec et mou, par des punaises ou par du papier collant.

La surface de la planche à dessin (ou table à dessin) doit être parfaitement plane et lisse, sans bosses ni creux. La planche à dessin (ou la table à dessin) est inclinée ; ce qui permet de donner du confort au dessinateur. Le bord gauche ou l'arête gauche de la planche à dessin (ou table à dessin) doit être parfaitement droit et bien lisse, car c'est le long de ce bord que se déplace le té lors du traçage des traits horizontaux et parallèles.



- Le té (6) :** Il sert à tracer des traits horizontaux et à conduire l'équerre lors du traçage des traits verticaux et obliques.

C'est une longue latte faite en bois dur dont l'une des extrémités est liée perpendiculairement à une petite partie (on rencontre aussi des tés en plastique et en acier). Cette partie perpendiculaire permet de conduire le té le long du bord gauche de la planche à dessin. Un bon té doit posséder un pied dont l'arête supérieure est droite et lisse (voir figure ci-dessous).

- Les équerres (1 & 2) :** Elles servent à faire de petits dessins sans utiliser le té, ainsi qu'à tracer des traits verticaux et obliques (30° , 45° et 60°) en utilisant le té. Pour faire un dessin technique, on utilise généralement deux sortes d'équerres :
 - une équerre isocèle possédant deux angles de 45° et un de 90°
 - une équerre non isocèle avec les angles de 30° , 60° et 90°
- Le compas (3) :** c'est un accessoire très important en dessin car il sert à tracer des cercles mais aussi des angles. Il existe des compas démontables équipés de plusieurs têtes, des bouts différents et des rallonges à utiliser selon le besoin.

- lorsque l'on veut tracer de grands cercles, on utilise la rallonge et le bout pointu ci-après:

On peut aussi utiliser le compas à verge pour faire de très grands cercles (les deux figures de gauche ci-dessous).

- Pour tracer des cercles avec l'encre, on place dans le compas un bout muni d'un tire-ligne (la 3^{ème} figure ci-dessus).
- Le tire-ligne sert à tracer à l'encre des lignes droites et légèrement courbes (la figure de droite ci-dessus).
- Si l'on veut transplanter une cote de la règle vers le papier et vice-versa, on doit se munir d'un compas à deux bouts pointus.
- Pour faire des cercles très petits, on utilise un compas spécial appelé : le balustre (figure ci-dessous).

4. La règle ou latte (4, 5 & 9) : avec échelle en millimètres normalisée. Elle sert à mesurer sur le dessin les dimensions de l'objet. Les lattes sont faites soit en bois, soit en matière plastique (figure ci-dessus).

Il existe des règles avec des échelles réduites ou agrandies ; c'est le cas de la règle à trois faces ou règle à section transversale triangulaire. Il comporte 6 échelles possibles :

Exemple l'échelle 1 : 20 signifie que chaque mesure prise sur cette face de la règle doit être multipliée par 20 en réalité (figure ci-dessous).

5. Le rapporteur (13) : Il sert à mesurer et à lire les angles sur les dessins mais cependant, ce sont des instruments peu fiables car ils donnent des grosses erreurs. De ce fait, ils ne sont utilisés que pour mesurer des angles sur les dessins moins précis. Les rapporteurs sont souvent faits en acier, en plastique ou en bois (figure ci-dessous).

6. Les pistolets (8) : ils sont utilisés pour tracer les lignes courbes qui ne sont pas des arcs de cercles. Alors dans ce cas, pour tracer une telle ligne, on marque d'abord quelques points par lesquels sera posé convenablement le pistolet, puis on trace.

Souvent, on utilise un ensemble de pistolets appelé **ensemble de Burmestre**.

Les pistolets sont souvent faits en bois ou en matière plastique. Ils sont normalisés.

On distingue : la forme elliptique (E), la forme hyperbolique (H) et la forme parabolique (P).

A part les accessoires cités ci-haut, pour faire les dessins techniques, on utilise aussi les instruments nécessaires suivants : les **crayons**, les **plumes** (plumes simples, plumes à palettes et plumes à godet), les **stylos** à encre, l'encre noire de Chine (quelques fois de couleur), les **gommes** pour effacer les traits non désirables du crayon, les **grattoirs** pour enlever les traits d'encre.

7. Les crayons (14 & 15) : on a les types de crayons suivants : 4H, 3H, 2H, H, F, HB, B, 2B, 3B.

Le crayon 4H est le plus dur et 3B le plus tendre. Les crayons 4H et 3H servent à faire des traits fins ; 2H et H pour finaliser le dessin ; F, HB jusqu'à 3B, servent à faire des croquis à main levée.

N.B. H (hard: dur), B (black: noir), F (firm: fort).

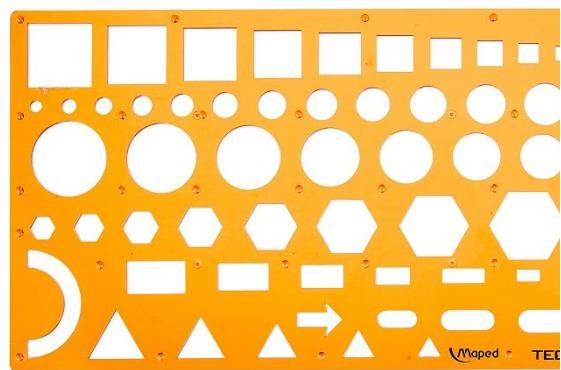
Les crayons doivent toujours être bien taillés. On utilise pour cela le taille-crayon et autres instruments tels que lames de rasoir...

Outre les crayons, il existe des porte-mines qui sont pourvus des mines de même dureté que celle des mines des crayons. L'avantage est qu'ici, les mines ont des dimensions bien précises ; exemple : 0,3 ; 0,5 et 0,7 mm de diamètre.

8. **Les plumes et les stylos (12)** : ils servent pour tracer à l'encre. Les bouts sont différents et peuvent varier : de 0,5 à 5 mm et correspondent à l'épaisseur du trait donné par ces plumes et stylos : Plume à palette, Plume à godet et Stylo à encre.



Les plumes



Les gabarits

9. **Les formes ou gabarits** : on les utilise pour écrire les lettres à l'encre ; ils sont aussi appelés trace-lettres ou normographes et sont souvent en plastique mais aussi en bois dur (figure ci-dessous). Les autres gabarits pour dessiner les cercles et les arcs de cercles sont en matière plastique et sont normalisés (figure ci-dessous).

I.4.2. Les papiers utilisés en dessin.

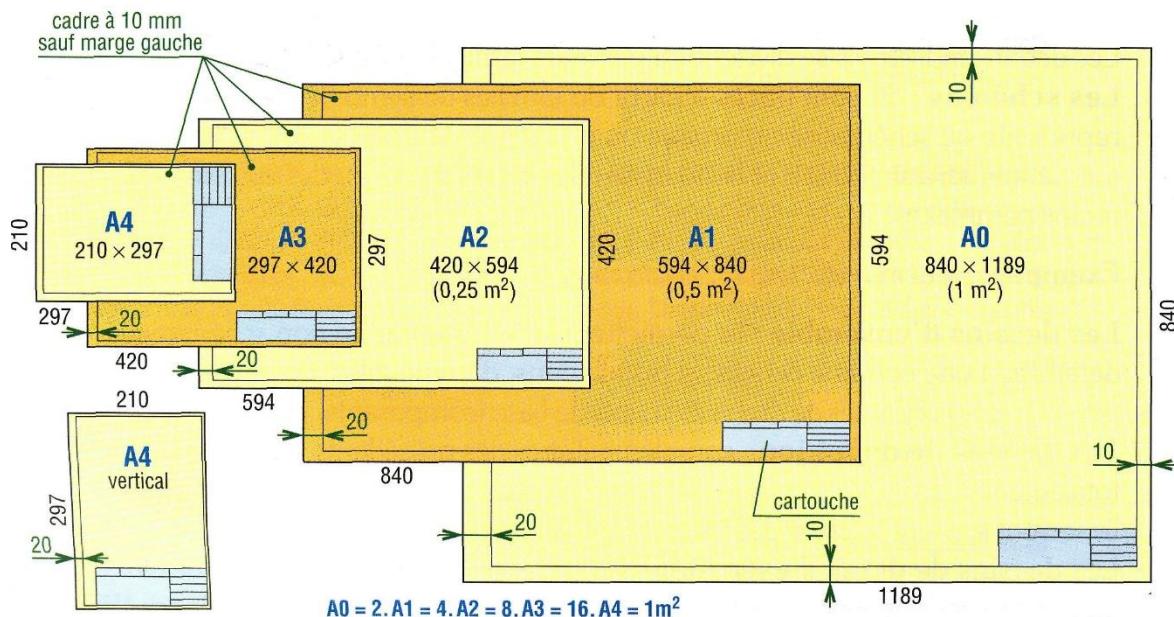
On utilise en dessin les papiers suivants :

1. **Les papiers ordinaires** : (en quadrillé ou en sans lignes) pour les esquisses et les croquis à main levée.
2. **Le papier à dessin : (papier bristol)** pour faire des dessins au crayon et à l'encre qui sont en un seul exemplaire. Ce papier est blanc, non transparent, sa surface est rugueuse et mate ou lisse et un peu brillante.
Il existe plusieurs types de papiers bristol qui ne diffèrent que par leur qualité. Le papier bristol de qualité supérieure est épais et ne s'imbibe pas d'encre,

ne s'allonge pas ni ne se froisse sous l'effet de l'humidité, et ne s'abîme pas lorsqu'on efface avec la gomme.

- ◆ le papier bristol rugueux et mat sert aux dessins faits au crayon,
- ◆ le papier bristol lisse et brillant, pour les dessins faits à l'encre.

3. **Le papier à croquis** : pour faire des dessins au crayon et à l'encre, qui doivent être répétés plusieurs fois sous forme de clichés sur papier photosensible. C'est un papier transparent, de couleur grise et à la surface mate et brillante. Un bon papier à croquis doit être épais et transparent.
4. **Le calque technique ou papier-calque** : c'est un papier transparent (ressemble à un papier trempé dans l'huile), épais et sert à calquer les dessins faits sur des papiers ordinaires. On utilise directement l'encre pour calquer un dessin sur du papier-calque. On pose tout simplement le papier-calque sur le dessin à calquer et on calque.
5. **Le papier millimétré** : sert souvent à dessiner les graphes desquels on peut lire des données chiffrées.
6. **Le papier-calque millimétré** : pour les graphes.



Chapitre II : EXECUTION MATERIELLE DES DESSINS

II.1. PRESENTATION DES DESSINS

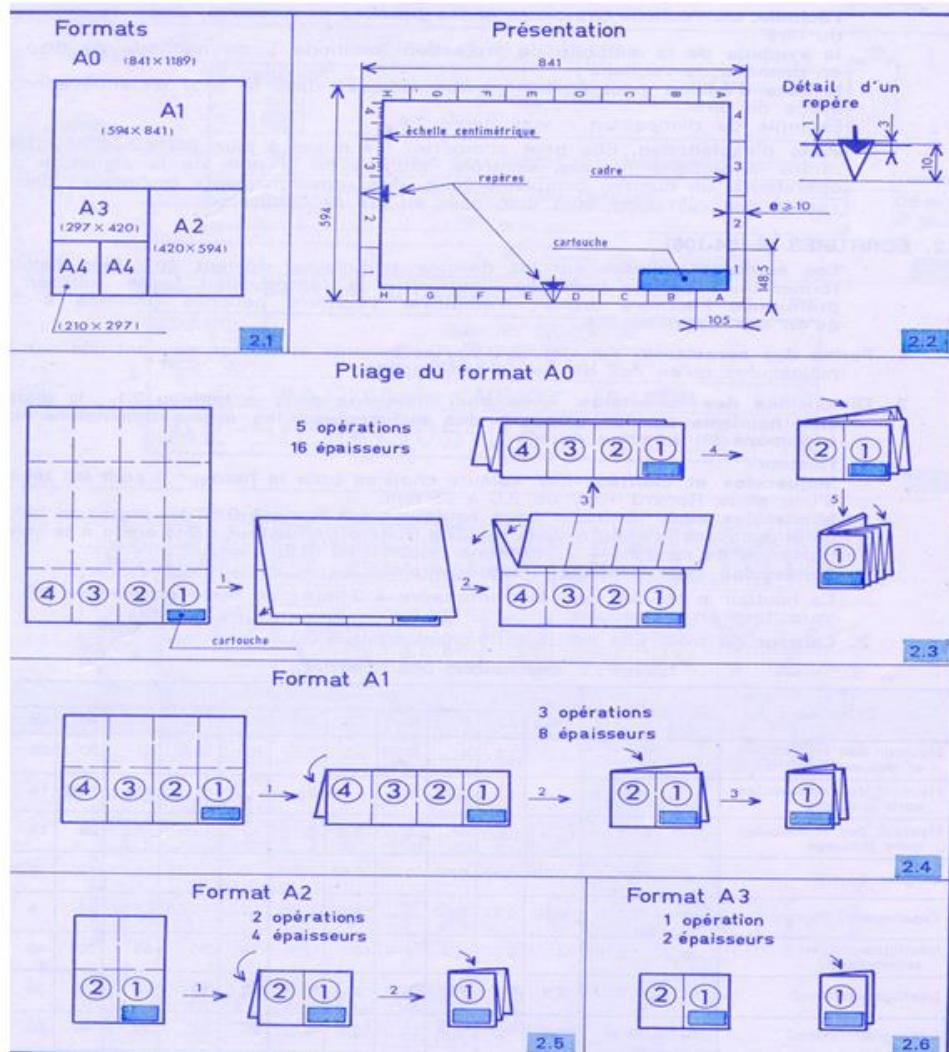
II.1.1. Les formats des papiers utilisés en dessin technique

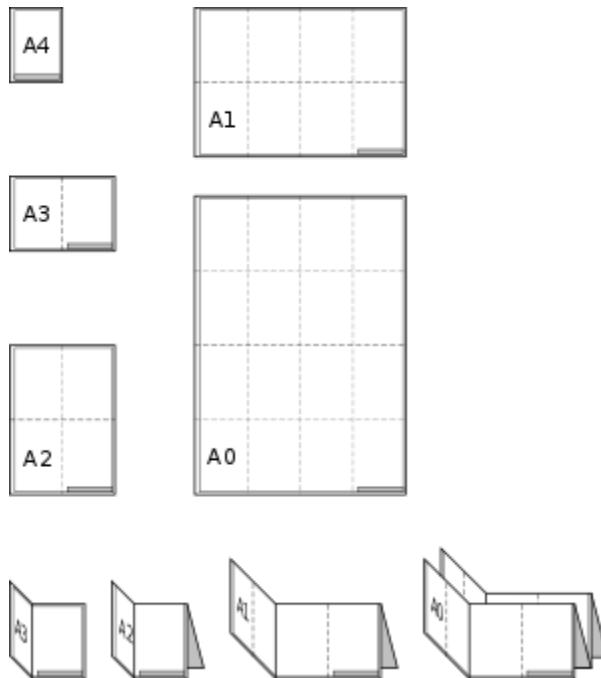
On a les formats des papiers allant de A₀ à A₅ (A₀, A₁, A₂, A₃, A₄ et A₅). A₀ est le format le plus grand et A₅ est le plus petit. Les formats intermédiaires sont trouvés en divisant chaque format les précédant par deux.

Ainsi donc, on a : A₁ = A₀/2, A₂ = A₁/2, A₃ = A₂/2, A₄ = A₃/2 et A₅ = A₄/2.

Nous avons :

- Format A4 : dimension 210 x 297, soit 0.0625 m² ;
- Format A3 : dimension 420 x 297, soit 0.125 m² ;
- Format A2 : dimension 420 x 594, soit 0.25 m² ;
- Format A1 : dimension 841 x 594, soit 0.5 m² ;
- Format A0 : dimension 841 x 1189, soit 1.0 m².





Pour dessiner sur un format donné, on commence d'abord par faire le cadre, puis on fait le cartouche comme nous allons le voir dans la suite du cours.

II.1.2. Le pliage

Il s'effectue pour aboutir au format A₄, suivant les indications des fig. 2.3 à 2.6 ci-dessus, de façon que la partie inférieure droite, qui porte le cartouche, soit en avant. Dans le cas de reliure par perforation, la marge de gauche pourra être agrandie ; on pourra également utiliser une bande adhésive, portant les perforations et fixée sur le dessin. Il y a lieu de remarquer que les dessins scolaires ne sont généralement pas pliés car souvent exécutés sur les formats A₃ et A₄.

II.1.3. Le Cadre

Chaque format de papier doit comporter un cadre. Le cadre est limité par rapport à l'arête du papier, par une distance de 5 à 10 mm selon les formats utilisés. Pour les formats A₄ et A₃, on prendra 5 à 7 mm (voir les travaux pratiques).

II.1.4. Le Cartouche d'inscriptions

C'est un tableau réservé aux différentes inscriptions telles que les remarques, le nom du constructeur, du concepteur, du dessinateur, de l'établissement ou de l'institution où le dessin a été exécuté, du numéro du dessin, son titre, de l'échelle avec laquelle le dessin est fait, du poids de la pièce et les matériaux avec lesquels la pièce sera exécutée, du symbole de l'établissement ou le type de projection utilisé, du format du papier utilisé etc. Il donne tous les renseignements possibles sur le dessin.

Quelle que soit la disposition adoptée pour le dessin, le cartouche doit être disposé de telle façon qu'après pliage au format A₄, il apparaisse en bas du dessin ; à cet effet, pour les formats A₀, A₂ et A₄, le cartouche doit être placé en

bas et à droite de la feuille de dessin placée en hauteur ; pour les formats A₁ et A₃, il doit être placé en bas et à droite de la feuille disposée en largeur (fig. 2.3 à 2.6 ci-dessus). Sa largeur ne doit pas dépasser 190 mm, c'est-à-dire la largeur du format A₄ diminuée de deux marges de 10 mm (cadre).

Le cartouche comporte deux zones : une zone d'identification, encadrée par un trait continu fort, et une zone d'exploitation (fig. ci-dessous).

1. Zone d'identification.

Elle comporte obligatoirement :

- Le numéro du dessin et le type de format (symbole normalisé ou code chiffré); en écriture normalisée;
- Le titre (objet du dessin ou nom de la pièce dessinée) ;
- L'échelle, ou l'échelle principale et les échelles secondaires, disposée à gauche du titre ;
- Le symbole de la méthode de projection (méthode E ou méthode A) disposé en dessous de l'échelle ;
- La date d'édition peut également être indiquée dans la zone d'identification, à droite du titre ;
- Le nom du dessinateur ;
- Le nom de la firme.

2. Zone d'exploitation.

Elle peut comporter les mises à jour, les dates des différentes opérations (dessin, contrôle, etc.), avec le nom ou la signature des opérateurs, un numéro complémentaire, des renseignements techniques divers. Toutes ces rubriques sont disposées au gré de l'utilisateur.
(Figures ci-après).

Cartouche		Zone d'exploitation										
Zone d'identification	Echelle	Titre	Date									
		Raison sociale (ou sigle) du donneur d'ordre										
		Format - Numéro du dessin										
		190 max										
bord de la feuille												
Exemple de zone d'identification												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Echelle</td> <td style="width: 80%;">SERRURE DE COFFRE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">ABATTANT</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> </table>		Echelle	SERRURE DE COFFRE		ABATTANT	1		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">E.T.N.I.C. 12, rue CARNOT 69 LYON</td> <td style="width: 60%; text-align: center;">A2-565-1305-28</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">04 03 02 01 00</td> </tr> </table>		E.T.N.I.C. 12, rue CARNOT 69 LYON	A2-565-1305-28	04 03 02 01 00
Echelle	SERRURE DE COFFRE											
	ABATTANT											
1												
E.T.N.I.C. 12, rue CARNOT 69 LYON	A2-565-1305-28	04 03 02 01 00										

Mais toutefois, pour le format A₄ vertical, on peut utiliser (mais pas forcément) toute la largeur du cadre pour placer le cartouche.

Il existe plusieurs formes de cartouche, celle que nous allons adoptée au cours est la suivante :

Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle		FACULTE POLYTECHNIQUE/UNIKIN		Noms et prénoms
SYMBOLE ISO	FORMAT	TITRE DU DESSIN		PREPOLYTECHNIQUE
DATE				N° DESSIN

Le tableau ci-après donne les dimensions de chaque cellule.

N°	Désignation	Largeur	Hauteur
1	Faculté Polytechnique	80	15
2	Symbole ISO	25	15
3	Echelle	40	15
4	Titre	80	25
5	Observation	60	10
6	Date	40	10
7	Format	15	15
8	Numéro du dessin	80	10
9	Noms et prénoms	80	15
10	Observation	60	10
11	Matière	60	10
12	Désignation	60	10
13	Nombre des pièces	10	10
14	Repère	10	10
15	PREPOLYTECHNIQUE	80	15

II.1.5. La nomenclature

II.1.5.1. Définition.

Une nomenclature est une liste complète des éléments constituant un ensemble ou un sous-ensemble faisant l'objet d'un dessin ; sa liaison au dessin est assurée par des repères.

II.1.5.2. Emplacement.

La nomenclature peut être faite, soit sur le dessin lui-même, soit sur une feuille indépendante.

1. **Nomenclature sur le dessin** : Son sens est celui de lecture du dessin, donc celui du cartouche pour les formats A₀, A₂, A₄ en hauteur et les formats A₁ et A₅ en largeur (sens 1); pour les autres dispositions (A₀, A₂, A₄ en largeur, A₁ et A₅ en hauteur).

La largeur recommandée est celle du cartouche : 190 mm au maximum. La nomenclature est normalement établie de bas en haut ; exceptionnellement, les nomenclatures peuvent être établies de haut en bas en partant du cartouche. Au besoin, la nomenclature se poursuit dans les formats A₄ voisins ; dans ce cas, éviter toute inscription dans les zones de pliage.

2. **Nomenclature sur une feuille indépendante** : Elle est exécutée sur une feuille au format A₃ ou A₄, avec marges comme un dessin, et cartouche d'inscriptions comportant la zone d'identification, à l'exception de l'échelle. La nomenclature est lue de préférence dans le sens de lecture du cartouche ; elle est établie, soit de haut en bas, soit de bas en haut.

3. **Contenu** : La nomenclature doit contenir, pour chaque pièce de nature différente :

- Le repère numérique,
- La désignation,
- La référence à un dessin ou à une norme.

Elle peut contenir en outre tous les renseignements jugés utiles : nombre de pièces identiques, numéro de pièces, état de livraison, matière, masse unitaire, etc.

4. **Dessins scolaires** : Sur ces dessins, la nomenclature peut être réduite aux colonnes suivantes : repère, nombre, désignation de la pièce, matière, observations. Les repères portés sur le dessin, généralement enfermés dans un cercle, sont reliés aux pièces par un trait fin terminé par un point (à l'intérieur de la pièce) ou par une flèche (arrêtée sur le contour de la pièce) ; aligner les repères sur des lignes horizontales ou verticales pour faciliter leur recherche (fig. ci-dessous). Désigner chaque pièce par sa fonction (boulon de serrage de A par exemple) ; désigner la matière d'une façon aussi précise que possible et, pour cela, utiliser les désignations normalisées quand elles existent. Dans la colonne "observations" porter les indications d'usinage, les traitements thermiques ou de surface, etc.

Placer la nomenclature au-dessus ou à gauche du cartouche ; la commencer par le bas pour faciliter les additions ou pour réparer les oubliés.

The diagram illustrates the layout of a technical drawing. A vertical line on the left indicates a height of **277 maximum (nomenclature)**. At the top, a horizontal line indicates a width of **190 maximum (nomenclature)**. Below this, another horizontal line indicates a width of **170 maximum (cartouche)**. An arrow points from the text "Nomenclature" to a table where the first two columns are labeled "Rep" and "Nb". An arrow points from the text "Cartouche" to a section containing a drawing of a repère (datum point) and the text "MINI USINE ZONE 1-2" followed by "GARDE LATÉRAL - REP : 063".

1	1	Garde latéral	E24 – Peint	Tolérances JS14
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations
Échelle : 		MINI USINE ZONE 1-2 GARDE LATÉRAL - REP : 063		
Verboom S.A. ZI Nord – 28100 Dreux – France		Eurilor Multimédia – Parc d'activités de Brabois Nord 3, allée d'Auteuil – 54500 Vandœuvre-lès-Nancy – France Tél. : 03.83.44.84.84 – Fax : 03.83.44.46.41		
A4		MEC 063		
		0 1 0 0		

II.1.5.3. Etablissement d'une nomenclature

1° On commence par repérer chaque pièce sur le dessin d'ensemble par un numéro.

L'ordre de ces numéros est croissant et il indique approximativement l'ordre du montage des pièces, à l'exception de certaines d'entre elles (axes, goupilles, ressorts, pièces normalisées) que l'on regroupe généralement par catégories.

- Aligner les repères,
- Mettre un point à l'extrémité de la ligne d'attache du repère si elle se termine à l'intérieur d'une pièce. Mettre une flèche si elle s'arrête sur son contour,
- Ménager périodiquement des repères libres. Ils pourront être utilisés si l'on ajoute, lors de mises à jour de nouvelles pièces.

2° On établit ensuite la nomenclature :

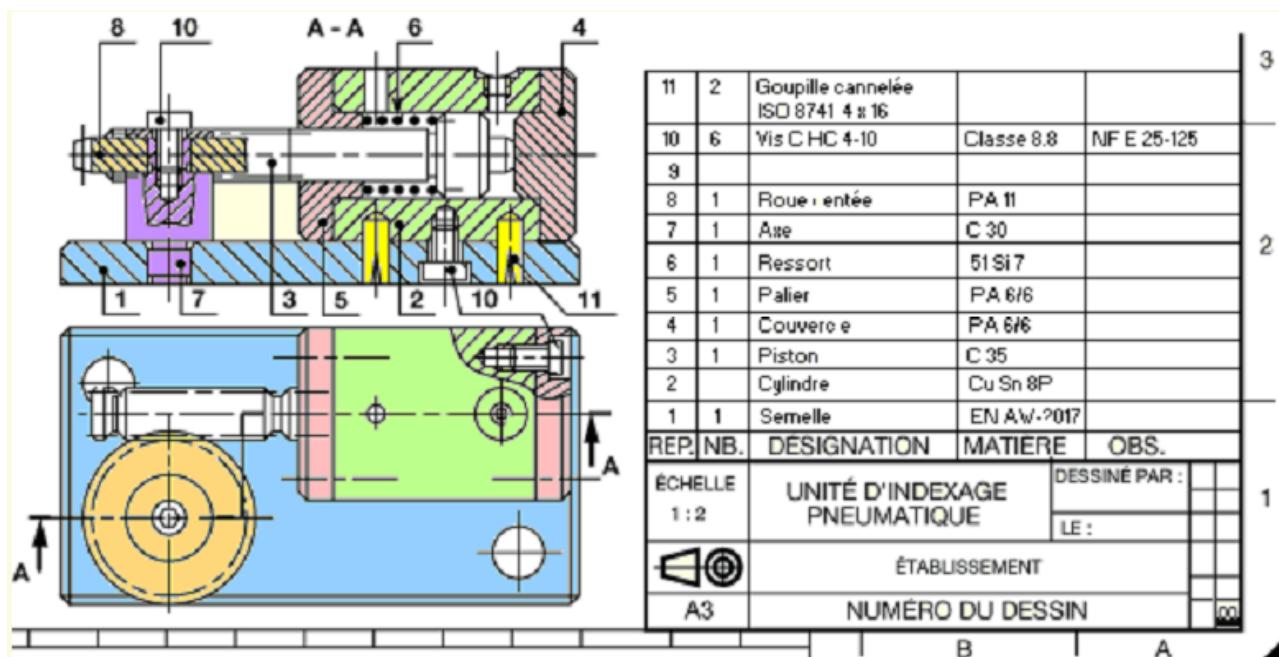
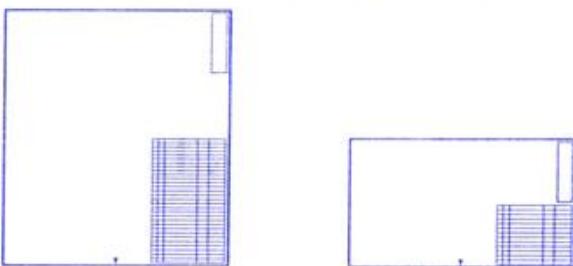
- soit sur un document séparé ;
- soit sur le dessin lui-même, son sens de lecture est celui du dessin, il en résulte deux dispositions possibles.

(Figures ci-après).

DISPOSITIONS SUIVANT L'ORIENTATION DES FORMATS
Sens de lecture du cartouche :



Sens de lecture perpendiculaire à celui du cartouche :



II.2. LES ECRITURES

Le dessin technique étant un langage universel, tout ce qu'il utilise doit être normalisé. C'est le cas des écritures (lettres, chiffres et autres caractères) qu'il utilise qui sont appelées « **écritures normalisées** ». On a deux types d'écritures : écritures droites et écritures inclinées (à 75°).

Les écritures utilisées sur les dessins techniques doivent être bien lisibles, former un ensemble homogène, permettre la reproduction facile ; utiliser de préférence

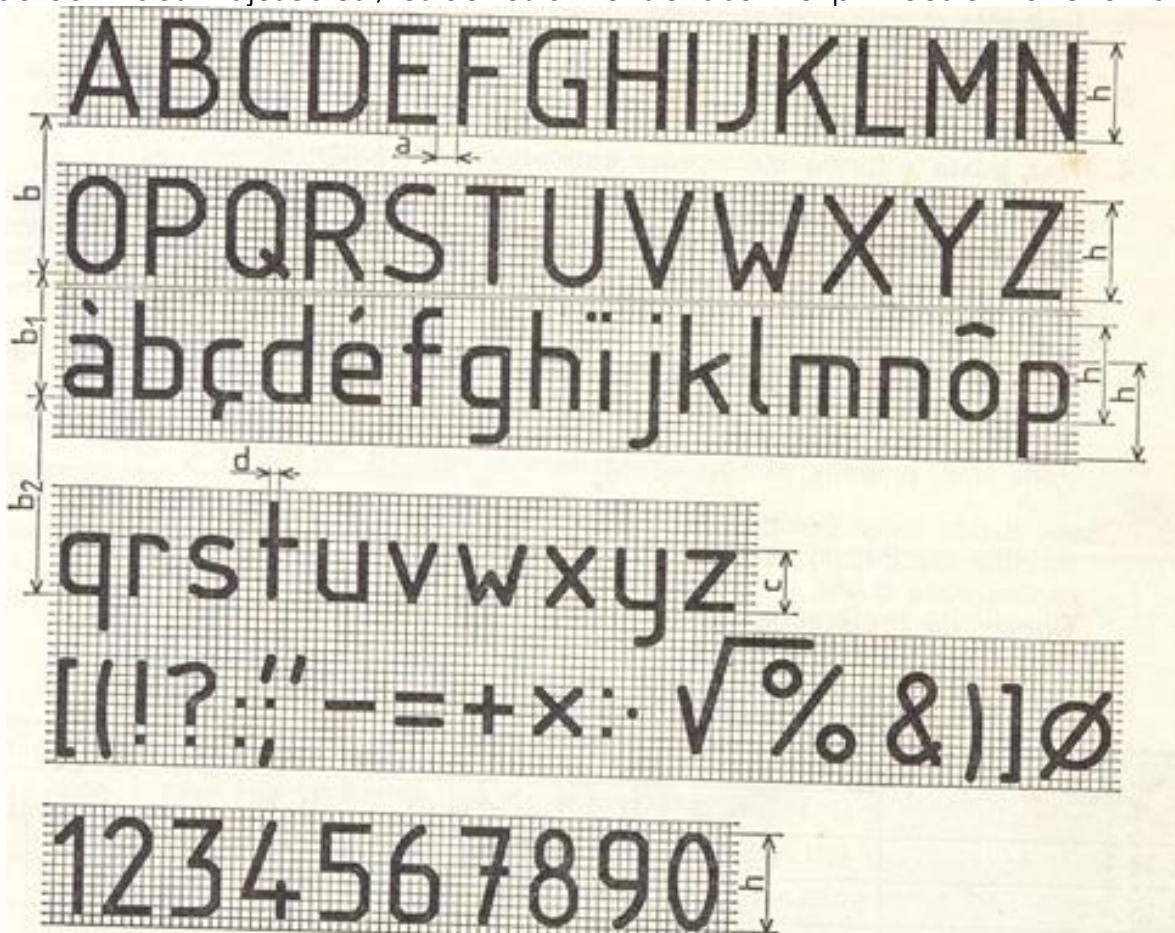
l'écriture droite ; n'employer l'écriture penchée (inclinée à 75°) qu'en cas de nécessité.

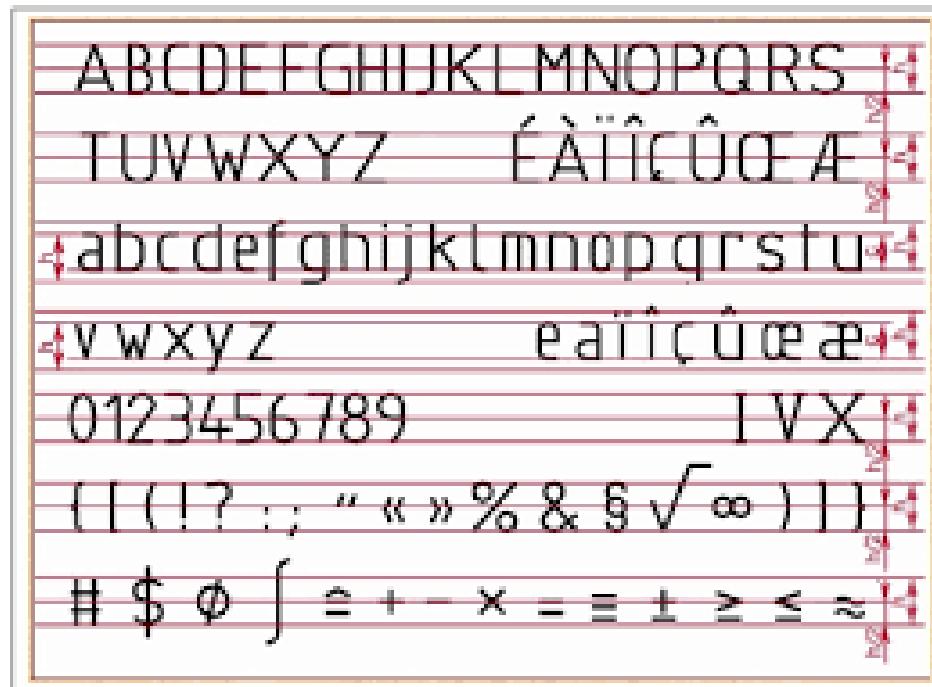
II.2.1. Forme des caractères

Les accents et trémas ne sont mis sur les majuscules qu'en cas de risque d'ambiguïté.

II.2.2. Dimensions des caractères

Elles sont indiquées dans le tableau ci-dessous ; la dimension nominale est la hauteur h des majuscules ; les autres dimensions sont exprimées en fonction de h .





1. Hauteur.

- **Majuscules et chiffres :** Les valeurs choisies pour la hauteur h sont les termes d'une série Renard R10, de 2,5 à 25 mm.
- **Minuscules sans jambage :** Leur hauteur c est égale à $0,63 h$; pour une valeur de h occupant le rang n dans la série Renard, la hauteur c est égale à la valeur du terme de rang $n - 2$; exemple : pour $h = 12,5$, $c = 8$.
- **Minuscules avec jambage :** Hauteur égale à h .

La hauteur c ne doit pas être inférieure à 2 mm ; **un texte en écriture 2,5 est donc tout en majuscules.**

2. Largeur du trait.

Elle est uniformément égale à 0,1 h.

Dimensions		Dimension nominale h										
		2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25
Hauteurs des majuscules et des chiffres	h	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25
Hauteurs des minuscules sans jambage	c = 0,63 h	-	(2)	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	12,5	16
Hauteurs des minuscules avec jambage	h	-	(3,2)	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25
Largeur du trait	d = 0,1 h	0,25	0,32	0,40	0,50	0,63	0,80	1	1,25	1,60	2	2,50
Espacement minimal	a = 0,2 h	0,50	0,63	0,80	1	1,25	1,60	2	2,50	3,20	4	5
Interligne moyen recommandé	b = 1,6 h	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	32	40
Interligne minimal	b ₁ = 1,25 h	3,2	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	32
Interligne maximal	b ₂ = 2 h	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	32	40	50

II.3. L'ECHELLE

Pour une question de place sur la feuille ou de lisibilité, le dessinateur est souvent dans l'obligation de choisir une échelle pour son dessin.

L'échelle d'un dessin est le rapport entre la dimension linéaire de la représentation graphique, sur le dessin original, de la projection orthogonale d'un élément et la dimension linéaire de l'élément lui-même, contenu dans un plan parallèle au plan de projection. Autrement dit, l'échelle d'un dessin est le rapport entre les dimensions linéaires du dessin et celles de la pièce originale.

L'échelle d'une reproduction peut être différente de celle du dessin original. On a ainsi :

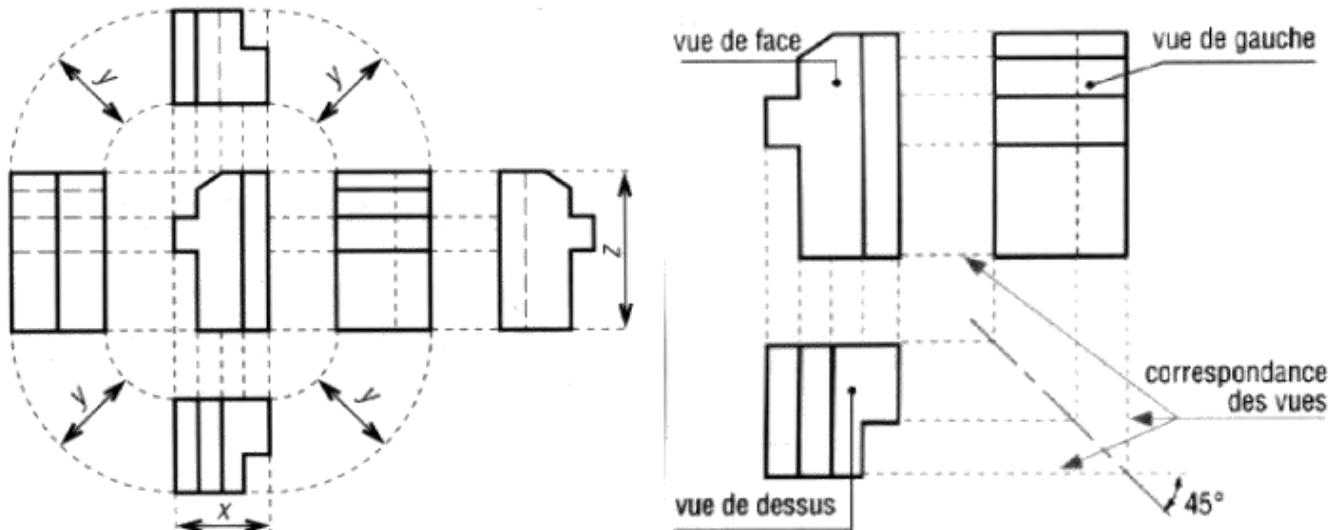
- Si le dessin de l'objet tient sur la page en vraie grandeur, on utilisera une échelle réelle pour dessiner, on parlera d'**échelle « vraie grandeur »** : échelle correspondant au rapport 1/1
 - Si l'objet est très grand pour que le dessin tienne sur la feuille, on utilisera une échelle réduite pour dessiner, on parlera d'**échelle de « réduction »** : échelle correspondant aux rapports inférieurs à 1/1. Elles sont d'autant plus petites que le rapport correspondant diminue et vice versa
 - Si l'objet est très petit, pour une question de lisibilité, on utilisera une échelle agrandie pour dessiner, on parlera d'**échelle d'« agrandissement »** : échelle correspondant aux rapports supérieurs à 1/1. Elles sont d'autant plus grandes que le rapport correspondant augmente et vice versa.
- Pour le dessin réalisé en dessin assisté par ordinateur (DAO), on utilisera toujours l'échelle réelle pour représenter les objets.
 - Pour les dessins de conception, employer de préférence l'échelle **1**.
 - Eviter autant que possible les échelles qui ne se figurent pas sur le tableau ci-après et celles trop voisines de l'unité.

- Indiquer toujours nettement l'échelle sur les dessins, généralement dans le cartouche ; si certains détails sont tracés à une échelle différente de celle de l'ensemble du dessin, les entourer d'un cadre contenant l'indication de l'échelle particulière. Si une dimension n'est pas à l'échelle, souligner la cote correspondante.

Catégorie	Indication			
Echelle d'agrandissement	200/1	250/1	500/1	1000/1
	20/1	25/1	50/1	100/1
	2/1(*)	2,5/1	5/1	10/1
Vraie grandeur (échelle recommandée)	1/1			
Echelle de réduction	1/2 (*)	1/2,5	1/5	1/10
	1/20	1/25	1/50	1/100
	1/200	1/250	1/500	1/1000
	1/2000	1/2500	1/5000	1/10000
(*) Ces échelles ne sont pas recommandées car elles peuvent donner lieu à des impressions trompeuses à la conception.				

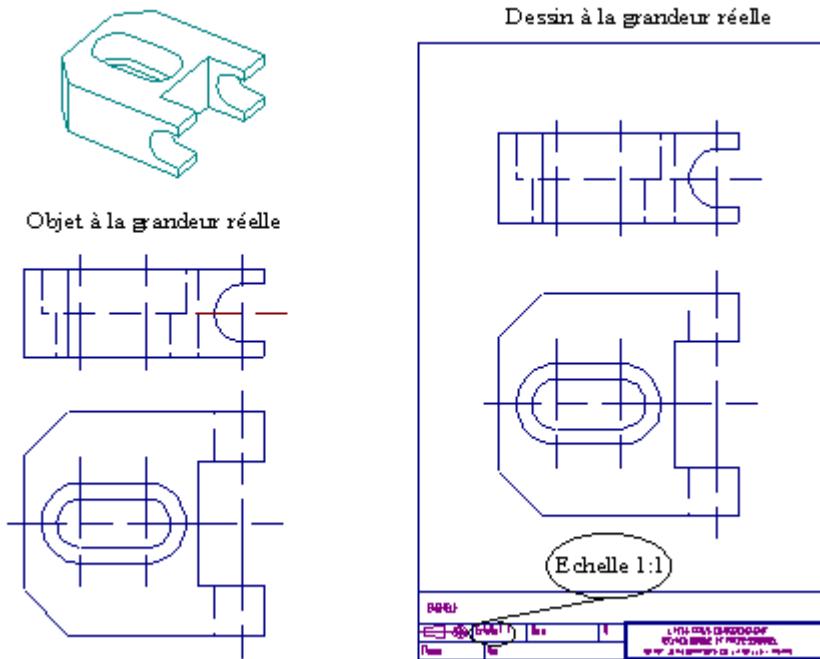
Tableau des échelles normalisées.

II.3.1. Application de divers types d'échelles



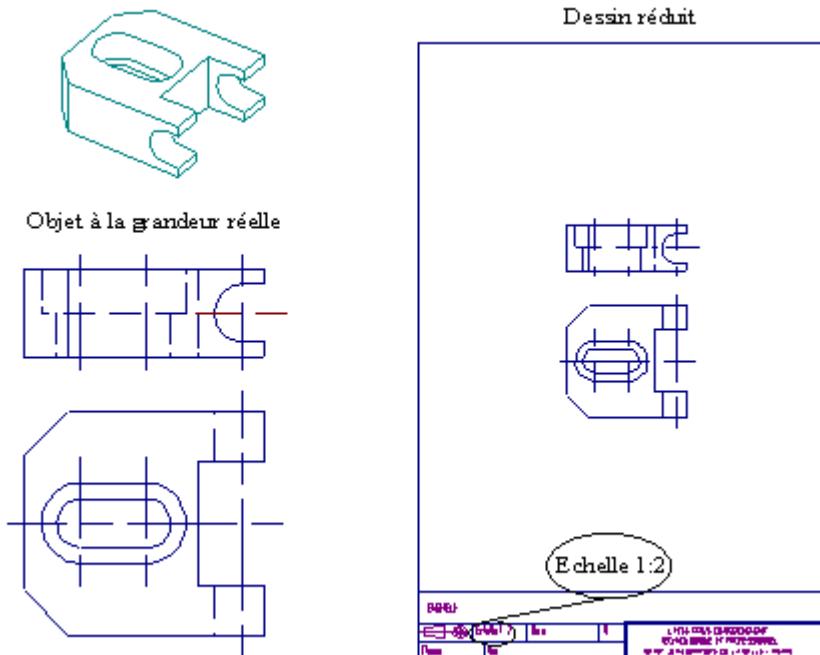
Représentation à l'échelle réelle

Dans le cartouche, on indiquera « Echelle 1 : 1 »



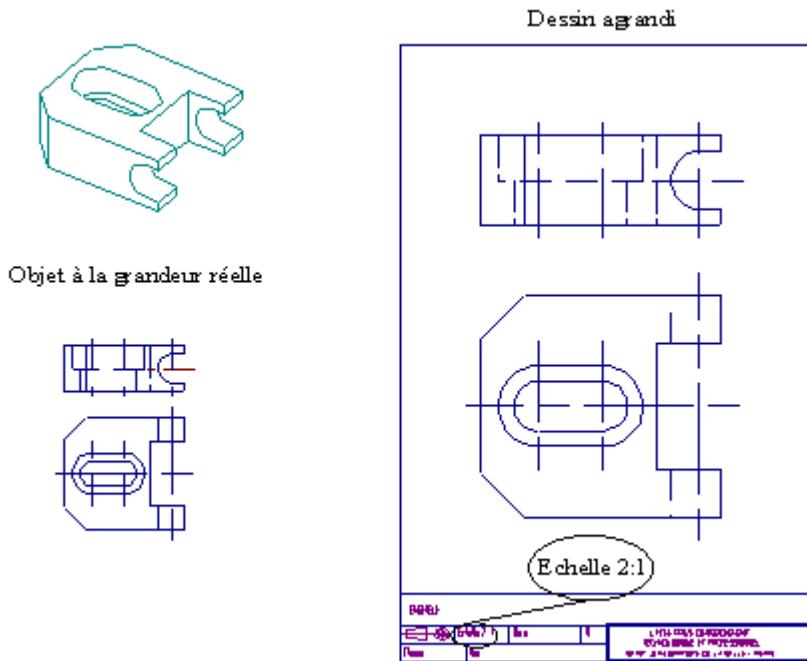
Représentation à l'échelle réduite

Dans le cartouche, on indiquera « Echelle 1 : 2 »



Représentation à l'échelle agrandie

Dans le cartouche, on indiquera « Echelle 2 : 1 »



II.4. LES TRAITS

La nature et la largeur des traits ont une signification particulière ; il faut donc les observer scrupuleusement.

On utilise deux épaisseurs de trait : **fort** (ou épais, ou gras) et **fin**. Le trait peut être **plein** (ou continu), **interrompu** (ou discontinu : petits traits de même longueur) ou **mixte** (en alternance trait long – trait court).

On utilise principalement les combinaisons suivantes :

- **trait fort continu** : contours et arêtes visibles
- **trait renforcé continu** : contours des sections
- **trait fin continu** : arêtes fictives vues, lignes de cote, lignes d'attache et lignes de rappel, lignes de repère, contours de sections rabattues sur place, filetage (vis) ou taraudage (écrou), surface de coupe (hachures).
- **trait fin interrompu** (ou pointillé) : arêtes cachées (vues « en transparence. »)
- trait **mixte fin** : (ou « trait d'axe ») axes des formes de révolution: cercle, ellipse, cylindre, cône...
- trait **mixte fort** : principalement traces de plans de coupe.

En dessin technique, un trait se caractérise par : sa nature (continu, interrompu ou mixte) et sa largeur (fort ou fin).

Un dessin technique utilise 5 types de traits suivants :

- 1) le trait renforcé continu ■■■■■

2)	le	trait	continu	fort	
3)	le	trait	continu	fin	
4)	le	trait	interrompu	fin	
5)	le trait mixte fin				

Ces différents types de traits seront définis dans la suite du cours. Le trait fort doit être parfaitement lisible (même après reprographie). La largeur du trait fort doit être au moins le double de la largeur du trait fin :

$$\frac{\text{largeur du trait fort}}{\text{largeur du trait fin}} \geq 2$$

Typiquement, la largeur des traits pour un dessin à l'encre est : 0,7 à 1 mm (trait renforcé), 0,3 à 0,4 mm (trait fort) et 0,15 à 0,25 mm (trait fin). Pour le dessin au crayon, on utilise une mine d'une largeur de 0,5 mm (trait fort) et une mine de 0,15 mm (trait fin).

Le tableau ci-après résume l'ensemble de traits utilisés en dessin technique.

Ensembles des traits

Trait	Désignation	Applications
	Continu renforcé	Contours des sections
	Continu fort	Arêtes et contours vus
	Continu fin (aux instruments)	Arêtes fictives vues – Lignes de cote, d'attache et de repère – Hachures – Contours de section rabattues (sur place) – Constructions géométrique vues – Axes courts – Fonds de filets...
	Continu fin à main levée	Limite de vues ou de coupes partielles
	Continu fin avec zigzags	Alternative aux instruments du trait continu fin à main levée...
	Interrompu fin	Arêtes et contours cachés – Constructions géométrique cachées
	Interrompu fort	Alternative au trait interrompu fin
	Mixte fin	Axes de révolution – Traces de plans de symétrie – Trajectoires
	Mixte fin avec éléments forts	Traces de plan de coupe
	Mixte fort	Indication de lignes / surfaces à spécifications particulières
	Mixte fin à deux tirets	Contours de pièces voisines – Positions d'une pièce mobile...

Remarques

La largeur des traits doit être identique d'une vue à l'autre, quelles que soient la vue ou l'échelle.

L'espacement entre deux traits parallèles doit être supérieur ou égal au double de la largeur du trait fort (pour un trait fort de 0,7 mm, l'espacement entre deux traits est de 1,4 mm.)

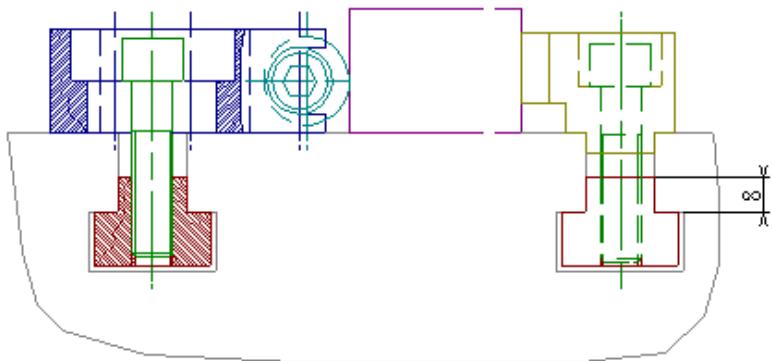
L'intersection des traits mixtes et celle des traits interrompus doivent être pertinentes. Par exemple, l'intersection des traits mixtes fins de deux axes doit se faire sur la partie la plus longue du trait. Ou aussi, l'intersection de deux traits interrompus doit se faire sur les parties tracées.

II.5. APPLICATION DE DIVERS TYPES DE TRAITS

Les divers types de traits

Trait	Désignation	Applications générales	Epaisseur
—	Continu fort	<ul style="list-style-type: none"> Contours vus Arêtes vues 	0,7
—	Continu fin	<ul style="list-style-type: none"> Arêtes fictives Lignes de cote Lignes d'attache Lignes de repère Hachures Contours de sections rabattues Axes courts Construction géométrique vues 	0,2
~~~~~	Continu fin à main levée		0,2
~~~~~	Continu fin droit zigzag	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limites et interruption de vues ou coupe.</li> <li>Arrachement de vue</li> </ul>	0,2
-----	Interrompu	<ul style="list-style-type: none"> Contours cachés Arêtes cachées Constructions géométriques cachées 	0,35
-----	Mixte fin	<ul style="list-style-type: none"> Axes de révolution Traces de plans symétriques Trajectoires 	0,2
— — — — —	Mixte fin avec éléments longs forts aux extrémités et aux changements de plans de coupe	<ul style="list-style-type: none"> Traces de plans de coupe 	0,2/0,7
— · — · —	Mixte fort	<ul style="list-style-type: none"> Indication de lignes ou de surfaces faisant l'objet de spécifications particulières 	0,7

Pour réaliser un dessin, on utilise plusieurs types de traits.



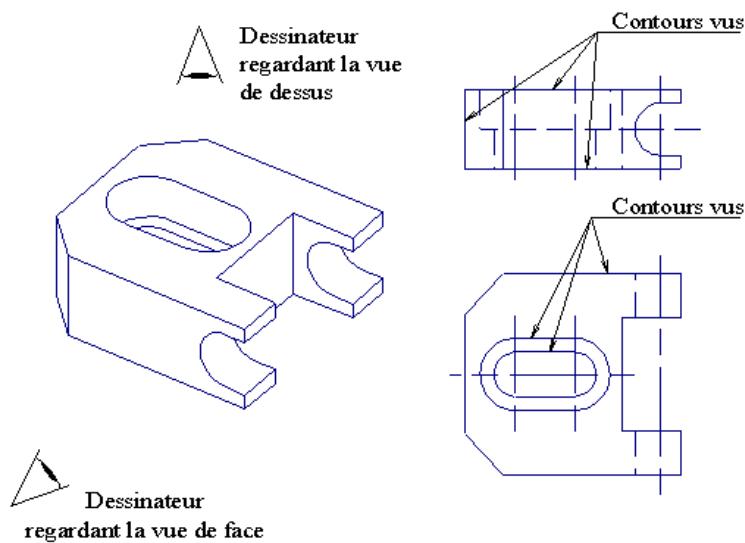
Le dessin ci- haut montre :

- des traits continus forts
- des traits interrompus fins
- des traits mixtes fins
- des traits continus fins
- des traits mixtes forts
- des traits mixtes à deux tirets
- des traits fins ondulés

Les feuilles suivantes montrent la fonction de ces types de traits.

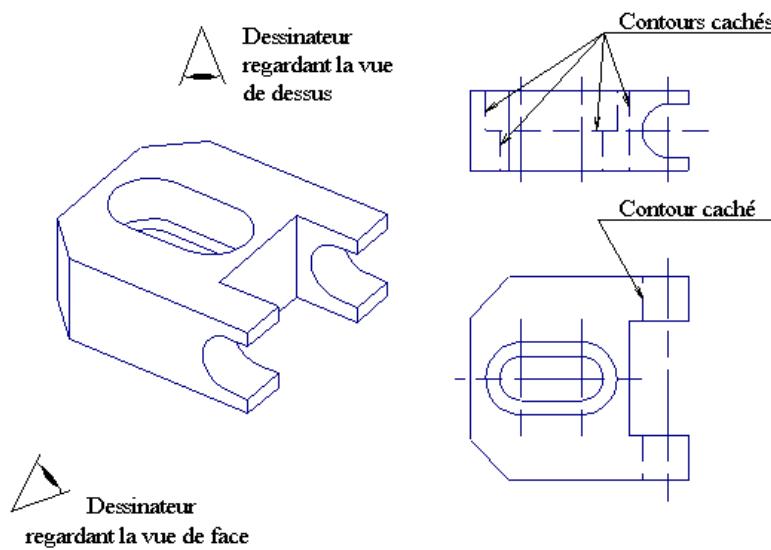
Arêtes et contours vus

Toutes les formes de l'objet placées juste devant de l'observateur se dessinent en traits continus forts, épaisseur : 0.7 mm.



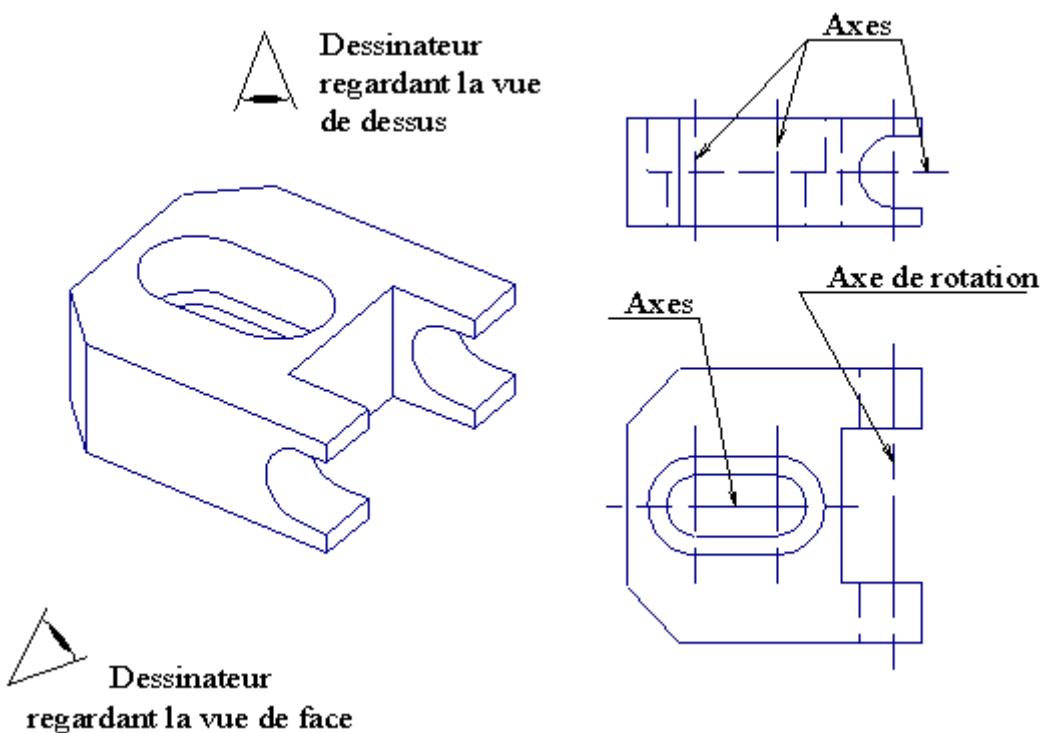
Arêtes et contours cachés

Toutes les formes de l'objet sont vues par transparence. Elles se dessinent en traits interrompus fins, épaisseur : 0.35 mm.



Axes et plan de symétrie

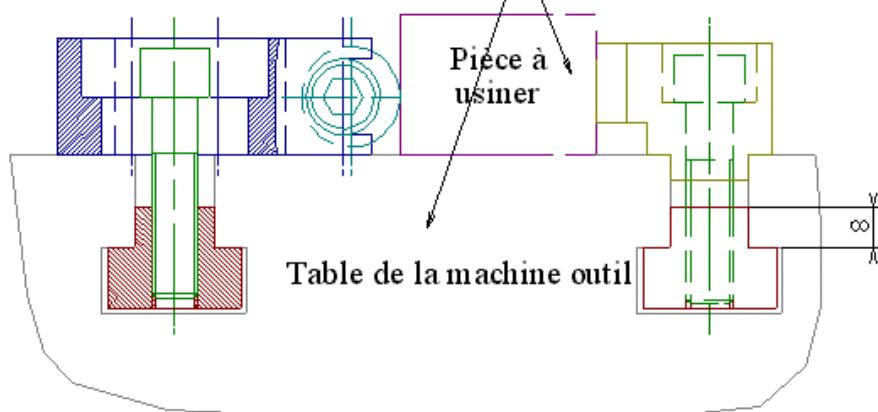
Dès que l'on dessine un trou dans un objet, il faut indiquer son centre par des traits mixtes fins, épaisseur : 0.35 mm.



Pièce voisine

Sur un dessin, lorsqu'on a besoin de montrer une pièce n'appartenant pas au système, on dessine ces pièces en traits mixtes à deux tirets, épaisseur : 0.35 mm.

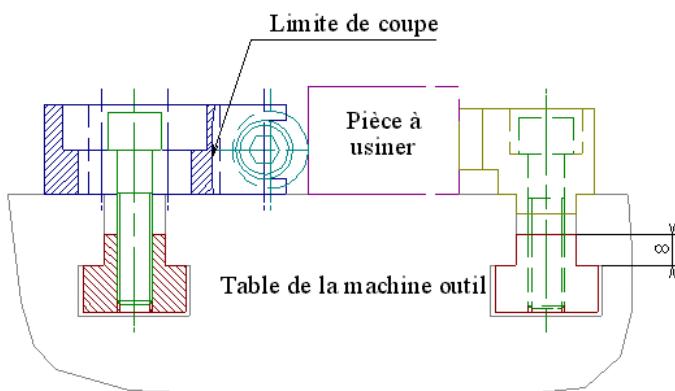
Pièces n'appartenant pas au système



Limite de coupe

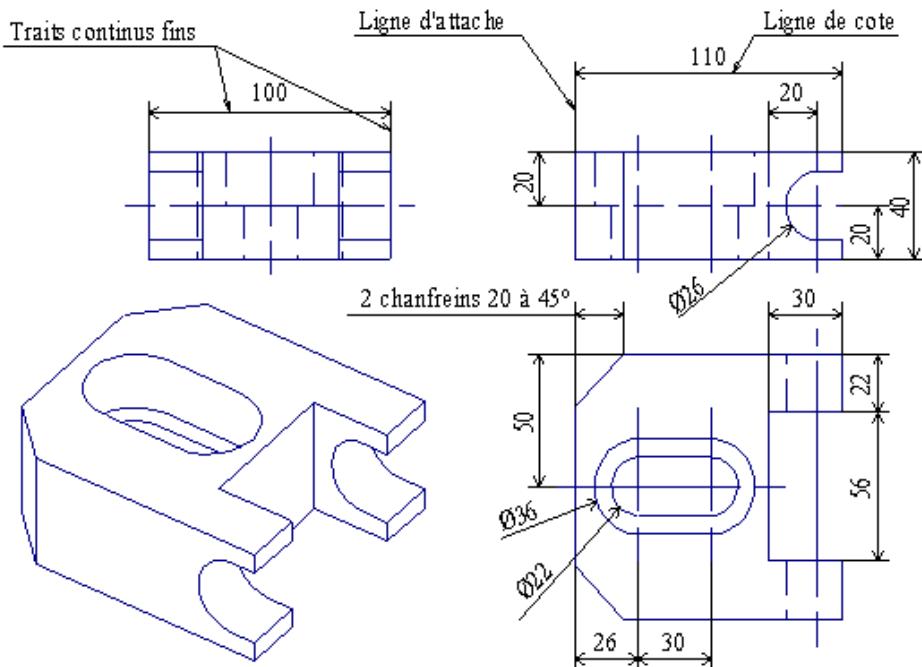
Sur un dessin, lorsqu'on a besoin de montrer une coupe partielle d'une pièce, on dessine la limite de la coupe en traits continus fins à main levée, épaisseur : 0.35 mm.

Limite de coupe



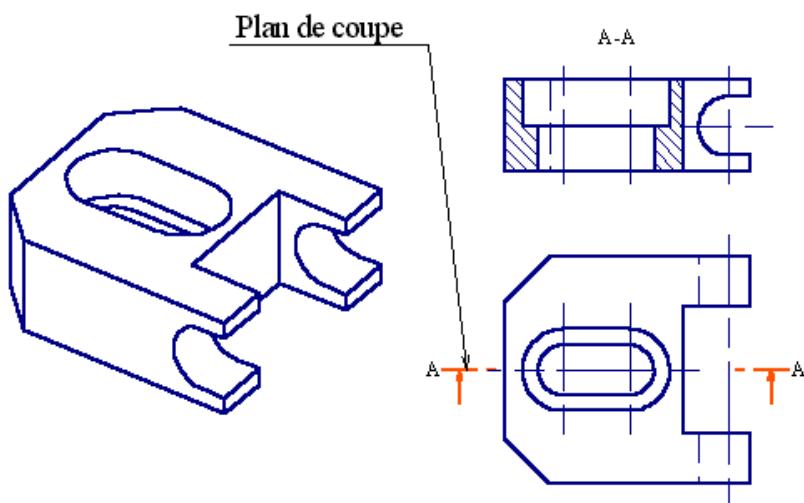
Cotation des dessins

Sur un dessin coté, les lignes d'attache et les lignes de cote se dessinent en traits continus fins, épaisseur : 0.35 mm.



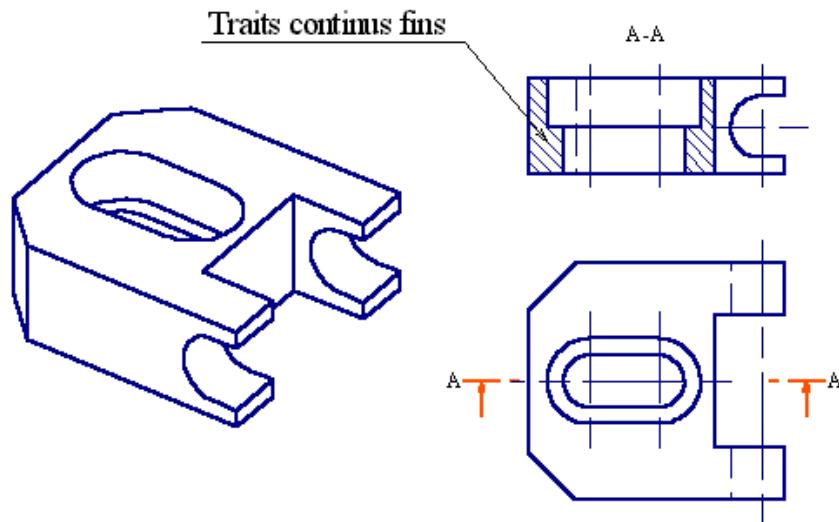
Plan de coupe

Sur un dessin en coupe, la représentation du plan de coupe se dessine en traits mixtes forts, épaisseur : 0.7 mm.



Hachures

Sur une vue en coupe, la représentation des parties coupées se dessine par des hachures en traits continus fins, épaisseur : 0,35 mm.

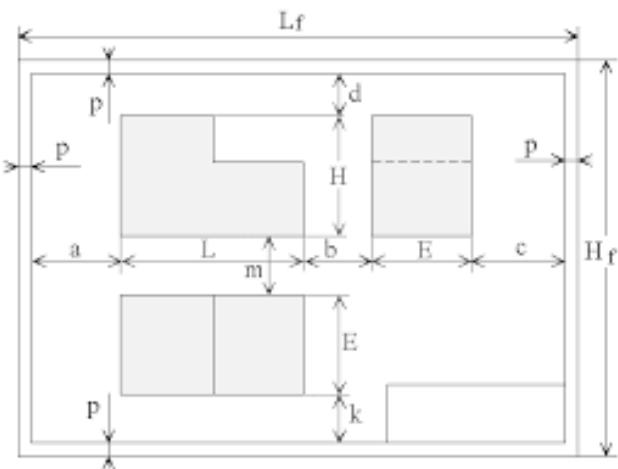
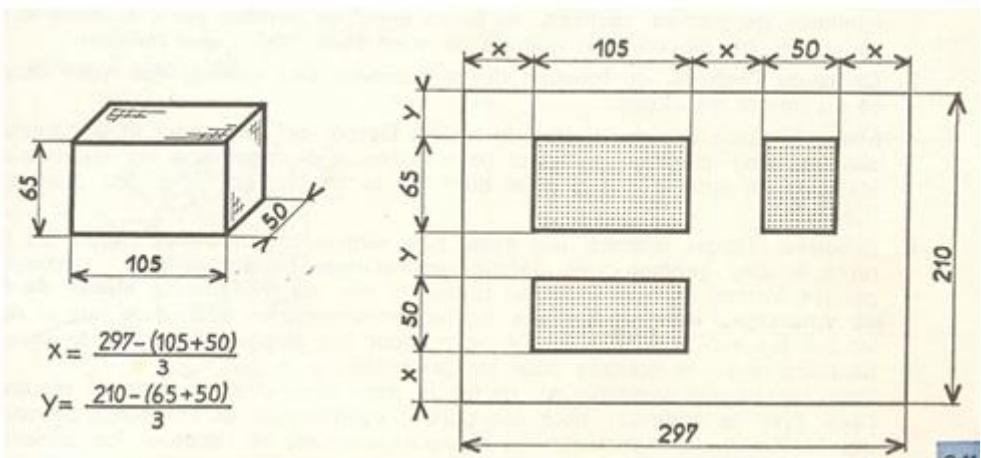


II.6. L'EXECUTION D'UN DESSIN

II.6.1. Dessin avec les instruments.

On procédera dans l'ordre suivant :

- Etude technologique de la pièce ou de l'appareil à dessiner : on recherchera la fonction de l'appareil, son fonctionnement, le rôle de chaque pièce ; on fera l'étude du montage, des liaisons entre les pièces, etc. ; on en déduira les formes, les spécifications des surfaces et les cotes fonctionnelles.
- Choix des vues : Choisir les vues les plus représentatives et comportant le minimum de parties cachées, de façon à définir la pièce complètement et sans ambiguïté, au moyen d'un nombre de vues aussi réduit que possible.
- Choix de l'échelle, en fonction de la grandeur des pièces, des vues choisies et du format du dessin.
- Mise en place des vues dans la feuille (**Mise en page**) : Déterminer la largeur et la hauteur de chaque vue ; disposer celles-ci dans la feuille de façon que les espaces entre les vues, et entre celles-ci et le bord de la feuille, soient à peu près égaux (fig. ci-dessous). Le dessin doit être centré sur tout l'espace libre de la feuille.

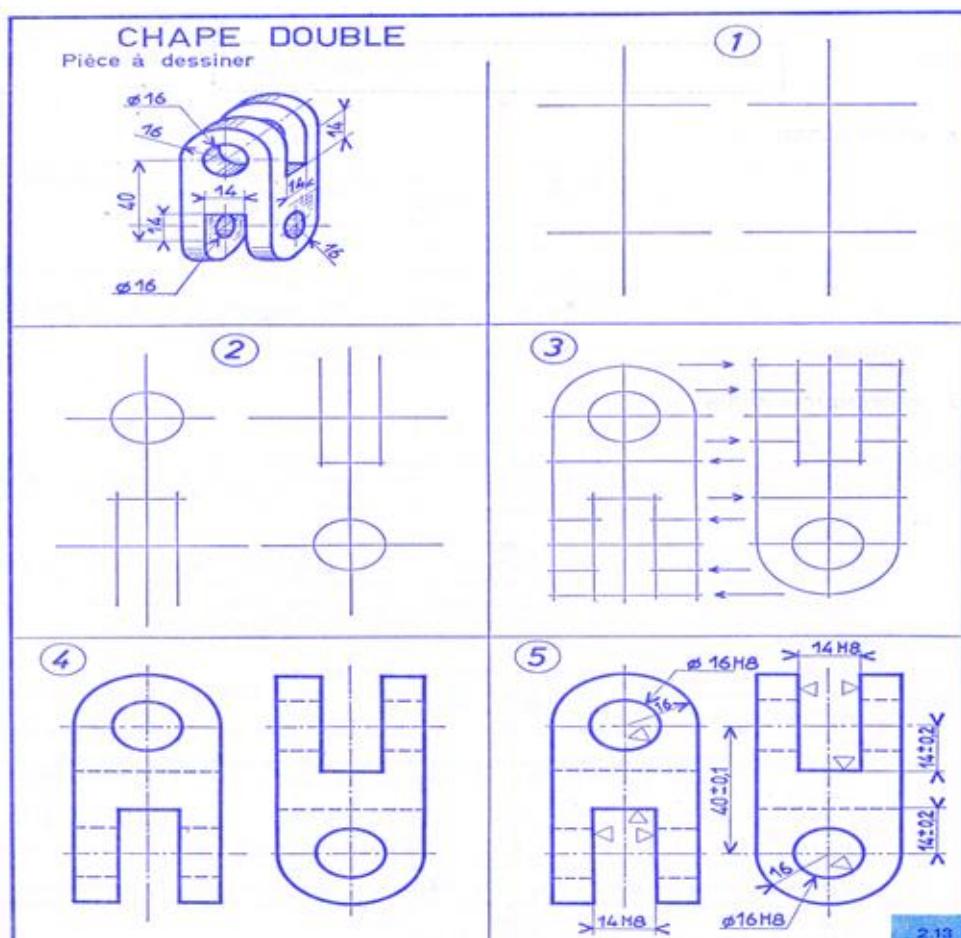


- Esquisse : Tracer d'abord les axes, puis esquisser l'un après l'autre les différents solides géométriques définis par l'analyse fonctionnelle, en commençant par les formes extérieures et en terminant par les évidements. Mener de front les différentes vues ; pour cela, porter les dimensions une seule fois et rappeler sur les autres vues avec l'équerre pour les largeurs, avec le té (latte) pour les hauteurs, avec le compas pour les profondeurs. Pour les parties symétriques, porter la demi-dimension de part et d'autre de l'axe avec le compas ; pour les parties cylindriques et coniques, commencer par la vue qui comporte un ou plusieurs cercles, et rappeler les dimensions sur les autres vues.
Faire l'esquisse en trait fin léger, avec un crayon dur bien affûté ; ne pas distinguer les parties vues des parties cachées.
- Tracé définitif (ou mise au net) : Tracer d'abord les axes, puis les cercles et arcs de cercles afin de faciliter les raccordements. Tracer ensuite les lignes horizontales, en commençant par le haut et en descendant, puis les lignes verticales, de gauche à droite, enfin les lignes obliques. Procéder de cette façon, d'abord pour les traits fins, puis pour les traits interrompus courts, de largeur moyenne, enfin pour les traits continus forts. Faire simultanément la mise au net de toutes les vues, sauf si le dessin est de grandes dimensions.

- Cotation, Indications de façonnage, tolérances, etc.: Après avoir recherché les dimensions fonctionnelles, disposer les lignes de cotes et d'attache, en recherchant la meilleure disposition ; faire ensuite les flèches et inscrire les chiffres de cotes, ainsi que les écarts ou les symboles d'ajustements normalisés. Inscrire enfin les signes de façonnage.
- Nomenclature, cartouche, écritures diverses.

Exemple : Chape double (fig. 2.13 ci-après).

1. Vue de la pièce en perspective cavalière.
2. Mise en place des vues et tracé des axes.
3. Esquisse des surfaces fonctionnelles.
4. Fin de l'esquisse.
5. Mise au net.
6. Cotation.



II.6.2. Croquis à main levée.

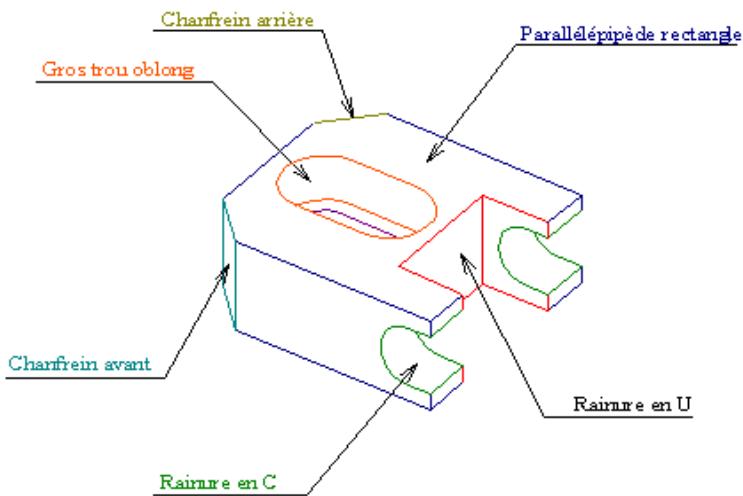
Nous avons vu dans le premier chapitre ce que c'est qu'un croquis. Dans les écoles, on fait généralement le croquis « à main levée », c'est-à-dire sans instrument de guidage, et « à vue d'œil », c'est-à-dire sans instrument de mesure ; c'est donc un dessin approximatif, qui ne respecte pas les dimensions ; mais les proportions doivent être respectées aussi bien que possible ; de plus, les conventions du dessin doivent être suivies.

Le croquis doit être rapide, et par conséquent ne doit comporter que le minimum de vues ; il doit cependant être complet, aux points de vue formes et dimensions. Pour l'esquisse, procéder comme pour un dessin avec les instruments ; pour la mise au net, faire les traits forts et mi-forts avec un crayon mi-dur, les axes, hachures et les autres traits fins avec un crayon dur, taillé fin. Tenir le crayon près de la pointe, presque vertical ; appuyer fortement pour le trait fort, modérément pour les autres traits.

II.6.3. Représentation manuelle des objets

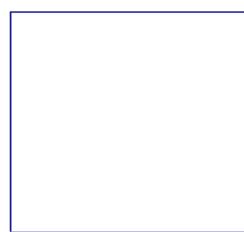
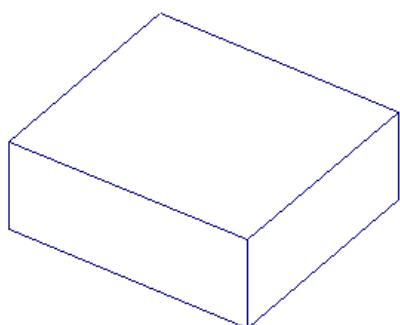
Pour représenter manuellement un objet, il faut :

- Faire le décompte des formes de cet objet
- Dessiner cet objet, en esquisse, forme par forme
- Faire une mise au net en respectant la forme et les épaisseurs des traits



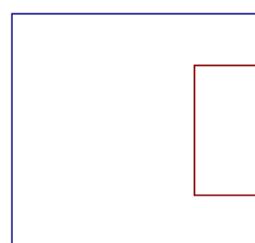
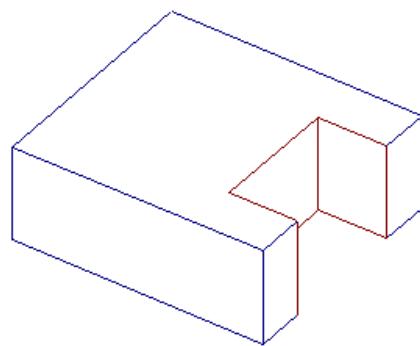
Parallélépipède

Dessiner un parallélépipède rectangle



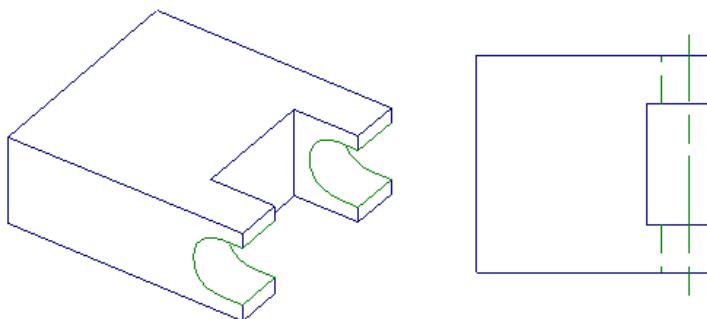
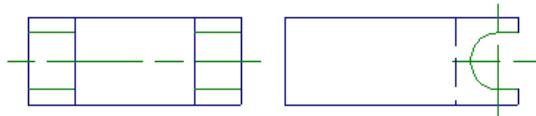
Rainure en U

Dessiner la rainure en U



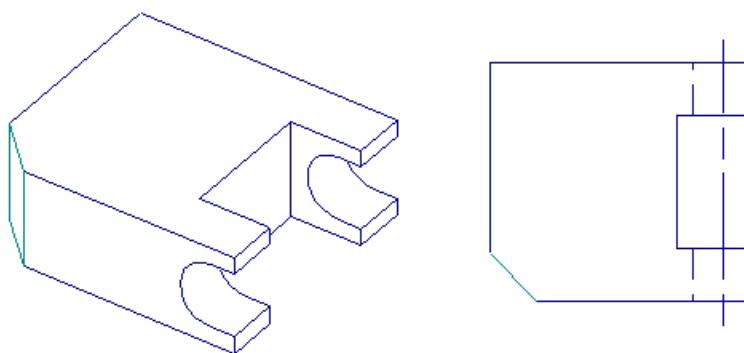
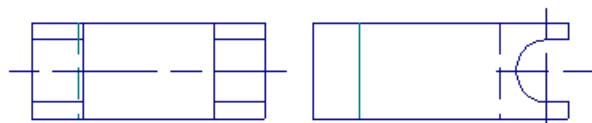
Rainure en C

Dessiner la rainure en C



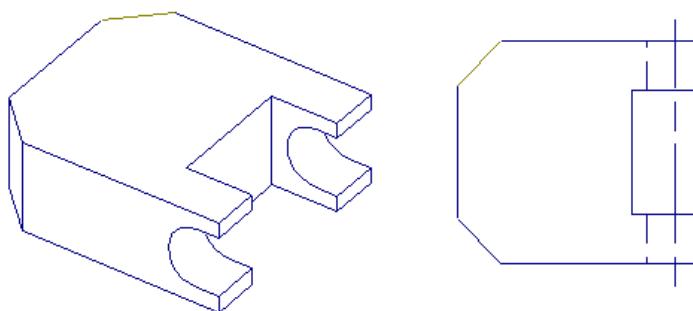
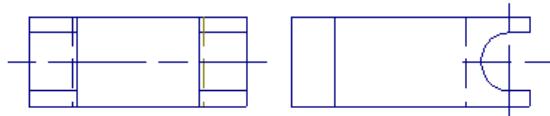
Chanfrein avant

Dessiner le chanfrein avant



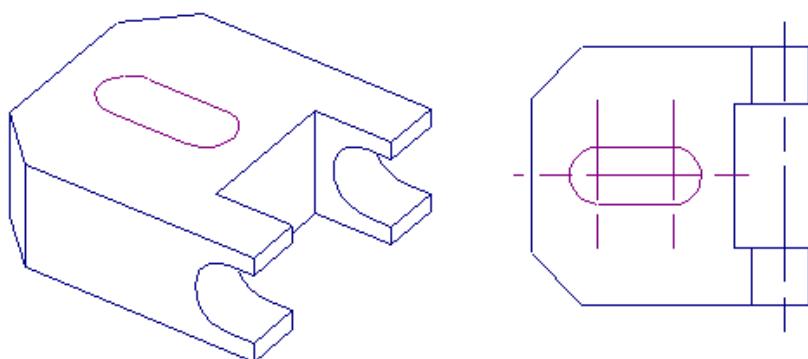
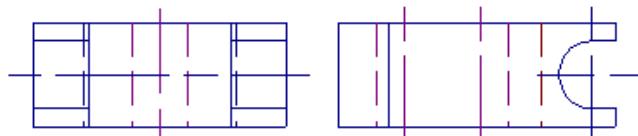
Chanfrein arrière

Dessiner le chanfrein arrière



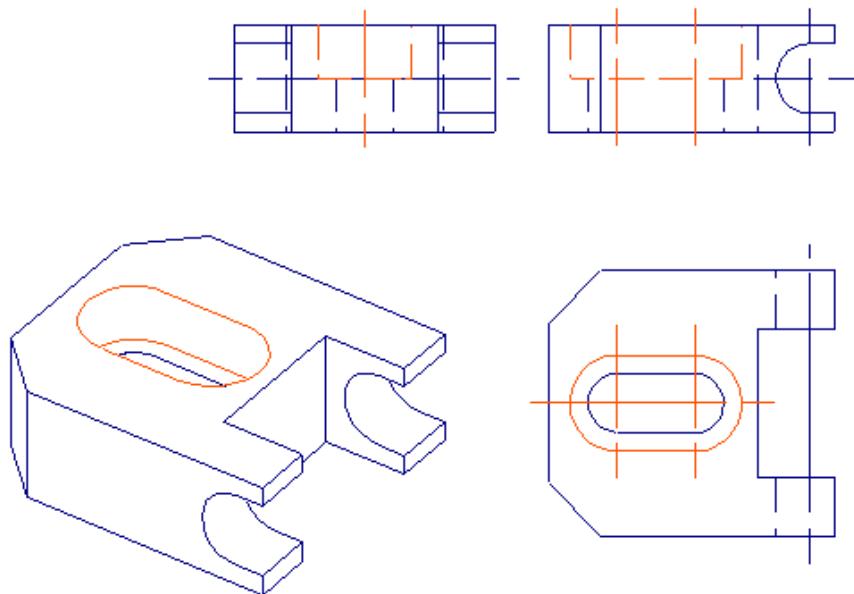
Petit trou oblong

Dessiner le petit trou oblong



Gros trou oblong

Dessiner le gros trou oblong



CHAPITRE III : TRACES GEOMETRIQUES DES FIGURES PLANES ET FORMES DE REVOLUTION

III.1. TRACES GEOMETRIQUES DES FIGURES

III.1.1. INTRODUCTION

Un objet quelconque est composé généralement de plusieurs formes et si on représente ces différentes formes sur une surface, on obtient plusieurs figures géométriques planes qui peuvent être : des triangles, des carrés, des parallélogrammes, des cercles, des ellipses, etc.

Toutes ces figures peuvent encore être représentées sous des formes très simples, qui sont des éléments comme des traits simples, des arcs curvilignes...

Ceci revient à dire que le dessin technique consiste au traçage des lignes géométriques très simples qui, une fois regroupées donnent l'image complète de l'objet. C'est ainsi que pour faire des dessins techniques, il vaut mieux commencer par savoir tracer les figures planes et tous les éléments qui les composent. De cette même manière, on acquiert les bonnes manières en dessin technique.

Ce chapitre ne renferme que les constructions utilisées le plus fréquemment en dessin industriel et en traçage ; en plus des solutions géométriques, on y trouvera les tracés pratiques comportant l'emploi des équerres. Les figures sont illustrées à la page qui suit le texte.

III.1.1.1. Conseils

La première qualité d'un tracé est la précision.

- La précision est d'autant plus grande que le tracé est plus fin,
- Un point est déterminé par deux droites qui se coupent ; il est déterminé de façon précise quand l'angle que font ces deux droites est voisin de 90° ,
- Une droite est déterminée par deux points ; elle est déterminée de façons précises quand ces deux points sont éloignés, et déterminés eux-mêmes de façon précise.

III.1.1.2. Notation :

Circonference O (R) signifie : centre O, rayon R.

III.1.2. PERPENDICULAIRES

Horizontales et verticales : emploi du té (latte ou règle) et de l'équerre.

III.1.2.1. Tracer la perpendiculaire au milieu d'un segment AB (fig. 3.1).

Tracer les arcs A (AM) et B (AM), avec AM quelconque mais supérieur à $AB/2$. Joindre M et N. Si on ne peut faire le tracé que d'un seul côté de AB, déterminer un deuxième point M' en prenant AM' différent de AM (fig. 3.2)

III.1.2.2. Elever la perpendiculaire en un point P d'une droite D.

- **Géométriquement** (fig. 3.3) : Porter avec le compas deux segments égaux PA et PB de part et d'autre de P ; éléver la perpendiculaire au milieu de AB.
- **Avec la règle et l'équerre** (fig. 3.4) : Placer un côté de l'angle droit d'une équerre sur D, une règle contre l'hypoténuse ; faire glisser l'équerre sur la règle, jusqu'à ce que l'autre côté de l'angle droit passe par P.

III.1.2.3. Abaisser d'un point P la perpendiculaire sur une droite D.

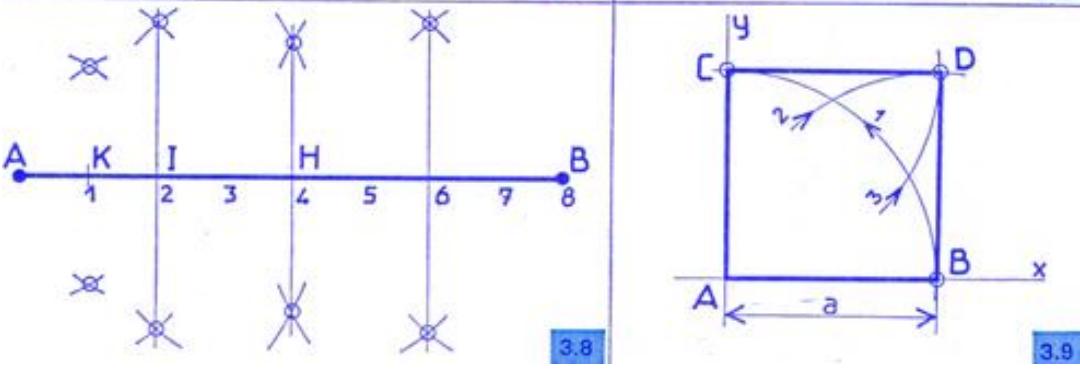
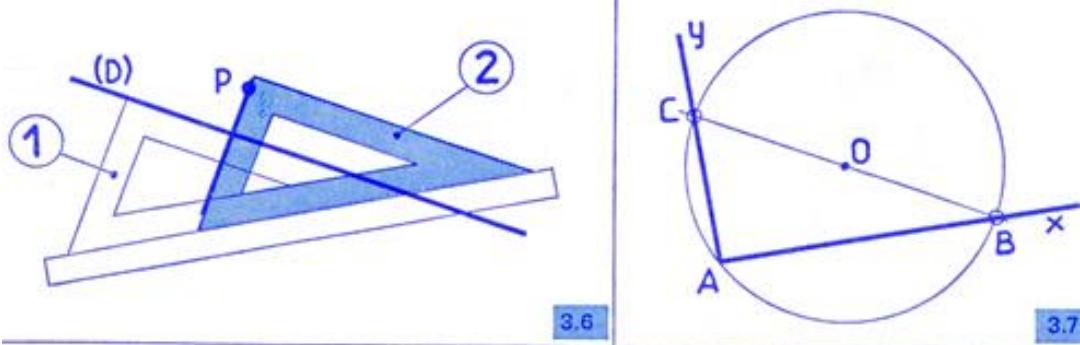
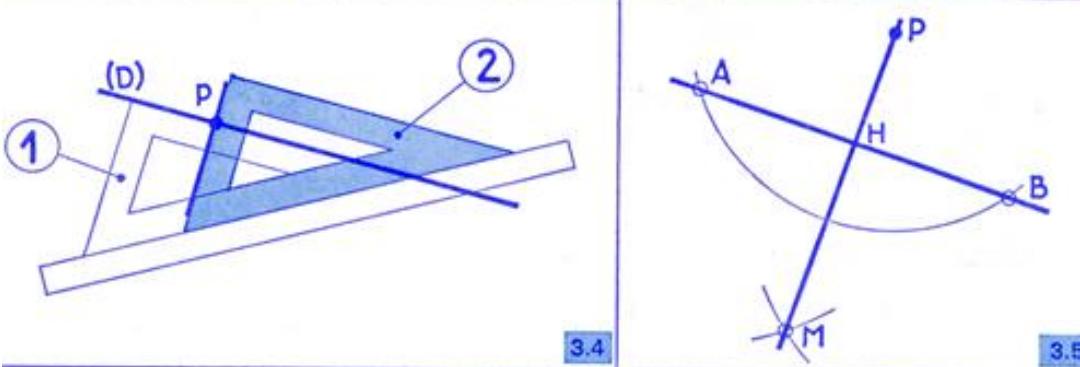
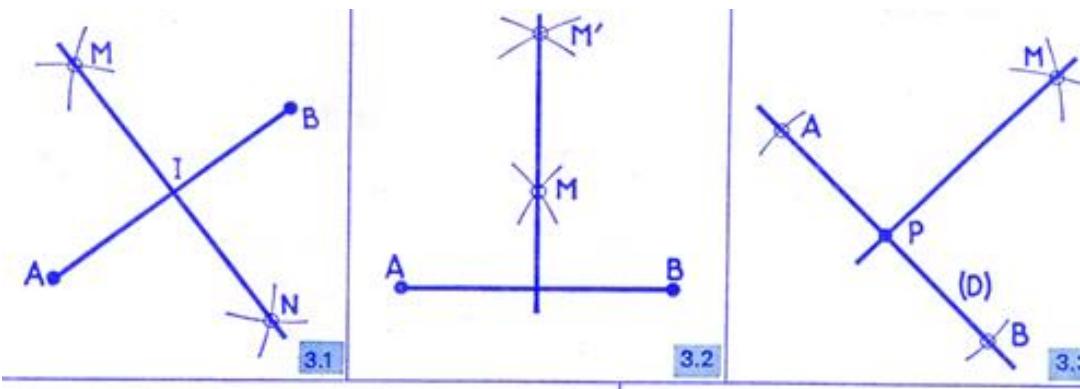
- **Géométriquement** (fig. 3.5) : Tracer la circonférence P (PA), PA étant supérieur à PH ; éléver la perpendiculaire au milieu de AB.
- **Avec la règle et l'équerre** (fig. 3.6) : Même solution que le problème précédent.

III.1.2.4. Elever la perpendiculaire à l'extrémité d'une droite qu'on ne peut prolonger (fig.3.7) :

Tracer une circonférence O (OA), O étant quelconque ; tracer le diamètre BOC ; joindre C.A.

III.1.2.5. Applications.

- Partager un segment AB en 2, 4, 8 parties égales (fig. 3.8). Partager AB en deux parties égales (fig. 3.1), puis chaque partie en 2, etc.
- Tracer un carré de côté a (fig. 3.9) : Tracer un angle droit xAy, porter AB = AC = a avec le compas ; tracer les arcs B (a) et C (a) se coupant en D; joindre BD et CD.
- Même tracé : rectangle de côtés donnés.



III.1.3. PARALLELES

Horizontales et verticales : emploi du té (latte ou règle) et de l'équerre.

III.1.3.1. Tracer la parallèle à une droite D à une distance donnée d

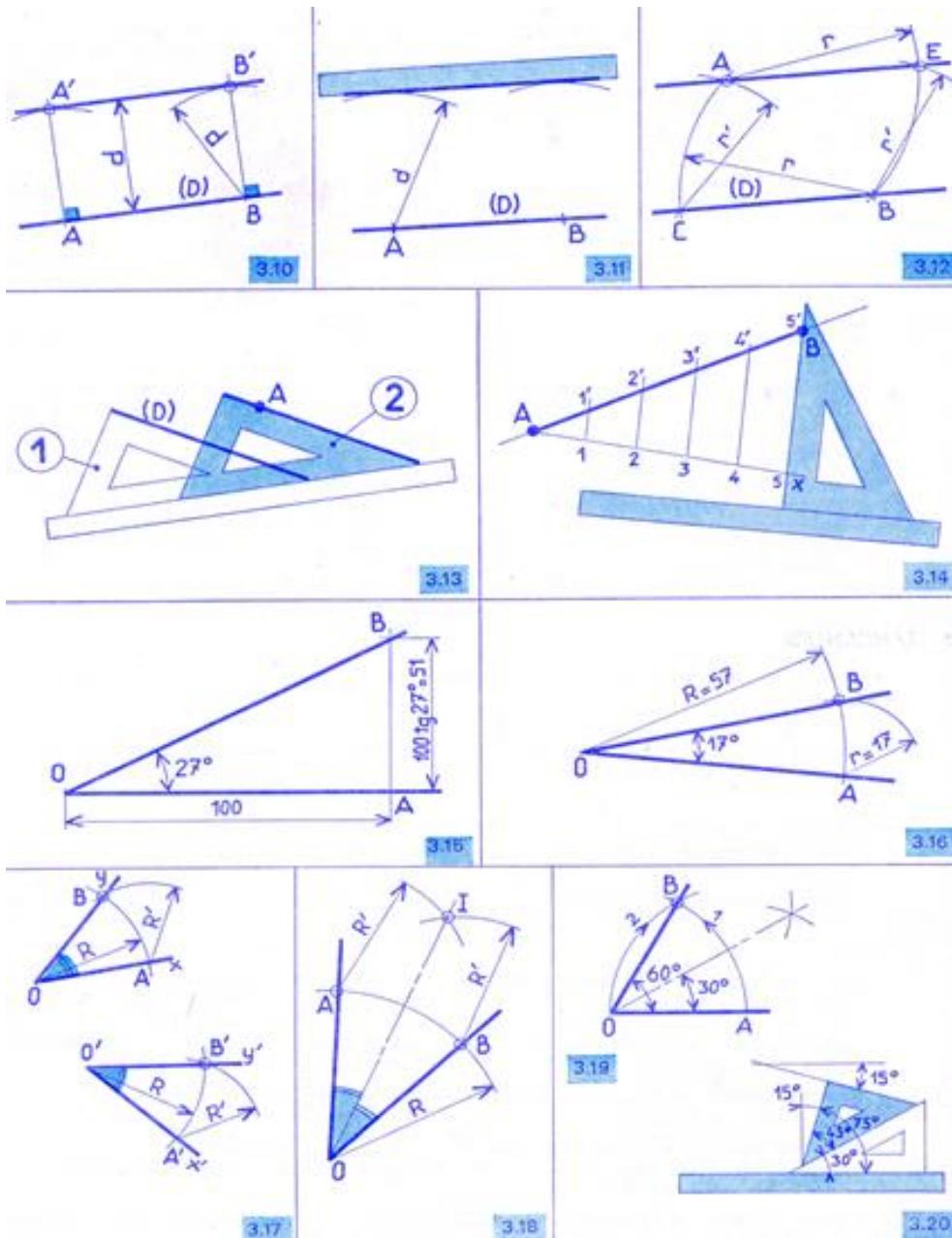
Elever les perpendiculaires à D en 2 points A et B aussi éloignés que possible (fig. 3.10); porter $AA' = BB' = d$; joindre $A'B'$. On peut plus simplement tracer les arcs A (d) et B (d) et tracer la tangente commune à ces deux arcs avec la règle (fig. 3.11).

III.1.3.2. Par un point A tracer la parallèle à une droite D

- **Géométriquement** (fig. 3.12) : Tracer l'arc A (r) avec r quelconque, cet arc coupe D en B; puis tracer l'arc B (r) coupant D en C, puis l'arc B (CA) coupant le premier arc en E; joindre AE (AE parallèle à BC car AEBC est un parallélogramme).
- **Avec la règle et l'équerre (fig. 3.13)** : Placer un côté d'une équerre sur D, une règle contre l'équerre, puis faire glisser l'équerre sur la règle jusqu'à ce que le même côté de l'équerre passe par A.

III.1.3.3. Application

Diviser un segment AB en un nombre quelconque de parties égales, 5 par exemple (fig. 3.14). Tracer Ax faisant un angle quelconque avec AB ; porter sur Ax 5 divisions égales, de longueur quelconque, avec le compas ; joindre 5 B et tracer par 1, 2, 3, 4 des parallèles à 5 B.



III.1.4. ANGLES (se référer aux figures ci-dessus)

III.1.4.1. Tracer un angle donné

- **Avec un rapporteur :** Tracé peu précis, à moins d'utiliser un rapporteur de grand diamètre.
- **En utilisant la tangente de l'angle (fig. 3.15) :** Exemple : angle de 27° dont la tangente est 0,51. Porter OA quelconque, 100 mm par exemple ; éléver la perpendiculaire en A à OA ; porter AB = OA $\times \tan 27^\circ = 100 \times 0,51 = 51$. Joindre OB. On peut également utiliser la corde de l'angle.

- **Tracé approché**, fondé sur la remarque suivante : jusqu'à 30° , la longueur de la corde est à peu près proportionnelle à l'angle ; d'autre part, la corde de 1° est égale à $1/57$ du rayon environ. Donc pour n degrés ($n < 30^\circ$), la corde est $n/57$ du rayon ; si $R = 57$, la corde est égale à n ; d'où la construction suivante (fig. 3.16) : pour tracer un angle de 17° , par exemple, tracer un arc de rayon 57 mm ; le couper par un arc de rayon $AB = 17$; l'angle AOB vaut 17° . Pour un angle supérieur à 30° , tracer d'abord un angle de 30 ou 60° ; exemple : $42^\circ = 30^\circ + 12^\circ$ (ou utiliser la table des cordes que nous n'avons pas annexée dans les présentes notes).

III.1.4.2. Tracer un angle égal à un angle donné $x O y$ (fig. 3.17)

Tracer $O'x'$ puis les arcs O (R) et O' (R), enfin A' (AB) ; joindre $O'B'$.

III.1.4.3. Tracer la bissectrice d'un angle (fig. 3.18)

Tracer l'arc O (R), puis les arcs A (R') et B (R') se coupant en I (R' quelconque, mais supérieur à $AB/2$). Joindre OI .

III.1.4.4. Tracé de quelques angles remarquables

- 60° : tracer O (OA), puis A (GA) ; joindre OB (fig. 3.19).
- 30° : tracer la bissectrice d'un angle de 60° (ou $30^\circ = 90^\circ - 60^\circ$).
- 45° : tracer la bissectrice d'un angle droit.
- 15° : $30^\circ/2$ ou $45^\circ - 30^\circ$ ou $90^\circ - (45^\circ + 30^\circ)$.
- 75° : $45^\circ + 30^\circ$.
- 120° : $90^\circ + 30^\circ$ etc.

On emploie habituellement les équerres à 60° et 45° pour tracer ces angles.

Exemple : fig. 3.20.

III.1.5. CIRCONFERENCES

On peut tracer une circonference quand on connaît son centre et son rayon, ce qui implique 3 données, par exemple 2 cotes pour déterminer le centre, et une cote pour le rayon (fig. 3.21). D'une façon générale, il faut 3 conditions pour déterminer une circonference ; par exemple : passer par 3 points ; passer par 2 points et être tangente à une droite, etc.

III.1.5.1. Tracer une circonference passant par 3 points (fig. 3.22)

Elever les perpendiculaires au milieu de AB et de BC ; d'où le centre O .

III.1.5.2. Trouver le centre d'un arc ABC

Marquer 3 points, A , B et C sur l'arc ; on est ramené au problème précédent.

III.1.5.3. Tracer un arc de grand rayon

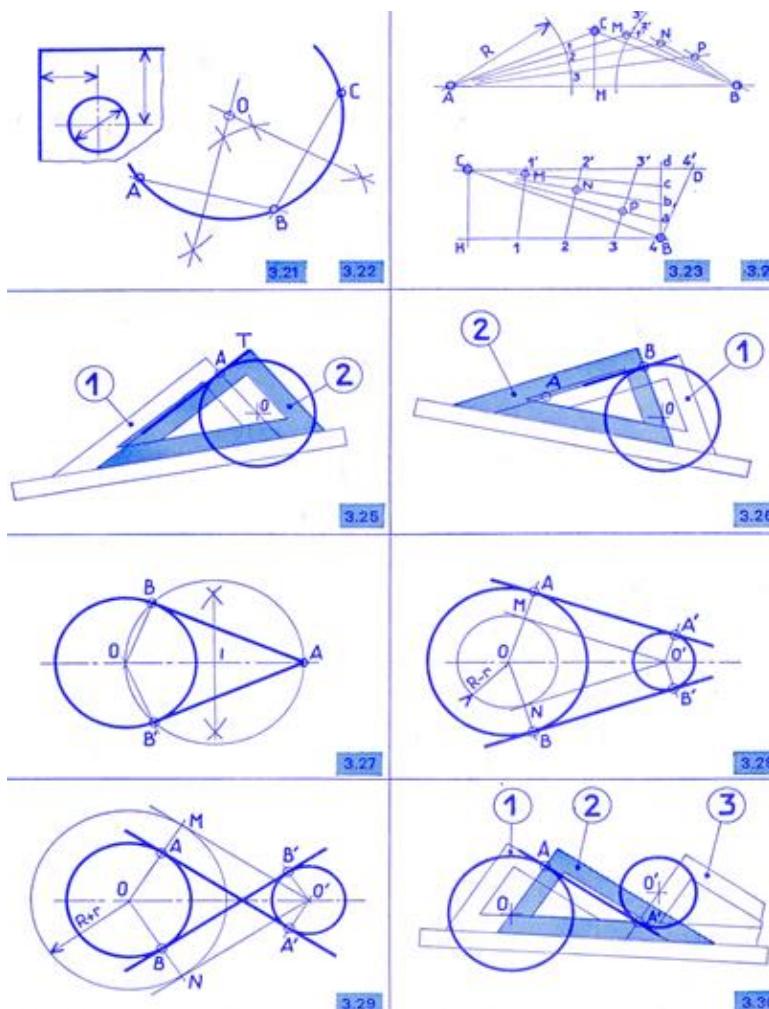
Arc dont le centre est en dehors de la feuille, connaissant une corde AB et la flèche HC. Le tracé se fait par points.

◆ 1^{er} tracé (fig. 3.23).

Joindre AC et BC ; tracer 2 arcs égaux de centres A et B, de rayon R inférieur à AC. Porter sur ces arcs des divisions égales à partir de AC et BC ; numérotter en sens inverse ; joindre A₁ et B₁', A₂ et B₂', etc. Joindre les points C M N P B d'un trait continu.

◆ 2^{ème} tracé (fig. 3.24).

Tracer BD perpendiculaire à CB ; diviser HB et CD en un même nombre de parties égales, 4 par exemple ; joindre 11', 22', etc. Abaisser la perpendiculaire de B sur CD et la diviser en un même nombre de parties égales ; joindre Ca, Cb, Cc ; les points d'intersection avec 11', 22', 33' sont sur l'arc cherché.



III.1.6. TANGENTES (se référer aux figures ci-dessus)

Propriété : la tangente est perpendiculaire à "extrémité du rayon qui aboutit au point de contact.

III.1.6.1. Tracer la tangente en un point A d'une circonference

Elever la perpendiculaire en A au rayon OA, soit géométriquement, soit avec l'équerre (fig. 3.25).

III.1.6.2. D'un point extérieur A, tracer les tangentes à une circonference

- **Avec la règle et l'équerre** (fig. 3.26). Placer l'équerre tangente à la circonference, tracer le rayon OB ; joindre AB.
- **Géométriquement** (fig. 3.27). Tracer la circonference de diamètre OA, coupant la première en B et B' ; joindre AB et AB'.

III.1.6.3. Tracer les tangentes communes extérieures à deux circonférences.

- **Géométriquement (fig. 3.28)**. Tracer la circonference O ($R - r$), puis les tangentes O'M et O'N à cette circonference (problème précédent); joindre OM; prolonger jusqu'en A; tracer O'A' parallèle à OA ; joindre AA' ; faire de même pour BB'.
- **Avec la règle et l'équerre**. Même solution que le problème suivant.

III.1.6.4. Tracer les tangentes communes intérieures à deux circonférences.

- **Géométriquement (fig. 3.29)** : Même solution que le problème précédent, mais avec une circonference O ($R + r$).
- **Avec la règle et l'équerre (fig. 3.30)** : Placer l'équerre tangente aux 2 circonférences, tracer les rayons OA et O'A', joindre AA'.

III.1.7. RACCORDEMENTS

III.1.7.1. Généralités.

- **Problème général.**

Réunir deux droites, ou une droite et une circonference, ou deux circonférences par une circonference tangente. On donne généralement le rayon de cette circonference ; il faut déterminer son centre et les points de contact.

- **Détermination du centre.**

Circonference tangente à une droite : son centre est à une distance de la droite égale au rayon.

Circonférences tangentees extérieurement : la distance des centres est égale à la somme des rayons.

Circonférences tangentees intérieurement : la distance des centres est égale à la différence des rayons.

- **Détermination des points de contact.**

Circonference tangente à une droite : le point de contact est le pied de la perpendiculaire abaissée du centre sur la droite.

Circonférences tangentees : le point de contact est sur la ligne des centres.

III.1.7.2. Problèmes

Ils sont très nombreux, et, pour chacun d'eux, il peut y avoir différents cas et plusieurs solutions. Nous n'examinerons que quelques problèmes courants.

- **Tracer une circonference de rayon R passant par un point M et tangente à une droite D (fig. 3.31).**

Centre O : intersection de l'arc M (R) et de la parallèle à D à une distance R.

Point de contact : pied A de la perpendiculaire OA.

- **Tracer une circonference de rayon R passant par un point M et tangente à une circonference de rayon r (fig. 3.32).**

Tracer les arcs M (R) et I (R + r). Point de contact : A.

- **Tracer une circonference de rayon R tangente à deux droites données D et D' (fig. 3.33).**

Tracer les parallèles à D et D' à une distance R. Points de contact: A et B.

Cas particulier : D et D' sont perpendiculaires; tracer les arcs S (R), A (R), B (R), d'où le centre O et les points de contact A et B (fig. 3.33).

- **Tracer une circonference de rayon R tangente à une droite D et à une circonference de rayon r.**

a) Circonférences tangentees extérieurement (fig. 3.34) : O est l'intersection de l'arc I (R + r) et de la parallèle à D menée à une distance R.

Points de contact : A et B.

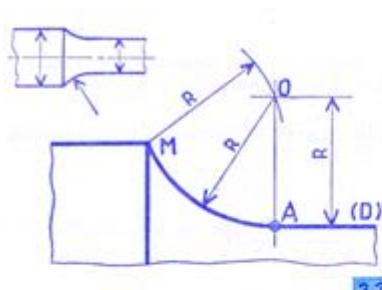
b) Circonférences tangentees intérieurement (fig. 3.35) : même tracé avec arc I (R - r).

- **Tracer une circonference de rayon R tangente à 2 circonférences données de rayons r et r'.**

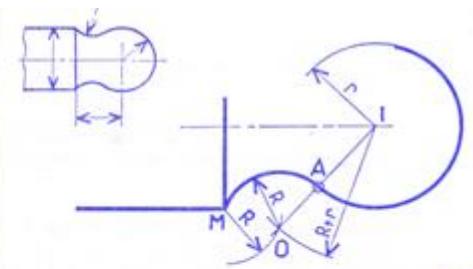
a). Circonférences tangentees extérieurement (fig. 3.36) : tracer I (R + r) et I' (R + r'). Points de contact : A et B.

b). Les circonférences données sont tangentees intérieurement à la circonference de raccordement (fig. 3.37) : tracer I (R - r) et I' (R - r')

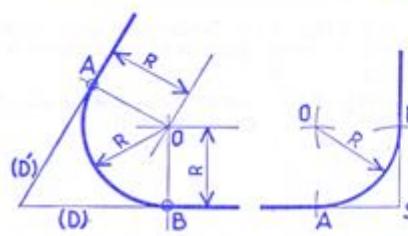
c). L'une des circonférences données est tangente intérieurement, l'autre tangente extérieurement à la circonference de raccordement (fig. 3.38) : tracer I ($R - r$) et I' ($R + r'$).



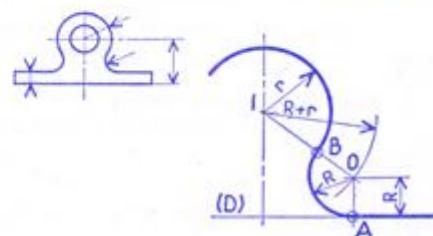
3.31



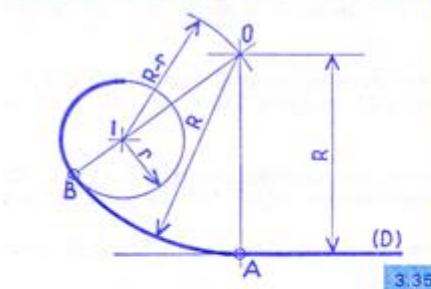
3.32



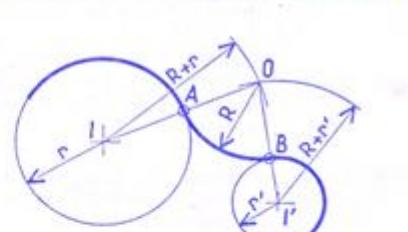
3.33



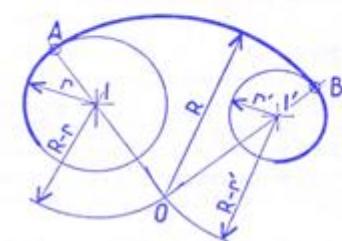
3.34



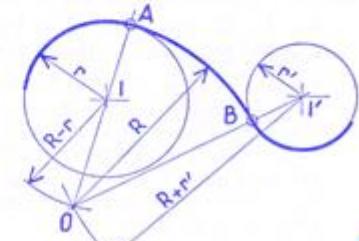
3.35



3.36



3.37



3.38

III.1.8. POLYGONES REGULIERS

Un polygone régulier a ses côtés égaux et ses angles égaux. Il est inscriptible dans une circonference et circonscriptible à une circonference

III.1.8.1. Carré inscrit dans une circonference (fig. 3.39).

Tracer 2 diamètres perpendiculaires et joindre leurs extrémités.

Côté = $R\sqrt{2}$.

III.1.8.2. Hexagone.

- Hexagone inscrit (fig. 3.40) : Tracer un diamètre AB ; tracer les arcs A(R) et B(R). Joindre ACDBEF. Côté = R, $FC = R\sqrt{3}$, $AM = MO = ON = NB = R/2$.
- Hexagone connaissant le côté c : tracer une circonference de rayon c et faire le tracé précédent.
- Hexagone connaissant la largeur sur plat a (fig. 3.41). Tracer une circonference de diamètre a ; tracer les côtés tangents à ce cercle, avec le té (latte) et l'équerre à 60° .

III.1.8.3. Triangle équilatéral inscrit dans un cercle (fig. 3.42).

Tracer un diamètre AB, puis l'arc B (R) ; joindre ACD. Côté = $R\sqrt{3}$, $OI = IB = R/2$.

III.1.8.4. Octogone.

1. Octogone inscrit dans un cercle (fig. 3.43).
2. Transformer un carré en octogone régulier (fig. 3.44). Tracer les diagonales AC et BD, puis les arcs A (AO), B (BO), C (CO) et D (DO) ; joindre VM, NP, QR, ST.
3. Autre tracé : tracer la circonference inscrite dans le carré, puis les tangentes en E, F, G, H.

III.1.8.5. Pentagone inscrit (fig. 3.45).

Tracer 2 diamètres perpendiculaires AB et CD. Chercher le milieu I de OD ; tracer l'arc I (IA), coupant CD en E ; AE est le côté du pentagone.

III.1.8.6. Décagone inscrit (fig. 3.46).

Tracer 2 diamètres perpendiculaires AB et CD. Chercher le milieu I de AO ; tracer la circonference I (IO), joindre CI ; CM est le côté du décagone inscrit.

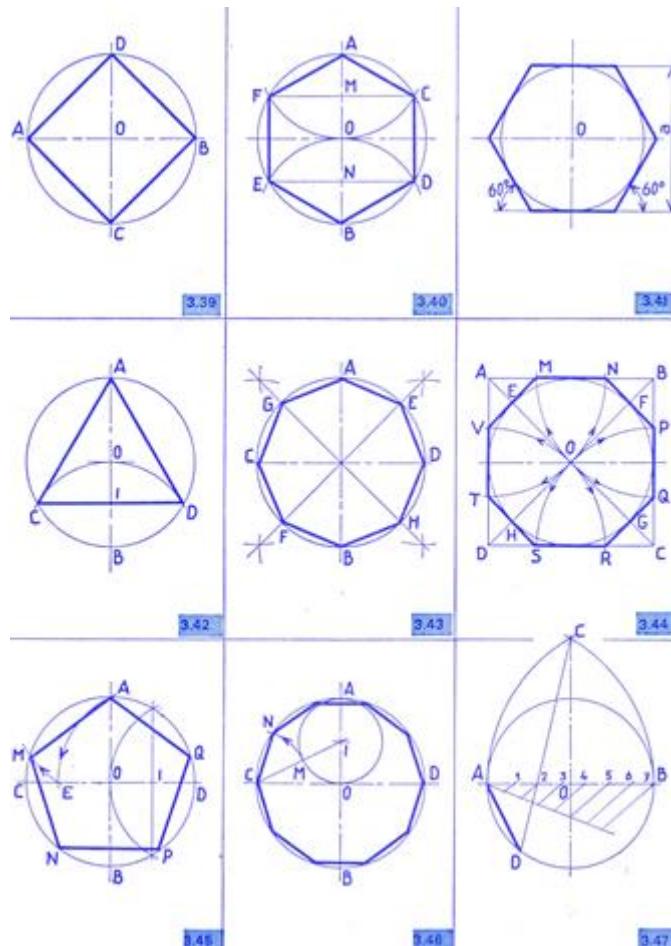
On peut aussi se servir du tracé précédent (fig. 3.45), car OE est le côté du décagone inscrit.

III.1.8.7. Diviser la circonference en un nombre quelconque de parties égales.

- $n = 16, 32$, etc. : partir du tracé du carré.
- $n = 12, 24$, etc. : partir du tracé de l'hexagone.
- $n = 10, 20$, etc. : partir du tracé du pentagone ou du décagone.
- n quelconque : tracé approché (fig. 3.47) ; tracer un diamètre AB, le diviser en n parties égales ($n = 7$, sur la figure) ; tracer les arcs A (AB) et B (AB) se coupant en C ; joindre C à la 2ème division ; AD est le côté du polygone de

n côtés. On peut aussi tracer l'angle au centre ($360^\circ/n$) par sa tangente, ou par sa corde.

Avec ces tracés approchés, si on ne retombe pas au point de départ après avoir porté n fois le côté, opérer par tâtonnement.



III.1.9. COURBES USUELLES

III.1.9.1. Ovale (fig. 3.48).

On donne le grand axe AB = 3R.

Diviser AB en 3 parties égales $AO = OO' = O'B = R$; tracer les circonférences O (R) et O' (R) se coupant en M et N ; tracer les arcs M (2R) et N (2R) limités aux points de contact C, D, E, F, avec les 2 premières circonférences.

III.1.9.2. Anse de panier à 3 centres (fig. 3.49).

On donne l'ouverture AB et la hauteur OC. Porter $OO = OA$; joindre CA ; porter $CE = CD$ sur CA ; éléver la perpendiculaire au milieu de AE, d'où les centres I₁ et I₂ et par symétrie I₃ ; les rayons sont I₁A et I₂C, les points de contact F et H.

Le tracé de la demi-courbe symétrique par rapport à AB donne une courbe fermée pouvant remplacer l'ellipse.

III.1.9.3. Spirale à 4 centres (fig. 3.50).

Tracer un carré ABCD de côté a , puis les quarts de cercle de centres A, B, C, etc., et de rayons a , $2a$, $3a$, etc. ; ces arcs se raccordent entre eux aux points M, N, P, Q, etc. La spirale se déroule indéfiniment autour du carré. On peut tracer de même une spirale à 6 centres en partant de l'hexagone régulier.

III.1.9.4. Ellipse (fig. 3.51).

1. Définition :

L'ellipse est une courbe plane telle que la somme des distances de chacun de ses points à 2 points fixes F et F' est constante. F et F' sont les foyers, MF et MF' sont les rayons vecteurs.

2. Propriétés.

- L'ellipse possède 2 axes de symétrie ; AA' est le grand axe, BB' le petit axe ; leur intersection O est un centre de symétrie.
- La somme des rayons vecteurs est égale à AA'.
- On a $BF = BF' = AA'/2$; cette propriété permet de trouver les foyers d'une ellipse dont on connaît les 2 axes AA' et BB'.
- La tangente en un point M est la bissectrice extérieure de l'angle FMF'.

3. Tracé.

a) Tracé de la bande de papier (fig. 3.52).

On donne les deux axes $AA' = 2a$ et $BB' = 2b$. Porter sur une bande de papier $MN = a$ et $MP = b$. Placer la bande de papier de façon que P soit sur le grand axe et N sur le petit axe ; M est un point de l'ellipse. Déplacer la bande, marquer tous les points tels que M, les joindre d'un trait continu.

b) Réduction des ordonnées (fig. 3.53).

Sur une perpendiculaire en M à OA, porter Mm tel que $Mm = MM' \propto (b/a)$; le point m appartient à l'ellipse. La figure 3.54 donne un tracé dérivant du même principe, et utilisant les cercles de rayons a et b ; les parallèles MP et NP aux axes se coupent en un point P de l'ellipse car $HP/HM = ON/OM = b/a$.

c) Autre tracé (fig. 3.55).

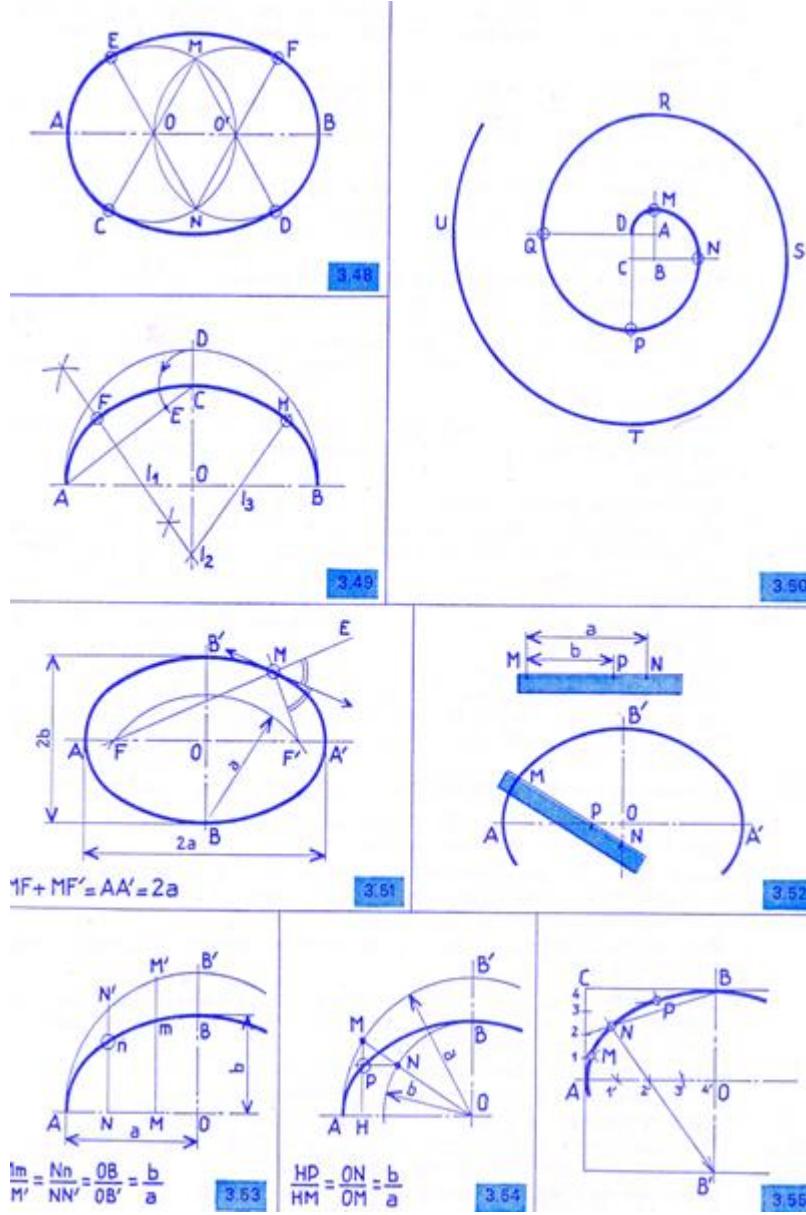
Diviser OA et AC en un même nombre de parties égales, 4 par exemple ; joindre B'1' et B1, B'2' et B2, etc.

d) Projection oblique d'un cercle.

Voir fig. 4.63.

e) Perspective cavalière d'un cercle.

Voir fig. 5.39.



III.1.9.5. Parabole (fig. 3.56).

1. *Définition* : Courbe plane telle que chacun de ses points est à égale distance d'un point fixe F appelé foyer et d'une droite fixe D appelée directrice.
2. *Propriétés*.
 - a) La parabole possède un axe de symétrie xx' .
 - b) Le sommet A est à égale distance du foyer et de la directrice.
 - c) La tangente en un point M est bissectrice de l'angle PMF.
3. *Tracé (par points)*.
 - a) Connaissant le foyer et la directrice (fig. 3.56). Tracer par F une droite FP quelconque ; éléver la perpendiculaire au milieu de FP et la

perpendiculaire en P à la directrice ; leur intersection M appartient à la parabole et MI est la tangente en M.

- b) Connaissant le sommet A, l'axe Ax, et un point M (fig. 3.57).

Tracer Ay perpendiculaire à Ax, abaisser de M la perpendiculaire MB sur Ay, diviser AB et MB en un même nombre de parties égales, 4 par exemple ; joindre A à 1', 2', 3' ; tracer par 1, 2, 3, des parallèles à Ax ; d'où les points N, P, Q. Remarquer qu'on peut prolonger le tracé au-delà de M (point R, par exemple).

III.1.9.6. Hyperbole (fig. 3.58).

1. *Définition* : Courbe plane telle que la différence des distances de chacun de ses points à 2 points fixes F et F', appelés foyers, est constante.

2. *Propriétés*.

- L'hyperbole possède deux axes de symétrie xx' et yy'.
- Elle comporte 2 branches séparées s'éloignant indéfiniment des axes et se rapprochant indéfiniment de deux droites zz' et tt' appelées asymptotes.
- Elle possède deux sommets A et A' tels que AA' = MF - MF' (ou MF' - MF) = 2a.
- La tangente en un point M de l'hyperbole est la bissectrice intérieure de l'angle FMF'.

3. *Tracer* point par point connaissant les foyers F et F' et les sommets A et A' : prendre un point I sur le prolongement de FF' ; tracer les cercles F (AI) et F' (A'I) qui se coupent en 2 points N et N' tels que NF - NF' = AI - A'I = AA' = 2a ; ce sont donc des points de l'hyperbole. Pour la 2ème branche, tracer les cercles F' (AI) et F (A'I).

III.1.9.7. Développante de cercle (fig. 3.59).

Courbe décrite par un point d'une droite qui roule sans glisser sur une circonférence fixe.

1. *Tracé*.

Diviser la circonférence en un certain nombre de parties égales, 12 par exemple ; tracer les tangentes aux points de division et porter sur ces tangentes des longueurs 1 1' = arc O₁, 2 2' = arc O₂, etc.

2. *Propriété*.

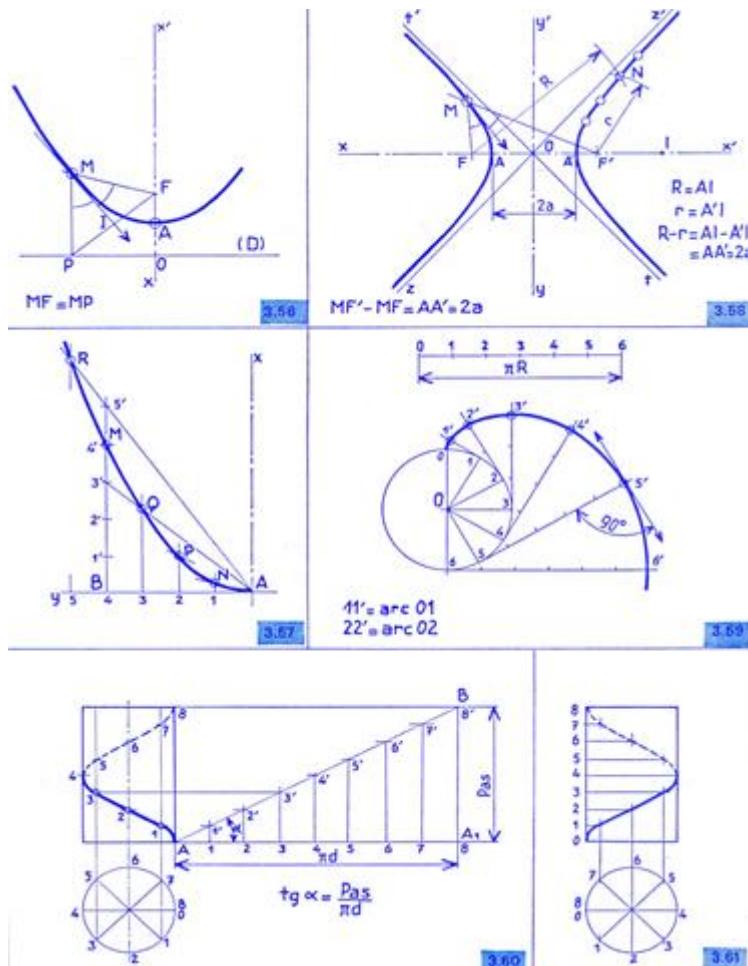
La tangente en un point, 5' par exemple, est perpendiculaire à l'extrémité du segment 5 5'.

III.1.9.8. Hélice (fig. 3.60).

Courbe tracée sur un cylindre animé d'un mouvement de rotation uniforme autour de son axe par une pointe traçante se déplaçant d'un mouvement uniforme parallèlement à l'axe.

- Spire : portion de l'hélice correspondant à un tour de cylindre.
- Pas : distance de 2 spires, mesurée parallèlement à l'axe.
- Sens de l'hélice : à gauche (fig. 3.60) ou à droite (fig. 3.61).
- Développement : la développée d'une spire d'hélice est la diagonale d'un rectangle de base πd et de hauteur égale au pas.
- Inclinaison de l'hélice : angle α tel que $\tan \alpha = \text{Pas}/\pi d$.

Tracé : (Voir figure.)

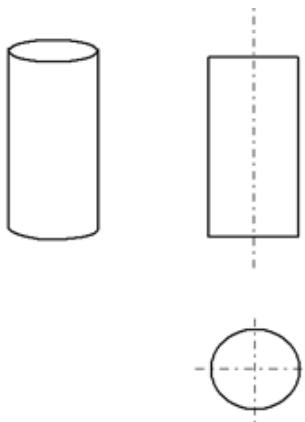


III.2. FORMES DE REVOLUTION

Les formes de révolution (cylindres, cônes, tores...) posent un problème particulier : lorsqu'on les projette, on ne voit pas la différence avec un objet plat (parallélépipède, pyramide...).

Pour les représenter, on figure donc l'axe de révolution, sous la forme d'un trait fin dit « mixte ». On parle de « **trait d'axe** ».

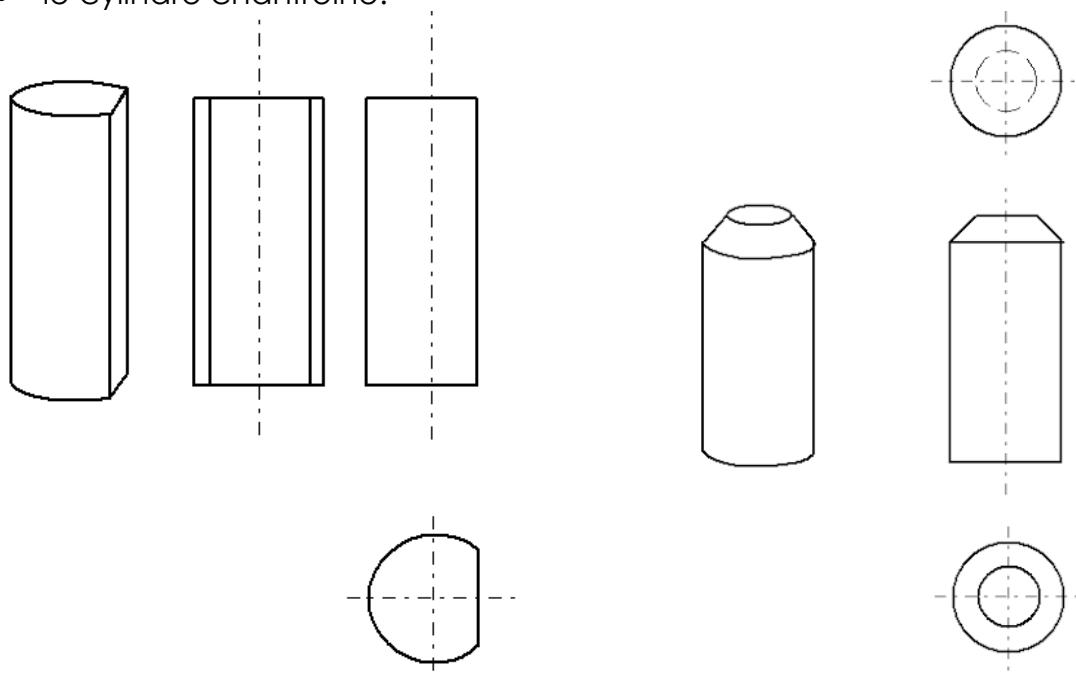
Lorsque l'objet est vu dans l'axe de révolution, on voit juste un cercle. On place donc deux traits d'axe, l'un horizontal, l'autre vertical, passant par le centre du cercle.



Cylindre vu de face et de dessus

Nous représentons ci-dessous deux variations :

- le cylindre avec méplat ;
- le cylindre chanfreiné.



Cylindre avec méplat, vue de face,
vue de gauche et de dessus

Cylindre avec chanfrein,
vue de face, de dessus et
de dessous

CHAPITRE IV : PRÉSENTATION DES SOLIDES

IV.1. SYSTEME DE PROJECTIONS NORMALISE

IV.1.1. Les conventions fondamentales

1. *Principe.*

La représentation d'un solide au moyen de ses projections sur 2 ou 3 plans forment la base du système de projection normalisé mais, d'une part, on utilise souvent plus de 2 plans de projection, d'autre part le solide est toujours placé d'une façon simple par rapport aux plans de projection.

2. *Choix des plans de projection.*

Ce sont les 6 faces d'un cube, appelé cube de projection (fig. 5.1); les faces supérieure et inférieure sont horizontales, les faces avant et arrière sont de front, les faces latérales sont de profil.

3. *Position du solide.*

Il est placé à l'intérieur du cube de projection, de façon que ses faces principales ou ses plans de symétrie soient parallèles ou perpendiculaires aux faces du cube.

4. *Mode de rabattement.*

Après projection du solide sur les 6 faces du cube, celles-ci sont rabattues sur le plan de front arrière, comme en géométrie descriptive, la face avant se rabattant conventionnellement à droite du plan de profil de droite (fig. 5.2).

5. Suppression des intersections des plans

Ou lignes de terre, et des lignes de rappel entre les vues ; cependant les vues doivent se correspondre horizontalement et verticalement comme si les lignes de rappel existaient ; observer aussi l'égalité entre les cotes d'épaisseur telles que e (fig. 5.4) ; l'intervalle entre les vues est quelconque ; il est choisi en fonction de la place dont on dispose.

6. Lignes vues et cachées.

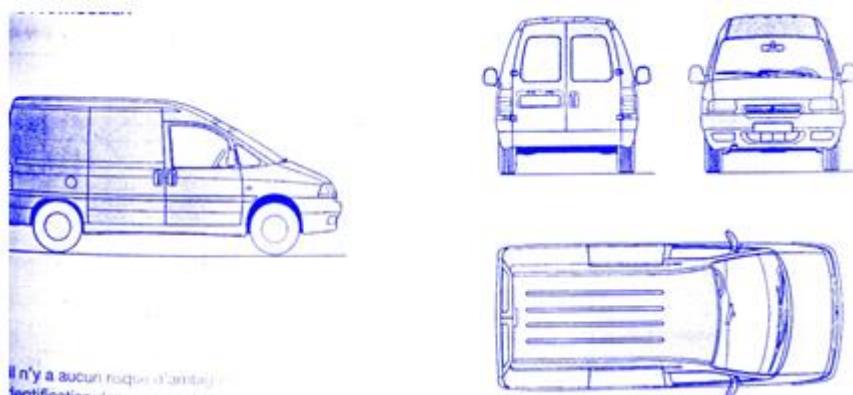
Les lignes vues (arêtes et contours apparents) se font en trait continu fort ; les lignes cachées se font en trait interrompu court moyen.

7. Nom des vues.

Le nom donné à chaque vue rappelle la position que doit occuper un observateur pour voir la pièce se projeter sur le plan de projection correspondant, les rayons visuels étant parallèles entre eux et perpendiculaires au plan de projection, la pièce étant placée entre l'observateur et le plan de projection (fig. 5.5).

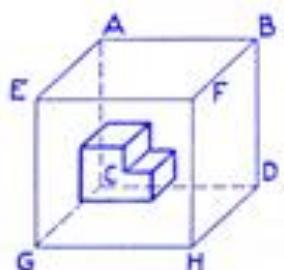
- **Vue de face** : l'observateur est placé face au solide ; celui-ci est projeté sur le plan de front arrière.
- **Vue de dessus** : l'observateur est placé au-dessus du solide ; celui-ci est projeté sur le plan horizontal inférieur.
- **Vue de gauche** : l'observateur est placé à gauche du solide ; celui-ci est projeté sur le plan de profil de droite, etc.

La position des vues suffit pour indiquer le sens d'observation de la pièce, il est inutile d'inscrire leur nom sur le dessin, à l'exception des vues déplacées.



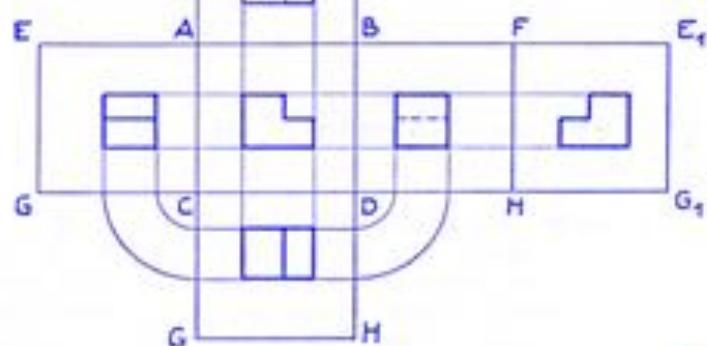
Illustrons les différentes positions par la façon dont nous verrons une voiture selon que nous nous mettons à côté, devant, derrière ou au-dessus pour l'observer.

Cube de projection



5.1

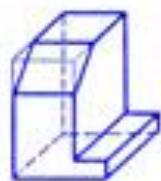
Réabattement des plans



5.2

Pièce à dessiner

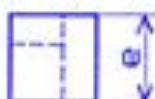
Perspective



5.3

Nom et disposition des vues

Vue de dessous



Vue de droite



Vue de face



Vue de gauche

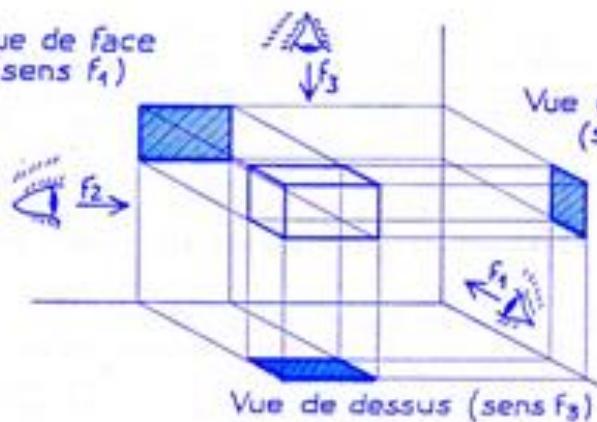


Vue d'arrière

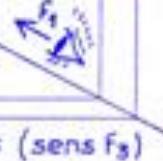


5.4

Vue de face
(sens f_1)



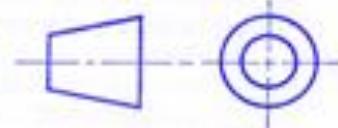
Vue de gauche
(sens f_2)



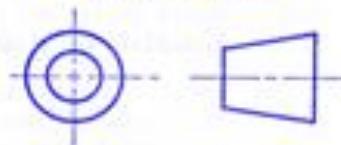
Vue de dessus (sens f_3)

5.5

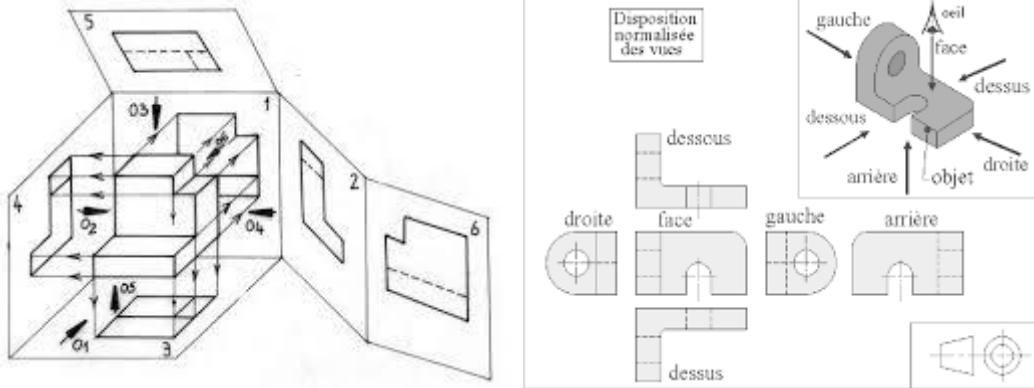
Méthode E



Méthode A



5.6



8. Positions relatives des vues

a. Méthode de projection du premier dièdre, dite européenne, ou méthode E.

Par rapport à la vue de face, la vue de dessus se trouve, après rabattement, au-dessous ; la vue de dessous au-dessus ; la vue de gauche à droite, la vue de droite à gauche ; et celle d'arrière peut être disposée à droite de la vue de gauche ou à gauche de la vue de droite indifféremment.

Elle est représentée par le symbole FR de la figure ci-dessous, qui doit figurer dans le cartouche.

b. Méthode de projection du troisième dièdre, dite américaine, ou méthode A.

Par rapport à la vue de face, la vue de dessus se trouve, après rabattement, au-dessus ; la vue de dessous au-dessous ; la vue de gauche à gauche, la vue de droite à droite ; et celle d'arrière peut être disposée à droite de la vue de gauche ou à gauche de la vue de droite indifféremment.

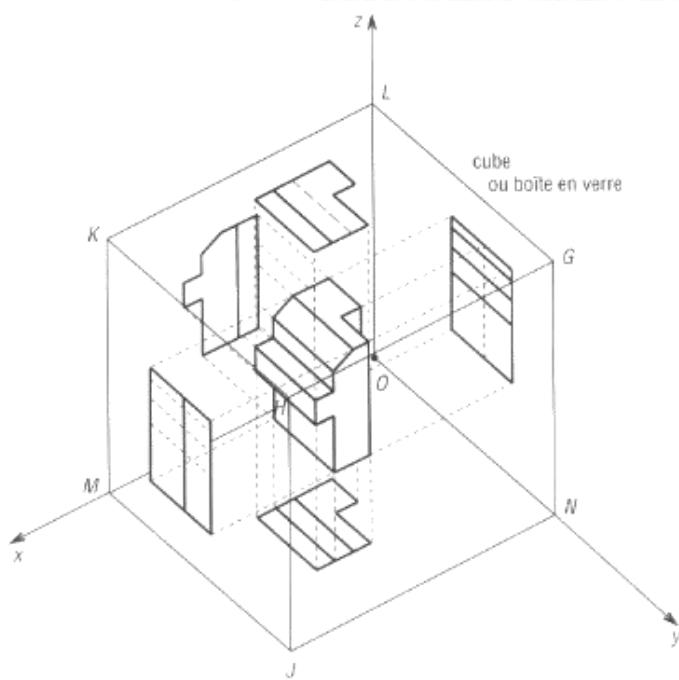
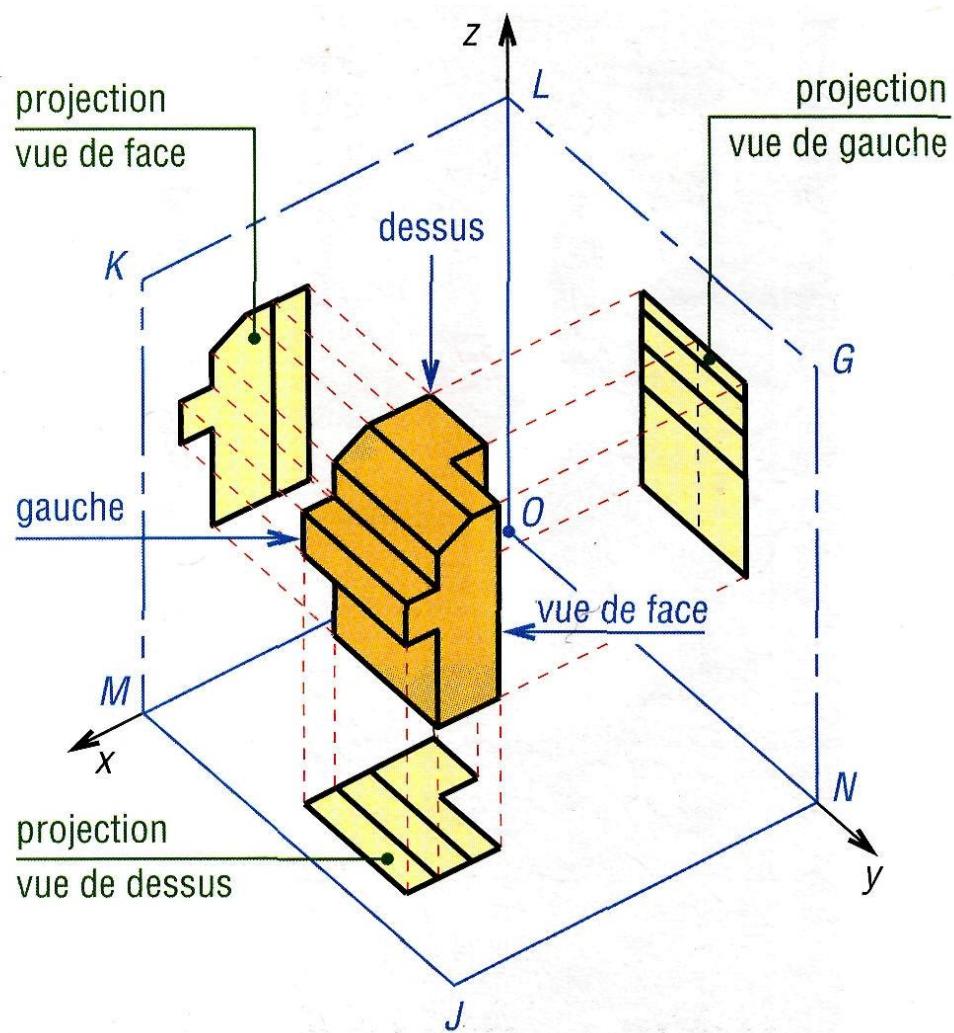
Elle est représentée par le deuxième symbole US de la figure ci-après, qui doit figurer dans le cartouche.

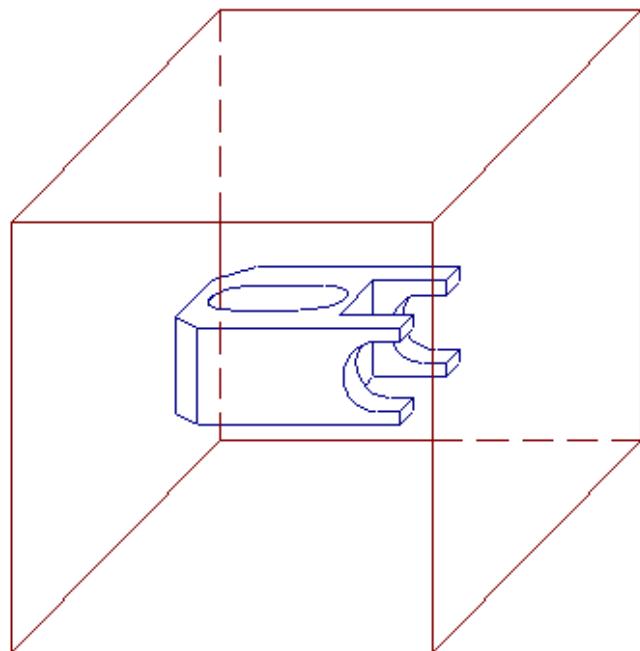


9. Projection des vues d'un objet

Lorsqu'un dessinateur représente un objet en projection, il doit effectuer mentalement diverses opérations :

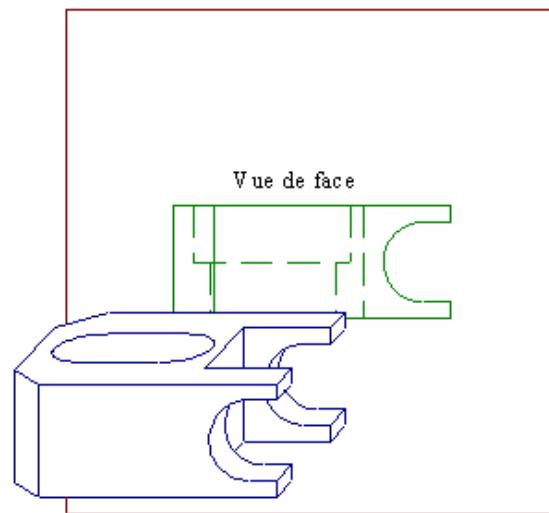
- Placer l'objet à dessiner au milieu des six faces d'un cube de projection
- Regarder l'objet en tournant autour de celui-ci
- Dessiner ce qu'il voit sur la face du cube située derrière l'objet par rapport à lui





Vue de face

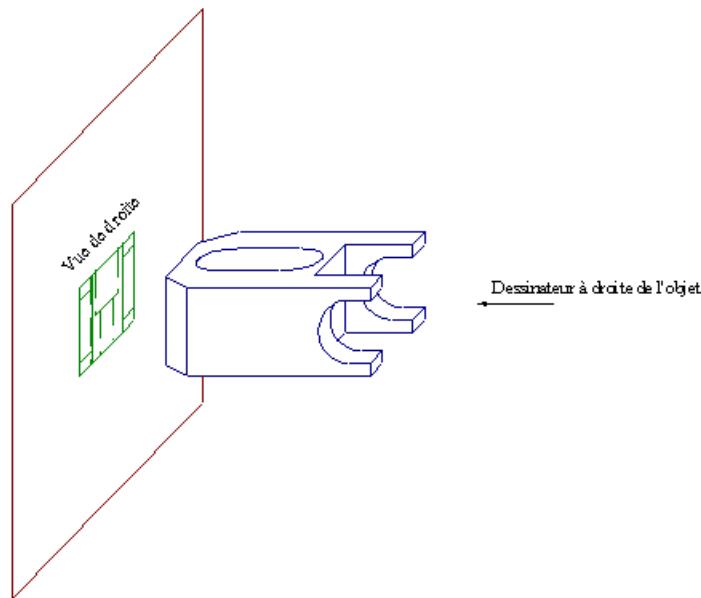
Le dessinateur se place en face de l'objet et dessine ce qu'il voit sur la face du cube située derrière la pièce par rapport au dessinateur.
La vue obtenue est la vue de face.



Dessinateur en face de l'objet

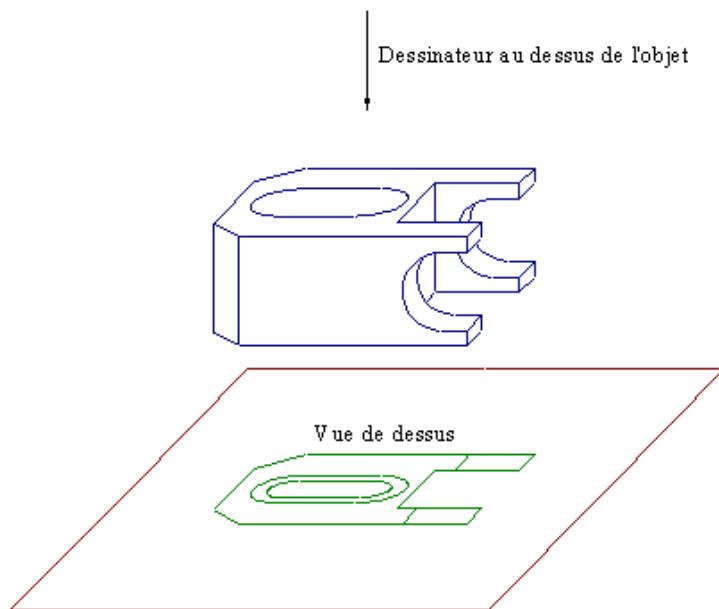
Vue de droite

Le dessinateur se place à droite de l'objet et dessine ce qu'il voit sur la face du cube située derrière la pièce par rapport au dessinateur. La vue obtenue est la vue de droite.



Vue de dessus

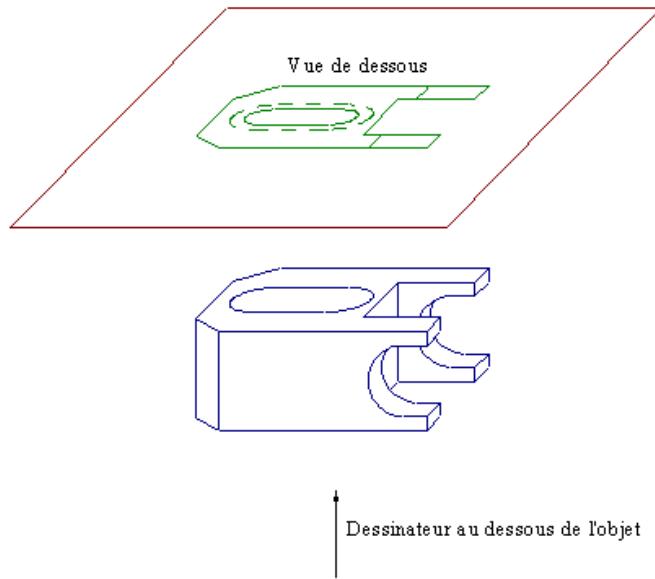
Le dessinateur se place au-dessus de l'objet et dessine ce qu'il voit sur la face du cube située derrière la pièce par rapport au dessinateur. La vue obtenue est la vue de dessus.



Vue de dessous

Le dessinateur se place au-dessous de l'objet et dessine ce qu'il voit sur la face du cube située derrière la pièce par rapport au dessinateur.

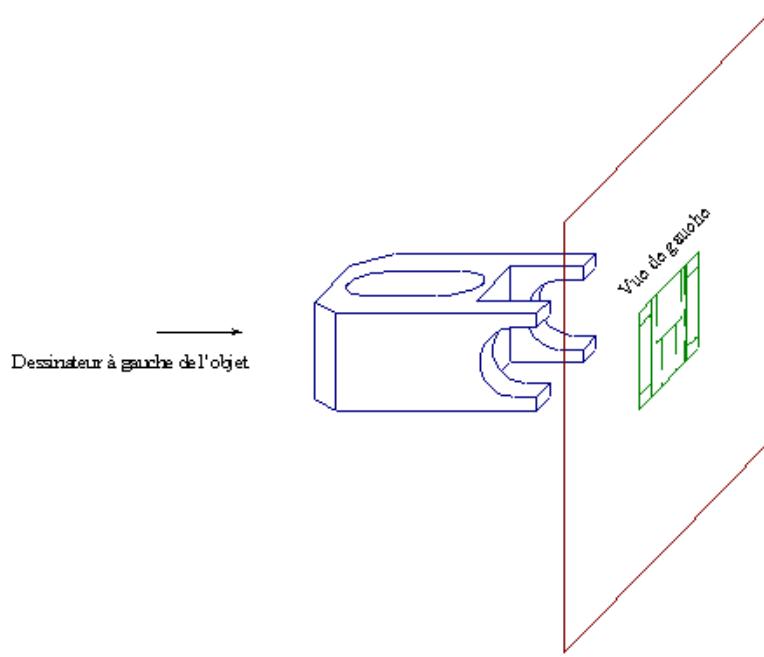
La vue obtenue est la vue de dessous



Vue de gauche

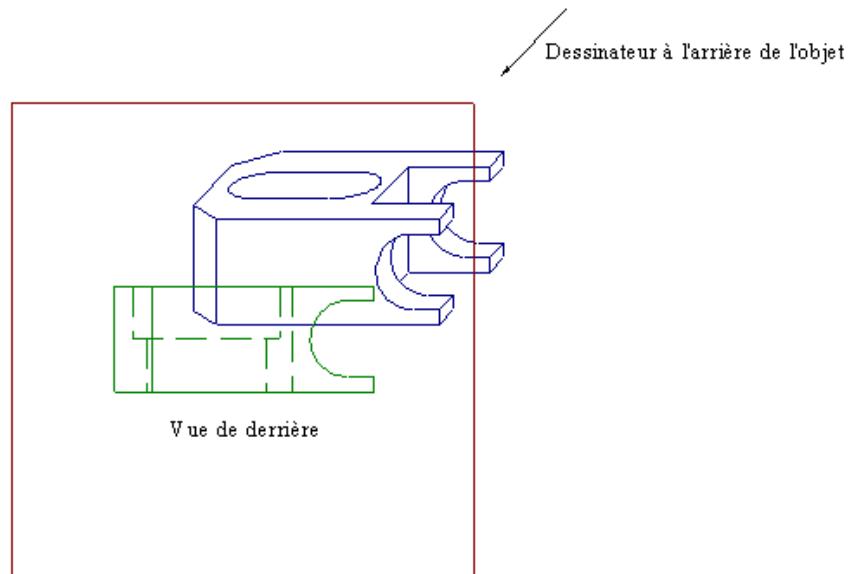
Le dessinateur se place à gauche de l'objet et dessine ce qu'il voit sur la face du cube située derrière la pièce par rapport au dessinateur.

La vue obtenue est la vue de gauche.



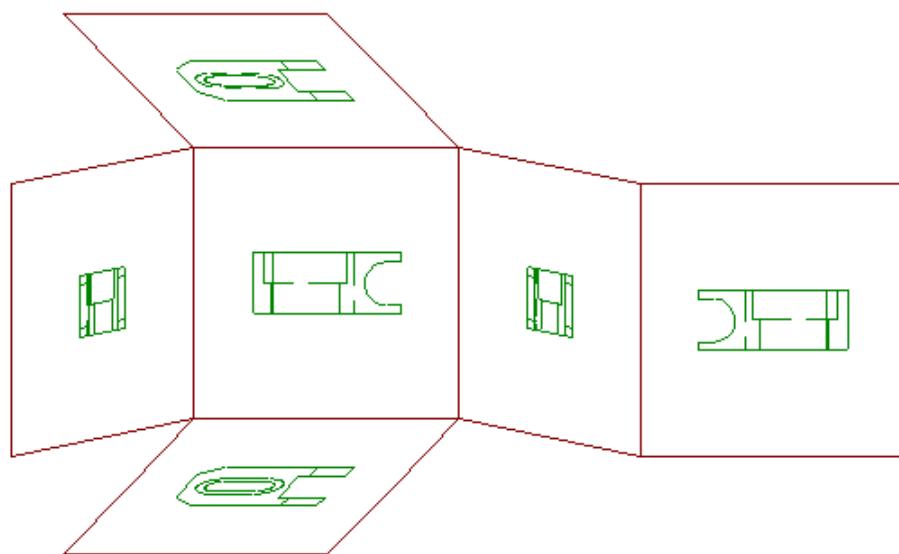
Vue de derrière

Le dessinateur se place derrière l'objet et dessine ce qu'il voit sur la face du cube située derrière la pièce par rapport au dessinateur. La vue obtenue est la vue de derrière.



Dépliage du cube

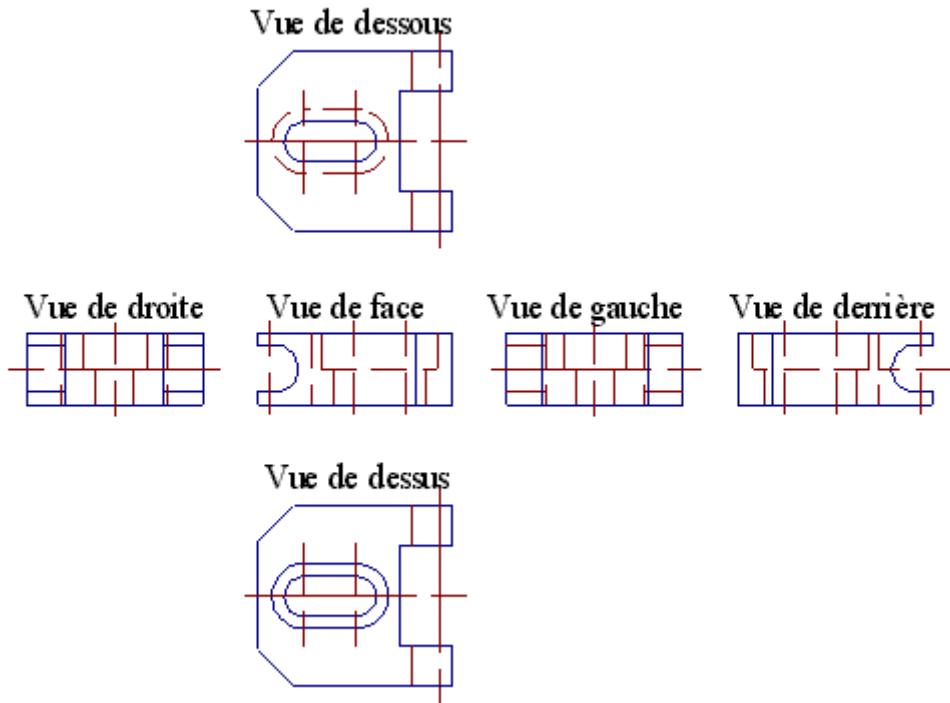
Comme le dessinateur exécute un dessin sur un seul plan, il faudra déplier le cube comme montré ci-dessous.



Place des vues

La place des vues est donc déterminée par ce dépliage.

On ne dessine pas les faces du cube et on ne note pas le nom des vues.



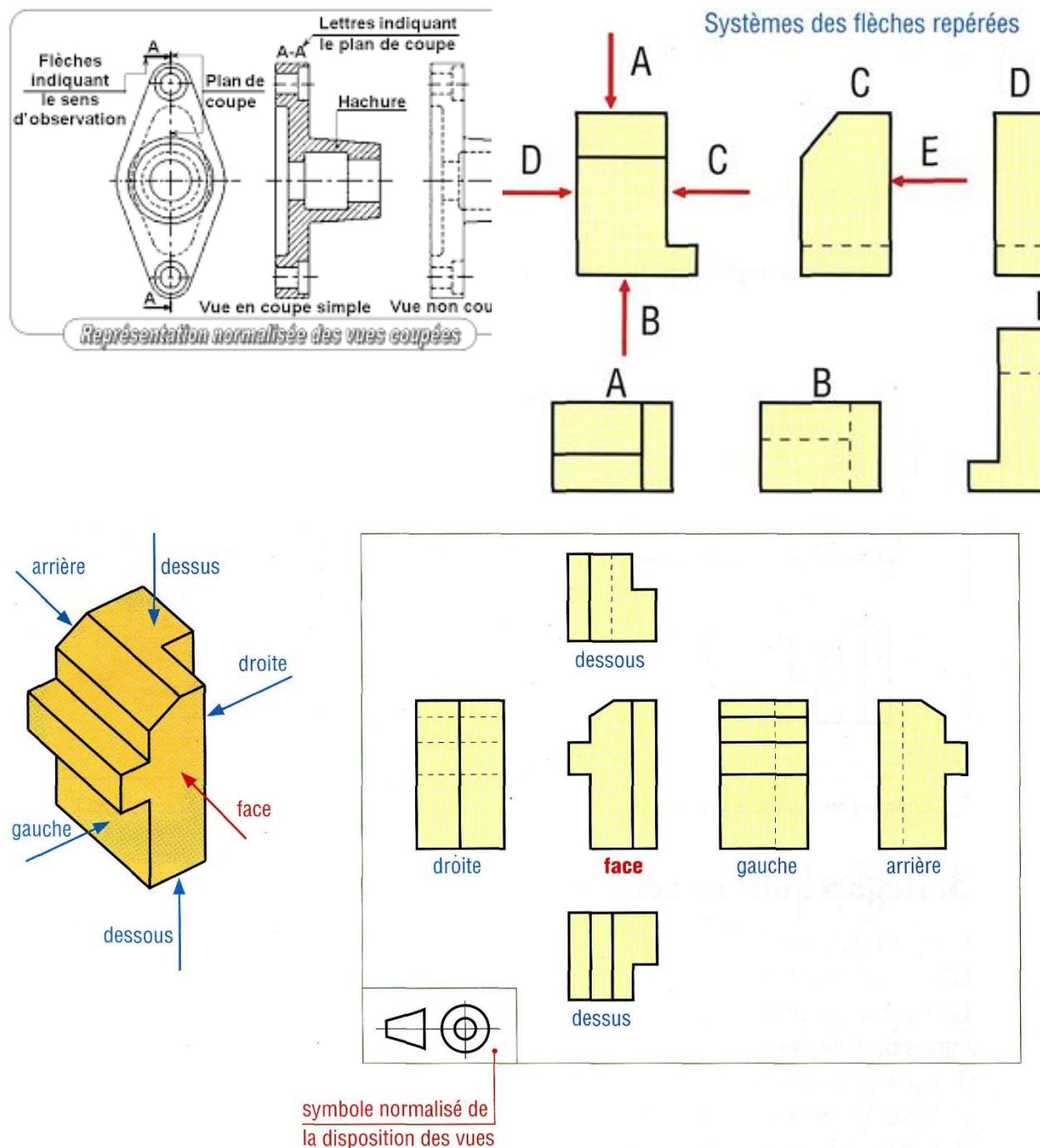
c. Méthode des flèches repérées

Contrairement aux méthodes de projection vues ci-haut pour lesquelles la disposition des vues est soumise à une règle précise, la méthode des flèches repérées permet la disposition libre des vues, autorisant une meilleure utilisation de la zone d'exécution du dessin.

Toute vue autre que la vue principale (vue de face) doit être identifiée par une lettre majuscule dite « lettre d'identification » qui figure également à proximité de la flèche en trait fort indiquant la direction et le sens d'observation sur la vue principale ou par rapport à une autre vue, en cas d'impossibilité. Les vues repérées peuvent être situées indifféremment par rapport à la vue principale.

Les lettres d'identification doivent être placées de préférence immédiatement au-dessus des vues correspondantes. Toute autre indication est inutile. (Voir les figures ci-après)

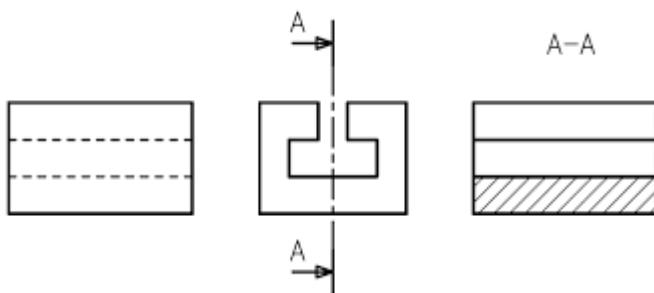
Remarque : Aucun symbole ne doit être indiqué dans le cartouche pour la méthode des flèches repérées.



IV.1.2. Les vues particulières

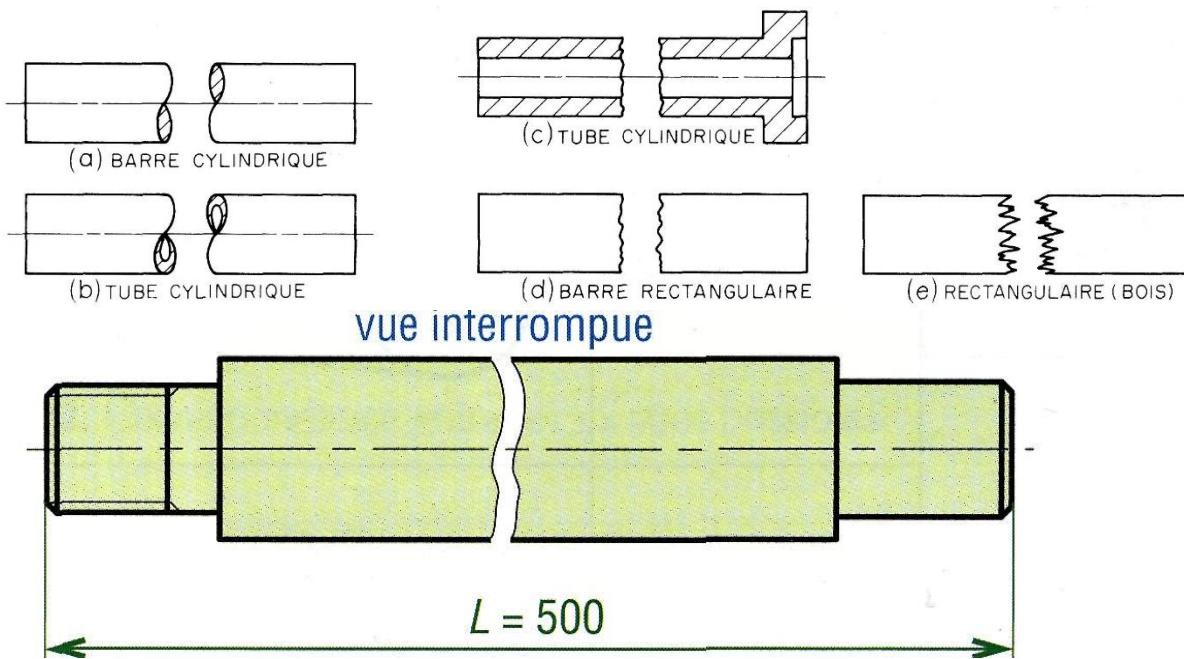
1. Vues déplacées par translation.

Pour des raisons d'encombrement, ou de simplification des projections, on peut exceptionnellement ne pas donner aux vues leur place normale ; dans ce cas, indiquer la direction d'observation par une flèche repérée par une lettre majuscule, la même lettre désignant obligatoirement la vue déplacée.



2.. Vues interrompues.

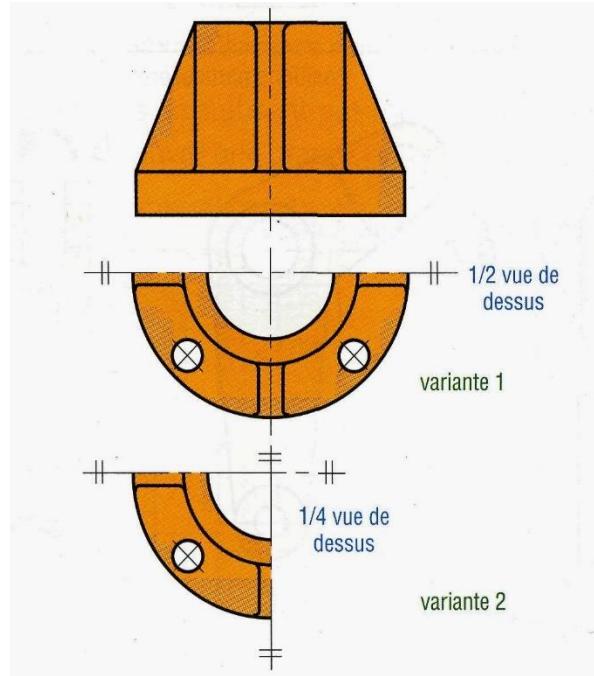
Dans certains cas, on peut se borner à une représentation des parties essentielles permettant de définir, à elles seules, la forme complète de la pièce ; c'est le cas des pièces longues et de section constante ; les parties conservées sont rapprochées les unes des autres et limitées par un trait continu fin, tracé à main levée.



3. Vues partielles.

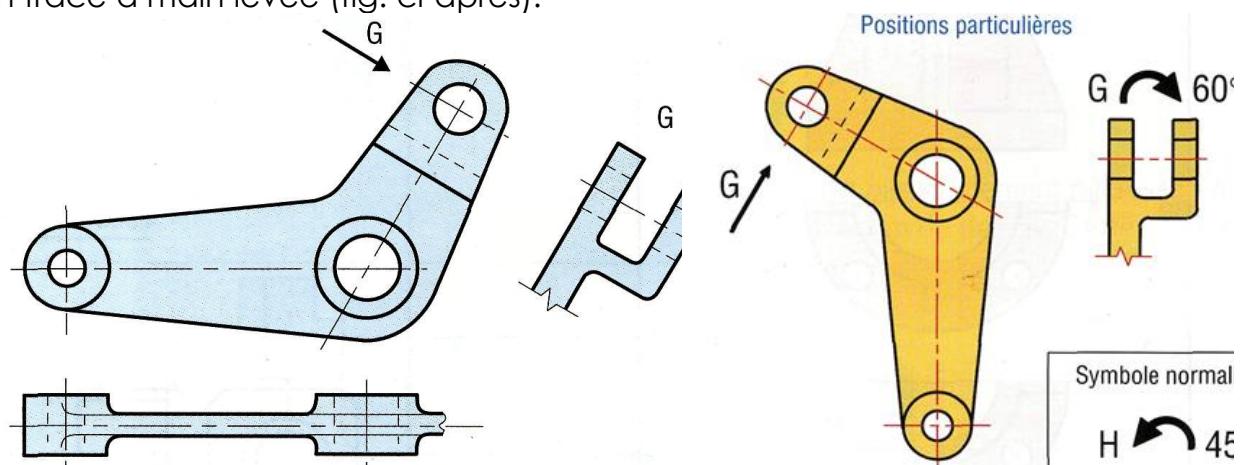
- ◆ Pièces symétriques.

Les pièces présentant des plans de symétrie peuvent n'être représentées que par une demi-vue ou un quart de vue ; c'est le cas, notamment, de la vue en bout des solides de révolution ; la vue est limitée aux traces des plans de symétrie, et celles-ci sont repérées par deux petits traits parallèles tracés perpendiculairement à cette trace, à chacune de ses extrémités (fig. 5.10 ci-après).



◆ Projections obliques.

Lorsqu'une partie de pièce ne se projette pas en vraie grandeur sur l'un des plans principaux de projection, on peut projeter cette partie de pièce sur un plan oblique de projection (cela revient à faire un changement de plan) ; chaque vue partielle est limitée, comme dans le cas des vues interrompues, par un trait continu fin tracé à main levée (fig. ci-après).

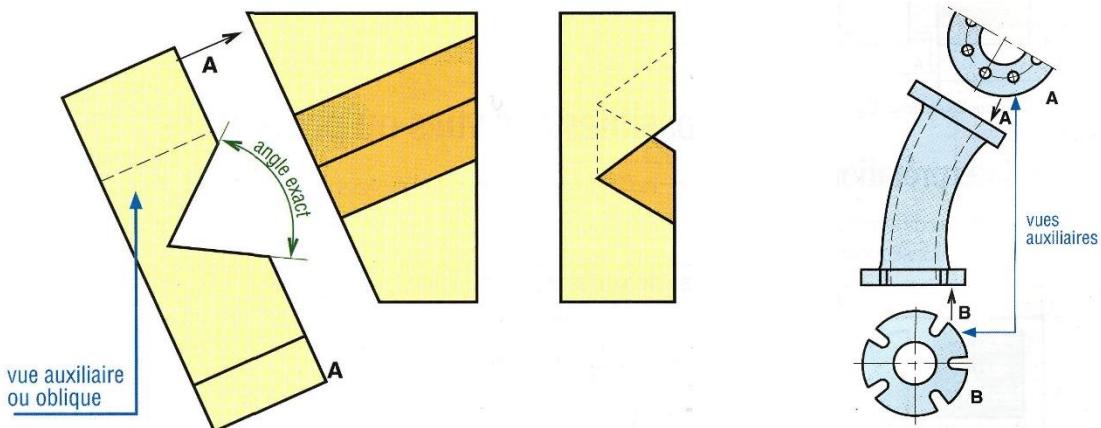


◆ Vues auxiliaires

La forme des objets ne permet pas toujours une description aisée à partir des plans de projection usuels. Afin de simplifier la lecture et les tracés, la norme permet l'utilisation des vues auxiliaires : vue entière, partielle, demi-vue, etc.

Ces vues n'appartenant à aucun des plans de projection usuels liés à la vue de face choisie, il est nécessaire d'indiquer le sens d'observation adopté par une flèche avec lettre repère. Cette lettre doit ensuite être inscrite près de la vue auxiliaire.

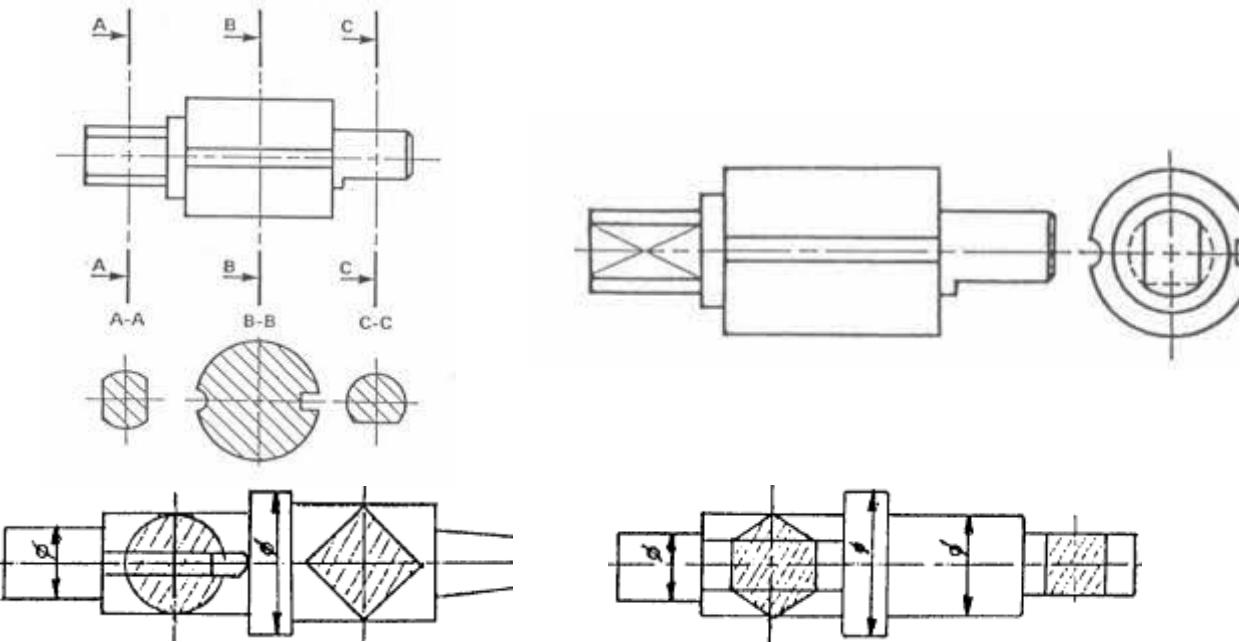
Ce type de vue permet de faire apparaître certaines dimensions (longueur, angle...) en vraie grandeur.



4. Pièces de révolution.

Nous avons vu comment se fait les projections des solides de révolution ; ces formes sont fréquentes en construction mécanique, car leur exécution est simple et économique. Nous avons vu que la vue perpendiculaire à l'axe était uniquement composée de cercles ; cette vue peut donc être supprimée, et une projection sur un plan parallèle à l'axe, ou une coupe par un plan contenant l'axe, suffit à la détermination de la pièce (fig. 5.12 ci-après). Si la pièce comporte deux plats, ou un carré, faire ressortir les faces planes en traçant leurs diagonales en trait fin (fig. 5.13 ci-après).

Pour les pièces comportant des trous ou des bras rayonnants régulièrement répartis, représenter toujours ceux-ci, en coupe longitudinale, comme si leur axe était ramené dans le plan méridien de projection (fig. 5.10 ci-après) ; ajouter une vue en bout, complète ou partielle, s'il y a lieu de préciser leur répartition par rapport aux plans principaux de la pièce.



IV.1.3. Le choix des vues

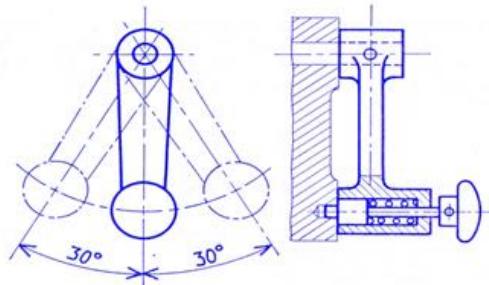
Choisir les vues les plus représentatives et comportant le minimum de parties cachées, de façon à définir la pièce complètement et sans ambiguïté au moyen d'un nombre de vues aussi réduit que possible ; dans le cas général, ce sont les vues de face, de droite et de dessus qu'on utilise. Utiliser les vues particulières précédentes pour simplifier la représentation, utiliser également les coupes et sections que nous allons étudier dans le chapitre suivant.

La vue de face est la vue principale ; elle doit en principe représenter la pièce dans la position que celle-ci occupe dans l'ensemble dont elle fait partie, sauf si cette position est quelconque, ou oblique, auxquels cas la pièce est redressée pour faciliter le tracé des vues.

Choix des vues	
3 vues suffisent en général pour définir un objet	
exemples où 2 vues suffisent	
exemples où 1 vue suffit	

IV.1.4. Les particularités de représentation

- **Positions extrêmes des pièces mobiles** : Ces vues ont pour but de montrer la ou les positions limites d'une pièce mobile dessinée dans une position intermédiaire ; utiliser le trait mixte fin (fig. ci-après).



- **Pièces voisines** : Ces vues ont pour but de représenter partiellement une ou plusieurs pièces voisines de la pièce dessinée, afin de montrer la position de celle-ci dans l'ensemble dont elle fait partie, ou son montage ; utiliser le trait continu fin (fig. ci-dessus).
- **Arêtes et contours fictifs** : Le dessin des pièces qui restent brutes manque de relief par suite de la suppression des arêtes vives, remplacées par des arrondis et des congés ; le but du tracé des arêtes fictives est de faciliter la lecture du dessin en accentuant le relief ; on trace alors en trait fin les arêtes et contours qui seraient vus s'ils étaient réels, mais sans les raccorder au contour extérieur, en cas d'intersection.

Remarque : la fig. A ci-dessous donne la solution d'un problème fréquent, relatif au contour apparent ; dans le troisième cas, il n'y a pas de ligne vue ; on peut tracer une arête fictive en trait fin.

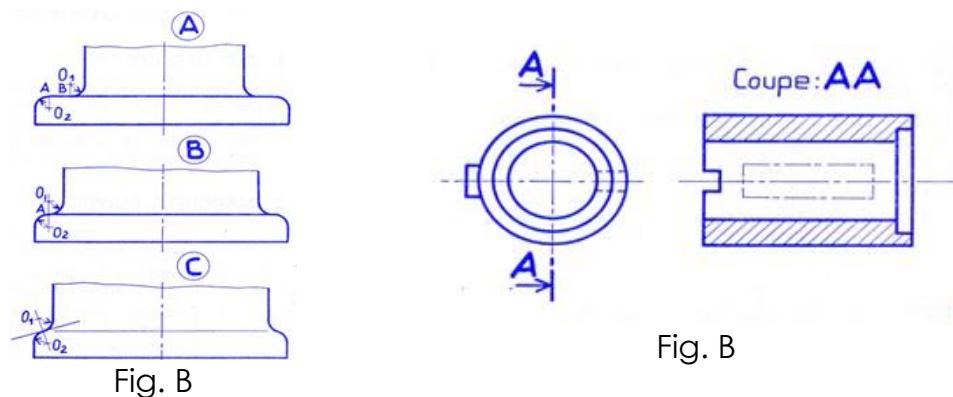
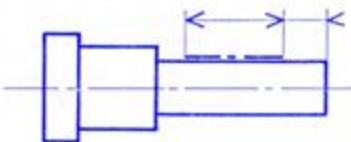


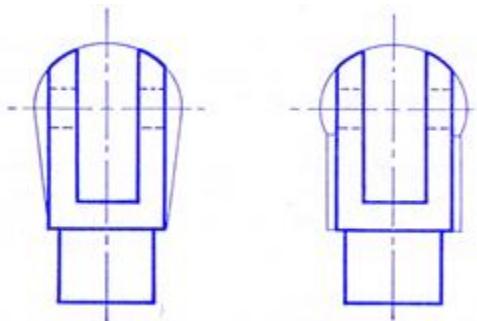
Fig. B

- **Formes situées en avant d'un plan de coupe** : Pour montrer la forme d'une partie de pièce située en avant d'un plan de coupe et enlevée par cette coupe (partie située entre l'observateur et le plan de coupe), utiliser le trait mixte fin (fig. B ci-dessus).

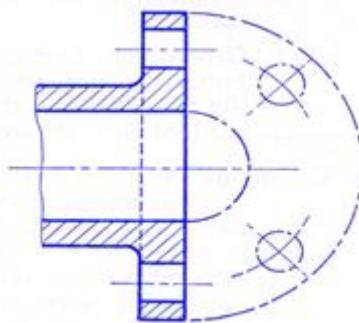
- **Traitement complémentaire** : Pour indiquer les parties d'une pièce devant recevoir un traitement complémentaire (traitement thermique ou mécanique), on utilise un trait mixte fort, tracé parallèlement à la surface à traiter, à une faible distance de celle-ci ; pour les pièces de révolution, ne tracer ce trait que sur une seule génératrice (fig. ci-après).



- **Contours initiaux éliminés par le façonnage** : Utiliser le trait continu fin (fig. ci-après).



- **Rabattements (pas de normalisation)** : Nous savons en quoi consistent les rabattements dans le cours de géométrie descriptive. En dessin industriel, on utilise quelquefois ces vues auxiliaires pour montrer la forme d'une face plane perpendiculaire au plan de projection, sans faire une vue supplémentaire ; on rabat cette face sur un plan parallèle au plan de projection par une rotation de 90° autour de son axe ; on ne représente que le demi-rabattement extérieur à la vue principale ; on utilise le trait mixte fin (fig. ci-après).



IV.2. COUPES ET SECTIONS

IV.2.1. Le but des coupes

Le but des coupes est de rendre le dessin plus clair en remplaçant des lignes cachées par des lignes vues, par exemple dans le dessin des pièces creuses : robinets, pompes, etc. ; mais les coupes sont utiles dans beaucoup d'autres cas : éviter une projection oblique par enlèvement de la partie correspondante, lever une indétermination dans l'emplacement d'un détail, etc.

IV.2. 2. La marche à suivre

- Choisir un plan de coupe parallèle à l'un des plans de projection et rencontrant le solide dans la région que l'on veut montrer.
- Supposer la pièce coupée suivant ce plan, et supposer enlevée la partie de la pièce située en avant du plan de coupe par rapport à l'observateur (fig. 5.20 ci-après).
- Dessiner, non seulement la surface située dans le plan de coupe, mais toute la partie de la pièce qui subsiste en arrière du plan sécant, par rapport à l'observateur (fig. 5.21 ci-après).
- Couvrir de hachures les surfaces coupées.
- Situer le plan de coupe par sa trace en trait mixte fin renforcé aux extrémités par un élément court et un élément long en trait fort.
- Désigner le plan de coupe par une même lettre majuscule inscrite aux deux extrémités de la trace du plan sécant (fig. 5.22 ci-après).
- Indiquer le sens d'observation par des flèches en trait fort pointant sur les extrémités de la trace du plan de coupe.
- Désigner la coupe par les mêmes lettres majuscules que le plan de coupe correspondant. Exemple : coupe AA. (Fig. 5.22 ci-après).

IV.2.3. Les hachures

A. Exécution.

- *Trait* : Faire les hachures en traits fins, régulièrement espacés.
- *Intervalle* : Faire les hachures aussi espacées que possible, l'intervalle étant choisi en fonction de la surface à hachurer.
- *Inclinaison par rapport aux lignes principales du contour* : 45° si possible.
- *Orientation* : Employer les mêmes hachures pour les coupes d'une même pièce faites par des plans parallèles : les décaler au besoin au changement de plan. Pour des pièces différentes juxtaposées, adopter des hachures d'orientation différente.

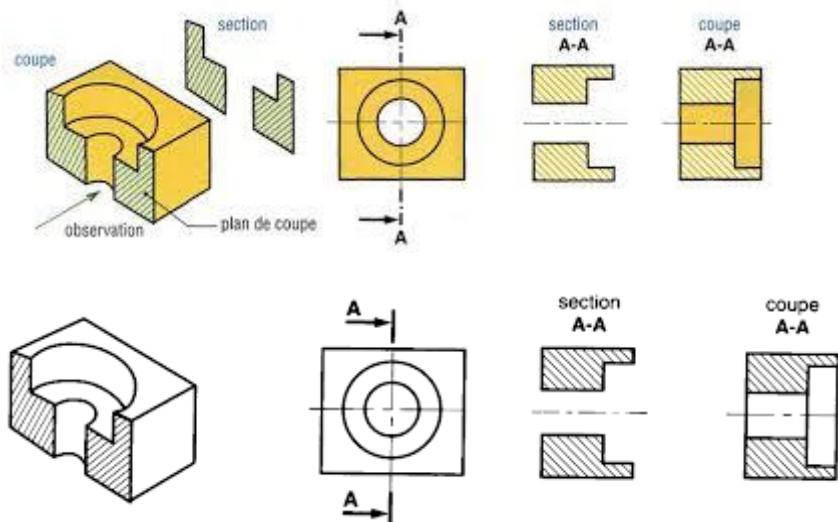
	Tous les matériaux et alliages sauf éventuellement ceux prévus ci-dessous		Bois en coupe transversale
	Cuivre et alliages de cuivre et béton léger préfabriqué		Bois en coupe longitudinale
	Métaux et alliages légers et maçonnerie creuse		Isolant thermique
	Antifriction et de façon générale toutes matières coulées sur une pièce		Béton
	Matières plastiques ou isolantes et garnitures		Vitre Verre optique
	Sol naturel (meuble)		Verre fritté
	Sol naturel (roche)		Joint de mortier
	Cloison de plâtre préfabriquée		Enduit plâtre

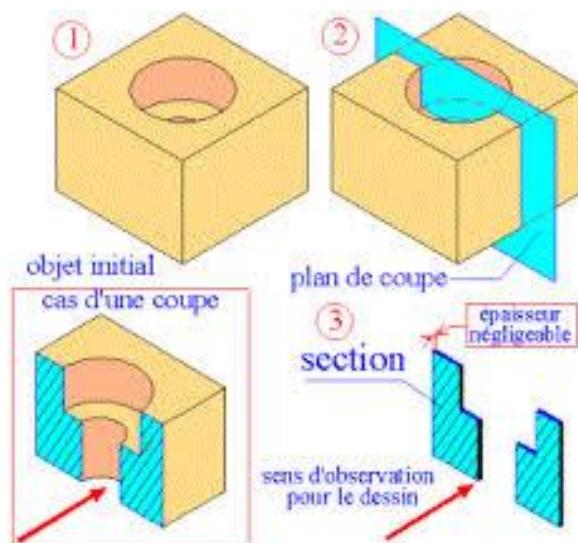
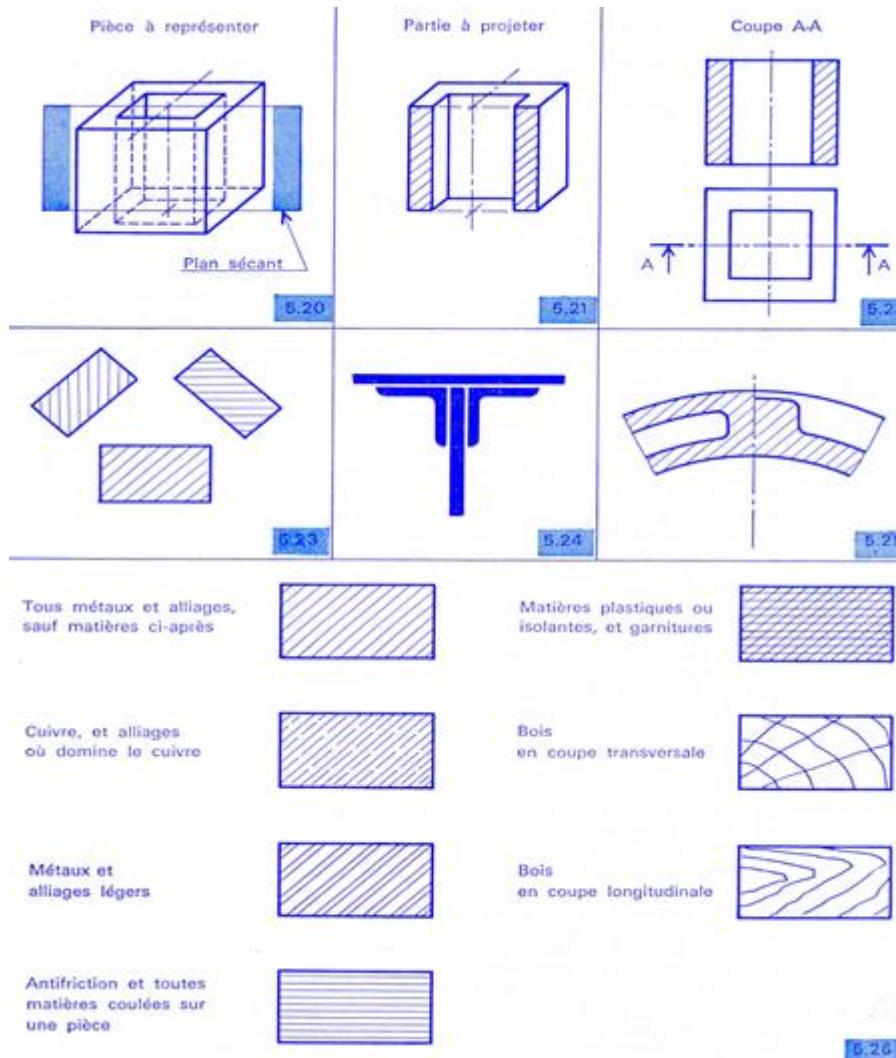
B. Emploi.

Sur les dessins de détail, n'utiliser que les hachures inclinées simples. Sur les dessins d'ensemble, des hachures conventionnelles peuvent être utilisées pour différencier les grandes catégories de matières (fig. 5.26 ci-après); mais la nature exacte de la matière doit toujours être précisée dans la nomenclature ou sur le dessin.

Lorsque la surface à hachurer est de grandes dimensions, on peut se contenter d'un liséré de hachures suivant le contour du dessin. Les sections de faible épaisseur peuvent être noircies complètement (fig. 5.24 ci-après); ménager un léger espace blanc entre deux sections juxtaposées.

Lorsqu'il est nécessaire de placer une inscription à l'intérieur d'une surface hachurée, interrompre les hachures.

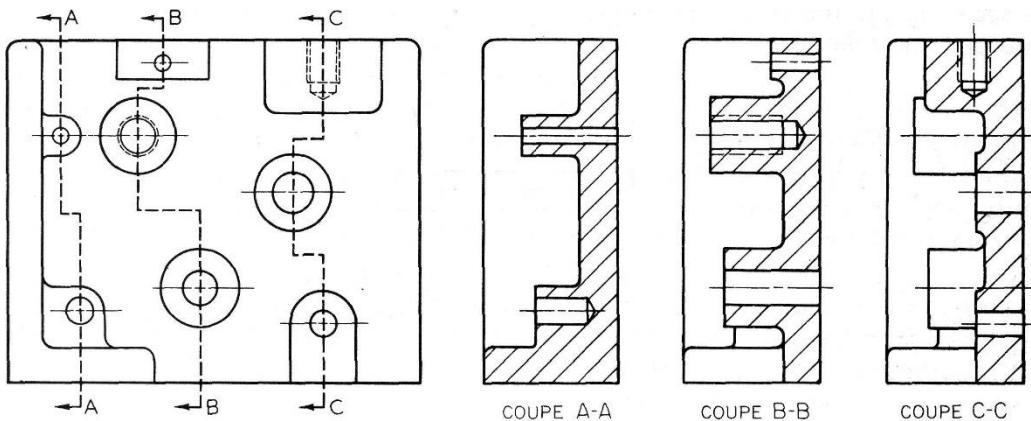




IV.2.4. Les coupes brisées

A. Plans sécants parallèles.

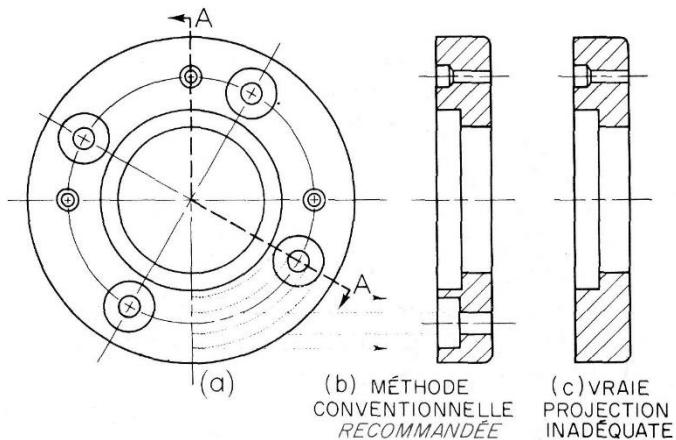
Ces coupes consistent à rassembler sur une même vue plusieurs coupes partielles faites par des plans parallèles. Aucune modification dans les hachures ne fait apparaître le changement de plan de coupe ; cependant elles peuvent être décalées au changement de plan (fig. 5.25 ci-avant). Désigner ces coupes par une même lettre placée aux extrémités des plans de coupe extrêmes (fig. 5.27 ci-après). Remarquer les deux éléments forts, perpendiculaires, qui indiquent les changements de plan.



B. Plans sécants non parallèles.

Ces vues, employées surtout sur les pièces de révolution, permettent de rassembler sur une même vue des coupes suivant deux plans radiaux dont l'angle est compris entre 90° et 180° . Le plan de coupe oblique est ramené par rotation dans un plan perpendiculaire à la direction d'observation de la vue ; en principe, le quadrant situé en arrière du plan oblique doit subir la même rotation que celui-ci ; mais il est préférable de supprimer les détails situés en arrière des plans de coupe obliques lorsqu'ils ne présentent pas d'intérêt pour la compréhension du dessin. Aucune modification dans les hachures ne fait apparaître le changement de plan de coupe.

Désignation : voir fig. 5.28 ci-après. Remarquer les deux éléments forts situés au centre et qui indiquent le changement de plan.

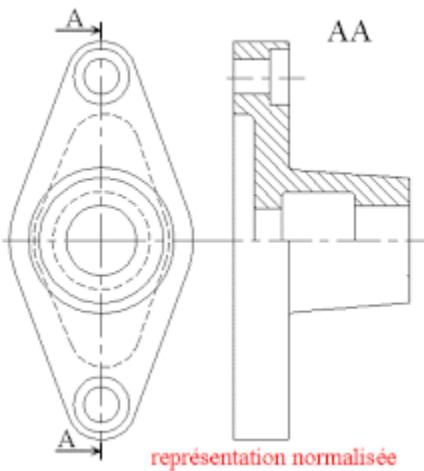
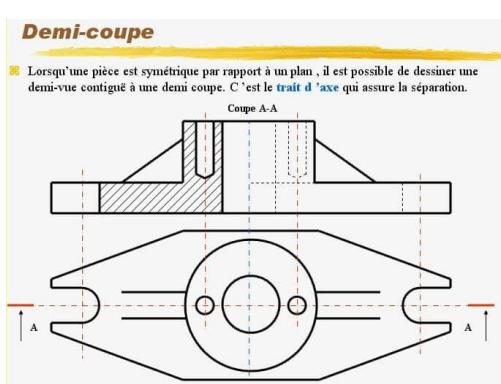


IV.2.5. Les coupes partielles

A. Demi-coupes.

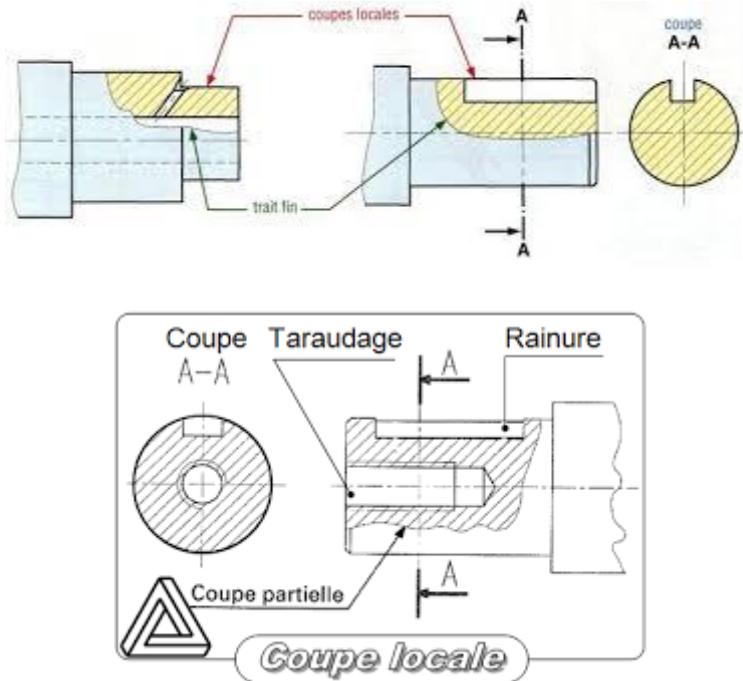
Lorsqu'une pièce est symétrique par rapport à un plan, et qu'elle présente à la fois des détails extérieurs et des détails intérieurs, il y a souvent intérêt à ne dessiner qu'une demi-vue et une demi-coupe contiguës. Les deux demi-vues restent séparées par le trait d'axe.

Désignation : demi-coupe AA.



B. Coupes locales

Ces vues n'intéressent qu'un détail ; l'indication du plan de coupe est le plus souvent inutile ; la surface hachurée est limitée par un trait continu fin tracé à main levée ou un trait fin avec zigzags.



IV.2.6. Remarques très importantes

1. Ne pas couper en long les pièces pleines telles que : arbres, boulons, vis, rivets, clavettes, billes, bras de poulies, etc., même situées dans le plan de coupe, ce qui est fréquent sur les dessins d'ensemble (fig. 5.30 et 5.31 ci-après); ne pas couper une nervure lorsque le plan de coupe est parallèle à sa plus grande face (fig. 5.32 ci-après).
2. Les hachures ne doivent jamais s'arrêter sur un trait interrompu court ; elles ne doivent jamais être traversées par un trait continu fort (sauf dans les sections rabattues).

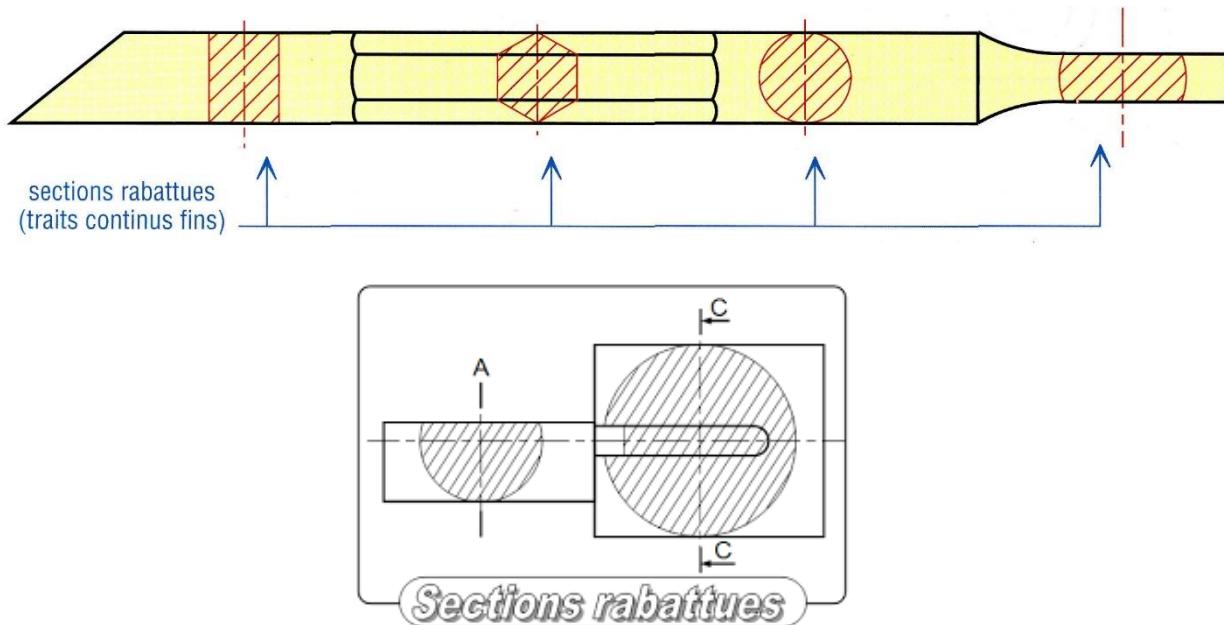
IV.2.7. Sections

Une section s'obtient en coupant l'objet dans un plan imaginaire (souvent, ce plan est parallèle à un des plans de projection) et en projetant la partie de l'objet se trouvant sur le plan de la section.

Le but des sections est de montrer la forme de la section droite de pièces de forme générale prismatique ou cylindrique lorsque les vues habituelles ne suffisent pas ou manquent de clarté ; le dessin de la section ne comprend que la représentation de la partie de la pièce située dans le plan sécant. Deux sortes de sections peuvent être faites :

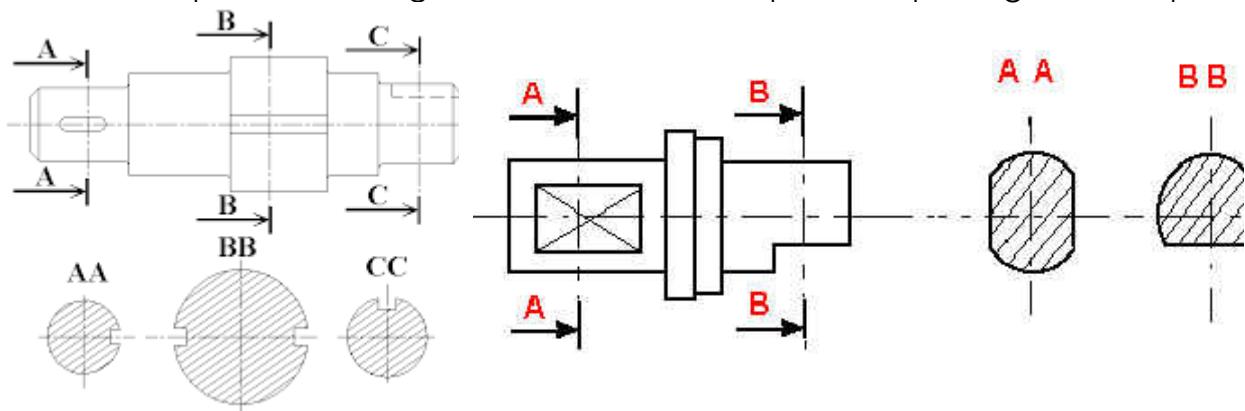
A. Sections rabattues (fig. 5.35 ci-après).

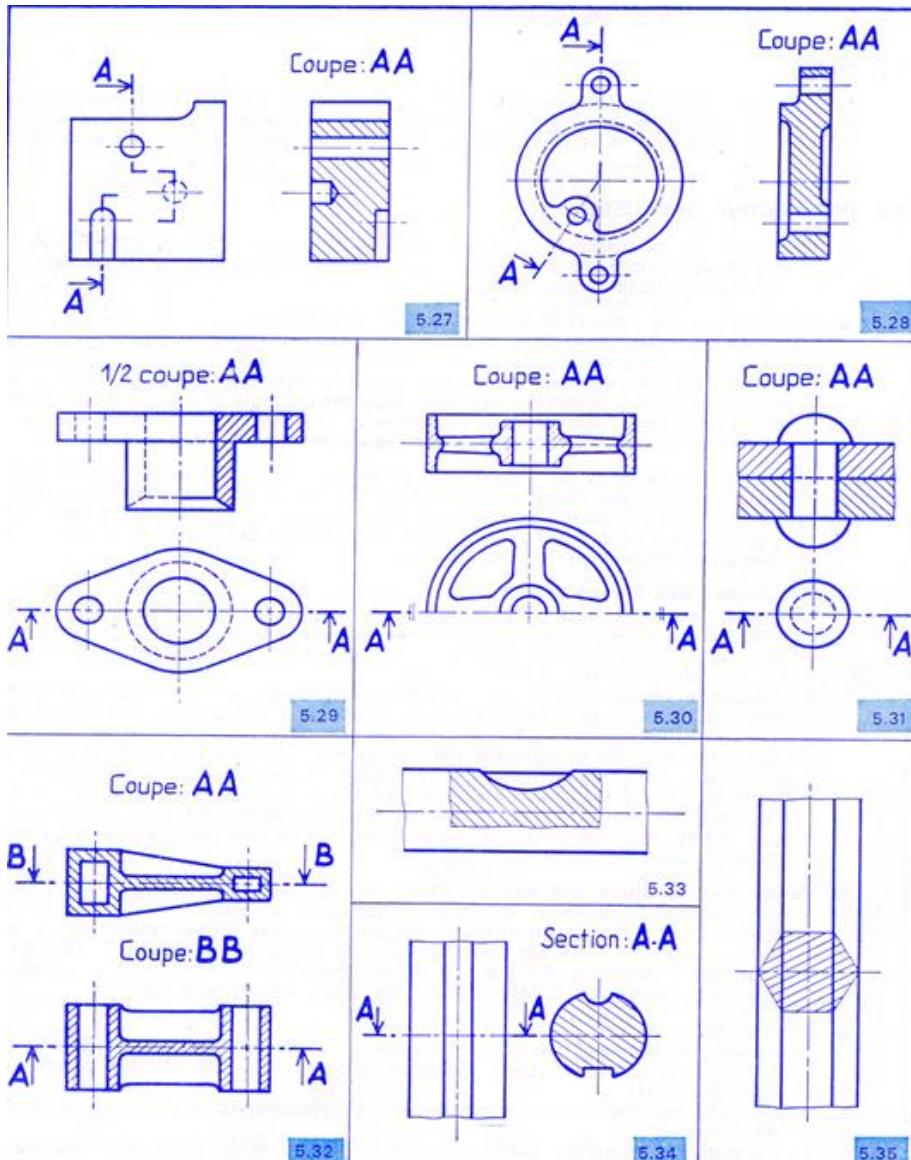
Elles sont obtenues par rabattement du plan sécant sur le plan de figure, au moyen d'une rotation autour de la trace du plan sécant ; la section est superposée en trait fin sur la vue principale ; aucune désignation n'est nécessaire, mais le sens du rabattement peut être indiqué par une flèche, s'il y a risque de confusion.



B. Sections sorties.

Après rabattement, la section est sortie en dehors de la vue, par un glissement le long de la trace du plan sécant, et dessinée en trait continu fort. Les sections sorties sont repérées et désignées comme une coupe, Exemple : fig. 5.34 ci-après.



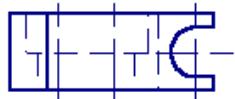


IV.2.7. L'application de la représentation des coupes simples

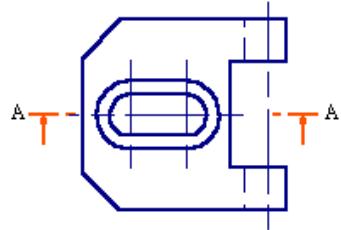
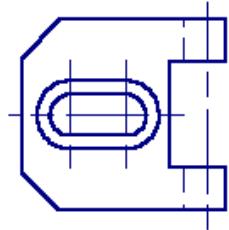
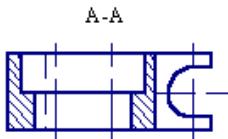
Utilité d'une vue en coupe simple

Dans la plupart des dessins, on rencontre beaucoup de formes intérieures. La solution d'un dessin sans coupe simple ferait apparaître beaucoup de traits cachés donc une lisibilité moindre de l'objet. La solution d'un dessin avec coupe simple permet de montrer clairement les formes intérieures de l'objet.

Dessin sans coupe simple

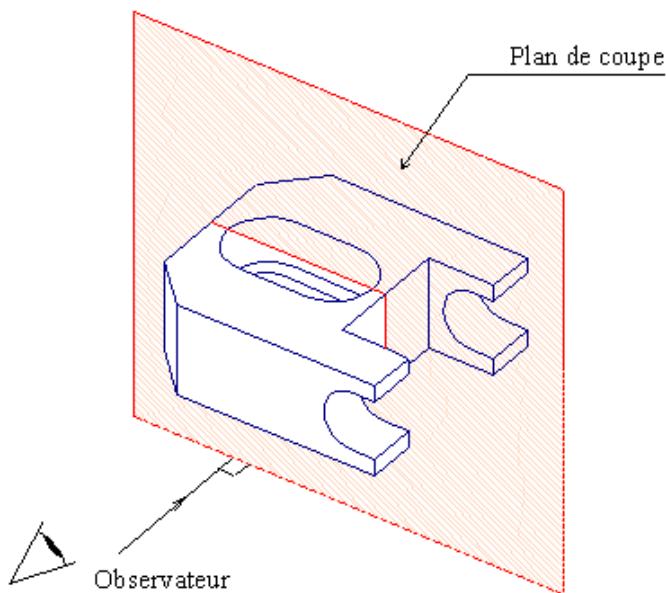


Dessin avec coupe simple



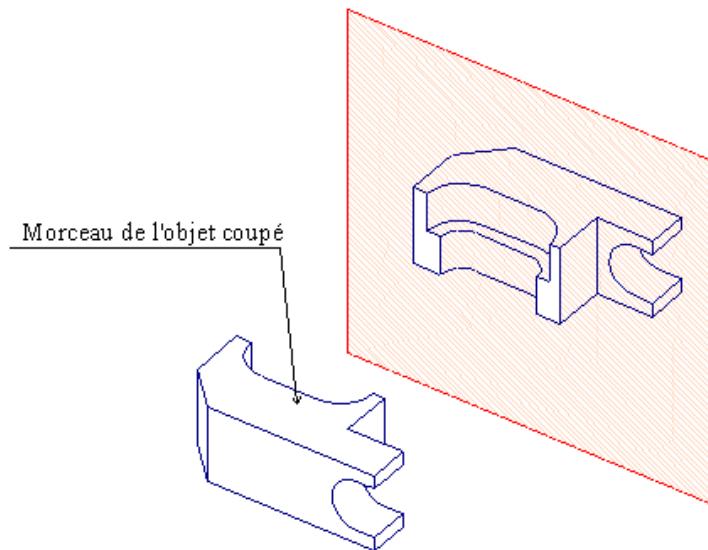
Plan de coupe

Il faut choisir un plan de coupe passant par les formes intérieures à montrer.
Ce plan de coupe devra être perpendiculaire au regard de l'observateur.



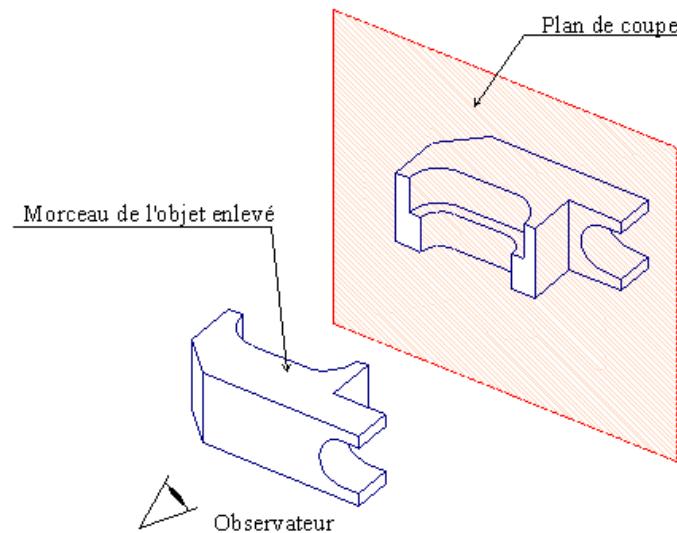
Sciage de la pièce

Il faut supposer, mentalement, que l'objet est coupé par le plan choisi.



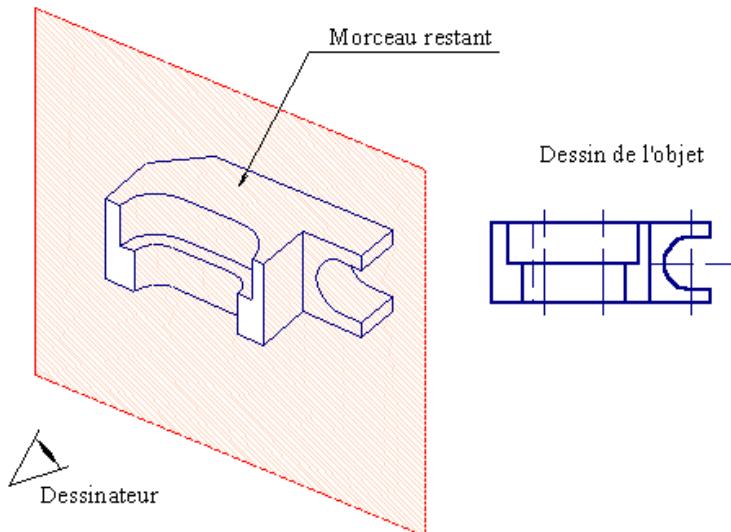
Morceau enlevé

Il faut supprimer le morceau de l'objet situé entre le plan de coupe et l'observateur.



Projection de la vue en coupe simple

Il faut dessiner le morceau de l'objet restant.

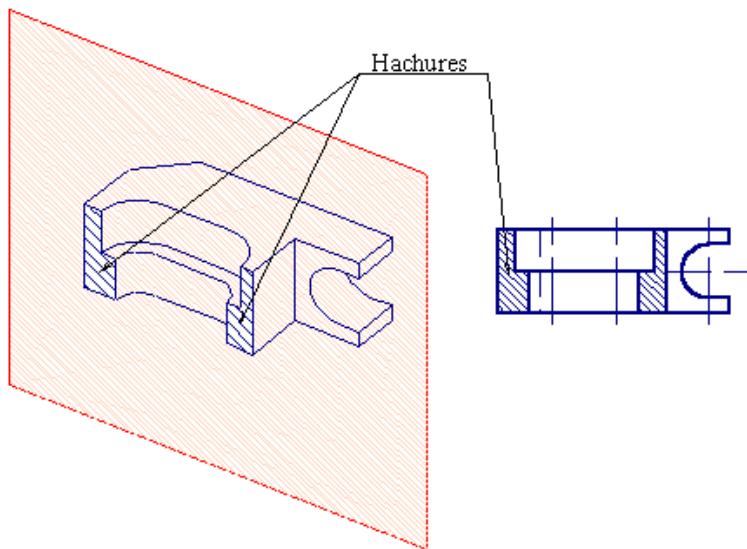


Hachures

Il faut hachurer les parties coupées par la scie.

Les hachures se dessinent en traits continus fins.

Elles sont inclinées à 45° et ont un espacement régulier.

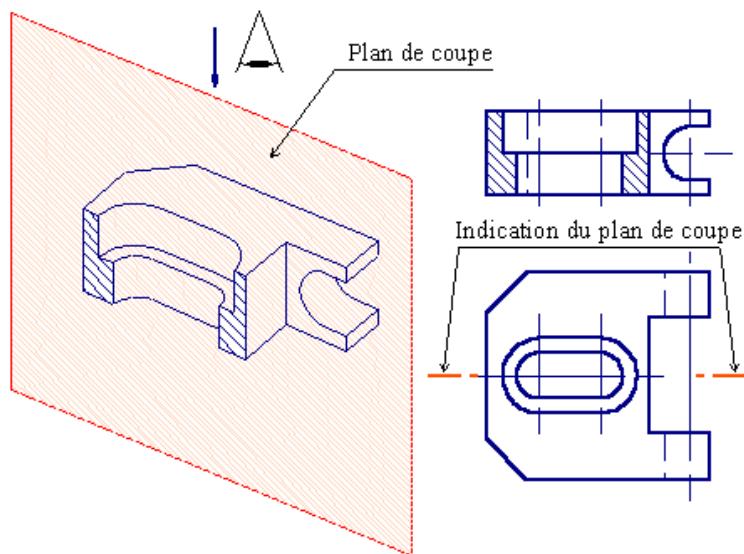


Inscription du plan de coupe

Le plan de coupe s'inscrit sur une autre vue que celle représentée en coupe.

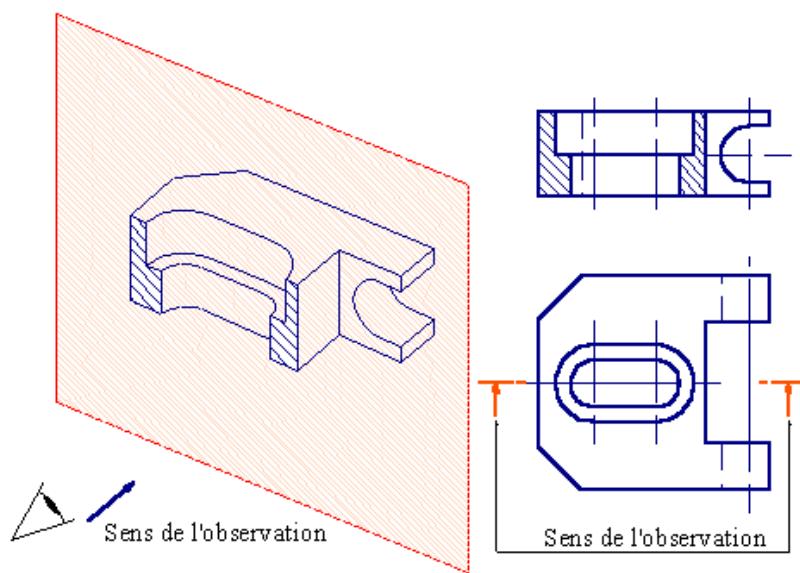
Il représente le plan de coupe en vue de dessus.

Il se dessine par un trait mixte fort.



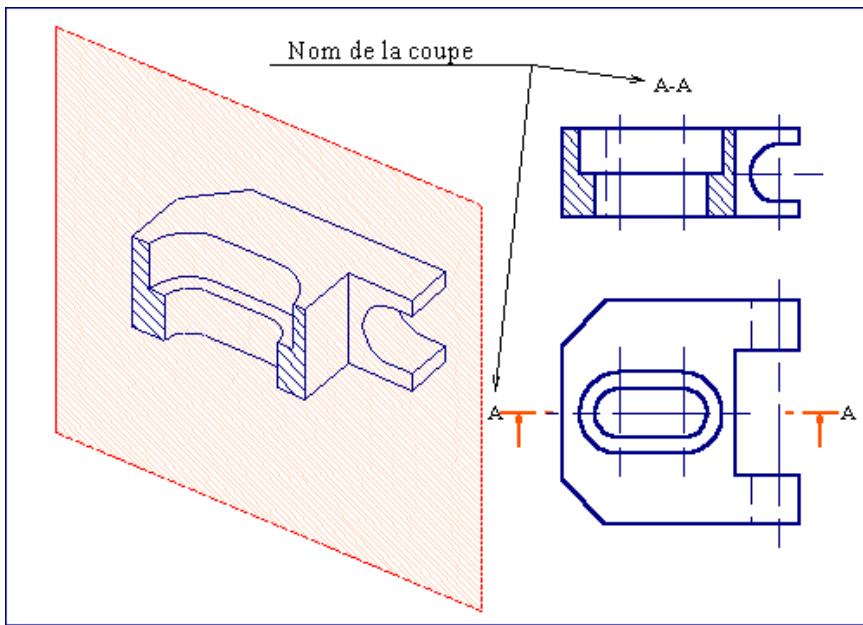
Sens d'observation

Il faut indiquer le sens d'observation de l'objet par une flèche en trait fort. Cette flèche est dessinée contre le trait mixte du plan de coupe. Elle est dirigée vers la vue faite en coupe.



Nom de la coupe

Il faut repérer le plan de coupe par deux lettres majuscules. Ces lettres sont inscrites dans le prolongement du trait mixte fort. Il faut nommer la vue en coupe en inscrivant ces deux lettres séparées d'un tiret. Cette inscription doit s'écrire au-dessus de la vue de coupe et au milieu.



IV.3. PERSPECTIVES

IV.3.1. Le but

Les représentations en perspective ont pour but de donner d'un objet, normalement représenté suivant la méthode des projections, une représentation complémentaire permettant de mieux se rendre compte, à première vue, de l'aspect général de cet objet.

IV.3.2. Perspective cavalière

1. **Définition.**

La perspective cavalière est une projection oblique, parallèlement à une direction donnée, sur un plan de projection parallèle à l'une des faces du cube de projection (fig. 5.36 ci-après).

2. **Propriétés.**

Elles découlent directement de la définition :

- Toute figure contenue dans un plan parallèle au plan de projection se projette en vraie grandeur.
- Les droites perpendiculaires au plan de projection se projettent suivant des droites obliques parallèles appelées **fuyantes** ; l'angle des fuyantes a dépend de la direction d'observation ; la longueur des fuyantes est réduite dans un certain rapport k appelé **rapport de réduction** (fig. 5.37 ci-après).

3. Choix de l'angle α et du rapport de réduction.

Pour faciliter un tracé rapide avec les équerres, choisir les angles de 30° , 45° ou 60° ; on choisit quelquefois 90° pour les solides de révolution à axe vertical. Le rapport de réduction est toujours plus petit que l'unité et varie avec l'angle des fuyantes. Il est recommandé d'adopter $\alpha = 45^\circ$ et $k = 0,5$.

4. Perspective des figures planes.

- a. **Carré, rectangle**: Leur perspective est un parallélogramme (fig. 5.37 ci-après).
- b. **Triangle, parallélogramme, trapèze, losange**: Les inscrire dans un rectangle et projeter d'abord celui-ci. Exemple : triangle dans un plan horizontal et dans un plan de profil (fig. 5.37 ci-après).
- c. **Hexagone régulier**: Dans un hexagone régulier, on a : $AI = IO = OH = HO$ (fig. 5.38 ci-après); pour tracer la perspective, on se sert des droites AD, FB et EC; exemple: hexagone régulier dans un plan de profil (fig. 5.38 ci-après).
- d. **Circonférence**: Sa perspective est une ellipse ; pour la tracer, inscrire la circonférence dans un carré ABCD (fig. 5.39 ci-après); tracer d'abord la perspective du carré et de ses médianes; l'ellipse doit passer par les points E'F'G'H' et être tangente en ces points aux côtés du parallélogramme A'B'C'D'. Pour trouver des points intermédiaires, utiliser le tracé indiqué (fig. 3.55 ci-après).

Exemple : cercle dans un plan de profil (fig. 5.39 ci-après).

5. Perspective cavalière des solides.

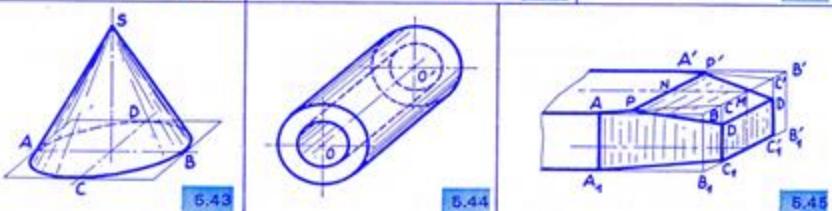
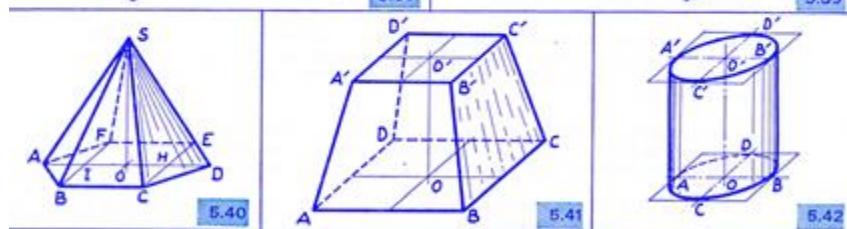
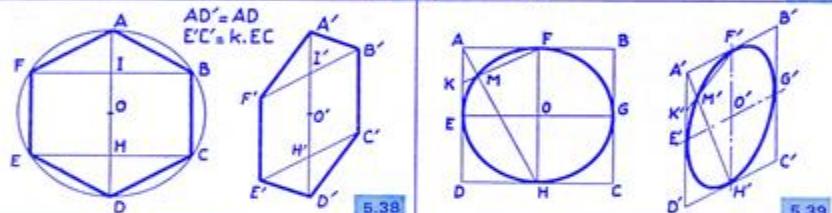
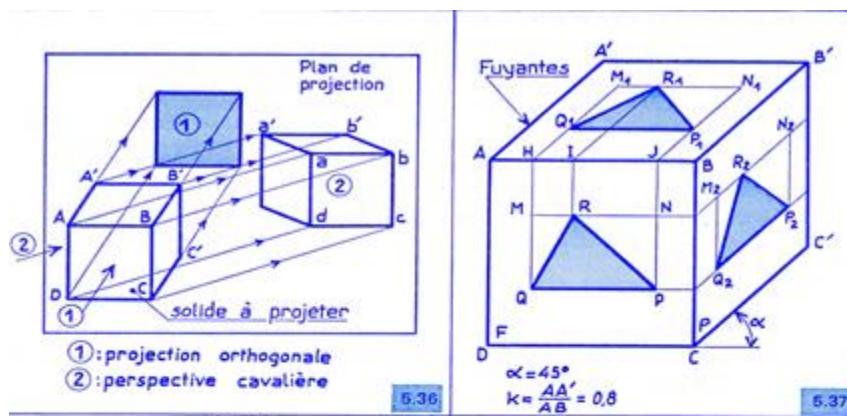
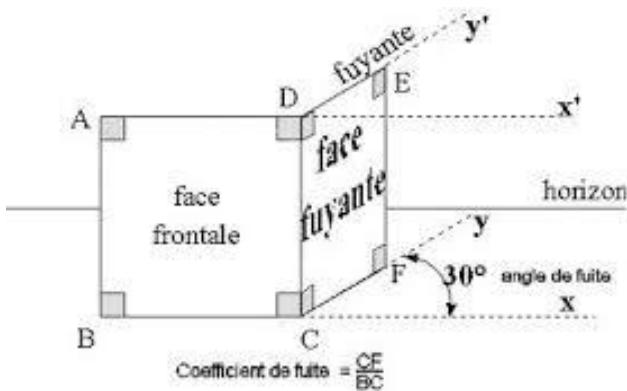
Partir des surfaces frontales (faces ou plans de symétrie), puis tracer les faces horizontales et de profil ; pour tracer les droites quelconques, trouver d'abord leurs extrémités en les rattachant par des horizontales, des verticales ou des fuyantes à des éléments connus (fig. 5.45 ci-après).

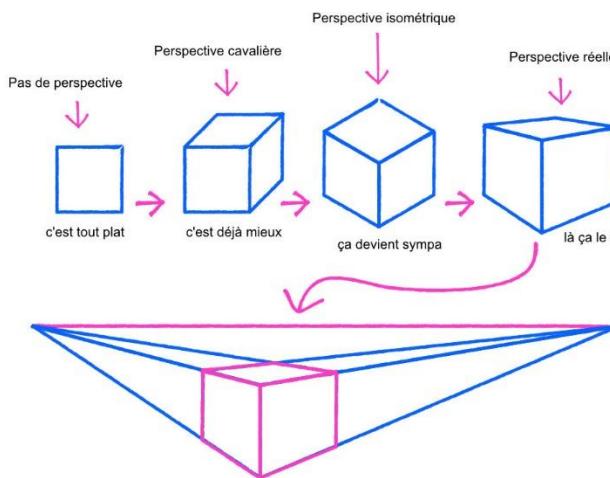
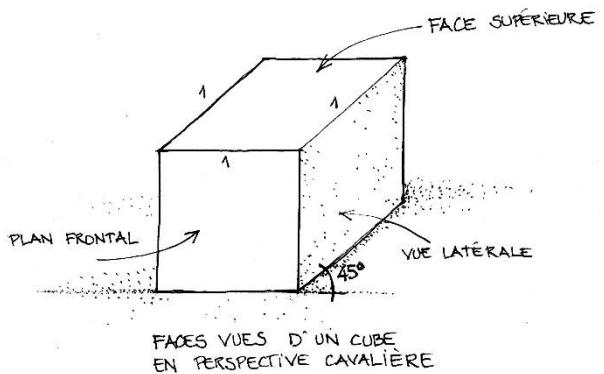
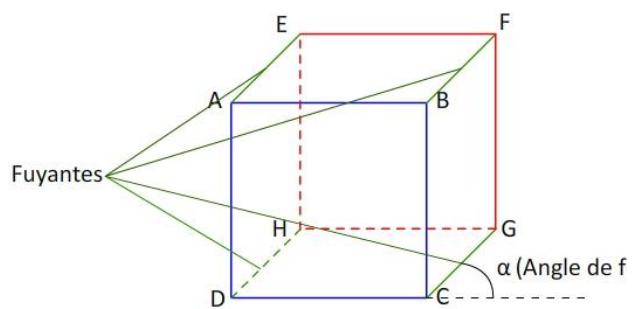
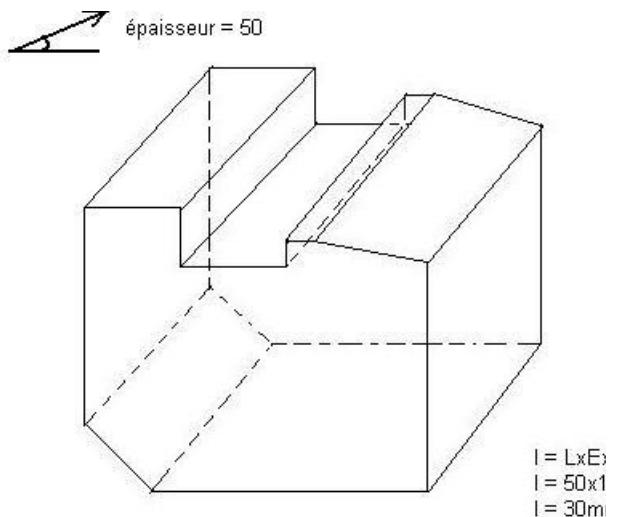
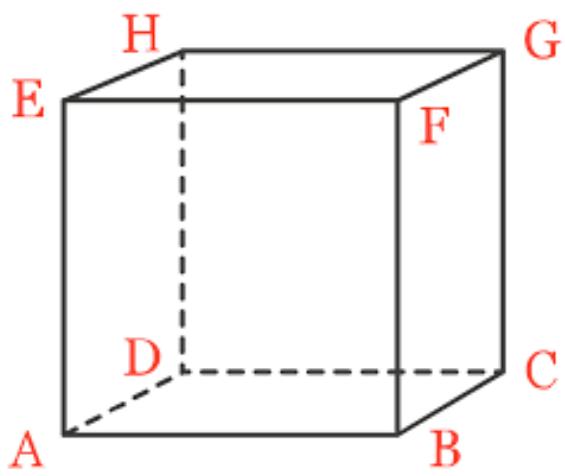
Exemples : cube (fig. 5.37 ci-après), pyramide hexagonale (fig. 5.40 ci-après), tronc de pyramide à bases carrées (fig. 5.41 ci-après), cylindre (fig. 5.42 ci-après), cône (fig. 5.43 ci-après).

6. Remarques

- a. Lorsque le dessin d'une pièce présente de nombreux cercles, chercher la disposition qui donne le moins d'ellipses possible, en plaçant les cercles de front (fig. 5.44 ci-après).
- b. On peut, comme dans la méthode des projections, faire des coupes et des demi-coupes.

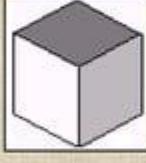
c. Supprimer les arêtes cachées chaque fois qu'on le peut, pour rendre le dessin plus clair.



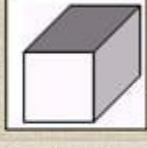


LES PERSPECTIVES

La perspective cavalière



La perspective isométrique

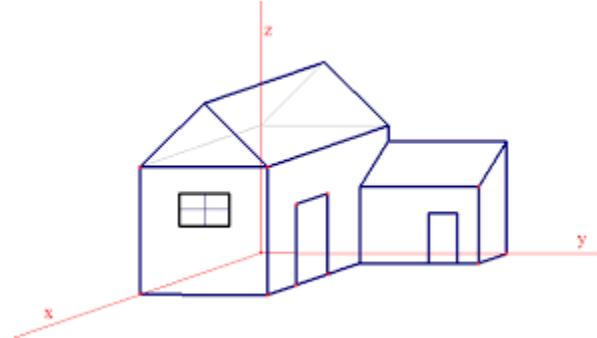


Les exemples de perspectives

IV.3.3. Perspectives axonométriques

1. Définition.

Représentations obtenues par projection du solide sur un plan de projection oblique par rapport à ses faces principales ; aucune de ses faces n'est donc projetée en vraie grandeur.



La perspective est définie par trois angles α , β et γ que font entre elles les projections des trois arêtes concourantes d'un cube de référence (fig. 5.46 ci-après), l'une des arêtes se projetant suivant une verticale, les deux autres étant placées de part et d'autre de la première. Les angles α , β et γ sont choisis arbitrairement, mais ils sont liés par la relation : $\alpha + \beta + \gamma = 360^\circ$, et chacun d'eux doit être compris entre 90° et 180° . Les rapports de réduction sont fonction de ces angles.

La perspective est dite isométrique, trimétrique ou dimétrique suivant que les angles α , β , γ sont tous égaux, ou tous différents, ou que deux d'entre eux sont égaux.

2. Propriétés.

- a. Toute droite de l'objet parallèle à une arête du cube se projette en direction et proportion comme l'arête correspondante.
- b. Tout cercle se projette suivant une ellipse ; tout cercle tracé dans une face, ou dans un plan parallèle à une face, se projette suivant une ellipse dont le grand axe est perpendiculaire à la troisième arête du cube, et le petit axe parallèle à cette même arête ; le grand axe de l'ellipse est égal au diamètre du cercle (fig. 5.46 à 5.49 ci-après).
- c. Les rapports de réduction suivant la direction de trois arêtes peuvent être déterminés graphiquement ou par le calcul ; les figures 5.46 à 5.49 ci-après donnent leur valeur dans quelques cas.

3. Perspectives recommandées :

- a. **Perspective isométrique**, pour laquelle $\alpha = \beta = \gamma = 120^\circ$. L'exécution est facile, mais toute figure contenue dans le plan médian du cube passant par O se projette suivant une verticale ; ses formes ne sont donc pas déterminées.

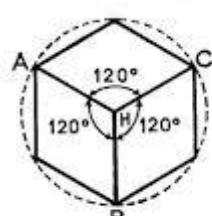
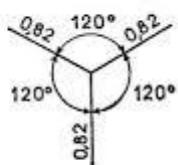


Fig. 5.



Perspective isométrique.

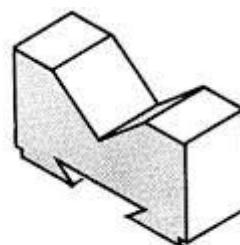
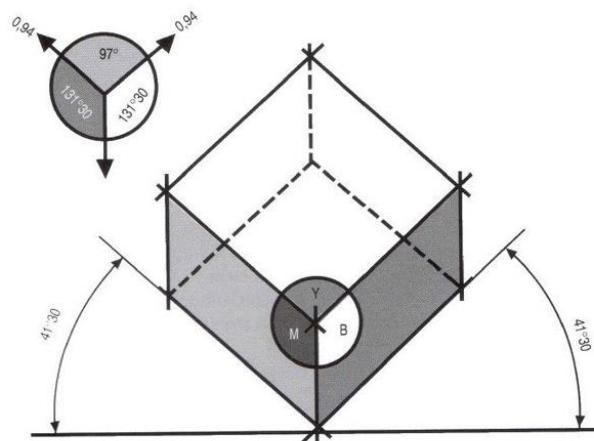


Fig. 6.

- b. **Perspective dimétrique usuelle** pour laquelle $\alpha = \beta = 131^{\circ}30'$ et $\gamma = 97^\circ$.
Même inconvénient que la perspective isométrique ; employé pour la représentation des pièces ayant une face prépondérante.



Perspective dimétrique usuelle

- c. **Perspective dimétrique redressée**, pour laquelle $\alpha = \beta = 105^\circ$ et $\gamma = 150^\circ$.
Même critique que pour les deux perspectives précédentes ; employé pour la représentation de pièces allongées.

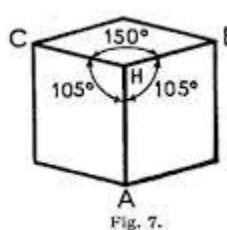
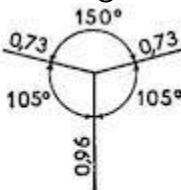


Fig. 7.



Perspective dimétrique.

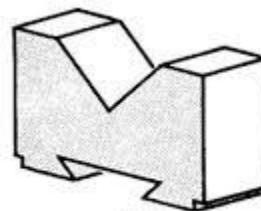


Fig. 8.

- d. **Perspective trimétrique** : Angles recommandés : 105° , 120° , 135° . Cette représentation n'a pas l'inconvénient des perspectives précédentes ; de plus, elle sépare au maximum les projections des arêtes.

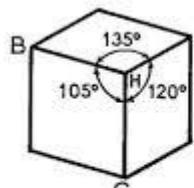
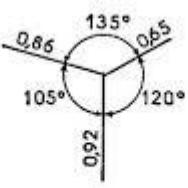


Fig. 9.



Perspective trimétrique.

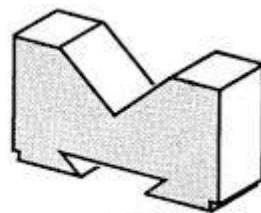
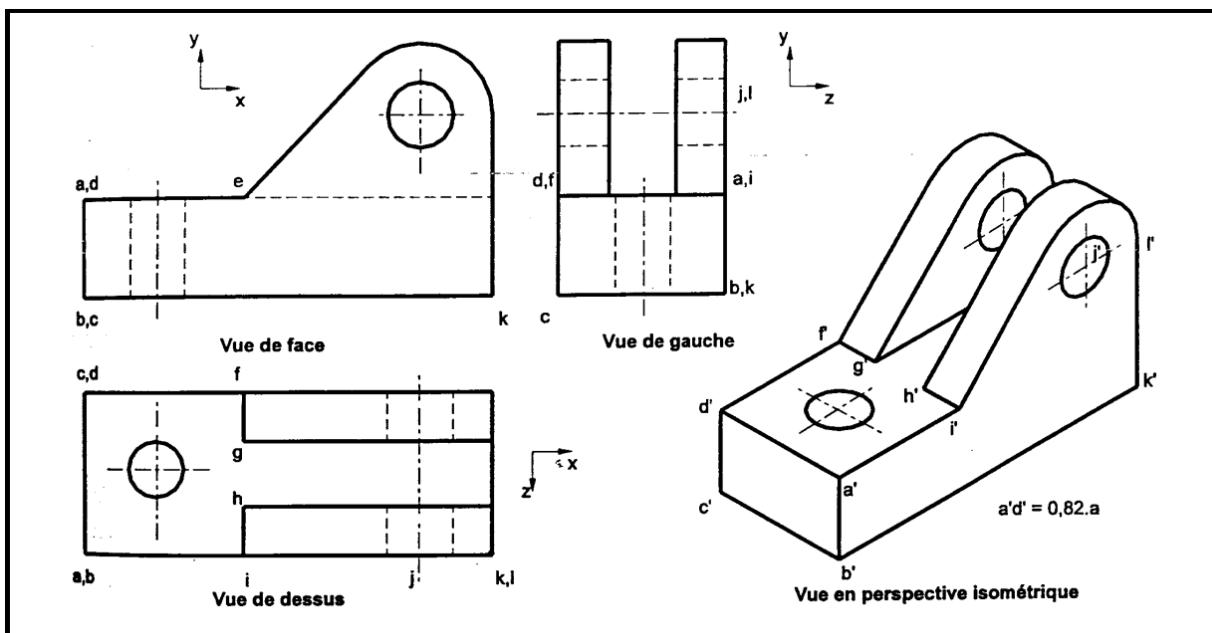
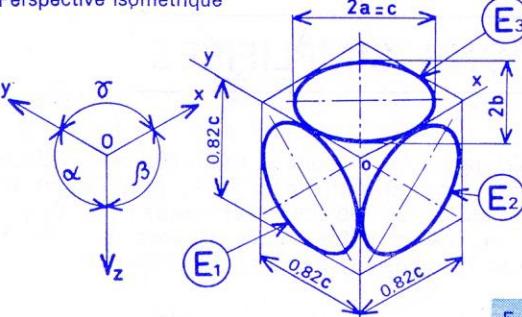
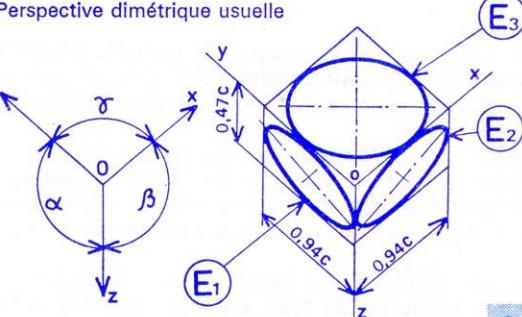
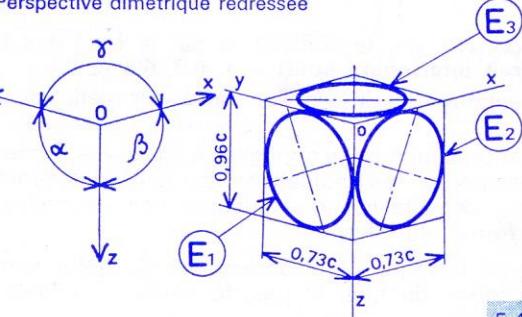
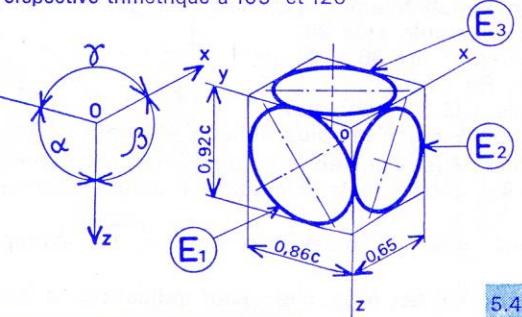


Fig. 10.



IV.3.4. Cotation

Si une représentation en perspective doit être cotée, appliquer aux lignes de cotes et aux lignes d'attache les mêmes règles de projection qu'à l'objet lui-même (fig. 5.46 à 5.49 ci-après).

 <p>Perspective isométrique</p> <p>$\alpha = \beta = \gamma = 120^\circ$</p> <p>$k_x = k_y = k_z = 0,82$</p> <p>2a = côté du cube c</p> <p>2b = 0,58 c</p> <p>Grands axes de E_1, E_2, E_3 perpendiculaires à O_x, O_y, O_z</p> <p>Petits axes en prolongement de O_x, O_y, O_z</p> <p>5.46</p>	
 <p>Perspective dimétrique usuelle</p> <p>$\alpha = \beta = 131^\circ 30'$ $\gamma = 97^\circ$</p> <p>$k_x = k_y = 0,94$ $k_z = k_x/2 = 0,47$</p> <p>Grand axe de E_1, E_2, E_3 = côté du cube c</p> <p>Petit axe de E_1 et E_2 = 0,33 c</p> <p>Petit axe de E_3 = 0,88 c</p> <p>Grand axe de E_1, E_2, E_3 perpendiculaire à O_x, O_y, O_z</p> <p>Petit axe parallèle à O_x, O_y, O_z</p> <p>5.47</p>	
 <p>Perspective dimétrique redressée</p> <p>$\alpha = \beta = 105^\circ$ $\gamma = 150^\circ$</p> <p>$k_x = k_y = 0,73$ $k_z = 0,96$</p> <p>Grand axe de E_1, E_2, E_3 = c</p> <p>Petit axe de E_1 et E_2 = 0,68 c</p> <p>Petit axe de E_3 = 0,27 c</p> <p>Grand axe de E_1, E_2, E_3 perpendiculaire à O_x, O_y, O_z</p> <p>Petit axe parallèle à O_x, O_y, O_z</p> <p>5.48</p>	
 <p>Perspective trimétrique à 105° et 120°</p> <p>$\alpha = 105^\circ$ $\beta = 120^\circ$ $\gamma = 135^\circ$</p> <p>$k_x = 0,65$ $k_y = 0,86$ $k_z = 0,92$</p> <p>Grand axe de E_1, E_2, E_3 = c</p> <p>Petit axe = 0,76 c, 0,52 c, 0,40 c</p> <p>Grand axe de E_1, E_2, E_3 perpendiculaire à O_x, O_y, O_z</p> <p>Petit axe parallèle à O_x, O_y, O_z</p> <p>5.49</p>	

CHAPITRE V : PRÉSENTATIONS SIMPLIFIÉES

Certains éléments d'assemblage et d'organes de machines, très utilisés en construction mécanique, et dont le dessin serait long et difficile à faire, font l'objet d'une convention particulière relative à la simplification de leurs éléments ; ce sont ces conventions que nous examinerons dans ce chapitre.

V.1. FILETAGES

V.1.1. Représentation.

a. **Filetages vus** (tige filetée en vue extérieure et trou taraudé coupé).

Dessiner le cylindre passant par le sommet des filets en trait continu fort, comme une pièce non filetée ou non taraudée (cylindre de diamètre d pour la tige filetée et $0,8d$ pour l'écrou). Dessiner le cylindre à fond de filets en trait continu fin (diamètre $0,8d$ pour la tige filetée et d pour l'écrou) ; indiquer la limite du filetage par un trait continu fort perpendiculaire à l'axe et de longueur x (fig. 6.1 ci-après) ; les filets incomplètement formés, figurés par le cône à fond de filets, peuvent être supprimés si aucune confusion n'est à craindre.

Faire le chanfrein terminal incliné à $45^\circ \pm 15^\circ$, d'une hauteur égale à $d/10$ environ. Sur les filetages coupés, limiter les hachures au trait continu fort (fig. 6.2 ci-après). Sur la vue en bout, représenter le cylindre à fond de filets en trait continu fin, sur les trois quarts de la circonférence environ ; ne pas représenter le chanfrein, qui cacherait le filet.

b. **Filetages cachés.**

Les cylindres passant par le sommet et par le fond des filets sont tous deux représentés en trait interrompu court (fig. 6.3, 6.4 et 6.6 ci-après.)

c. **Assemblage vis-écrou.**

La représentation de la vis l'emporte sur celle du trou taraudé (fig. 6.5 ci-après).

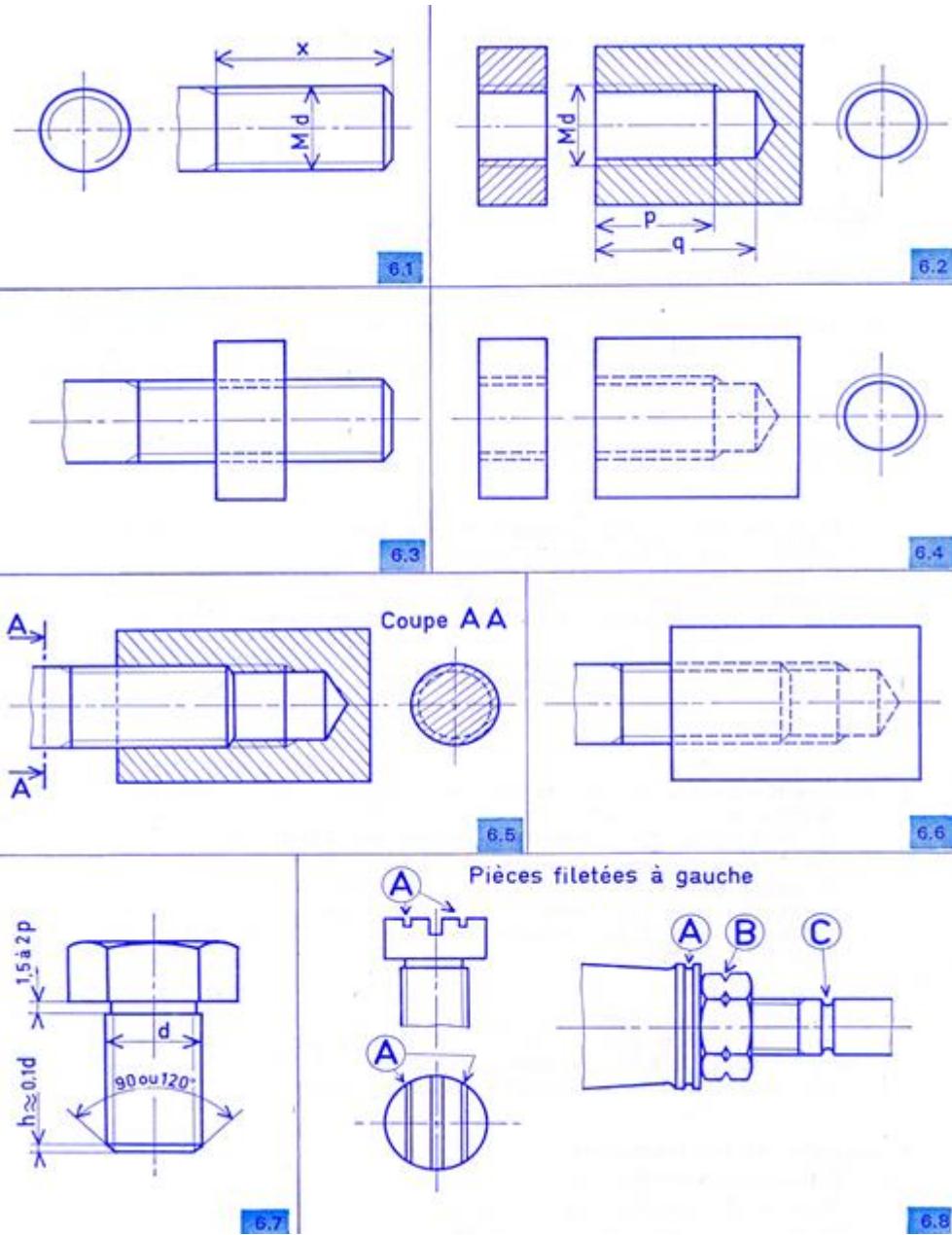
d. **Identification du filetage.**

Cette représentation s'applique à tous les types de filetages ; le dessin doit donc comporter les indications permettant l'identification du filetage : forme, pas, etc. ; dans le cas d'un filetage non normalisé, un dessin de détail doit donner la forme du filet.

V.1.2. Cotation.

En principe, pour identifier un filetage, il faut donner son diamètre nominal (diamètre extérieur de la vis), la forme du filet, le pas, le nombre de filets par pas, le sens de l'hélice.

- a. **Le diamètre nominal** est toujours donné.
- b. **La forme du filet** est indiquée conventionnellement pour les filetages normalisés :
 - M : pour le filetage métrique ISO ; exemple : M 30.
 - Tr : pour le filet trapézoïdal ; exemple : Tr 36 X 6.
 - Rd : pour le filet rond ; exemple : Rd 24 X 3.
 - G : pour le filetage "gaz" ; exemple : G 2 1/2 conique.
(SI pour l'ancien filetage international, qui n'est plus utilisé ; exemple : 27 SI.)
- c. **Le pas** n'est donné, pour le filet M (et l'ancien SI), que s'il est fin ; exemple : M 30 X 2 ; (48 pas 2 SI) ; pour les autres filets, l'indiquer toujours ;
Exemple : TR 36 X 6.
- d. Le nombre de filets n'est donné que s'il n'est pas égal à 1 ;
Exemple : TR 36 X 3, à 2 filets, pas 6.
- e. **Le sens de l'hélice** n'est donné que s'il est à gauche ; sauf indication contraire, le filetage est à droite ; exemple : M 30 à gauche.



V.1.3. Remarques.

1. Sur les vis filetées sur toute leur longueur, prévoir une gorge de dégagement dont le diamètre est égal au diamètre à fond de filet (fig. 6.7 ci-dessus).
2. Repérage des pièces filetées à gauche : voir fig. 6.8 ci-dessus.

V.2. ENGRENAGES

V.2.1. Dessins de détail.

- a. **Vue de face** (projection sur un plan perpendiculaire à l'axe). Ne pas représenter la denture, sauf cas exceptionnel (extrémité d'un secteur denté ou d'une crémaillère, par exemple) ; utiliser dans ce cas, de préférence, le trait continu fin. Représenter donc la roue comme une pièce pleine non dentée, avec tracé de la circonference primitive en trait mixte fin (fig. 6.9 ci-après) ; ne pas représenter la surface de pied, sauf cas exceptionnel ; utiliser alors le trait continu fin. Eviter les coupes ; en cas de nécessité, se borner à une coupe locale ne s'étendant pas à la partie dentée.
- b. **Projection sur un plan parallèle à l'axe.** Ne pas représenter la denture ; représenter la roue comme une pièce pleine non dentée, avec tracé du contour apparent de la surface primitive, en trait mixte fin ; faire dépasser le trait de part et d'autre du contour de la roue (fig. 6.9 ci-après). Ne pas représenter la surface de pied, sauf cas exceptionnel ; utiliser alors le trait interrompu court (contour caché).
- c. **Coupe axiale** : Faire la coupe comme s'il s'agissait d'une roue à denture droite ayant deux dents diamétralement opposées, représentées non coupées ; tracer le contour apparent de la surface primitive, comme au paragraphe précédent (fig. 6.9 ci-après).

V.2.2. Dessins d'ensemble.

En vue de face et projection sur un plan parallèle à l'axe, représenter chacune des roues comme si elle était seule ; aucune des deux roues de l'engrenage n'est supposée cachée par l'autre, dans la partie en prise (fig. 6.10 ci-après).

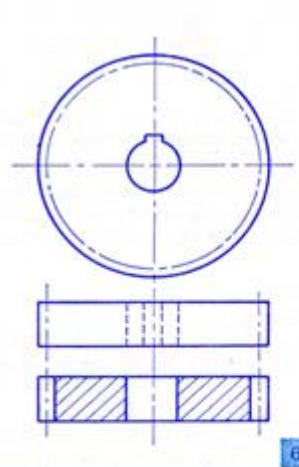
En coupe axiale, la dent de l'une des roues, arbitrairement choisie, est supposée cachée par celle de l'autre ; si l'une des roues seulement est représentée en coupe, sa denture est supposée cachée par celle de la roue conjuguée non coupée (fig. 6.10 ci-après).

V.2.3. Représentations simplifiées.

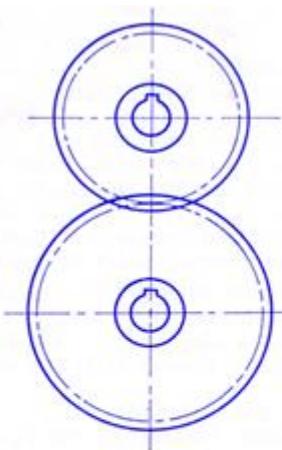
La denture doit être représentée comme précédemment ; la simplification ne doit porter que sur des détails autres que la denture (fig. 6.12, 6.14 et 6.16 ci-après). Respecter, si possible, à l'échelle adoptée, l'encombrement en diamètre et en largeur de la partie active.

V.2.4. Exemples de représentations.

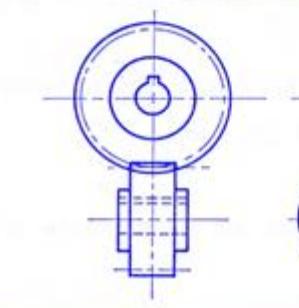
Engrenage hélicoïdal : fig. 6.11 et 6.12 ci-après. Roue et vis sans fin : fig. 6.13 et 6.14 ci-après. Engrenage conique : fig. 6.15 et 6.16 ci-après.



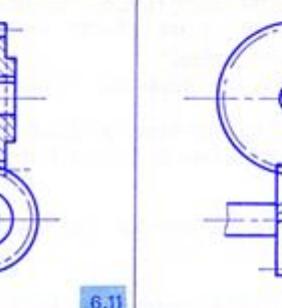
6.9



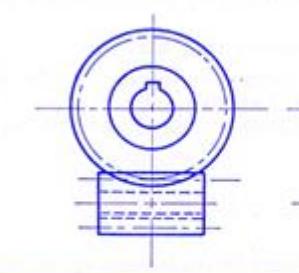
6.10



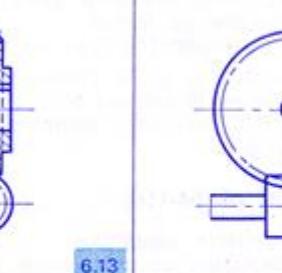
6.11



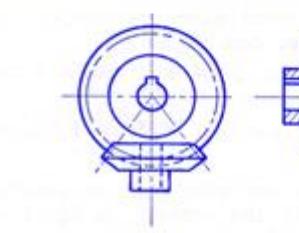
6.12



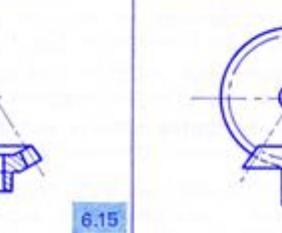
6.13



6.14



6.15



6.16

CHAPITRES VI : ÉTATS DE SURFACE

VI.1. GENERALITES

L'aptitude d'une pièce à remplir une fonction donnée dépend d'un ensemble de facteurs et notamment de son état de surface. Le terme état de surface englobe :

- L'état géométrique de la surface, caractérisé par les écarts entre la forme géométrique réelle de la pièce fabriquée et la forme géométrique idéale.
- L'état mécanique de la surface, caractérisé par la nature de la couche superficielle de la pièce.

Dans le présent chapitre, nous allons juste donner quelques indications de façonnage sans entrer dans l'état géométrique des surfaces, qui influe sur de nombreuses propriétés : frottement de glissement et de roulement, résistance à l'usure et au grippage, adhérence des revêtements et dépôts électrolytiques, résistance à l'écoulement des fluides, aux efforts alternés, etc. ; il influe également sur la précision des mesures de la pièce.

L'indication des irrégularités de surface sur les dessins peut se faire de deux façons : soit d'une manière purement qualitative par les signes de façonnage, soit d'une façon quantitative par les critères d'état géométrique que nous ne ferons pas mention dans les présentes notes de cours.

VI.2. INDICATIONS DE FAÇONNAGE

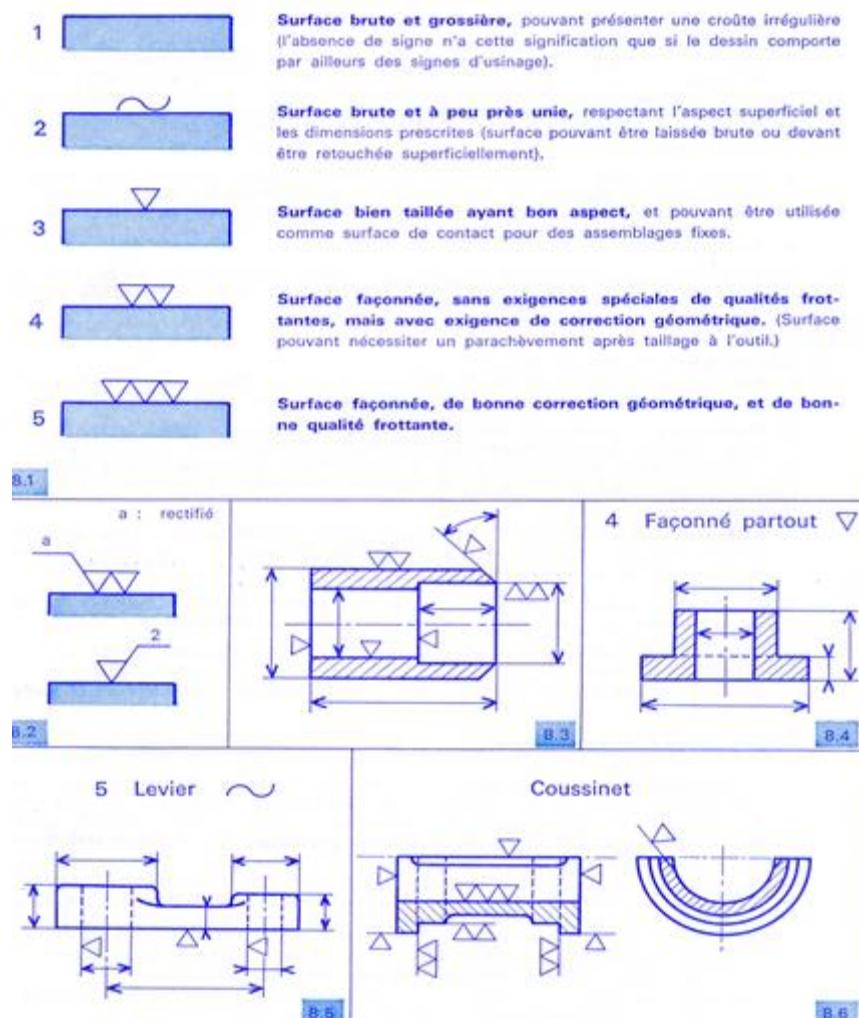
VI.2.1. Signes de façonnage.

Voir tableau ci-après (fig. 8.1).

VI.2.2. Utilisation de ces signes.

- a. Ne porter les signes de façonnage que sur les dessins de détail, jamais sur les dessins d'ensemble ; les dessiner en trait fin, d'une hauteur de 3 à 5 mm.
- b. Porter les signes de façonnage sur les lignes représentatives des surfaces ou sur leur prolongement (du côté extérieur à la matière), autant que possible au voisinage des lignes de cotes correspondantes. Ne les porter que sur une seule des génératrices des solides de révolution, et que sur une seule vue (fig. 8.3 ci-après).
- c. Lorsqu'une pièce comporte le même degré de façonnage pour toutes ses surfaces, indiquer seulement : « Façonné partout », par exemple, soit en nota, soit sur la nomenclature (fig. 8.4 ci-après).
- d. Lorsqu'une pièce comporte le même degré de façonnage pour toutes ses surfaces, à l'exception d'une ou de deux d'entre elles, procéder comme au

- paragraphe précédent et porter sur les faces faisant exception le signe d'usinage correspondant (fig. 8.5 ci-après).
- e. Si des indications d'usinage plus précises sont nécessaires, les indiquer par un renvoi sur le signe de façonnage, de préférence à gauche, et une légende (fig. 8.2 ci-après).
- f. Indiquer, s'il y a lieu, les surépaisseurs d'usinage, en millimètres, par un simple chiffre sur le signe d'usinage, de préférence à droite (fig. 8.2 ci-après). (Les surfaces comportant une surépaisseur d'usinage peuvent être rendues plus apparentes en doublant ou en renforçant le trait du dessin.)



VI.2.3. Exemples d'emploi.

1^{er} signe : surfaces non usinées des pièces moulées ou forgées, ou grossièrement taillées dans la masse.

2^{ème} signe : (simple triangle) : faces de contact de semelles, brides, bossages, lamages ; assemblages avec jeu important (cotes nominales différentes).

3^{ème} signe : (double triangle) : pièces d'assemblages fixes s'ajustant l'une dans l'autre : emboîtement cylindrique, rainure et languette, etc.

4^{ème} signe : (triple triangle) : pièces d'assemblages mobiles avec mouvement relatif important : arbre et coussinet, maneton de manivelle, glissières, coulisseaux, etc.

Exemple : coussinet de palier (fig. 8.6 ci-dessus.)

CHAPITRES VII : COTES

VII.1. EXECUTION MATERIELLE DE LA COTATION

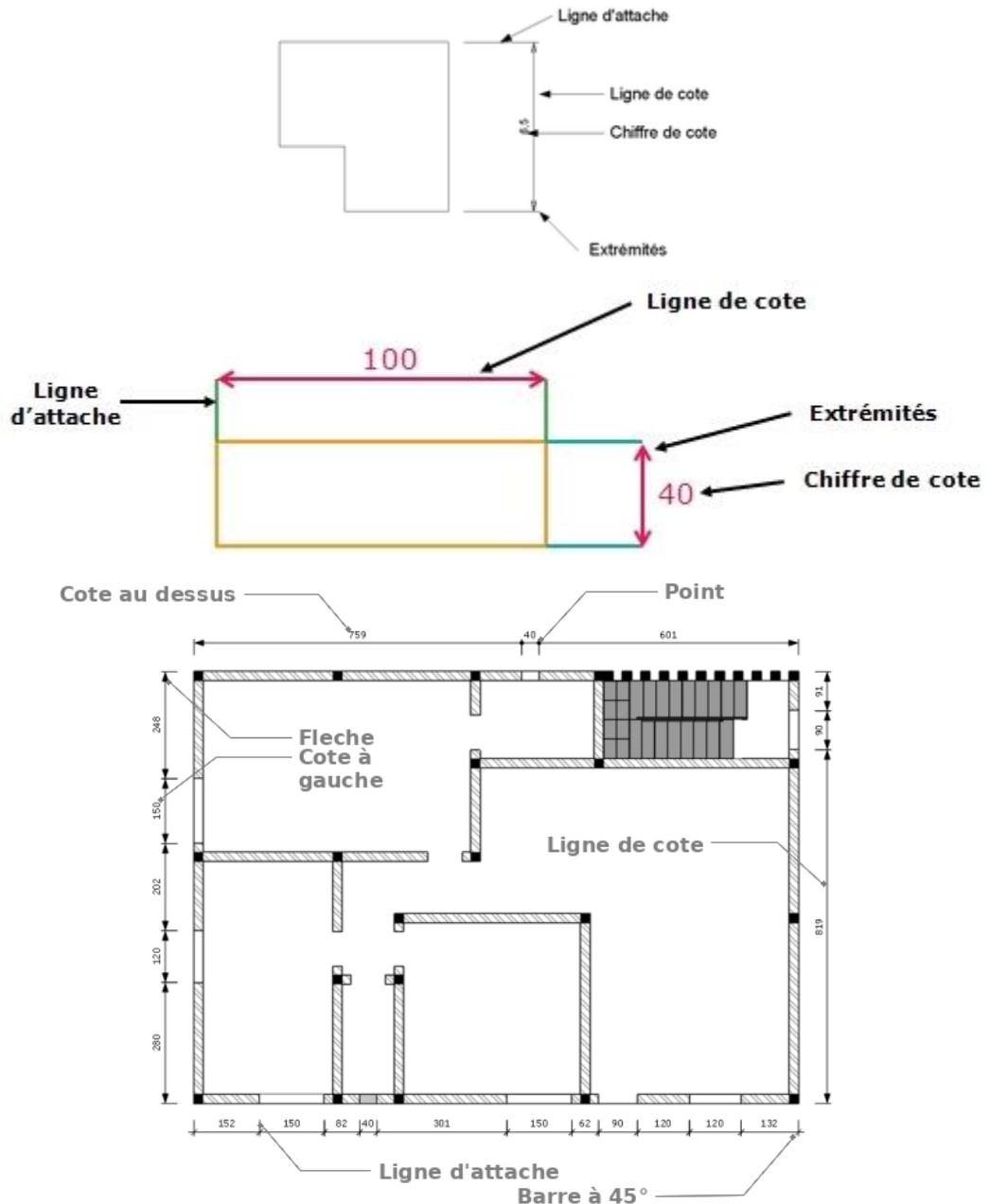
VII.1.1. Généralités

La cotation a pour but d'indiquer les dimensions de la pièce dessinée, sans que l'on soit obligé de les mesurer sur le dessin, ce qui ne serait ni commode ni précis. Les dimensions à inscrire sont celles de la pièce, quelle que soit l'échelle du dessin. Les longueurs s'expriment en millimètres, les angles en degrés ; en cas de dérogation justifiée, faire toujours suivre la cote du symbole de l'unité employée. La cotation est une opération importante et difficile ; elle ne doit comporter ni erreur ni oubli.

VII.1.2. Eléments de la cotation

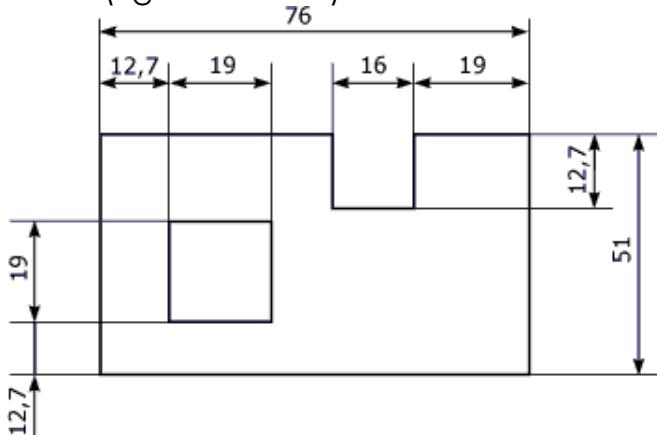
L'inscription d'une cote comprend le tracé des lignes d'attache, de la ligne de cote, des flèches, des chiffres (fig. 9.1 ci-après).

1. **Lignes de cote et d'attache.** Les tracer en trait continu fin ; les lignes d'attache doivent être perpendiculaires au segment à coter (sauf exceptions), la ligne de cote est parallèle à ce segment ; faire dépasser légèrement les lignes d'attache de la ligne de cote (fig. 9.1 ci-après).
2. **Une ligne de cote :** est un trait fin continu dont les deux extrémités sont limitées par des flèches aigues en forme de triangles isocèles noircis ou non d'un certain angle au sommet ; la ligne de cote ne doit pas dépasser ou ne pas atteindre les lignes d'attache délimitant l'objet à coter.
3. **Flèches.** Séparer nettement les deux branches ; les ouvrir suivant un angle de 30° à 45° ; placer le sommet de la flèche exactement sur la ligne d'attache (fig. 9.1 et 9.2 ci-après) ; proportionner la longueur des flèches (2 à 3 mm) et la largeur du trait de deux branches à la largeur du trait du dessin. En cas de ligne de cote très courte, rejeter les flèches à l'extérieur, ou remplacer les deux flèches opposées par un point (fig. 9.3 ci-après). Les flèches peuvent être ouvertes ou fermées.
- 4 **Chiffres de cote.** Les placer au-dessus et légèrement détachés de la ligne de cote, vers le milieu de sa longueur ; utiliser toujours l'écriture normalisée ; hauteur : 3 à 4 mm. Disposer les chiffres de manière qu'ils ne soient ni coupés ni séparés par une ligne quelconque (axe, hachure, etc.) ; sur les lignes de cotes verticales, écrire les chiffres à gauche et en montant de façon qu'ils soient lus de la droite du dessin.



VII.1.3. Groupement des cotes

1. **Cotation en série.** Cotation de dimensions se suivant sans se chevaucher (fig. ci-dessous).



2. **Cotation en parallèle.** Cotation, sur des lignes parallèles, de dimensions ayant même direction, à partir d'une origine commune (fig. 9.4 ci-après).

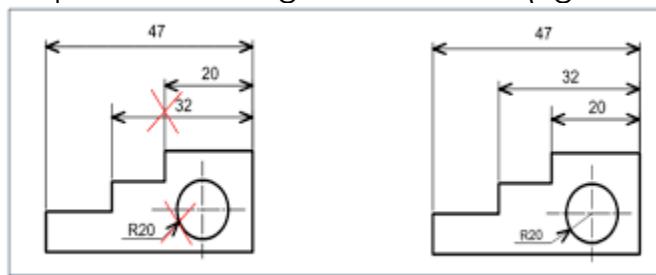
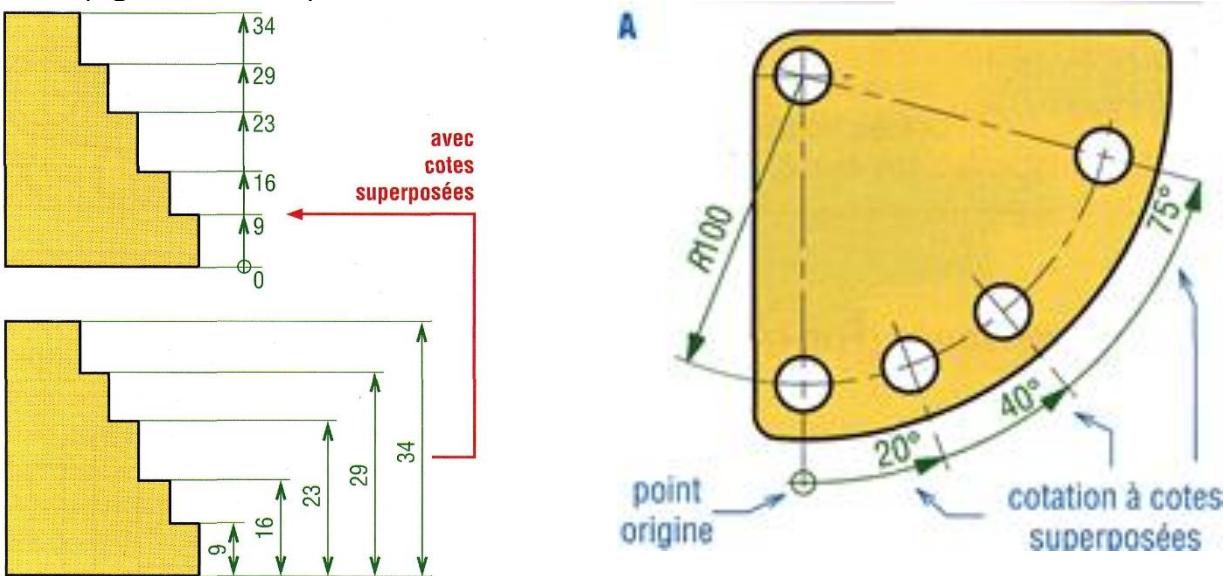
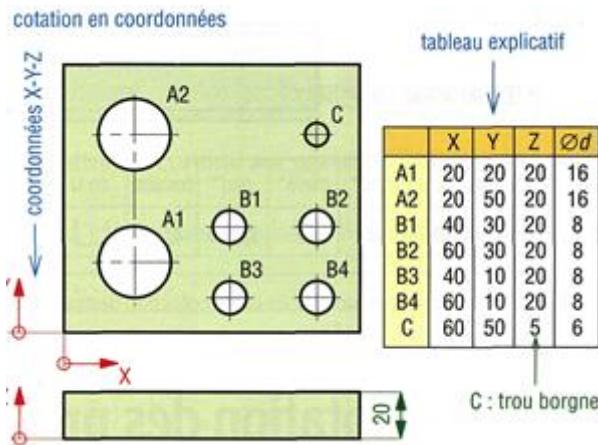


Figure 49: Cotation en parallèle

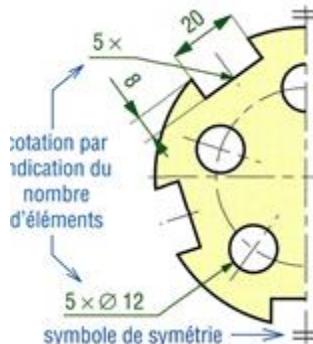
1. **Cotation à cotes superposées.** Elle remplace la cotation en parallèle lorsqu'aucun risque de confusion n'est à craindre ; les cotes sont inscrites en prolongement de la ligne d'attache ; l'origine commune est cotée zéro (fig. ci-dessous).



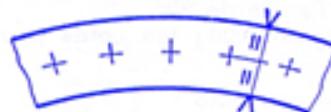
2. **Cotation en coordonnées.** Cotation à partir d'une origine commune, dans deux directions perpendiculaires ; les cotes sont groupées dans un tableau en dehors du dessin, mais à proximité de celui-ci (fig. ci-dessous).



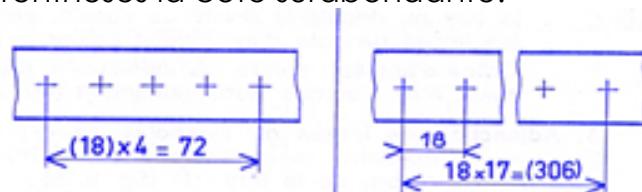
3. **Cotation par indication de nombre d'éléments :** Cotation pour désigner le nombre total d'un élément sur une pièce si tous ne peuvent pas être représentés sur le dessin d'ensemble (fig. ci-dessus).



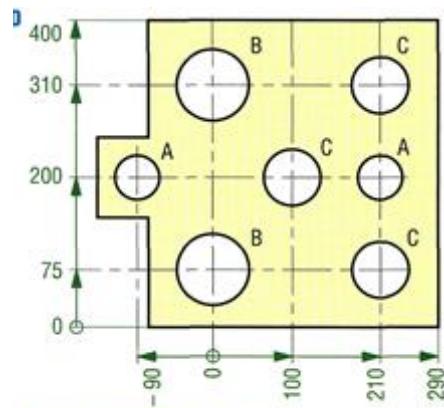
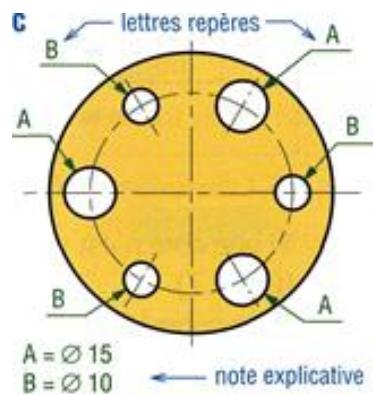
4. **Dimensions égales.** On peut remplacer les cotes partielles par le signe =.



6. **Eléments équidistants.** Utiliser la disposition de la figure ci-dessous ; compléter éventuellement par la cotation séparée de l'un des intervalles, s'il y a risque de confusion entre le nombre d'intervalles et leur longueur (fig. 9.9 ci-après) ; inscrire entre parenthèses la cote surabondante.

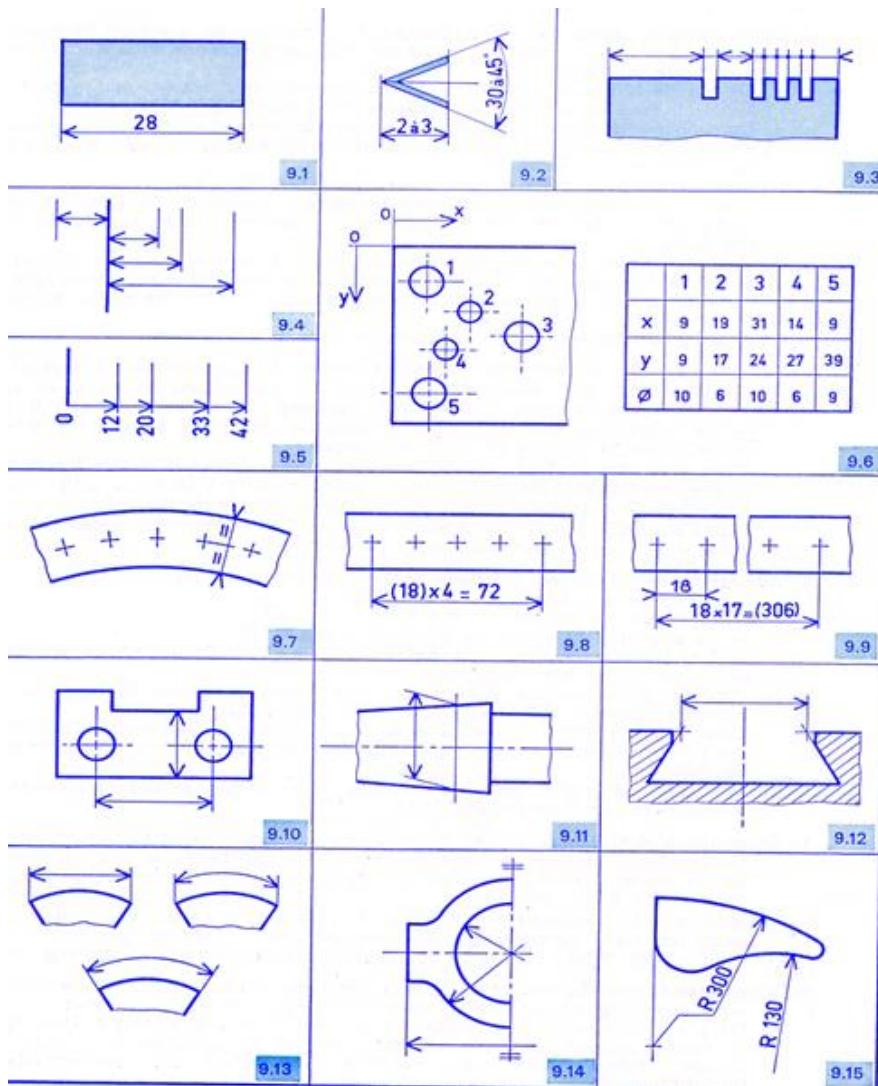


5. **Eléments répétitifs :** Cotation utilisée pour des éléments qui se répètent plusieurs fois dans une pièce, avec une note explicative.



lettres repères A-B-C et tableau explicatif

Remarque. Il ne s'agit là que de la disposition matérielle des cotes ; le choix des dimensions à coter montre si l'un de ces groupements peut être utilisé.



VII.2. DISPOSITION MATERIELLE DES COTES

VII.2.1. Lignes d'attache, lignes de cotes et flèches.

Ne jamais utiliser une ligne de contour, ni une ligne d'axe, comme ligne de cote ; leur emploi comme ligne d'attache est par contre admis (fig. 9.10 ci-avant).

En cas de nécessité, tracer les lignes d'attache obliquement par rapport au segment, mais de préférence parallèles entre elles (fig. 9.11 ci-avant).

Cotation entre points d'épure : prolonger légèrement au-delà de leur point d'intersection, les lignes d'épure concourantes et la ligne d'attache passant par leur intersection (fig. 9.12 ci-après).

Cotation d'une corde, d'un arc, d'un angle : voir fig. 9.13 ci-avant.

Cotation de demi-vues ou de vues partielles : prolonger la ligne de cote légèrement au-delà de l'axe de symétrie, la deuxième flèche étant supprimée (fig. 9.14 ci-avant).

Cotes de rayon : ne pas mettre de flèche au centre de l'arc de cercle ; si le centre se trouve en dehors des limites de la vue, briser ou interrompre la ligne de cote de rayon, suivant qu'il est nécessaire ou non de situer le centre (fig. 9.15 ci-avant).

Chanfreins : adopter l'une des dispositions de la figure 9.18 ci-après.

VII.2.2. Chiffres de cotes.

Exceptionnellement, les chiffres de cotes peuvent être placés :

- sur le côté, pour éviter de superposer des chiffres ou de tracer de longues lignes de cotes, que l'on peut ne tracer que partiellement (fig. 9.16 ci-après) ;
- sur le prolongement de la ligne de cote, de préférence à droite (fig. 9.17 ci-après) ;
- au milieu de la ligne de cote interrompue.

Orientation des chiffres : ils doivent être inscrits de façon à être lus depuis le bas ou depuis la droite du dessin, conformément à la figure 9.19 ci-après ; éviter les lignes de cote d'inclinaison comprise dans l'angle de 30°.

Cotes d'angles : suivre les indications de la figure 9.20 ci-après ; les cotes peuvent aussi être inscrites horizontalement (fig. 9.21 ci-après).

VII.2.3. Adjonction de lettres ou symboles.

Faire précéder une cote :

- de diamètre, du symbole Φ (fig. 9.16 ci-après) ;
- de rayon, de la lettre R (fig. 9.15) ;
- de surplat d'un carré, du symbole \square (fig. 9.22 ci-après) ;

Sauf si le dessin montre sans ambiguïté qu'il s'agit d'une cote de diamètre, de rayon, ou de côté d'un carré.

Cotation d'une surface sphérique : faire précéder la cote de rayon ou de diamètre du mot « sphère » écrit en entier (fig. 9.23 ci-après).

Cotation de la section d'une barre ou d'un profilé : faire précéder l'ensemble des dimensions de la section par l'un des symboles de la figure 9.24 ci-après ; exemple : fig. 9.25 ci-après.

Cotations d'éléments identiques répétés : on peut utiliser des lettres repères renvoyant à une légende (fig. 9.27 ci-après).

VII.2.4. Dispositions particulières.

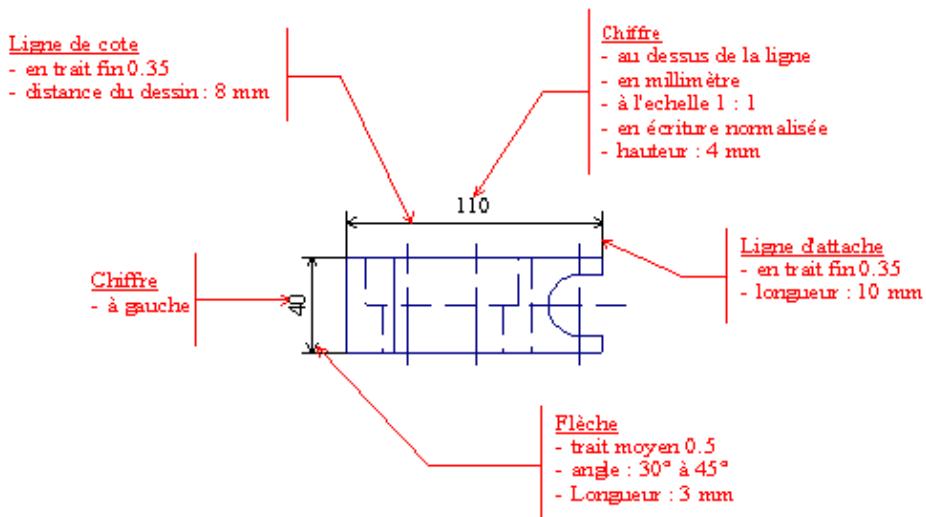
Lignes de repère de nomenclature et toutes indications manuscrites : terminer la ligne de repère par une flèche si elle se termine sur le contour d'une pièce, par un point si elle se termine à l'intérieur du contour (fig. 9.26 ci-après).

Indication de traitement complémentaire : elle s'effectue au moyen d'un trait mixte fort tracé parallèlement à la surface traitée, coté en grandeur et en position (fig. 9.28 ci-après), sauf si le dessin montre clairement ses limites (fig. 9.29 ci-après).

VII.2.5. Application de la cotation

Eléments de cotation

Le simple dessin d'un objet ne permet pas de définir complètement les dimensions de cet objet. La prise des dimensions directement sur le dessin est trop imprécise. Il faudra donc mettre des cotes sur le dessin.

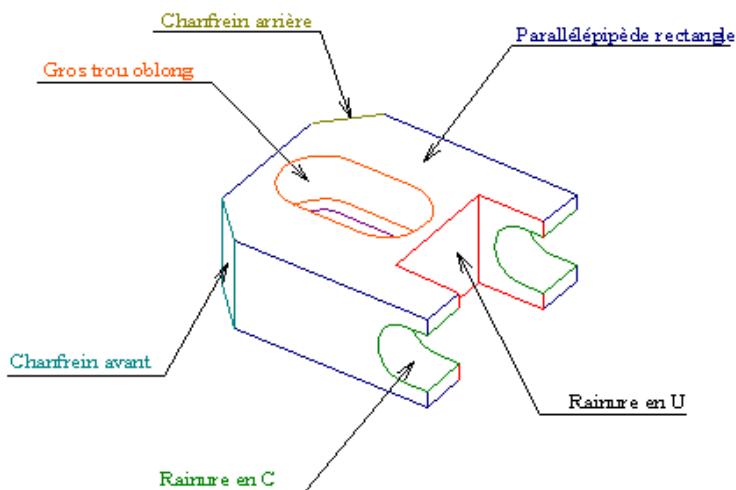


Décompte des formes

Faire le décompte des formes

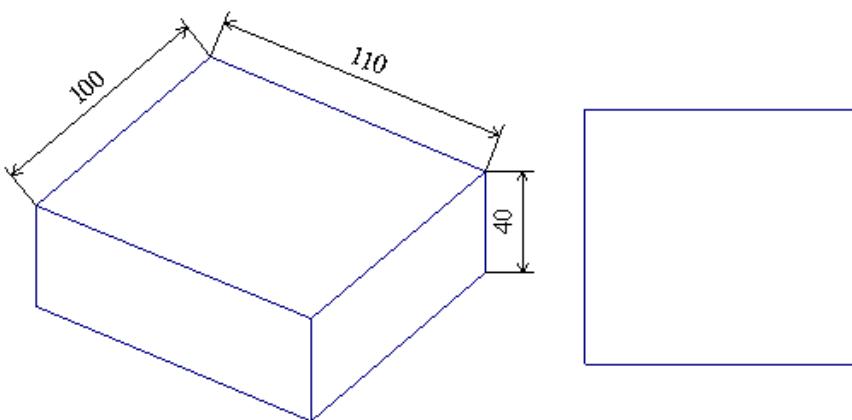
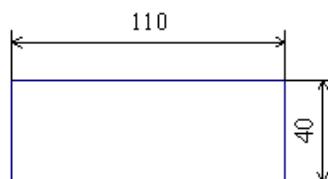
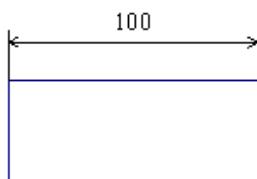
Pour réaliser l'objet, l'usineur doit fabriquer celui-ci forme par forme.

Le dessinateur devra donc préparer une cotation forme par forme en tenant compte du fonctionnement de l'appareil.



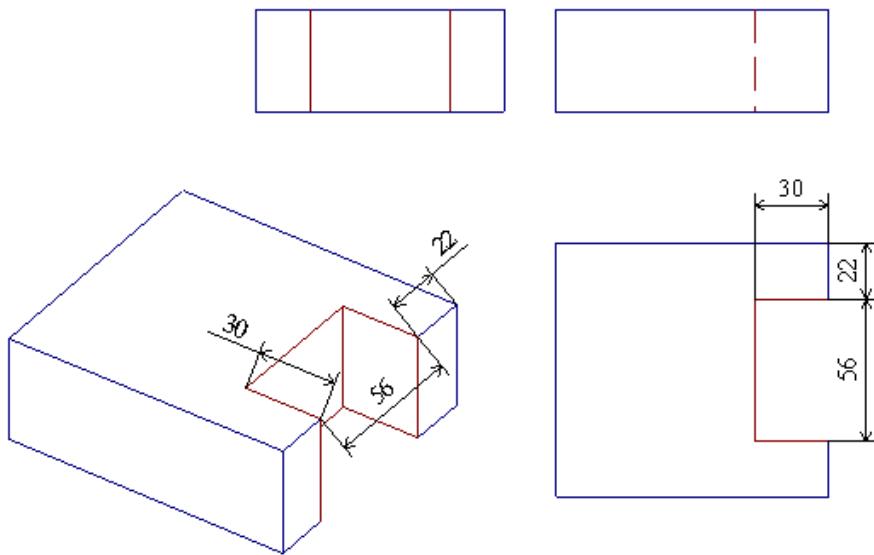
Parallélépipède

Coter le parallélépipède rectangle



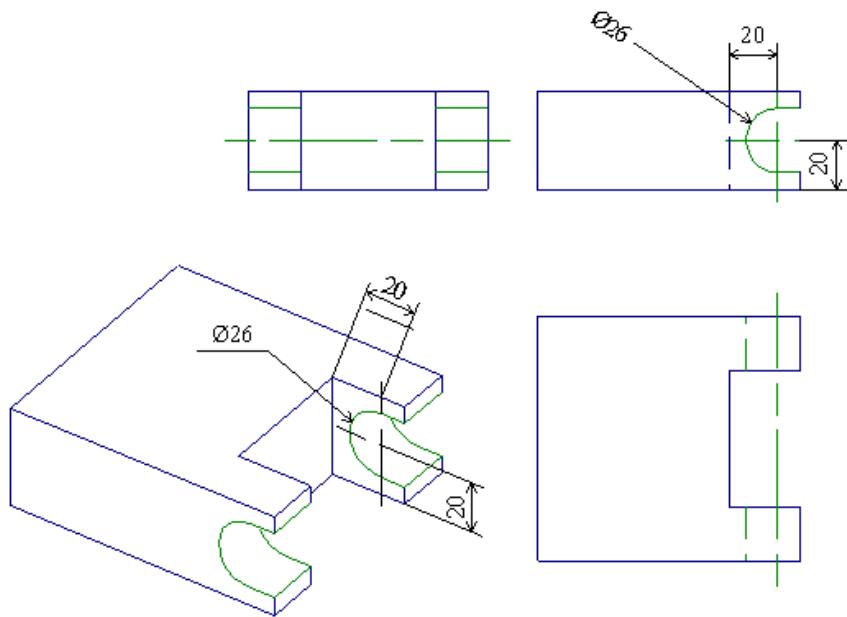
Rainure en U

Coter la rainure en U



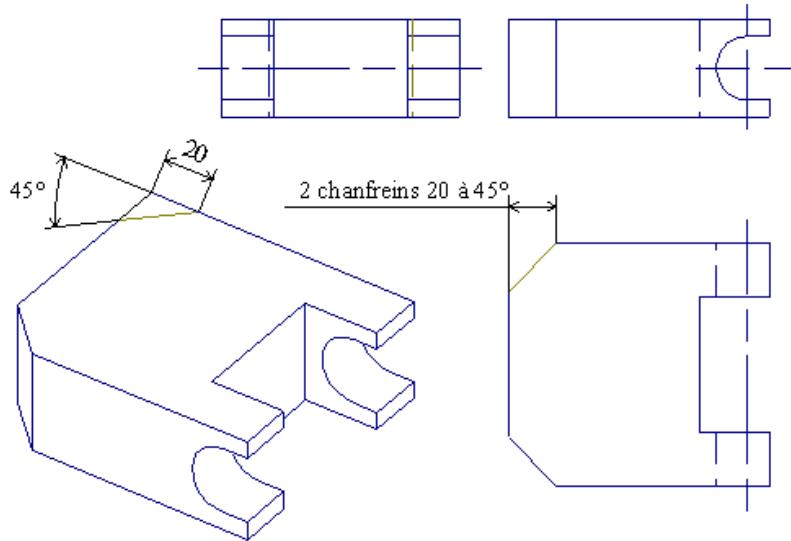
Rainure en C

Coter la rainure en C



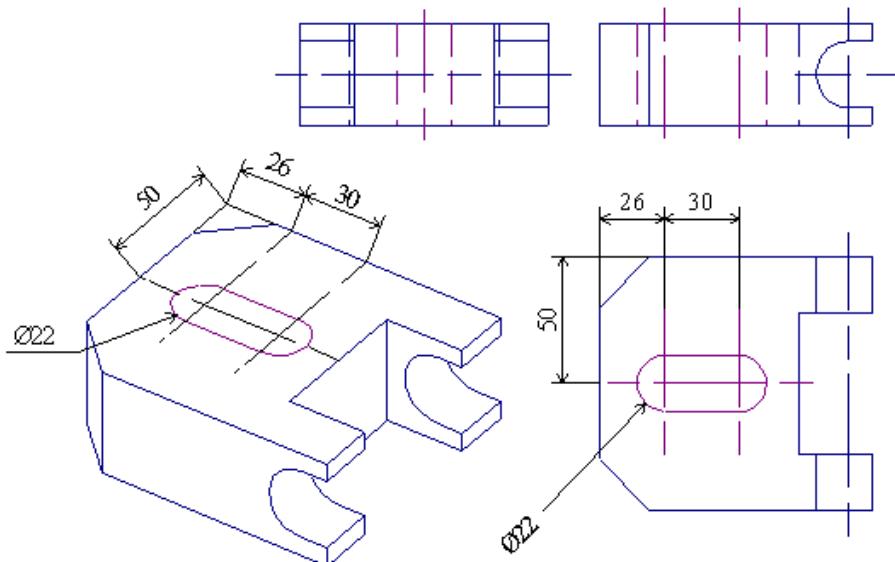
Chanfreins

Coter les chanfreins



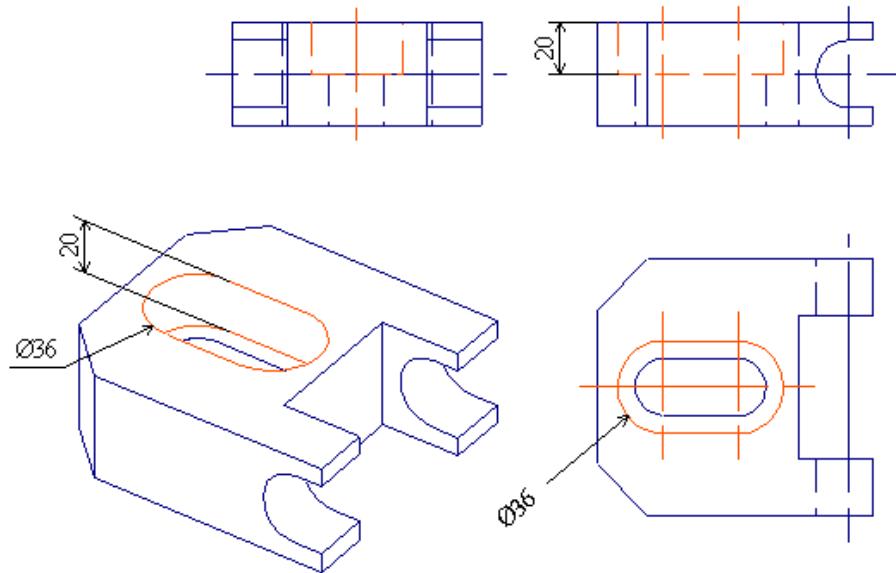
Petit trou oblong

Coter le petit trou oblong

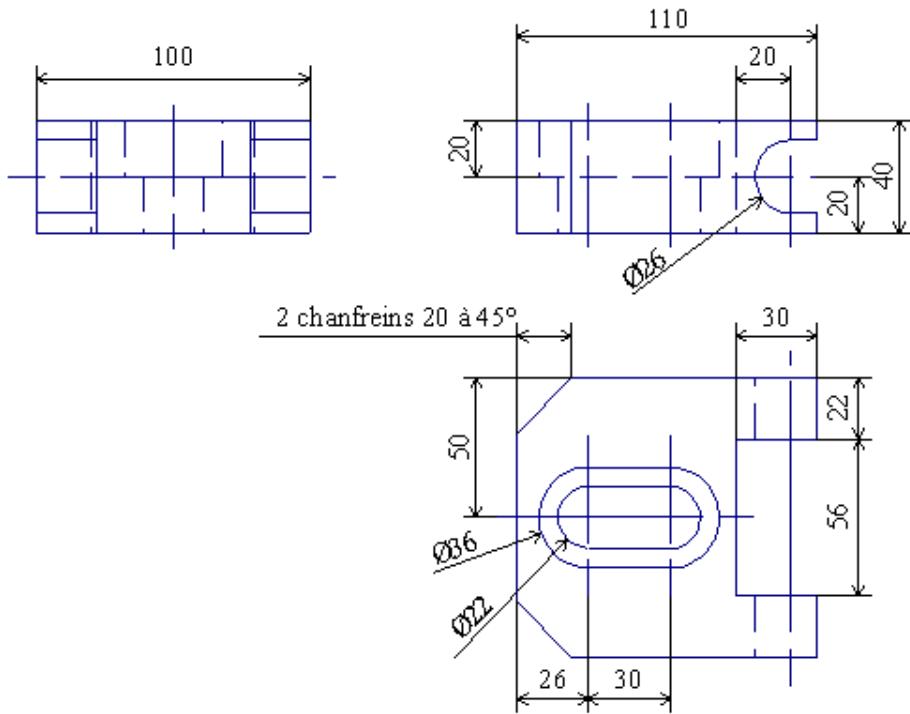


Gros trou oblong

Coter le gros trou oblong

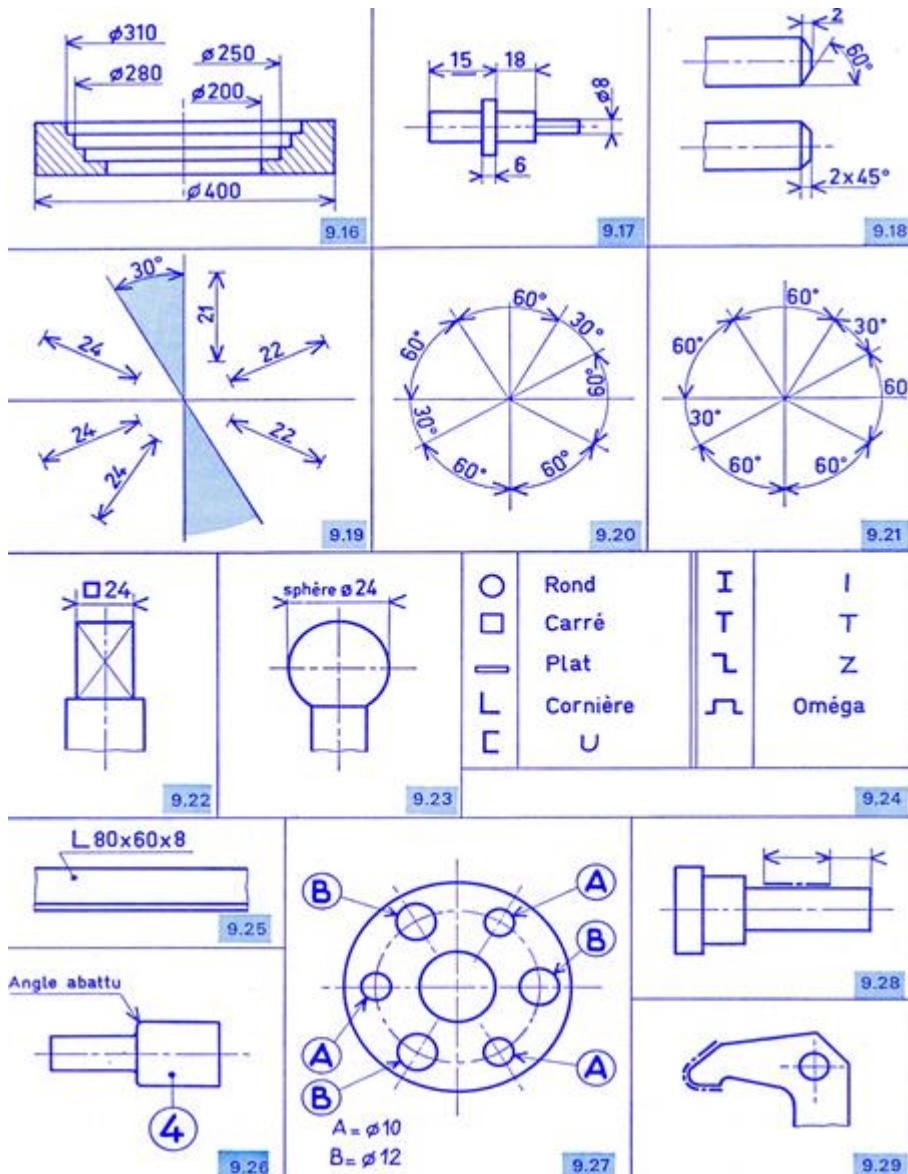


Solution finale

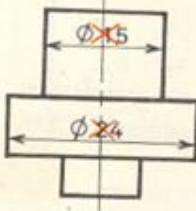
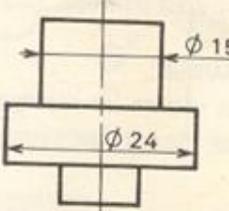
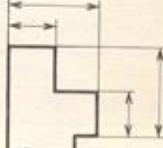
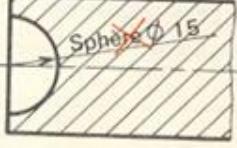
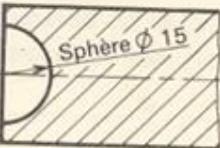
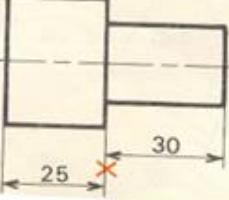
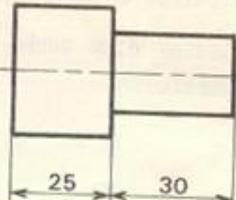
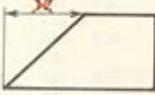
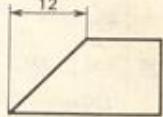
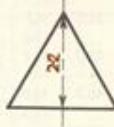
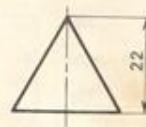
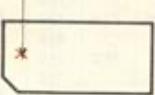
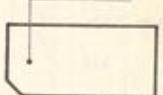
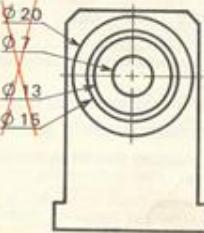
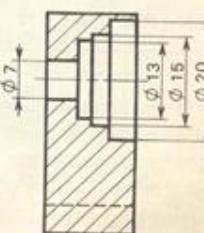


VII.2.5. Recommandations.

- Eviter autant que possible que des lignes de cote se coupent entre elles, ou coupent une ligne d'attache ou une ligne du dessin.
- Ne pas mettre de ligne de cote sur un axe, ni en prolongement d'une ligne du dessin ; ne pas mettre de flèche au sommet de l'angle de deux traits.
- Si une dimension n'est pas à l'échelle, souligner la cote correspondante (fig. 9.17 ci-après).

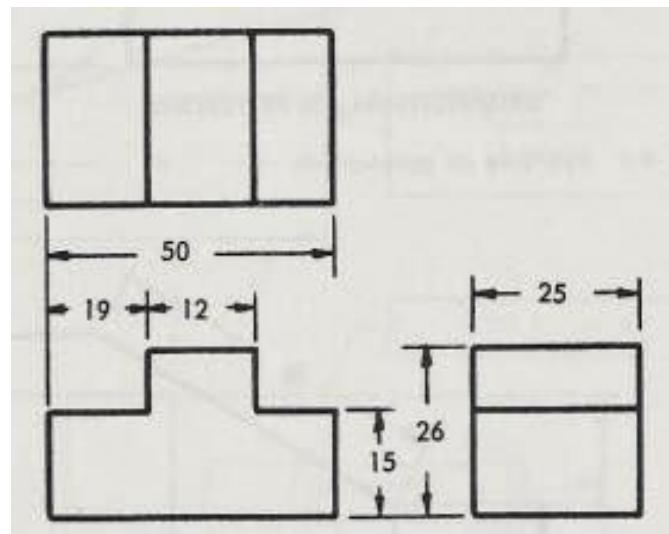


FAUTES A EVITER

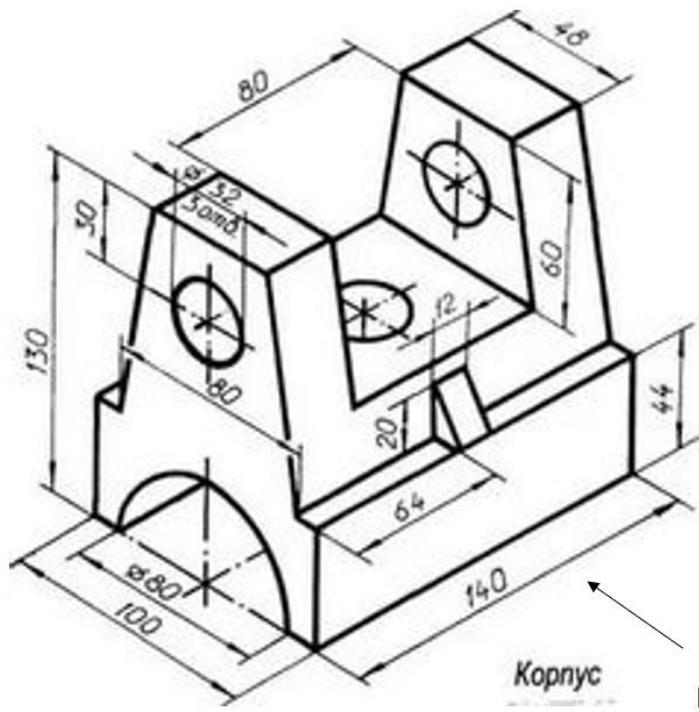
MAUVAISE COTATION	BONNE COTATION	MAUVAISE COTATION	BONNE COTATION
			
			
			
			
			
			

2ème PARTIE : EXERCICES

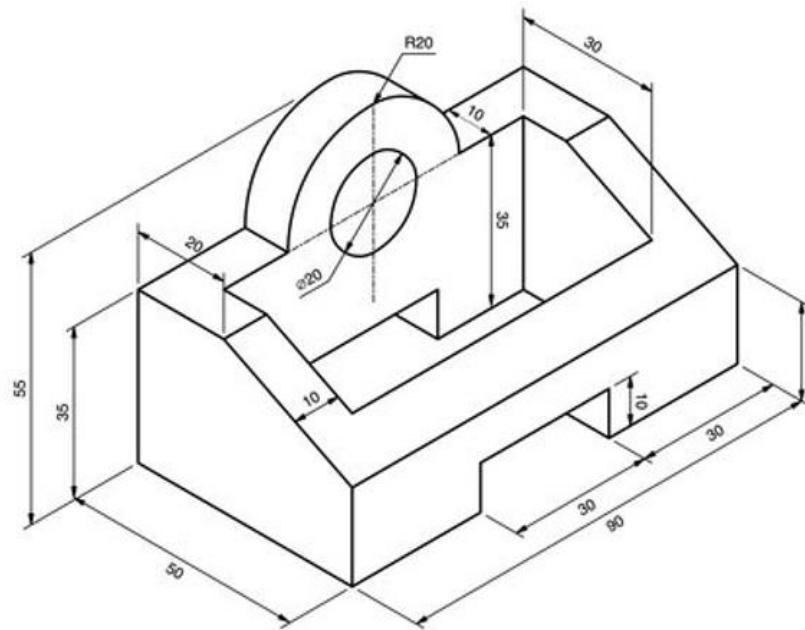
N° 1 : Reproduisez ces trois vues ci-dessus sur un format A4 avec cartouche en respectant la mise en page.



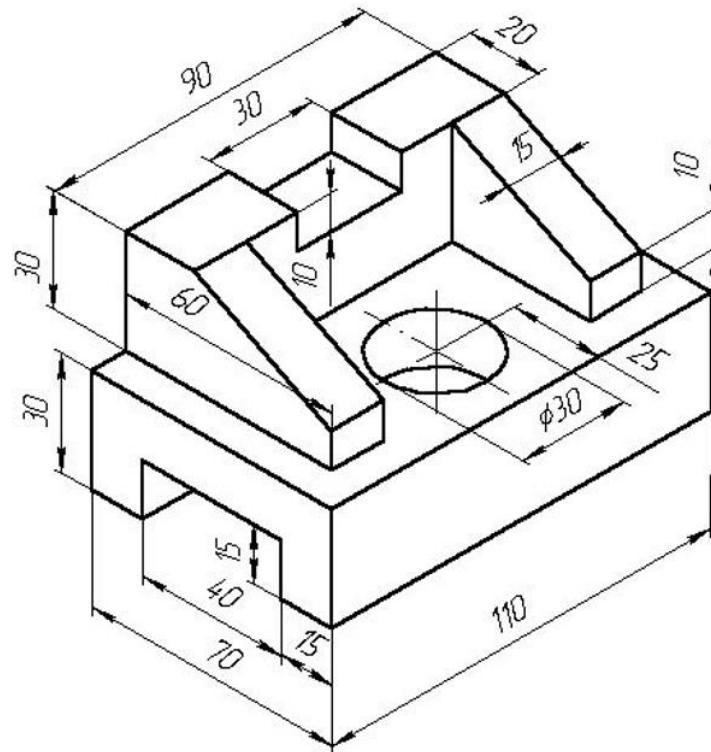
N° 2 : Reproduire le support ci-dessous.



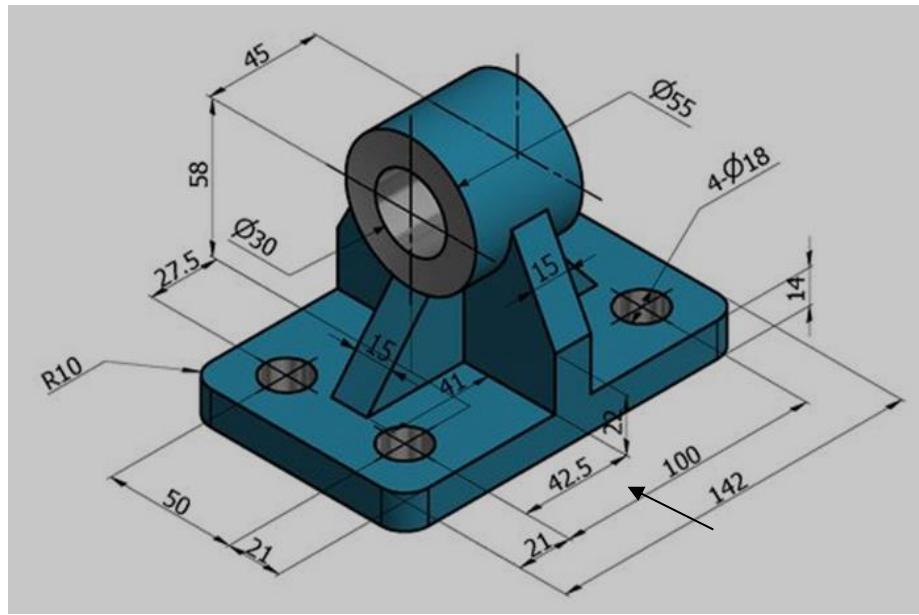
N° 3 : Reproduire le support ci-dessous et coter.



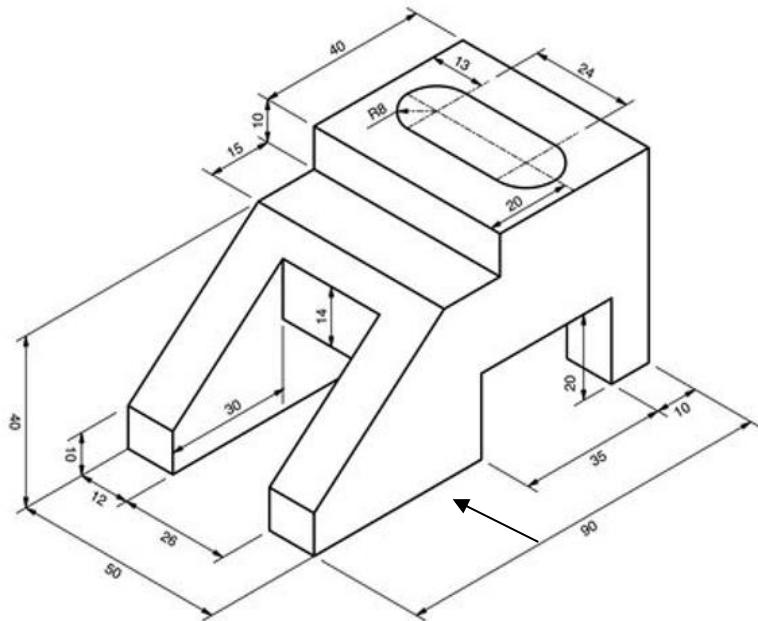
N° 4 : Reproduire le support ci-dessous et coter.



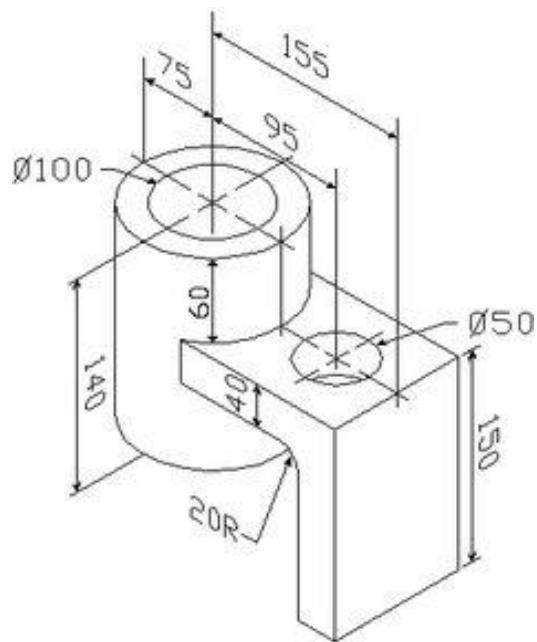
N° 5 : Représenter la vue de face, la vue de gauche et la vue de dessus du support ci-dessous.



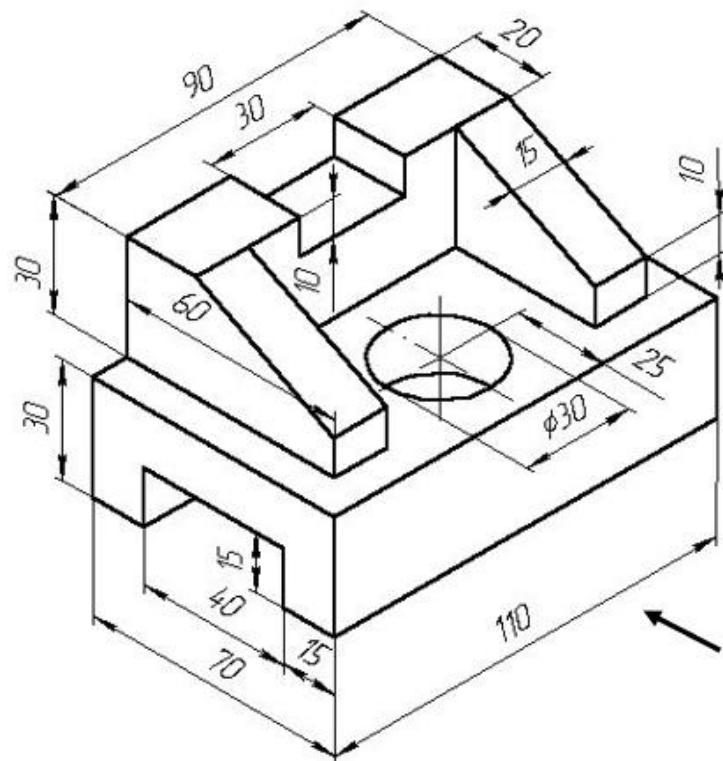
N° 6 : Représenter la vue de face, la vue de gauche et la vue de dessus du support ci-dessous et coter.



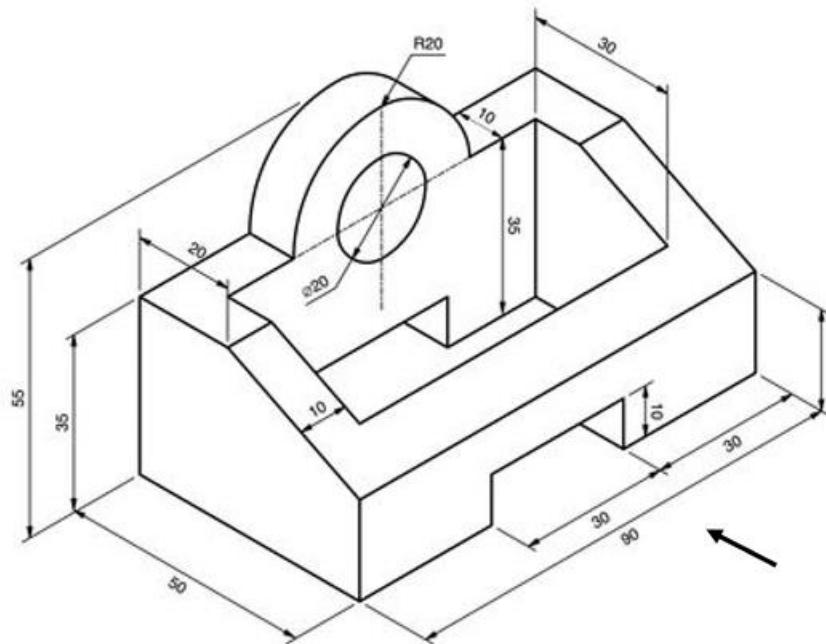
N° 7 : Représenter la vue de face, la vue de gauche et la vue de dessus du support ci-dessous et coter.



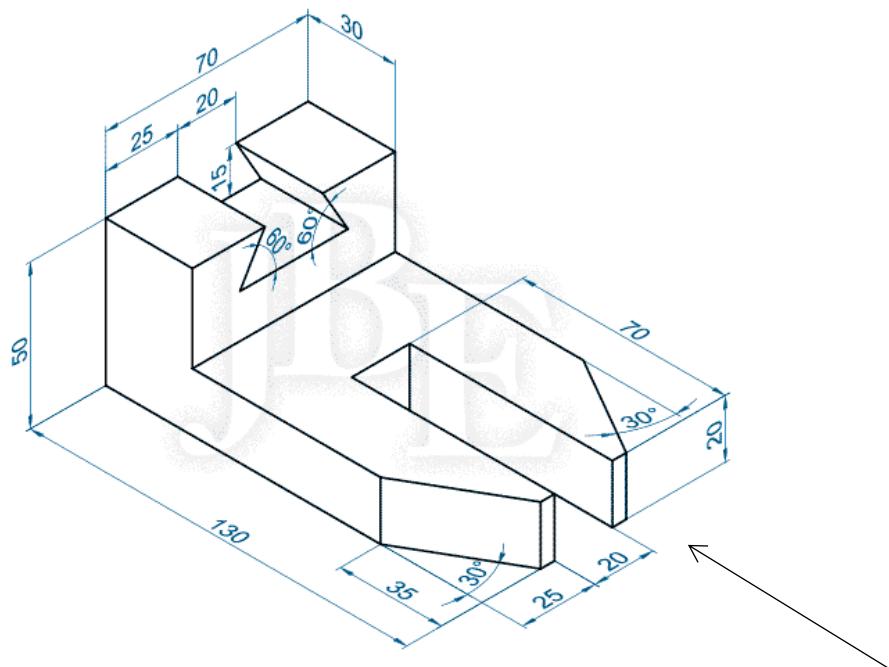
N° 8 : Représenter la vue de face, la vue de gauche et la vue de dessus du support ci-dessous et coter.



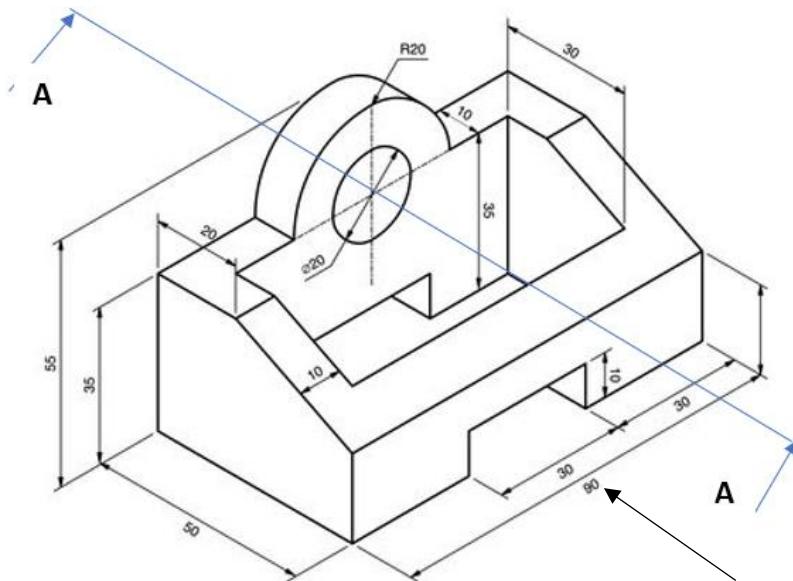
N° 9 : Représenter la vue de face, la vue de gauche et la vue de dessus du support ci-dessous et coter.



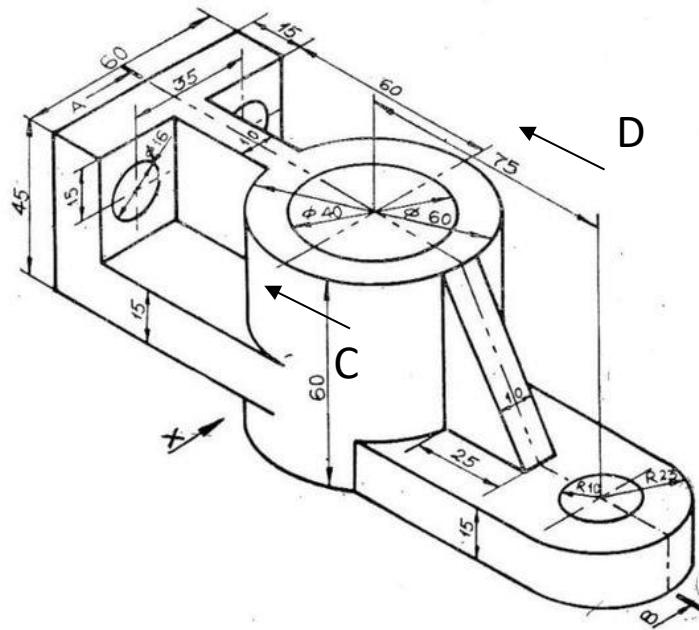
N° 10 : Représenter la vue de face, la vue de gauche et la vue de dessus du support ci-dessous et coter.



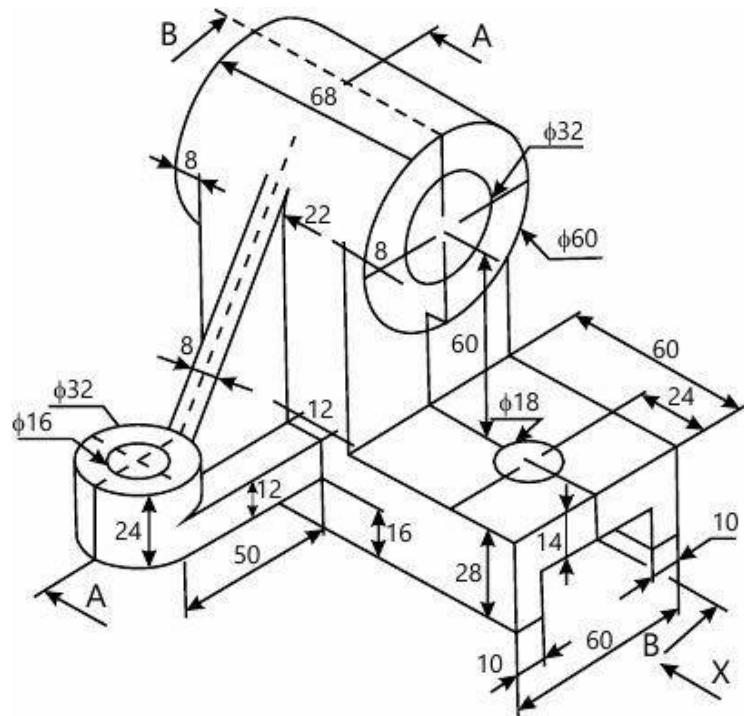
N° 11 : Représentez la pièce ci-dessus, la vue de face, la vue de gauche suivant la coupe AA. (la pièce est en Acier) et coter.



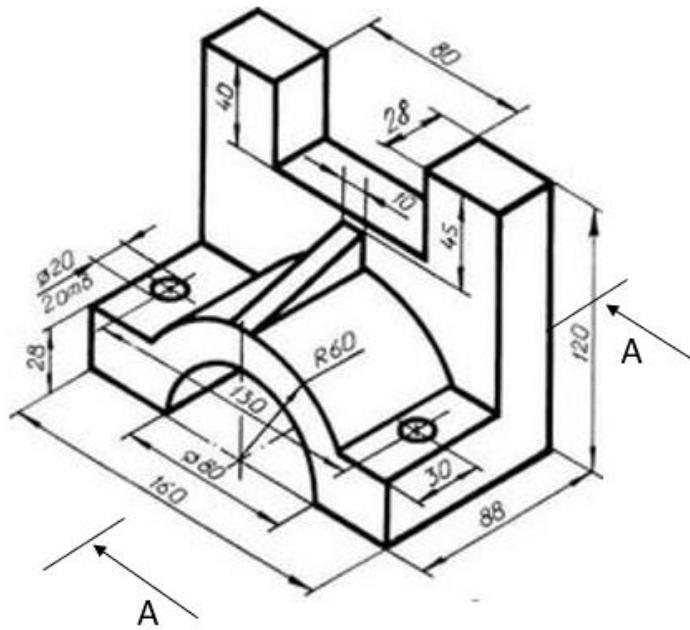
N° 12 : Représentez la pièce ci-dessous, la vue de face suivant la coupe AB, la vue de gauche suivant la coupe CD (La pièce est en Acier) et coter.



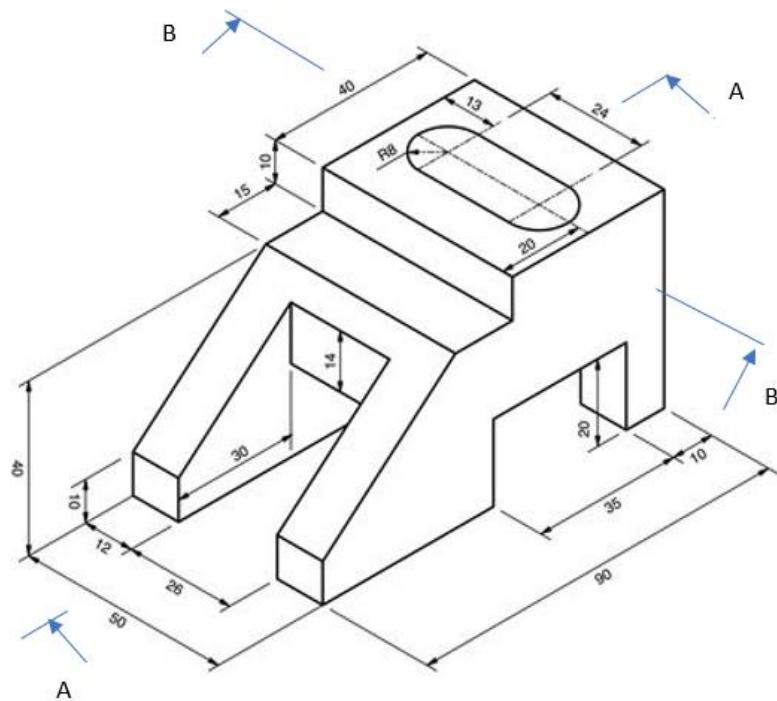
N° 13 : Représentez la pièce ci-dessous, la vue de face suivant la coupe AA, la vue de gauche suivant la coupe BB (La pièce est en Cuivre) et coter.



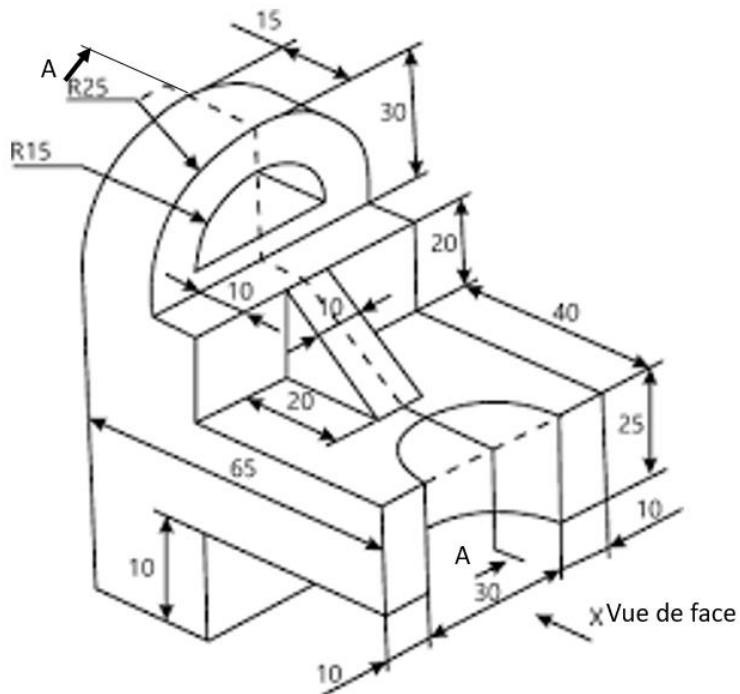
N° 14 : Représentez la pièce ci-dessous, la vue de face suivant la coupe AA, la vue de gauche et la vue de dessus (La pièce est en Acier) et coter.



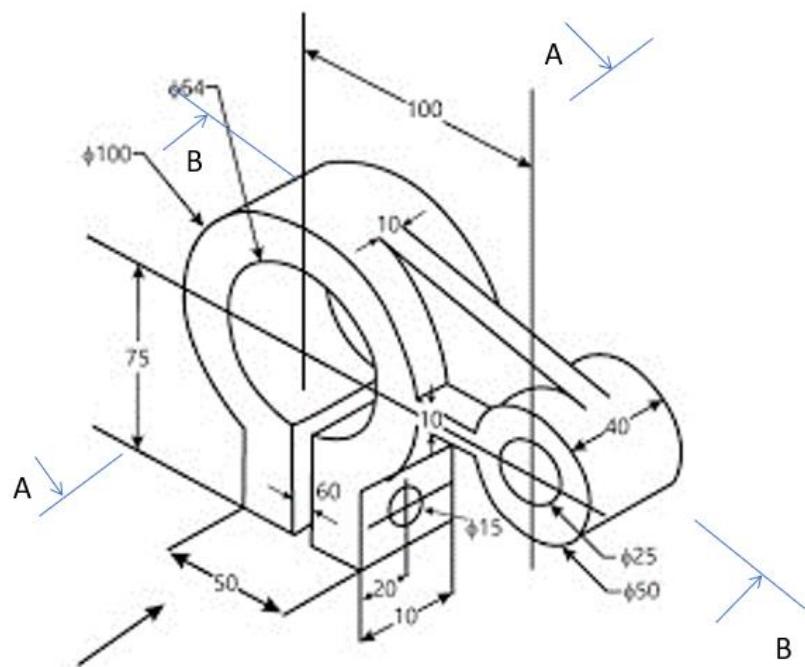
N° 15 : Représentez la pièce ci-dessous, la vue de face suivant la coupe AA, la vue de gauche et la vue de dessus (La pièce est en plastique) et coter.



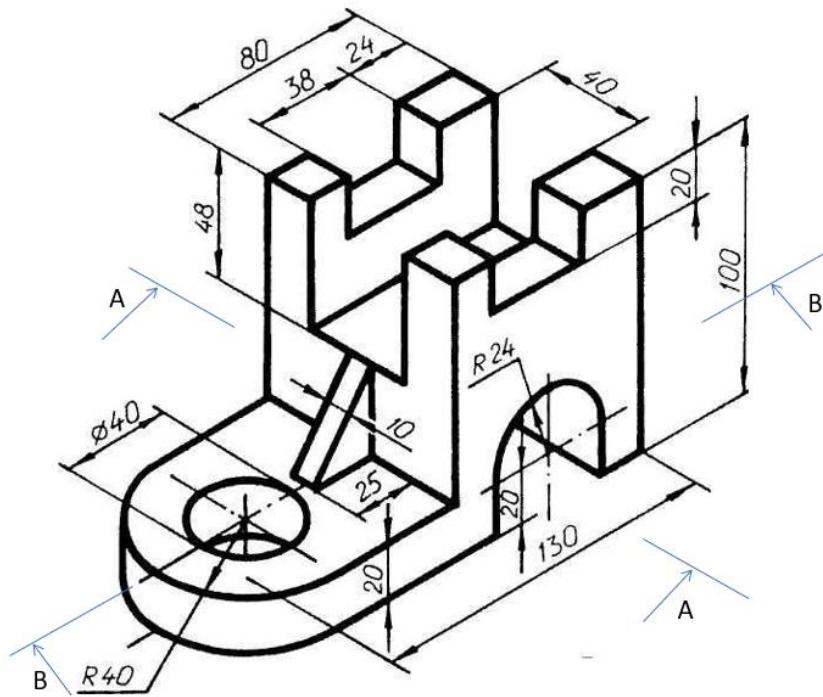
N° 16 : Représentez la pièce ci-dessous, la vue de face, la vue de gauche suivant la coupe AA et la vue de dessus (La pièce est en plastique) et coter.



N° 17 : Pour le Support ci-dessous, représenter la vue de face suivant la coupe BB, la vue de gauche suivant la coupe AA, la vue de dessus (la pièce est en Acier) et coter.

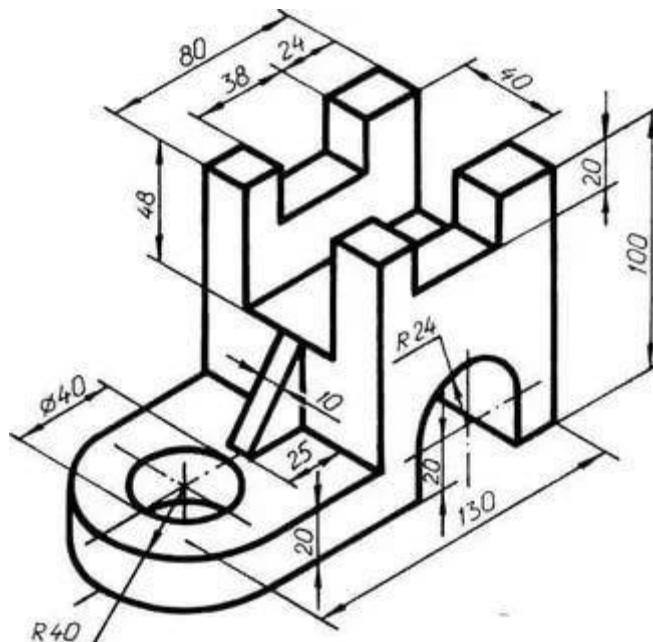


N° 18 : Reproduire les vues, compléter la vue de dessus, dessiner la vue de gauche du support d'axe du frein à bande, se donner des dimensions et coter la pièce en indiquant l'échelle (Fig. B).

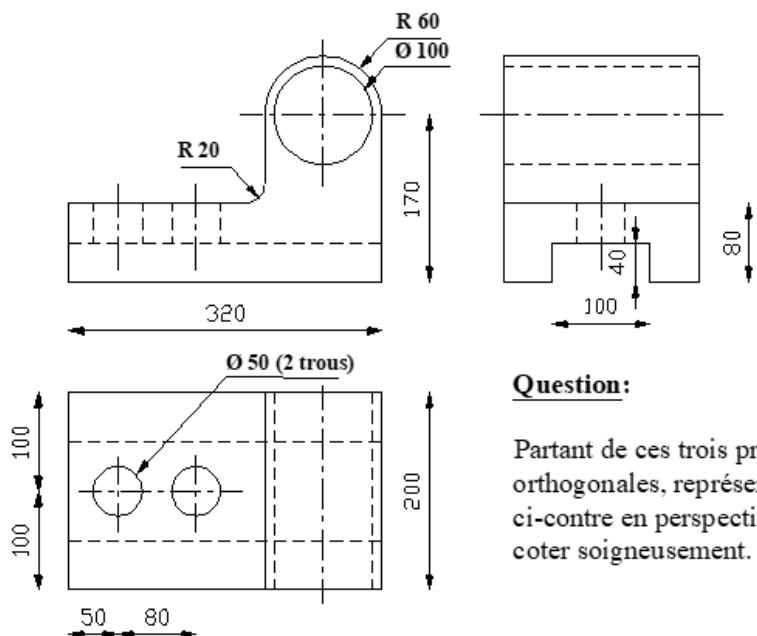


N° 19 : Représenter la figure ci-dessous en :

1. Perspective cavalière ;
2. Perspective isométrique ;
3. Perspective dimétrique usuelle ;
4. Perspective dimétrique redressée.



N° 20 : GLISIERE



Question:

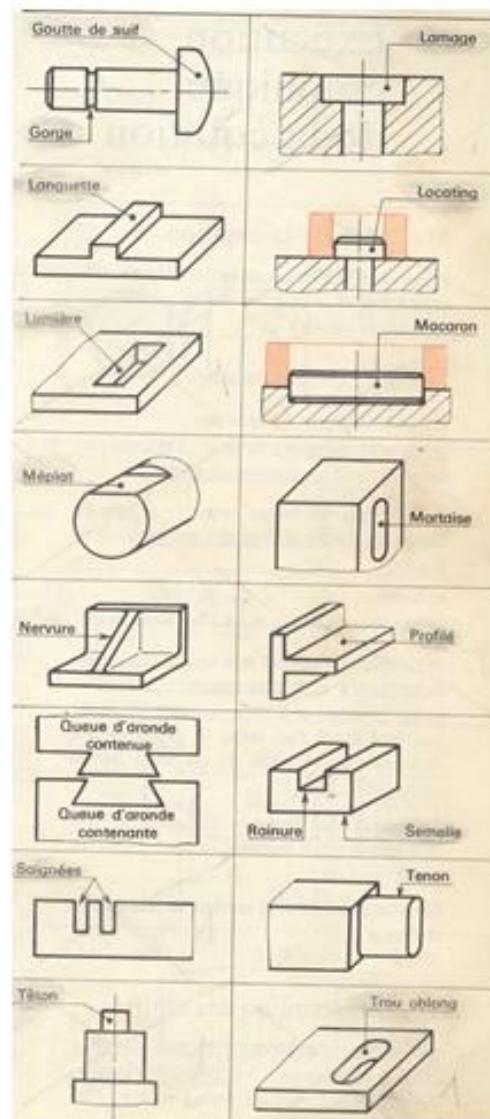
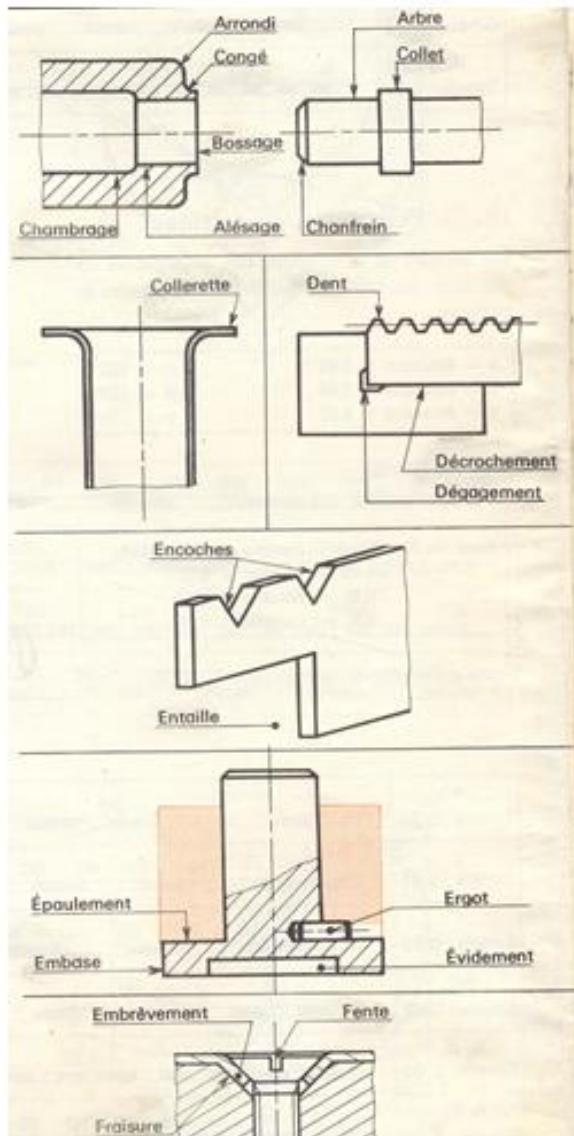
Partant de ces trois projections orthogonales, représenter la glissière ci-contre en perspective cavalière et coter soigneusement.

ANNEXES

I. VOCABULAIRE TECHNIQUE DES FORMES D'UNE PIECE

- **Alésage** : désigne, d'une manière générale, toute forme contenante cylindrique ou non.
- **Arbre** : désigne, d'une manière générale, tout élément contenu de forme cylindrique ou non.
- **Arrondi** : surface à section circulaire partielle et destinée à supprimer une arête vive.
- **Bossage** : saillie prévue à dessein sur une pièce afin de limiter la portée.
- **Boutonnière** : voir « trou oblong ».
- **Chambrage** : évidement réalisé dans une pièce et généralement destiné :
 - à réduire la portée d'un alésage.
 - à noyer la tête d'une vis ou d'un écrou (on dit aussi lamage),
- **Chanfrein** : petite surface obtenue par suppression d'une arête sur une pièce.
- **Collet** : couronne en saillie sur une pièce cylindrique.
- **Collerette** : couronne à l'extrémité d'un tube.
- **Congé** : surface à section circulaire partielle destinée à raccorder deux surfaces formant un angle rentrant.
- **Décrochement** : surface en retrait d'une autre surface et parallèle à celle-ci.
- **Dégagement** : évidement généralement destiné :
 - à éviter le contact de deux pièces suivant une ligne,
 - à assurer le passage d'une pièce.
- **Dent** : saillie dont la forme s'apparente à celle d'une dent.
- **Embase** : élément d'une pièce destiné à servir de base.
- **Embrèvement** : forme emboutie dans une tôle et destinée à servir de logement pour une pièce ne devant pas être en saillie.
- **Encoche** : petite entaille.
- **Entaille** : enlèvement d'une partie d'une pièce par usinage.
- **Épaulement** : changement brusque de la section d'une pièce afin d'obtenir une surface d'appui.
- **Ergot** : petit élément de pièce en saillie, généralement destiné à assurer un arrêt en rotation.
- **Evidement** : vide réalisé dans une pièce dans le but de diminuer le poids ou pour réduire une surface d'appui.
- **Fente** : petite rainure.
- **Fraisure** : évasement conique fait avec une fraise à l'orifice d'un trou.
- **Gorge** : dégagement étroit généralement arrondi à sa partie inférieure.
- **Goutte de suif** : calotte sphérique éventuellement raccordée par une portion de tore.
- **Lamage** : logement cylindrique généralement destiné :
 - à obtenir une surface d'appui,

- à « noyer » un élément de pièce (on dit aussi chambrage).
- **Langette** : tenon de grande longueur destiné à rentrer dans une rainure et assurant en général une liaison glissière.
- **Locating** : mot anglais utilisé pour nommer une pièce positionnant une autre pièce.
- **Lumière** : nom de divers petits orifices.
- **Macaron** : cylindre de diamètre relativement grand par rapport à sa hauteur, assurant en général un centrage.
- **Méplat** : surface plane sur une pièce à section circulaire.
- **Mortaise** : évidemment effectué dans une pièce et recevant le tenon d'une autre pièce de manière à réaliser un assemblage.
- **Nervure** : partie saillante d'une pièce destinée à en augmenter la résistance ou la rigidité.
- **Profilé** : métal laminé suivant une section constante.
- **Queue d'aronde** : tenon en forme de trapèze pénétrant dans une rainure de même forme et assurant une liaison glissière.
- **Rainure** : entaille longue pratiquée dans une pièce pour recevoir une languette ou un tenon.
- **Saignée** : entaille profonde et de faible largeur.
- **Semelle** : surface d'une pièce, généralement plane et servant d'appui. .
- **Tenon** : partie d'une pièce faisant saillie et se logeant dans une rainure ou une mortaise.
- **Téton** : petite saillie de forme cylindrique.
- **Trou oblong ou boutonnière** : trou plus long que large, terminé par deux demi-cylindres.



II. INTRODUCTION A LA CONCEPTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR (CAO)

II.1. HISTOIRE

Pour la petite histoire du Dessin Assisté par Ordinateur...

L'essor des débuts de l'informatique après la Seconde Guerre mondiale se poursuit au fil des années 50 et 60, Ivan Sutherland (1938-) un américain travaillant au MIT a programmé ce que l'on peut aisément considérer comme le premier logiciel de dessin assisté par ordinateur. **Nommé Sketchpad, c'est en 1963 qu'Ivan compose ce programme permettant, à partir d'un crayon optique de gérer des données géométriques diffusées sur un écran**, ainsi, ce programme permet de dessiner des segments de différents types, de les manipuler en modifiant les longueurs, les angles et l'échelle ; tout en permettant de créer un « objet » vectoriel par l'assemblage des vecteurs précédemment dessinés.

Cette recherche fut l'aube de l'évolution des logiciels de dessin assisté par ordinateur !

Par la suite, le développement et l'utilisation de ces programmes de gestion de vecteurs se sont poursuivis dans le monde militaire animé par les recherches effectuées sur l'arme nucléaire et au sein de certains gouvernements pour la gestion cartographique des systèmes d'informations géographiques (SIG). Avec les années 70 qui ont vu la multiplication de plus en plus importante d'ordinateurs civils, notamment grâce à des entreprises comme Intel, IBM et par la suite Apple, c'est au début des années 1980 que des programmes vectoriels accessibles au plus grand nombre commencent à apparaître pour le grand public. C'est avec des logiciels comme Autocad, qui a vu le jour pour les yeux du grand public en 1982 par la firme américaine Autodesk ou Archicad par la société allemande Nemetschek en 1984 que le dessin assisté par ordinateur commence à devenir un pôle d'intérêt pour les architectes et les ingénieurs pour la praticité et la rapidité d'exécution des tâches de confection qu'ils permettent. L'informatique, à partir de cette époque, est devenue de plus en plus présente dans le monde de l'architecture. Le début d'une histoire d'amour pleine de complexités qui perdure jusqu'aujourd'hui !

Avec la généralisation des ordinateurs personnels au cours des années 90 puis 2000, **la présence de l'utilisation du DAO se répands dans la globalité des ateliers où l'architecture est pratiquée** tout en devenant souvent l'outil le plus prépondérant, sans pour autant mettre de côté tous les autres outils classiques utilisés dans l'architecture : Le crayon, le calque, la maquette, les croquis... Ils restent des outils primordiaux pour la discipline.

II.2. INTRODUCTION

Le **dessin assisté par ordinateur** (DAO) est une discipline permettant de produire des dessins techniques avec un logiciel informatique. On le distingue de la synthèse d'image dans la mesure où il ne s'agit pas du calcul de rendu d'un modèle numérique, mais de l'exécution de commandes graphiques (traits, formes diverses...). De ce fait, en DAO, la souris et le clavier remplacent le crayon et les autres instruments du dessinateur. Les dessins produits sont le plus souvent réalisés en mode vectoriel (traits cohérents), alors que l'image de synthèse est une association de pixels indépendants bitmap. En d'autres termes, les logiciels de DAO attribuent des coordonnées (X,Y pour les plans 2D et X,Y,Z

pour les modèles 3D). Chaque élément d'un dessin est appelé entité, et chaque entité contient donc des propriétés de couleur, d'épaisseur, de calque, de type de ligne, etc. L'intérêt de la DAO est d'abord celui de l'informatique, c'est-à-dire essentiellement un apport de praticabilité dans la gestion des documents, facilitant l'édition de modifications, l'archivage, la reproduction, le transfert de données, etc.

Il existe autant de logiciels de DAO que de métiers utilisant le dessin. Le mécanicien, l'architecte, mais aussi l'électricien et le géomètre disposent aujourd'hui d'outils facilitant la création d'un plan, d'un schéma, avec des commandes orientées métiers, des bases de données adaptées, et aussi des catalogues de composants fournis par les constructeurs.

Il y a donc une relation entre le DAO et la technique numérique du DMA, Digital Matte Artist (peinture cache numérique).

On confond souvent DAO et CAO (Conception assistée par ordinateur) : la CAO n'a pas pour fonction première l'édition du dessin. Il s'agit d'un outil informatique souvent lié à un métier, fonctionnant en langage dit objet, et permettant l'organisation virtuelle de fonctions techniques. Cela permet ensuite la simulation du comportement de l'objet conçu, l'édition éventuelle d'un plan ou d'un schéma étant automatique et accessoire.

II.3. PRINCIPALES SOLUTIONS

Dessin vectoriel 2D :

Nom	Éditeur	Licences	Politique commerciale	Date de première édition	Dernière version	Remarques	Systèmes d'exploitation
<u>Adobe Illustrator</u>	Adobe	Propriétaire	Payant (annuel)		CC 2019		Mac OS/ Windows
<u>Macromedia FreeHand</u>	Macromedia	Propriétaire	Payant		2013		Mac OS/ Windows
<u>CorelDraw</u>	Corel	Propriétaire	Payant		2017		Mac OS/ Windows
<u>Inkscape</u>	RECIF	Libre	Gratuit	2003	2019		Linux / Mac OS/ Windows
<u>Drawplus</u>	Serif	Propriétaire	Payant	1993	2013		Windows
Sketch	Bohemian Coding	Propriétaire	Payant	2010		Conception IHM	Mac OS
<u>ArtPro</u>	Esko	Propriétaire	Payant	1992	2013		Mac OS
<u>Denis Draw</u>	BeeLog	Propriétaire		1992	2015		Windows
<u>AutoCAD (2D et 3D)</u>	<u>Autodesk</u>	Propriétaire	Payant	1982	2022		Mac OS/ Windows
<u>Affinity Designer</u>	Affinity	Propriétaire	Payant	2012	2018		Mac OS/ Windows

II.4. LES AVANTAGES DU DESSIN ASSISTÉ PAR ORDINATEUR

Concept à la fois simple à appréhender et offrant un haut niveau de technicité, le DAO présente de véritables atouts pour les entreprises. Pour ceux qui en doutent encore, voici quelques bonnes raisons d'opter pour le dessin numérique, pour remplacer le dessin à main levée.

➊ UN HAUT NIVEAU DE PRÉCISION

Le travail sur un logiciel DAO permet la réalisation d'**un plan ou d'un schéma très précis**. Il est par exemple possible d'ajuster l'échelle au micron près et jusqu'à des unités atteignant le gigamètre. De la plus petite pièce électronique au bâtiment de plusieurs étages, tout type de projet peut donc être dessiné via cette technique assistée par ordinateur.

De plus, il est aisément de tracer des formes et des traits constants, sans différence d'épaisseur, ainsi que des angles parfaits.

Grâce au DAO, les dessins n'ont donc aucun défaut, là où les réalisations à main levée requièrent une très grande concentration pour obtenir un résultat qui s'approche de la perfection.

➋ UN GAIN DE TEMPS CONSIDÉRABLE

Comme tous les outils numériques, dès lors qu'ils sont bien maîtrisés, un logiciel DAO permet à son utilisateur d'**être plus productif**. Plusieurs éléments permettent de le comprendre :

- il est possible d'effacer un trait en un clic, puis de reprendre le dessin, alors qu'avec la technique traditionnelle, la moindre erreur peut impliquer de recommencer tout le dessin ;
- il existe des fonctions comme le copier-coller ou l'insertion de formes préconçues, évitant les tâches répétitives et chronophages ;
- les erreurs sur la conception d'un objet ou d'un plan, notamment grâce à la modélisation et la vue en 3D, peuvent rapidement être détectées.

➌ UN STOCKAGE ET UN PARTAGE FACILITÉS

L'autre atout du dessin via un logiciel informatique est la possibilité de **stocker les plans et schémas en version numérique** : pas de risque de perdre le travail en cours ni de voir sa feuille de papier tachée ou endommagée d'une quelconque façon. À condition, bien sûr, d'utiliser un système de stockage fiable, avec une mise en place de sauvegardes.

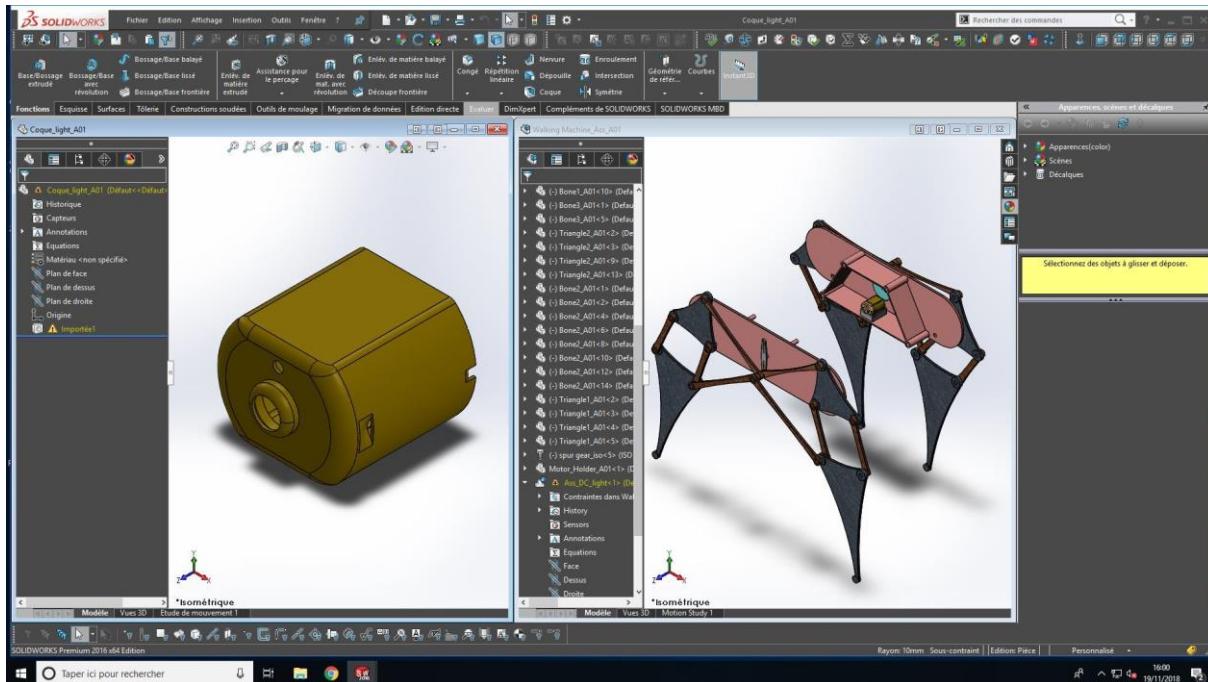
Et puisqu'un plan ou le dessin d'un objet a souvent vocation à être partagé au sein d'un groupe de travail, l'utilisation d'un logiciel se révèle également intéressante. Il est facile, en quelques clics, d'envoyer le projet en cours à un collègue, un client ou un fournisseur. Il aura accès à toutes les informations utiles et il pourra même à son tour apporter des modifications au dessin si nécessaire.

➍ UNE VISUALISATION DES PLANS À LA FOIS UNIVERSELLE ET PERSONNALISÉE

Enfin, le DAO étant une discipline largement utilisée au sein de nombreux secteurs d'activités et de professions, il est accessible à tous. Bien qu'il existe des subtilités d'un logiciel à l'autre, tout dessinateur DAO est capable de comprendre un dessin réalisé par une autre personne, car de nombreux éléments sont normés.

Pour autant, chaque utilisateur peut disposer d'une **vue personnalisée de l'objet ou du plan**, grâce au système de calques. Autrement dit, plusieurs « couches » viennent s'ajouter pour créer le dessin, et on peut sans problème décider d'occulter telle ou telle partie du dessin selon les besoins.

II.5. DESSIN ASSISTÉ PAR ORDINATEUR : QUEL LOGICIEL CHOISIR ?



Les métiers du **dessin industriel** (DAO) et de la **conception 3D** (CAO) sont de plus en plus prisés. Pour la **conception d'une machine**, la réalisation d'un process ou l'implantation d'usine, la **modélisation** et le **dessin technique** sont des étapes indispensables.

Plans d'ensembles et de détails, nomenclatures et notices de montage sont autant de documents qui pourront être réalisés en amont de l'atelier de fabrication grâce à un outil de DAO (dessin assisté par ordinateur) ou de CAO (Conception assistée par ordinateur).

Découvrez **3 logiciels de CAO et DAO parmi les plus populaires**.

1/ SolidWorks

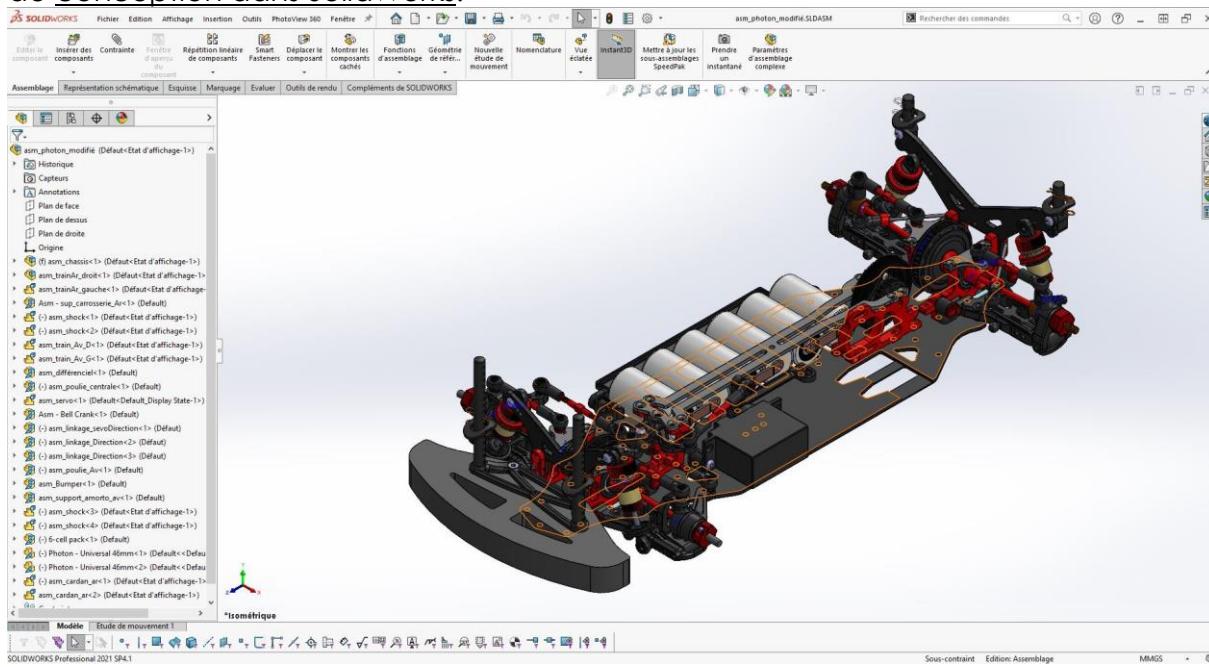
SolidWorks est réputé comme étant l'un des **logiciels 3D de CAO** les plus pertinents dans de nombreux domaines de l'industrie.

Grâce au prototypage virtuel, SolidWorks permet une mise sur le marché plus rapide des conceptions et des modèles. Le logiciel édité par Dassault Systèmes permet de modifier rapidement les pièces à réaliser et d'en réduire les coûts de production. Notamment lorsqu'il détecte des erreurs de conception.

Il est utilisé par des millions d'entreprises aux quatre coins du monde. Grâce à **SolidWorks**, vous pouvez effectuer une visualisation efficace des comportements des produits au sein

de diverses conditions de fonctionnement et situation. Il peut vous accompagner pendant tout le développement et la conception.

Envie d'en savoir plus ? Découvrez notre article sur les différentes méthodes de conception dans SolidWorks.



Exercice sur les contraintes d'assemblage dans SolidWorks

Avantages et inconvénients de SolidWorks :

3 avantages de SolidWorks :

- Il permet de faire passer le produit dans plusieurs scénarios et d'y apporter des modifications pendant le développement de la conception.
- C'est le logiciel de conception paramétrique par excellence.
- Contrairement à un grand nombre de logiciels de CAO, il est plutôt facile à prendre en main : celui qui doit s'y former gagne du temps, son équipe aussi.

SolidWorks a très peu d'inconvénients, si ce n'est le prix de la licence. Cependant, la version "Makers" de SolidWorks offre un accès abordable pouvant être suffisant, du moins dans un premier temps.

Domaines d'application de SolidWorks :

- Mécanique générale
- Industrie agroalimentaire

- Machinerie agricole
- Machine spéciale
- Design industriel
- Métallerie (conception d'ensembles mécano soudés, tôlerie...)
- Conception de moules

2/ Fusion 360

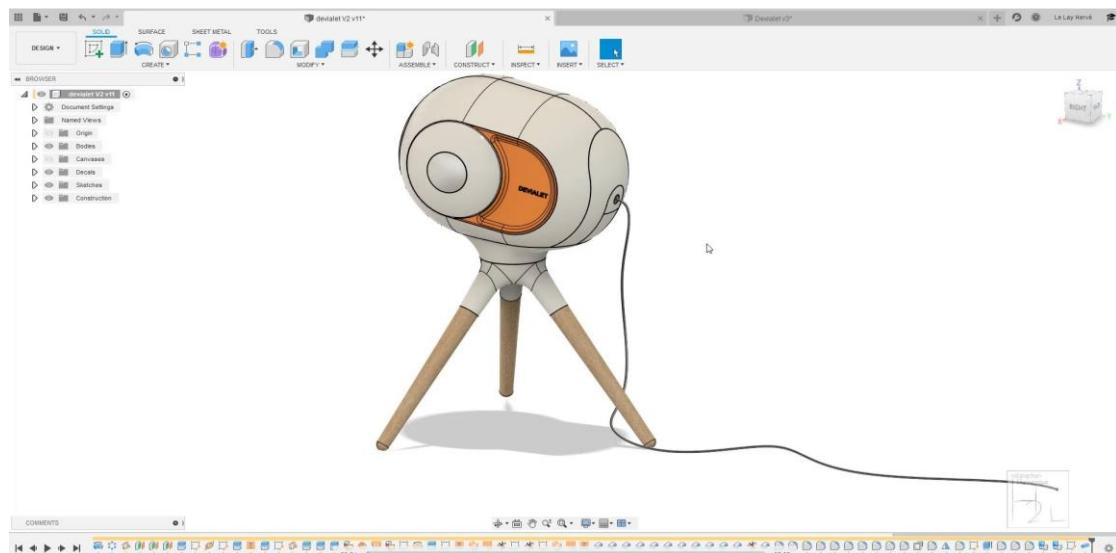
Fusion 360 est un **logiciel de CAO complet**. Cet outil développé par **Autodesk** met à disposition une large palette de fonctionnalités qui vous aident dans vos projets de **conception 3D**. La conception intégrée est une de ses fonctions phares, elle lui permet de s'adapter parfaitement aux besoins des sociétés dans les secteurs de la mécanique et de l'industrie. Il dispose d'une très grande popularité dans les milieux du design industriel, de l'impression 3D...

Il dispose d'un accès à distance intégré (hébergement dans le cloud des conceptions) qui permet d'y accéder à partir de n'importe quel poste.

Il s'adapte parfaitement au travail en équipe : il permet en effet le partage des fichiers et des données avec d'autres personnes, le tout de façon sécurisée.

Ses fonctionnalités liées à l'impression 3D et l'intégration d'un outil FAO en font un **logiciel complet** permettant l'optimisation de la fabrication de vos objets.

Pour en savoir plus, découvrez notre article [Fusion 360 : la solution 3D complète](#).



Avantages et inconvénients de Fusion 360

3 avantages de Fusion 360 :

- L'impression 3D est rendue possible suite à l'exportation en STL.
- Il est possible de travailler n'importe où en mode collaboratif, ce qui facilite le télétravail.

- Le prix de la licence est accessible.

3 inconvénients de Fusion 360 :

- Il manque un module de construction soudée.
- Le support client est peu réactif.
- La prise en main est difficile pour les débutants en CAO.

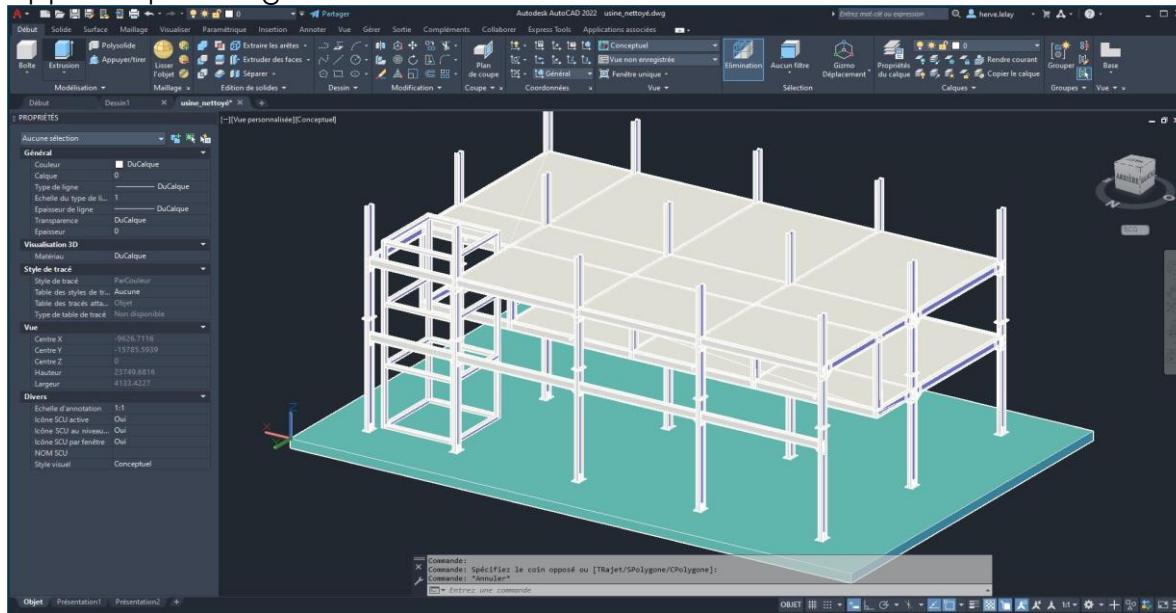
Domaines d'application de Fusion 360

- Mécanique générale
- Design industriel
- Métiers du bois
- Lab fab
- Makers

3/ AutoCAD

Développé par Autodesk, AutoCAD est le **logiciel de DAO** par excellence. C'est aujourd'hui le logiciel **le plus utilisé dans l'industrie**. Sa popularité est telle que son format de fichiers (dwg) est devenu un standard.

Quel est le secret de sa popularité sans précédent ? Une proposition de solution généraliste pouvant être appliquée à une grande diversité de secteurs. Le public pouvant être visé par AutoCAD est donc extrêmement varié. AutoCAD est surtout apprécié pour sa grande **fiabilité** et sa **flexibilité**.



Conception d'un bâtiment industriel sur AutoCAD

Avantages et inconvénients d'AutoCAD

3 avantages d'AutoCAD :

- La polyvalence de l'outil, permettant de toucher tous les métiers.
- Le très haut niveau de personnalisation du tracé et de précision.

- La popularité du format rendant facile la diffusion.

3 inconvénients d'AutoCAD :

- Son approche généraliste le pénalise face à des solutions orientées métiers.
- Le prix de la version complète est élevé.
- Sa complexité : il est nécessaire de suivre une vraie formation poussée.

Domaines d'application d'AutoCAD

- Implantation d'usine
- Bâtiment industriel
- Process
- Maintenance industrielle
- Bureau des méthodes

À présent, vous connaissez trois **logiciels de CAO et DAO** très utilisés par les professionnels du milieu industriel. Bien entendu, il existe d'autres logiciels de qualité en la matière, et des équivalences dans le secteur du bâtiment et de l'architecture :

- SketchUp Pro
- Revit
- Twinmotion
- Etc.

Liste des logiciels de **DAO** :

Liste non exhaustive des logiciels de DAO utilisés dans le domaine de l'architecture de nos jours.

.AutoCAD LT produit par Autodesk



Autocad **dispose d'une palette très complète d'outils, qui poursuit son développement depuis sa création en 1982 pour la pratique du dessin technique.** Rares sont les architectes qui vous diront qu'ils ne l'ont jamais utilisé. C'est le plus célèbre et incontournable logiciel de notre domaine, en plus d'être une référence.

C'est lui qui a généralisé le type de format **DWG** (.dwg) signifiant littéralement **DraWinG** pour la création et le partage de fichiers de dessin technique sur ordinateur. Et par la suite, moins généralisé que le premier, le format **DXF** (**D**rawing **e**Xchange **F**ormat) est le format utilisé lors de l'évolution d'Autocad dans sa pratique de la CAO.

Mais aujourd'hui, les deux formats permettent, autant l'un que l'autre, l'exportation et l'échange de fichiers de dessin vectoriel en deux et trois dimensions.

Avant ses concurrents, il a implémenté dans son interface la gestion collaborative, en plus de son format de fichier qui est devenu universel. Ce sont ces points qui ont fait son succès.

Mais aujourd'hui, d'autres logiciels plus perfectionnés dans la conception tridimensionnelle utilisent des démarches collaboratives, que nous allons voir plus loin, ainsi, à plusieurs niveaux, Autocad LT est en partie dépassé, car il reste notamment à un simple stade de DAO.

Formats utilisés : dwg | .dxf

Sur le site d'Autodesk : <https://www.autodesk.fr/products/autocad-it/overview?term=1-YEAR&support=null>

.LibreCAD produit par LibreCAD



Ce logiciel est l'une des meilleures alternatives gratuite et libre d'Autocad. Il dispose d'une palette d'outils similaire sur une majorité de points, pour dessiner toutes formes bidimensionnelles souhaitées, avec une gestion des calques également intégrée. La base de sa création est l'édition communautaire du logiciel QCAD en 1999. Les versions actuelles de QCAD sont moins ergonomiques que les évolutions de LibreCAD pour le dessin architectural.

Il permet également d'exporter le projet créé en format .jpeg et .png, .svg ce qui n'est pas commun à beaucoup de logiciels de DAO.

Formats utilisés : .dwg | .dxf

Sur le site : <https://librecad.org/#download>

L'ensemble des versions proposées sur le site officiel sont sûres. Je vous conseille tout de même de vous tourner vers la dernière version mise à jour la plus téléchargée.

.DoubleCAD XT produit par TurboCAD



Si LibreCAD ne vous convient pas en tant que logiciel de DAO gratuit, **vous avez DoubleCAD XT qui se présente comme une très bonne alternative**. Développé depuis 1985, il est très complet et permet en plus de dessiner dans les trois dimensions (3D). Il n'y a rien à redire de négatif à part le fait que l'interface est restée bloquée dans son jus des années 2000.

PS : Attention de bien sélectionner le gabarit « metric » pour que vous puissiez dessiner avec les unités auxquelles vous êtes habitués.

Formats utilisés : .2cd | .dwg | .dxf | .cgm | .plt | .wmf

Sur le site : <https://www.turbocad.com/content/doublecad-xt-v5>

Attention, la démarche se fait par mail, où la société vous envoie le lien de téléchargement avec une clé d'activation que vous devrez rentrer lors du premier lancement du logiciel.

.NanoCAD produit par Nanosoft



nanocad-logo

NanoCAD a été fondé en 2008. **La société Nanosoft offre sa version DAO gratuitement** et permet par la suite d'éventuellement passer aux versions incluant de la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et BIM (Building Information Building) par contre payantes. Nommé NanoCAD Plus ou Pro.

Formats utilisés : .dwg | .dxf

Sur le site : <https://nanocad.com/products/nanoCAD/>

.DraftSight produit par Dassault Systèmes



Également aussi complet que la référence d'Autocad, DraftSight est un logiciel qui existe depuis 2011 et est devenu payant depuis sa version 2019. On peut y pratiquer le dessin en 2D et 3D. **Il a tendance à gagner en praticité face à Autocad** au fil de la sortie des nouvelles versions, et est beaucoup plus abordable économiquement.

Formats utilisés : .dwg | .dwf

Sur le site : <https://store.draftsight.com/1004/catalog/catalog.1904/category.86569/?id=k7gPVR87Fv&crel=currencyId>

ici: <https://www.lelogicielgratuit.com/logiciel/draftsight/>

SketchUp produit par Trimble



Conçu à l'origine par deux amis, Brad Schell et Joe Esch au Colorado (USA) en 1999 et acheté par le géant Google en 2006. SketchUp se veut résolument facile à aborder. **Avec son interface élémentaire, il base principalement sa pratique sur le dessin en trois dimensions (3D)**, mais on peut également dessiner en plan si on le souhaite. Grâce à son support tridimensionnel, en plus de ses concurrents cités, il dispose de plusieurs outils inédits. Il intègre maniement de l'ensoleillement, une gestion de caméra intuitive et la capture de la topographie d'un terrain à partir des données de Google Earth, certes n'équivalant pas à celui d'un relevé de géomètre, ainsi que de multiples extensions et une grande bibliothèque d'objets. Il donne la possibilité d'exporter en

format 2D et 3D sous un grand nombre de formats, .bmp, .jpeg, .png, .dwg, .dxf, .ifc, .dae...

Son fonctionnement prosaïque est ce qui fait également sa faiblesse. Pour la formalisation, ce logiciel peut vite devenir pénible lorsque l'on désire rentrer dans la création de surfaces et de volumétries à formes complexes.

Une version gratuite existe, mais la version Pro, payante, offre beaucoup plus de fonctionnalités.

Format utilisé : skp

version d'essai de 30jours: <https://www.sketchup.com/fr/try-sketchup>

version gratuite: <https://www.sketchup.com/plans-and-pricing/sketchup-free>

version payante: <https://www.sketchup.com/fr/plans-and-pricing#for-personal>

.Illustrator produit par Adobe



Nous passons à présent à la présentation des logiciels de DAO plus orientés sur la pratique d'art graphique.

Il est le leader de ce domaine depuis sa création en 1987. Privilégié des infographistes, il permet de créer des jeux de lignes et de formes à souhait ; accordant l'implémentation de palettes de couleurs, la possibilité d'intégrer des images et des textures importées ainsi que diverses autres fonctions créatives. L'ensemble est bien sûr régi par un indémodable système de calques, qui permet le chevauchement de divers éléments entre eux et de créer des groupes distincts.

Avec *Illustrator*, on peut exporter ses documents en format .jpeg, .png, .bmp, .dwg, .dxf, .psd, .css, .swf, .txt, .emf, .wmf, .pct, .tif ou .tga.

Formats utilisés : .ai | .ait | .pdf | .svg

Sur site
le site
<https://www.adobe.com/fr/creativecloud/plans.html?filter=design&plan=individual&programid=TKZTLDFL&mv=other>

.Inkscape produit par Inkscape



Créé en 2003, libre de droits, **il représente la meilleure alternative gratuite à Illustrator !** Il dispose d'une ergonomie qui est moindre et il est moins complet que ce dernier. Mais il dispose dans son programme de base de multiples extensions plus ou moins inédites qui le différencie quelque peu de ses camarades. Il est largement suffisant pour tout traitement de travaux vectoriels classiques.

Format utilisés : .svg | .pdf | .dxf | .fxg

Sur le site : <https://inkscape.org/release/inkscape-1.0.2/>

.Affinity Designer produit par Serif



Logiciel d'art graphique, devenu un sérieux concurrent direct à Illustrator. Affinity Designer séduit de plus en plus pour ses grosses performances. Avec une palette d'outils qui n'a rien à envier à tous ses concurrents. Il représente un coup moindre à comparer d'autres applications du même acabit. Achetable en une fois et non par abonnement contrairement à beaucoup d'autres logiciels.

Grâce à ce programme, on peut exporter ses documents en format .jpeg, .png, .bmp, .pdf, .psd, .svg, .eps, .gif ou .tif.

Format utilisé : .afdesign

Sur le site : <https://affinity.serif.com/fr/designer/#buy>

.Wintopo produit par Softsoft



Ma nouvelle petite trouvaille !

Wintopo est un petit logiciel qui sert à convertir des images raster (.tif, .jpg, .png, .gif, .bmp) en fichier vectoriel. Certains des logiciels précédemment cités disposent parfois de ce genre d'outil, mais celui-ci est gratuit et a été spécifiquement créé pour faire ce type de conversion, notamment celle de convertir des courbes de niveau d'un fichier matriciel en un fichier vectoriel !

Format utilisés : .wtx | .dxf | .shp | .mif | .arc | .di | .asc | .csv | .wmf | .emf | .pdf

Sur le site : <http://wintopo.com/>

.QGIS produit par QGIS



Logiciel libre fondé en 2002. **Qgis permet de lire des données territoriales** d'une multitude de formats : .svg, .tiff, .jpeg, .shp, .shx, .dbf... **Pouvant traiter autant des données vectorielles que matricielles.** Grâce à lui, on peut nettoyer les données que l'on ne désire pas, gérer le type de projection cartographique souhaité et également de faire du travail graphique directement dessus. Mais la majorité du temps, il est préférable d'exporter les données vectorielles souhaitées dans un logiciel de DAO spécialisé dans les arts graphiques afin d'approfondir la qualité de sa carte, si l'on désire faire de la cartographie bien sûr. Sinon les données peuvent servir de base pour de futures projections tridimensionnelles d'un environnement dans plusieurs logiciels de CAO.

Il a également pour avantage de disposer d'un très grand nombre d'extensions qui peuvent être utiles pour le développement formel de certaines données par exemple, ou pour diverses autres tâches.

Format utilisé : .qgz

Sur le site : <https://www.qgis.org/fr/site/forusers/download.html>

.Mapéritive produit par Igor Brejc



C'est **un logiciel de rendu cartographique en temps réel**. Il offre un système de calques avec l'ensemble des données disponibles directement dans le programme de Mapéritive: cours d'eaux, routes, lacs, bâtis... Il propose aussi divers graphismes de carte, la possibilité de personnaliser et d'exporter une partie de cartographie souhaitée et dispose même d'une capacité de projection 3D du relief.

Format utilisé : .osm

Sur le site: <http://maperitive.net/>

.Photoshop produit par Adobe



Le logiciel de retouche de photos et d'image le plus populaire et qui fait souvent l'unanimité dans sa praticité d'utilisation.

Sur le site: <https://www.adobe.com/fr/creativecloud/plans.html?promoid=61PM7YF5&mv=other>

.Affinity Photo produit par Serif



Comme son frère *Affinity Designer*, *Affinity Photo* se place comme un sérieux concurrent de la Suite Adobe. Des performances égales à Photoshop pour un coût d'achat largement inférieur à ce dernier. Une palette d'outils très complète, il devient de plus en plus populaire pour sa facile accessibilité et praticité !

Sur le site: <https://affinity.serif.com/fr/photo/>

.Gimp par Peter Mattis et Spencer Kimball



C'est **un logiciel libre et gratuit** disposant de beaucoup d'outils. **Suffisamment performant pour atteindre des qualités de retouches et de montages très convenables** qui n'ont rien à en vouloir à son concurrent payant Photoshop. Mais ne dispose pas d'outils aussi approfondis que ce dernier.

Sur le site: <https://www.gimp.org/downloads/>

.Paint.net produit par DotPDN LLC



Pas aussi performant que les deux programmes précédents, Paint.net est un logiciel libre qui peut dépanner pour effectuer des tâches de retouches basiques. Sans perdre du temps à forcement lancer les logiciels gourmand en ressource pour son ordinateur, comme pour le rognage d'image, l'outil tampon, pour redimensionner, etc.

Sur le site : <https://paint-net.fr.softonic.com/>

Rares sont aujourd'hui les métiers qui peuvent totalement se passer d'outils informatiques et/ou de solutions en ligne, y compris dans le domaine de la construction. Dans le cadre du Building Information Modeling, cela est d'autant plus vrai, car il s'agit d'une méthode qui requiert l'utilisation de logiciels puissants et de services de partage d'informations.

Pourtant, on a parfois tendance à confondre les technologies liées au BIM avec d'autres outils et méthodes, qui sont complémentaires ou dont l'utilisation a précédé celles des logiciels BIM. C'est notamment le cas du DAO, pour « **Dessin Assisté par Ordinateur** ». Nous faisons donc le focus sur cet outil, son utilisation et ses atouts !

II.6. LA DIFFÉRENCE ENTRE DAO ET CAO

Pour bien appréhender la notion de DAO, il est important de la distinguer de la Conception Assistée par Ordinateur (CAO), avec laquelle elle est souvent confondue, à tort. Et quand bien même ces deux disciplines sont différenciées, on oppose généralement le dessin en 2 dimensions avec la modélisation en 3 dimensions, pour évoquer respectivement le DAO et la CAO. Il s'agit là encore d'une erreur.

En effet, ces deux techniques permettent de travailler en 2D et en 3D. La différence majeure réside en réalité dans l'objectif poursuivi par chacune des techniques.

Le Dessin Assisté par Ordinateur consiste à créer une **représentation numérique** d'un dessin que l'on aurait pu réaliser à main levée.

La Conception Assistée par Ordinateur, quant à elle, a pour but la **modélisation d'objets**, de sorte à en visualiser la structure et les détails. La CAO permet aussi de réaliser des tests et d'anticiper de façon automatique le comportement de ces objets. De cette façon, on s'assure de la qualité et de la sécurité du design avant de passer à la fabrication, puis à la commercialisation.

II.7. LES DOMAINES D'APPLICATION DU DAO

Lorsque l'on parle de dessin technique, on pense de suite au secteur du bâtiment. Et il est vrai que le Dessin Assisté par Ordinateur est largement utilisé par des professionnels qui participent à la **conception de constructions** diverses, comme les architectes, les paysagistes, les topographes, etc. Mais les **artisans du bâtiment** sont eux aussi concernés : on pense par exemple aux électriciens, aux plombiers, aux menuisiers, etc., qui ont parfois besoin de schémas précis pour préparer leurs chantiers. Ils peuvent également exploiter le potentiel des outils de DAO pour concevoir des pièces sur mesure.

Le BTP et le domaine du bâtiment dans son ensemble ne sont pas les seuls à bénéficier des atouts du Dessin Assisté par Ordinateur. Cette technique est effectivement largement utilisée dans le monde de l'**industrie**, de la **mécanique** ou encore de l'**électronique**, pour créer des schémas au format numérique. Les dessinateurs en DAO sont d'ailleurs largement représentés au sein des bureaux d'études en tous genres, dans des domaines d'activité aussi variés que l'agroalimentaire, l'aéronautique, la pharmaceutique, l'informatique, etc.

II.8. LE FONCTIONNEMENT DES LOGICIELS DAO

Contrairement aux logiciels BIM, qui demandent souvent une formation pointue pour disposer d'une maîtrise totale, les outils DAO restent **relativement accessibles** à toutes les professions qui en ont l'utilité. Grâce à des cours en ligne ou une formation de quelques heures, on peut disposer des bases pour créer sa première réalisation DAO. Néanmoins, pour bénéficier de tous les avantages du Dessin Assisté par Ordinateur, il est indispensable d'en maîtriser toutes les subtilités, et donc de suivre une formation complète.

Elle permettra de découvrir l'environnement générique des logiciels DAO et leur fonctionnement. Effectivement, il s'agit bel et bien d'outils professionnels et sophistiqués, qui ne sont pas forcément intuitifs pour les néophytes. Plusieurs notions doivent alors être maîtrisées pour créer des plans et des schémas : gestion des calques, compréhension des formes et des volumes, mise à l'échelle, fonctions de calcul et de mesure, système de cotation, etc.

De plus, il faut noter que d'un logiciel à l'autre, on trouve des **subtilités en fonction du domaine d'application**. Les termes utilisés et les fonctionnalités proposées peuvent par exemple différer entre un outil orienté architecture et une solution conçue pour le dessin en mécanique. Néanmoins, certains logiciels se veulent relativement polyvalents, comme AutoCAD, qui est à ce jour l'un des plus connus dans le domaine du Dessin Assisté par Ordinateur.

BIBLIOGRAPHIE

1. AFNOR, Dessin technique, Tome 1, 6ème Edition, Paris 1988.
2. AFNOR, Dessin technique, Tome 3, 6ème Edition, Paris 1988.
3. CALVAT G., Initiation au Dessin Bâtiment, Ed. EYROLLES, Paris 1989.
4. CHEALIER A., Guide du Dessinateur industriel, Ed. Hachette Technique, Paris 1998.
5. NGOMA M.R., Dessin technique, Ed. KINMULTIMEDIA, Kinshasa 1999.
6. NORBERT M. & PHILIPPE R., Aide-mémoire de l'élève dessinateur et du dessinateur industriel, Ed. Nouvelle, Uzès 1975.
7. <http://fr.wikipedia.org/wiki>
8. <http://cm1cm2.ceyreste.free.fr/doc/palier-skf.pdf>
9. www.sciences.univ-nantes.fr
10. <http://hilico.chez-alice.fr/cours/indcot.htm>
11. <http://users.skynet.be/fb000749/AI%20Exercices.htm>
12. http://laparrej.free.fr/pro_cours.htm
13. <https://www.syntheses.fr/ressource/dessin-assiste-par-ordinateur-quell-logiciel-choisir/>
14. https://fr.wikipedia.org/wiki/Conception_assist%C3%A9e_par_ordinateur