

Polycopie : Dessin Technique



Réalisé par : Rofia Abada / Arzour Enseignante Chercheure

Université « Abdelhafid Boussouf » Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences Techniques

Spécialités : Génie civil / Génie mécanique / Hydraulique

DESCRIPTION MODULE :

Objectifs de l'enseignement de ce module de DESSIN TECHNIQUE :

Souvent les étudiants se posent la question « quelles sont les compétences qui seront acquises par nous tout le long de ce semestre ? »

Nous pensons qu'au-delà des compétences techniques et théoriques, que peut acquérir un étudiant tout le long de son cursus il faut noter que l'étudiant en fin de semestre arrivera surtout à développer sa propre vision dans l'espace et affiner sa compréhension des volumes. L'utilisation des différents instruments de dessin, nous permet aussi de développer la motricité fine des étudiants.

Le dessin technique est une discipline indispensable afin d'arriver à développer la vision dans l'espace des étudiants, elle représente aussi un facteur essentiel au développement de leur motricité par l'utilisation d'instruments de dessin.

Il faut noter aussi que, ces compétences sont transversales et peuvent être réinvesties dans d'autres branches comme la géographie, les mathématiques, l'histoire de l'art, etc... Cette branche permet aussi d'acquérir des codes et des règles qui touchent divers domaines (l'architecture, le design, le graphisme) d'ailleurs actuellement les étudiants sont confrontés au quotidien à des images de synthèse en trois dimensions dans les publicités, les jeux vidéos, l'internet. Donc il nous semble nécessaire, dans le cadre d'une formation universitaire d'offrir la chance à ces futurs techniciens et ingénieurs, on leur apportant les outils appropriés à la compréhension de notre monde grâce à ce module qui est le DESSIN TECHNIQUE.

Nb d'heure : 22h30

22h 30 : TP/ Cours

Licence : Génie civil / Génie Mécanique /Hydraulique

Type : Appliquée

Semestre : S3

Pré-requis : Culture générale / Initiation

SOMMAIRE

1/ Introduction :	6
1.2/ Définition du dessin technique :	6
1.3/ Importance et utilité du dessin technique :	6
1.3.1/ Utilité du dessin technique (D.T) et Principes organisateurs :	7
1.4/ Les différents types de dessins :	8
1.4.1/ Importance de la précision :	8
1.5/ Le matériel de dessin :	8
1.6/ Normalisation :	12
1.6.1/ Types de traits :	12
1.6.2/ les Echelles :	15
1.6.2.1/ Définitions :	15
1.6.2.2/ Indication :	15
Échelles préférentielles ou couramment utilisés :	15
1.6.3/ L'écriture :	16
1.6.4/ Les formats :	16
1.6.5/ Le cartouche :	18
2.1/ Introduction :	21
2.2/ Principes de la géométrie descriptive :	21
2.2.1/La projection orthogonale :	21
2.2.2/ Les deux plans de projections :	23
2.2.3/ Les quatre dièdres :	23
2.2.4/ Le point :	24
2.2.4.1/ Représentation du point :	24
2.2.4.2/ Epure du point. Cote et éloignement :	25
2.2.3/ Représentation d'un objet en 3D dans un support en surface 2D/ Projection orthogonale	28
2.2.3.1/ Comment réaliser une projection orthogonale ?	28
2.2.3.2/ Construire une vue supplémentaire a partir de deux vues connues :	31
2.2.3.3/ La cotation :	31
3.1/ Les perspectives :	37
3.1.1/ perspective un seul point de fuite :	37
3.1.2/ Perspective a deux points de fuites :	37
4.1/ Définition d'une coupe:	42

POLYCOPIE COURS / TP DESSIN TECHNIQUE

4.2/ Les hachures :	43
4.3/ Arêtes curvilignes :	44
4.4/ Les coupes :	44
4.4.1/ Demi-coupe :	44
4.4.2/ Coupe par plans décalés :	45
4.4.3/ Coupe par plans concourants :	46
4.5/ les Sections :	47
Bibliographie :	53

CHAPITRE 1

GENERALITES

1/ Introduction :

1.1 Introduction

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.

1.2/ Définition du dessin technique :

« Le dessin technique permet d'accéder à un langage conventionnel universel lié à la lecture d'images et à la représentation d'objets. L'objectif visé consiste à faire acquérir à l'élève les notions de base de cette discipline : être capable de concevoir et de « manipuler » mentalement un volume, de le représenter graphiquement et, éventuellement, de le construire. En résumé, il s'agit de développer la vision dans l'espace. »¹

Le dessin technique est une sorte de grammaire qu'il faut maîtriser, afin d'acquérir des bases correctes dans ce domaine de représentation technique.

1.3/ Importance et utilité du dessin technique :

« Le dessin technique est un langage au même titre que la signalisation routière ou un langage informatisé (...) le dessin technique étant un langage, son apprentissage et son utilisation imposent à l'utilisateur (élève) une acceptation des normes et des conventions déjà établies. Le respect des normes permet à l'utilisateur de décrire correctement l'espace et d'y transposer l'information technique nécessaire..»²

« Le dessin technique développe la vision dans l'espace. Il permet de visualiser, comprendre, concevoir, représenter des volumes et les situer dans l'espace. Il est un outil de communication soumis à des règles précises et codifiées. »³

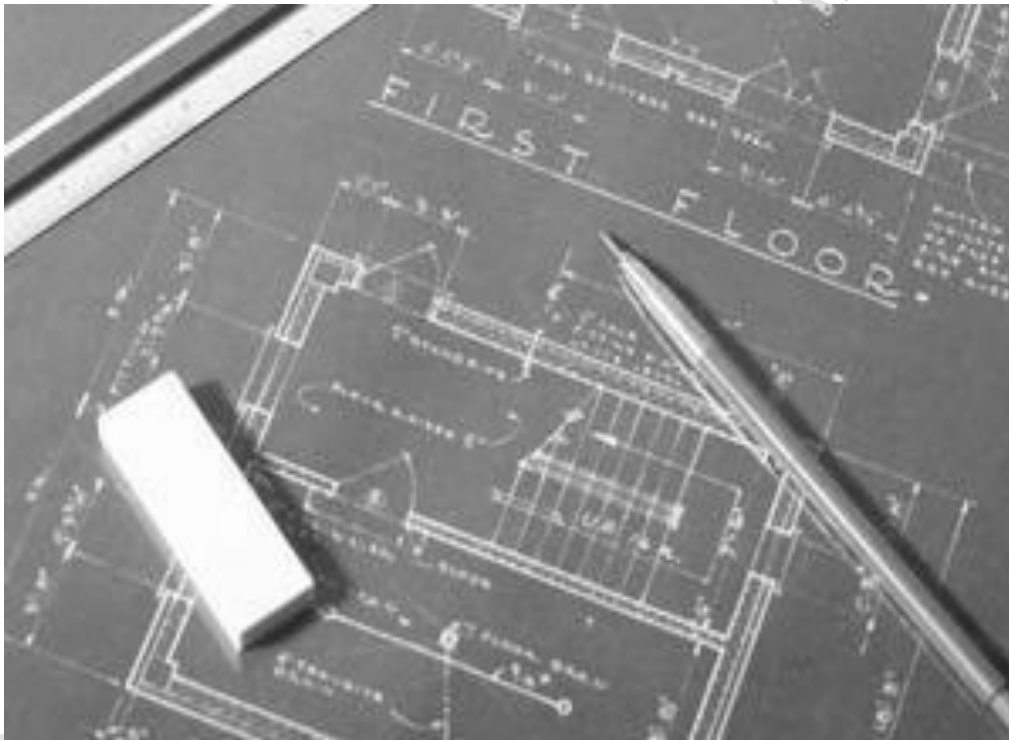
¹ Dessin technique, synthèse du plan d'études du CO, Genève, 2007

² 7 L'enseignement des arts visuels entre pratique sociale et culture scolaire, Mémoire de DESS par Francisco Marquez, p.43, Université de Genève, année académique 2005-2006.

³ Dessin technique, plan d'études du CO, Genève, 2001

1.3.1/ Utilité du dessin technique (D.T) et Principes organisateurs 4 :

- Développement de la vision ;
- Compréhension des volumes et de leur positionnement dans l'espace ;
- Lecture correcte ;
- construction mentale du volume ;
- passage à l'abstraction ;
- Développement de l'habileté Maîtrise du geste Manipulation correcte des instruments servant au dessin ;
- Acquisition et maîtrise des règles et des codes utilisés dans la représentation des solides.



Le Dessin technique permet une communication efficace entre les ingénieurs, et peut être aussi un record du processus de planification. Comme une image vaut mille mots, un dessin technique est un outil beaucoup plus efficace pour les ingénieurs que d'un plan écrit.

Le Dessin technique est la méthode préférée de la rédaction dans tous les domaines de l'ingénierie, y compris, mais sans s'y limiter, génie civil, génie électrique, génie mécanique et de l'architecture.

⁴ Idem

1.4/ Les différents types de dessins :

Il faut noter qu'il y a différents types de dessin technique :

- le croquis, généralement à main levée
- l'esquisse ou ébauche (avant projet)
- l'épure (étude technique)
- le schéma (fonctionnement)
- les dessins techniques : dessin d'ensemble, dessin de définition,...

Il faut préciser aussi que pour savoir travailler avec le DAO et le CAO (dessin assisté par ordinateur) il faut connaître les bases de lecture de cet outil universel c'est-à-dire savoir lire, interpréter et comprendre les différents codes et les déchiffrer.

1.4.1/ Importance de la précision :

La précision est de la plus haute importance dans tout dessin technique, car il est utilisé dans tous les domaines de l'ingénierie d'ailleurs c'est pour cette raison, que le dessin technique est toujours effectué avec des outils comme des compas, équerres en T et des modèles de forme.

1.5/ Le matériel de dessin :

Pour effectuer un dessin technique on a besoin du matériel de dessin suivant :

- Crayon graphite N°2 HB ou porte mine avec mines 2,0HB
- Porte mine avec mines 0,5 HB
- Taille crayon
- Gomme blanche
- Equerre 90° ou T de dessin
- Latte graduée 50cm (règle)
- Equerre avec rapporteur d'angle « Aristo »
- Compas
- Crayons de couleurs
- Papier adhésif
- Calculatrice
- Tube à dessins ou farde A3
- (Table à dessin A3)

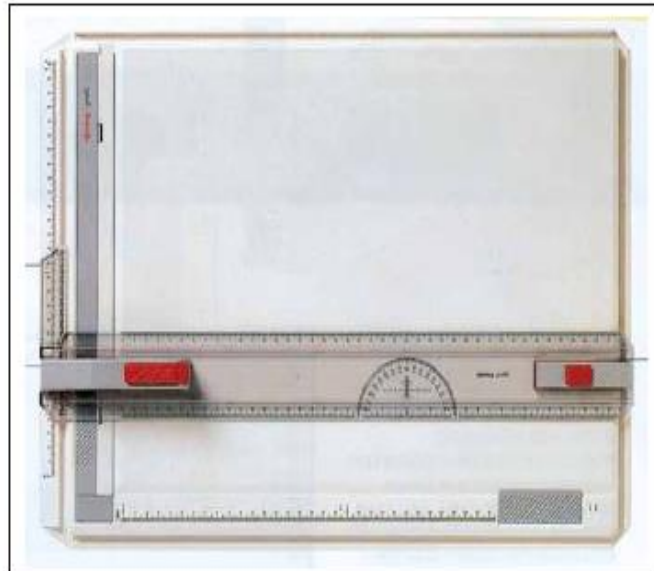


Source : Dessin technique projection orthogonale *Wilmotte Bernard – Institut Saint-Joseph de Saint Hubert*

I.3.1. PLANCHE À DESSIN

Elle doit être d'une surface suffisante pour accueillir la feuille de dessin (format A0, A1, A3 ou A4). Les principaux critères de qualité sont une belle surface lisse avec quatre côtés droits et perpendiculaires.

Une tête réglable est parfois montée sur la latte, afin de permettre le tracé de lignes selon un certain angle.



SOURCE: ROTRING

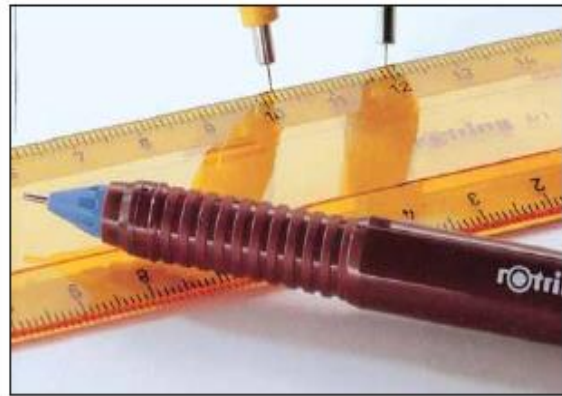
Source : Dessin : les conventions, normes, symboles et définitions concernant l'installateur sanitaire/ Fonds de Formation professionnelle de la Construction

I.3.2. RÈGLE GRADUÉE

La règle graduée est fabriquée en matière synthétique et possède une graduation noire. D'un côté, la mesure peut être lue en millimètres et de l'autre côté, un bord rehaussé pour le travail à l'encre évite que des bavures ne viennent souiller le dessin. Pour faciliter la lecture, la graduation doit se trouver le plus près possible du dessin.



SOURCE: ROTRING



SOURCE: ROTRING

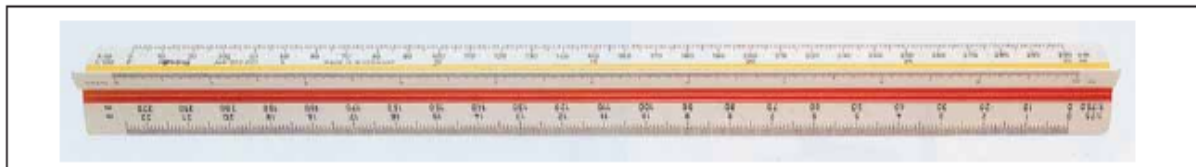
Source : Dessin : les conventions, normes, symboles et définitions concernant l'installateur sanitaire/ Fonds de Formation professionnelle de la Construction

I.3.3. ÉCHELLE DE RÉDUCTION

L'échelle de réduction peut se lire de six façons, correspondant à six échelles différentes. La graduation doit se trouver au plus près possible du dessin.

Remarques

- L'échelle de réduction n'est utilisée *que* pour la mesure.
- L'échelle de réduction est prévue pour plusieurs échelles.
Par exemple: 1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:25, 1:50, 1:100, 2:1
- L'échelle la plus courante des plans de construction est 1:50

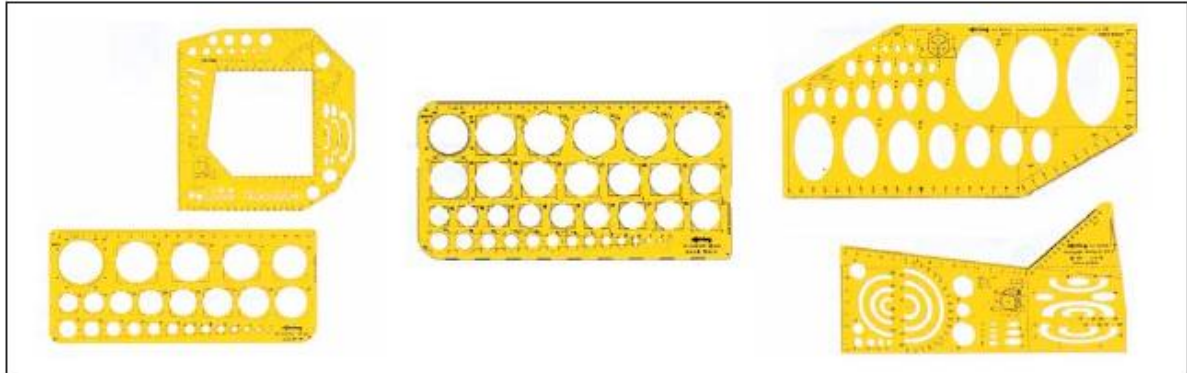


SOURCE: ROTRING

Source : Dessin : les conventions, normes, symboles et définitions concernant l'installateur sanitaire/ Fonds de Formation professionnelle de la Construction

I.3.4. PISTOLETS ET NORMOGRAPHES

Ils sont réalisés en matière plastique transparente rigide. Ils présentent quatre supports sur leur face inférieure ou une nervure de renforcement le long de leurs grands côtés.



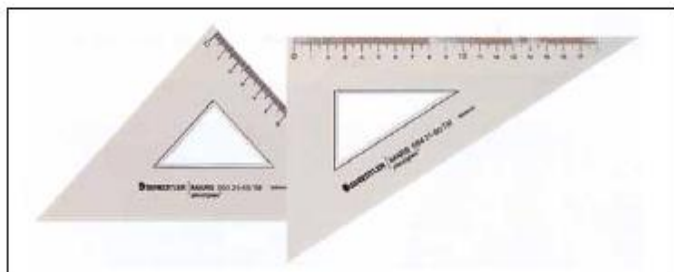
SOURCE: ROTRING

Source : Dessin : les conventions, normes, symboles et définitions concernant l'installateur sanitaire/ Fonds de Formation professionnelle de la Construction

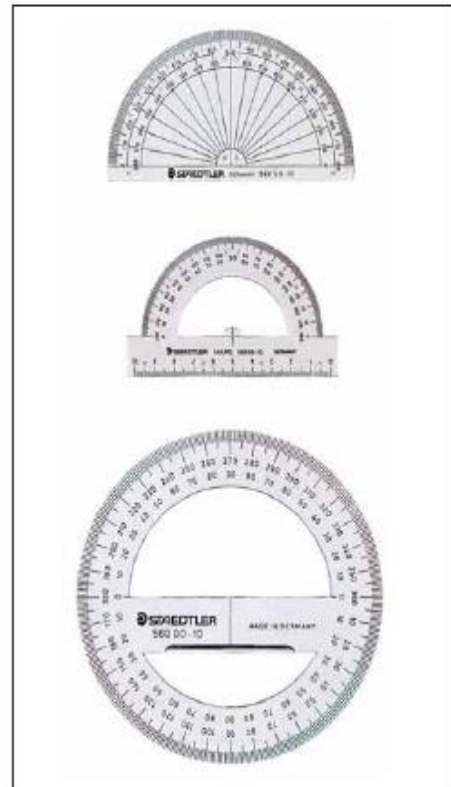
I.3.5. RAPPORTEURS, ÉQUERRES ET COMPAS



SOURCE: ROTRING



SOURCE: STAEDTLER













SOURCE: STAEDTLER

Source : Dessin : les conventions, normes, symboles et définitions concernant l'installateur sanitaire/ Fonds de Formation professionnelle de la Construction

1.6/ Normalisation :

1.6.1/ Types de traits :




En dessin manuel on utilise plusieurs types de traits, que nous allons tenter de montrer grâce à ce tableau si dessous :

Dénomination	Epaisseur de trait	Remarques
Arêtes vues	I  II 	Le dessinateur détermine l'épaisseur, en fonction du contexte (dimensions, échelle...)
Pourtour de la section	II  III 	
Arêtes cachées: – arrière-plan – avant-plan	I  ou II 	Les arêtes situées à l'arrière-plan (derrière une surface) sont représentées par des traits interrompus longs; celles situées à l'avant-plan (entre la surface et l'observateur) sont représentées par des traits interrompus plus courts.
Lignes de cote, d'attache, de hachures, de renvoi	I 	
Limites de vues ou de coupes partielles	I 	Pièces d'une certaine épaisseur
		Pièces linéaires
Axes (p.ex. pièces communes) Axes de symétrie	I  ou II 	

Source : Dessin : les conventions, normes, symboles et définitions concernant l'installateur sanitaire/ Fonds de Formation professionnelle de la Construction

On utilise généralement trois épaisseurs de traits :

- Fort (gros),
- Moyen,
- Fin.

Dénomination	Épaisseur de trait	Remarques
I = fin		
II = moyen		épaisseur II = 2 x épaisseur I
III = gros		épaisseur III = 2 x épaisseur II

Source : Dessin : les conventions, normes, symboles et définitions concernant l'installateur sanitaire/ Fonds de Formation professionnelle de la Construction

POLYCOPIE COURS / TP DESSIN TECHNIQUE

Dans certains cas le trait peut être **plein** c'est-à-dire **continu** ; ou **interrompu** c'est-à-dire **discontinu** (des petits traits de même dimensions) ou **mixte** (en alternance trait long et petit trait).

Le trait fort doit être parfaitement lisible. La largeur du trait fort doit être au moins le double de la largeur du trait moyen.

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

Source : Dessin technique projection orthogonale *Wilmotte Bernard – Institut Saint-Joseph de Saint Hubert*

La largeur des traits pour un dessin à l'encre sont :

- 0,5 mm pour un trait fort,
- 0,3 mm pour un trait moyen
- 0,1 mm pour un trait fin
- 0,3 mm pour l'écriture et les lignes des cotes



Pour le dessin au porte mine, on utilise :

- une mine d'une largeur de 0,5 mm (trait fort et moyen) et
- une mine de 0,3 mm (trait fin).



Pour le dessin au crayon, on utilise :





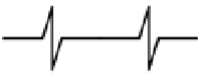



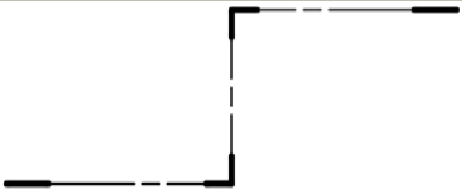


- un crayon N°2 HB que l'on doit maîtriser parfaitement pour marquer l'intensité des différents traits.



Source : Dessin technique projection orthogonale *Wilmotte Bernard – Institut Saint-Joseph de Saint Hubert*

POLYCOPIE COURS / TP DESSIN TECHNIQUE

Voici une illustration dans le tableau qui suit des différents traits :

Ensemble des traits		
Trait	Désignation	Applications
	Continu fort	<ul style="list-style-type: none"> Arêtes et contours apparents des coupes et des bois de bout
	Continu moyen	<ul style="list-style-type: none"> Arêtes et contours apparents
	Continu fin	<ul style="list-style-type: none"> Lignes de cote, d'attache et de repère Habillage des surfaces de coupe (hachures) Contours de sections rabattues (sur place) Constructions géométriques vues Construction et mise en page
	Continu fin à main levée	<ul style="list-style-type: none"> Rognage de vues ou de coupes partielles
	Continu fin avec zigzags	<ul style="list-style-type: none"> Alternative aux instruments du trait continu fin à main levée...
	Interrompu fin	<ul style="list-style-type: none"> Arêtes et contours cachés Constructions géométriques cachées
	Interrompu fort	<ul style="list-style-type: none"> alternative au trait interrompu fin
	Mixte fin	<ul style="list-style-type: none"> Axe des formes Traces de plans de symétrie Trajectoires Trace des plans de coupe
	Mixte fin avec éléments forts	<ul style="list-style-type: none"> Trace des plans de coupe
	Mixte fort	<ul style="list-style-type: none"> Indication de lignes / surfaces à spécifications particulières
	Mixte fin à deux tirets	<ul style="list-style-type: none"> Contours des pièces voisines

Source : Dessin technique projection orthogonale *Wilmotte Bernard – Institut Saint-Joseph de Saint Hubert*

1.6.2/ les Echelles :

Les échelles sont normalisées selon la norme E 04-013. Cette norme belge correspond aux normes internationales ISO 5455 – 1979 et NF E 04-506.

1.6.2.1/ Définitions :

L'échelle représente la proportion entre une dimension linéaire d'un objet tel que représenté sur un projet et sa dimension réelle.

- La grandeur réelle est représentée par 1:1
- Échelle d'agrandissement X:1 (ex.: 2:1)
- Échelle de réduction 1:X (ex.: 1:10)

1.6.2.2/ Indication :

L'indication de l'échelle utilisée sur le dessin doit figurer dans le cartouche du dessin. Il faut noter que s'il y a plusieurs échelles dans un même dessin, l'échelle générale doit être mentionnée dans le cartouche. Les autres échelles seront indiquées auprès des figures ou dessins concernés.

Échelles préférentielles ou couramment utilisés :

Quelques exemples d'échelles fréquemment utilisées:

Échelle	Application - Usage
2:1 1:1 1:2 1:5	Dessin de détails de petites pièces
1:20	Équipements sanitaires
1:50	Plans
1:100	Avant-projets
1:200 1:500	Plan d'implantation
1:1000 1:2000	Plan de situation, plan de lotissement, plan du cadastre
1:6000 1:10 000 1:15 000	Plan de situation/plan communal

Source : Dessin technique projection orthogonale Wilmotte Bernard – Institut Saint-Joseph de Saint Hubert

POLYCOPIE COURS / TP DESSIN TECHNIQUE

Il faut noter que : Lorsque les objets sont grands ou petits, il est nécessaire de faire des réductions agrandissements pour les représenter sur les formats standards normalisés.

Échelles usuelles						
en vraie grandeur	1:1					
en réduction	1:2	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100
en agrandissement	2:1	5:1	10:1	20:1	50:1	100:1

Source : Le dessin industriel Semestre 1 –Conception Mécanique M1101 Année 2016-2017 / Université de technologie 1 Grenoble

1.6.3/ L'écriture :

Il faut préciser que l'écriture peut être majuscule ou minuscule, droite ou penchée. Le traçage des lignes se fera en trait de construction (pouvant facilement être effacé).

Les hauteurs des lettres et des chiffres :

Titres : 5/7

Sous-titres : 3,5/5

Cotation (chiffres) : 3,5

Informations (bordereau, ...) : 3,5/5

(Voir le cours spécifique sur l'écriture normalisée pour plus de détails)

1.6.4/ Les formats :

Généralement Les plans de construction sont souvent réalisés sur format A0 ou A1.

Les feuilles A4 sont majoritairement utilisées pour les textes ainsi que pour les dessins de détails.

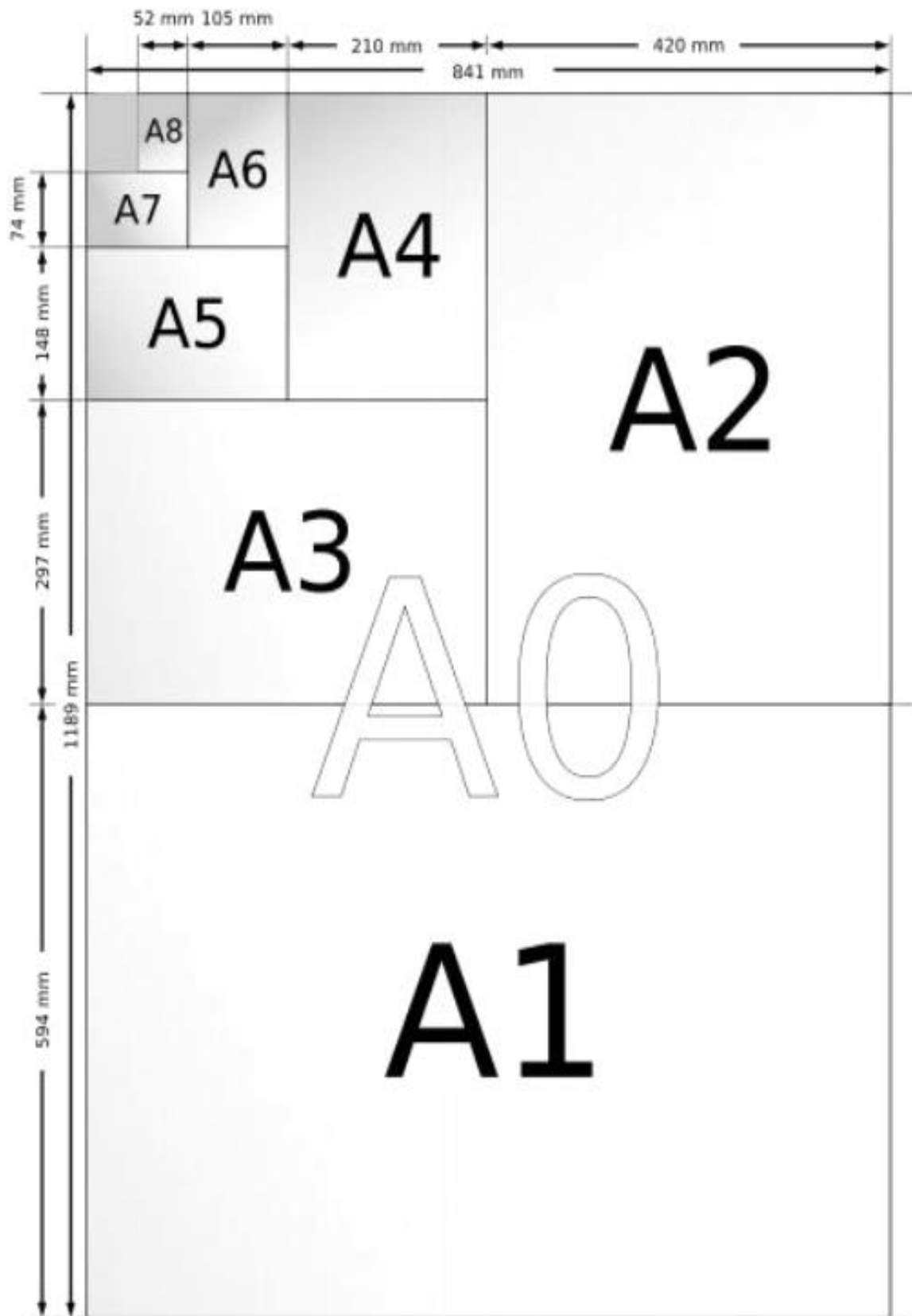
Les formats normalisés s'utilisent indifféremment verticalement ou horizontalement. La série A (A1, A1, A2, A3, A4), normalisée ISO, est la plus utilisée.

Pour chaque format, le rapport longueur sur largeur est égale à la racine de 2 .

Le format A0 a une aire de 1m² . (Voire les tableaux si dessous).

Formats normalisés A (ISO et NF Q 02-000)		
désignation	longueur (mm)	largeur (mm)
A0	1188	840
A1	840	594
A2	594	420
A3	420	297
A4	297	210

Source : Le dessin industriel Semestre 1 –Conception Mécanique M1101 Année 2016-2017 / Université de technologie 1 Grenoble



Source : Le dessin industriel Semestre 1 –Conception Mécanique M1101 Année 2016-2017 / Université de technologie 1 Grenoble

4A0	: 1682 x 2378 cm
2A0	: 1189 x 1682 mm
A0	: 841 x 1189 mm
A1	: 594 x 841 mm
A2	: 420 x 594 mm
A3	: 297 x 420 mm
A4	: 210 x 297 mm
A5	: 148 x 210 mm
A6	: 105 x 148 mm
A7	: 74 x 105 mm
A8	: 52 x 74 mm
A9	: 37 x 52 mm
A10	: 26 x 37 mm

Source : Le dessin industriel Semestre 1 –Conception Mécanique M1101 Année 2016-2017 / Université de technologie 1 Grenoble

1.6.5/ Le cartouche :

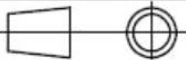
(référence : consulter la norme NF E 01-503)

Le cartouche représente en réalité la carte d'identité du dessin.

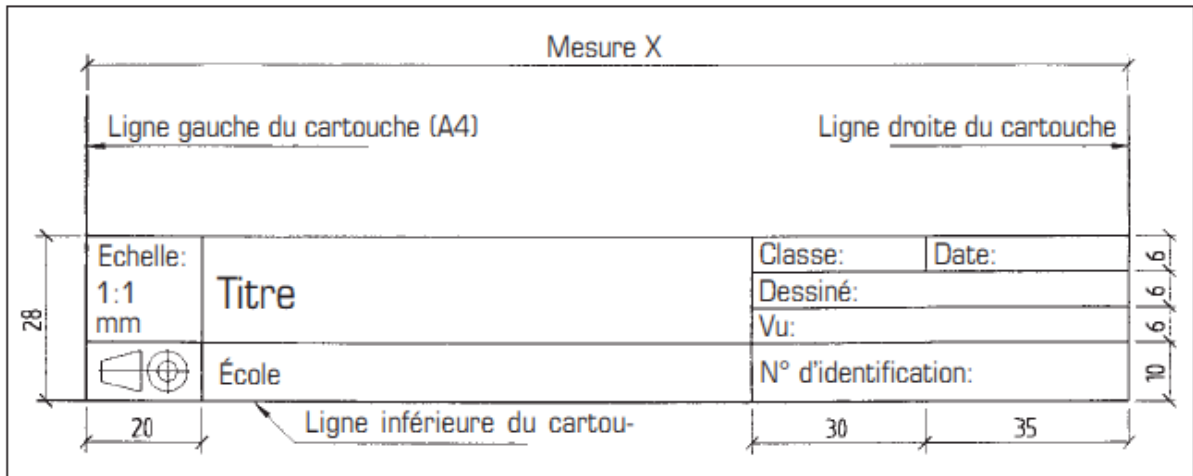
Il rassemble les éléments nécessaires à l'identification et à l'exploitation du document: notamment l'échelle, le titre, le symbole ISO de disposition des vues, le format, le nom du dessinateur, la date de création du dessin, le nom de l'entreprise,...

La plupart des entreprises et des écoles ont leur cartouche personnalisé.

Le cartouche doit être accolé au cadre. Son emplacement est normalisé, il est aussi toujours placé à droite.

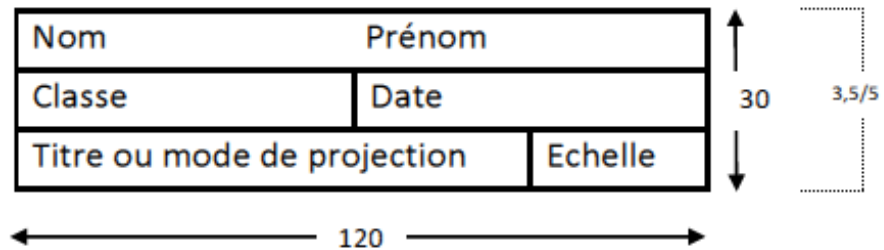
		Matière:	Traitement:	
CYLINDRE DEPLISSEUR			Date:	
			Dessinateur:	
Ech 1:1	IUT GMP - Grenoble-			
			Format: A3	

Source : Le dessin industriel Semestre 1 –Conception Mécanique M1101 Année 2016-2017 / Université de technologie 1 Grenoble



SOURCE: KVV-ANTWERPEN

Modèle (simplifié) :



Source : Dessin technique projection orthogonale Wilmotte Bernard – Institut Saint-Joseph de Saint Hubert

CHAPITRE 2 :
ELEMENTS DE LA
GEOMETRIE
DESCRIPTIVE

2.1/ Introduction :

La géométrie descriptive a été bien définie par Monge on peut donc la percevoir comme la théorisation d'un "art du trait" .

Il ne faut pas donc confondre entre La géométrie descriptive qui est une géométrie *pratique*, et les géométries euclidienne ou analytique. Ce moyen de description graphique est nécessaire pour l'étude du dessin technique elle représente aussi une des rares disciplines dont l'enseignement dans les écoles d'architecture persiste depuis le XIXe siècle, d'ailleurs a ce sujet beaucoup se demandent sur la nécessité de son utilisation face à l'ère numérique et si cet enseignement est toujours justifié ?

La géométrie descriptive permet a l'étudiant d'une part de faire la gymnastique mentale qui lui apprend à voir dans l'espace et à comprendre la représentation des objets tridimensionnels, ce qui sera très important lors d'une lecture d'un volume en 3D, et d'autre part elle permet la réalisation des épures qui sont nécessaires à une expression graphique pertinente, même si elle sera assistée par ordinateur.

2.2/ Principes de la géométrie descriptive :

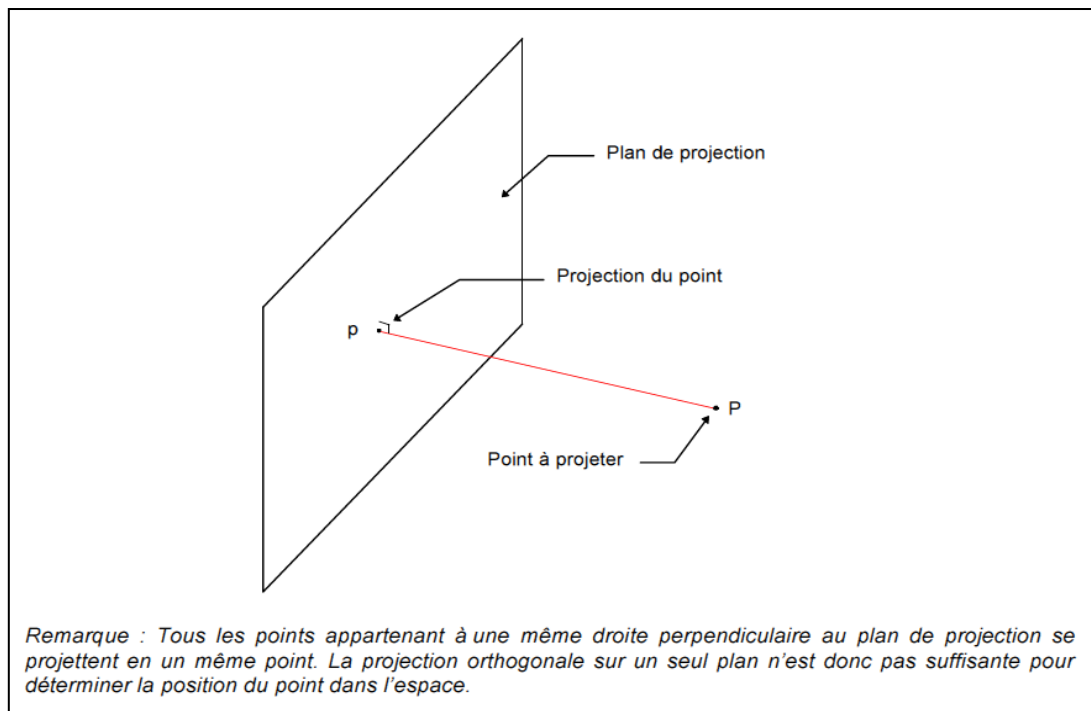
La géométrie descriptive se propose donc de donner, dans les deux dimensions de la feuille de papier, c'est une représentation opératoire des objets tridimensionnels : cette représentation qu'on peut qualifier de bi-dimensionnelle doit décrire suffisamment complètement l'objet représenté.

L'espace est représenté par deux projections sur des plans convenablement choisis : un plan horizontal - le sol – et un plan vertical - le tableau -, qui se coupent selon une droite appelée ligne de terre.

Le plan horizontal est alors « rabattu » sur le tableau autour de la ligne de terre. Les deux projections maintenant représentées sur la même figure, comme deux calques superposés, constituent l'épure.

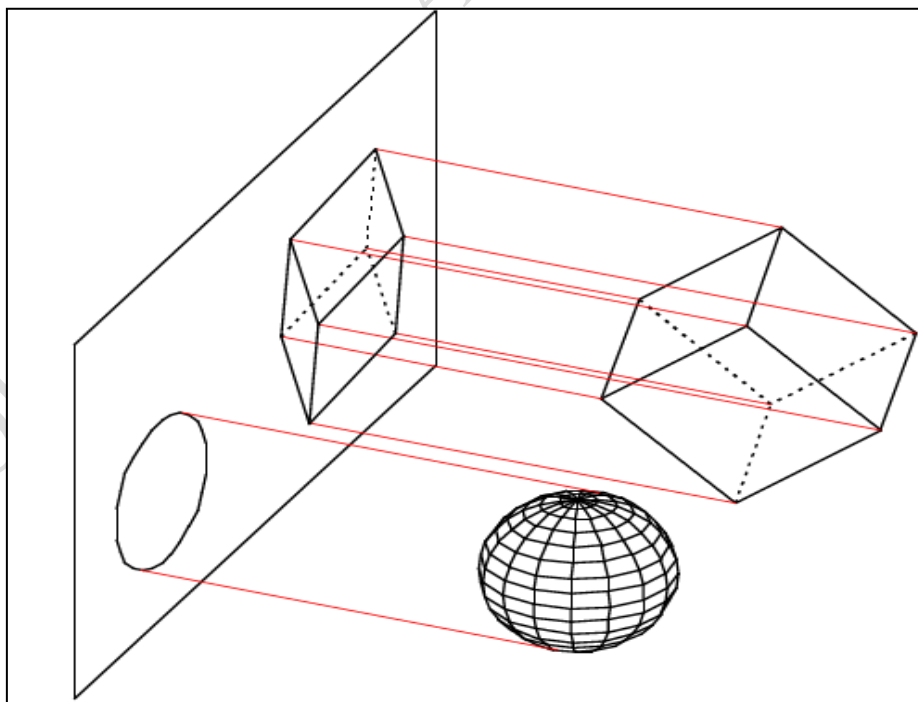
2.2.1/La projection orthogonale :

On appelle projection orthogonale d'un point (P) sur un plan le pied (p) de la perpendiculaire (Pp) abaissée de ce point sur le plan.



Source : Géométrie descriptive école d'architecture d'Annecy

Si l'on veut réaliser la projection orthogonale d'un solide c'est donc la somme des projections de tous ces points caractéristiques.



Source : Géométrie descriptive école d'architecture d'Annecy

La projection orthogonale sur un plan des objets tridimensionnels en donne une représentation bidimensionnelle. Cependant, une seule projection orthogonale n'est pas suffisante pour caractériser entièrement un objet dans l'espace, car dans ce passage des 3 aux 2 dimensions, de l'information est nécessairement perdue :



Est-ce la projection d'un cylindre, d'une sphère ?



Est-ce la projection d'un cylindre, d'un parallélépipède ?

Afin d'éviter cette perte d'information, la géométrie descriptive a recours à deux projections orthogonales distinctes mais coïncidentes.

2.2.2/ Les deux plans de projections :

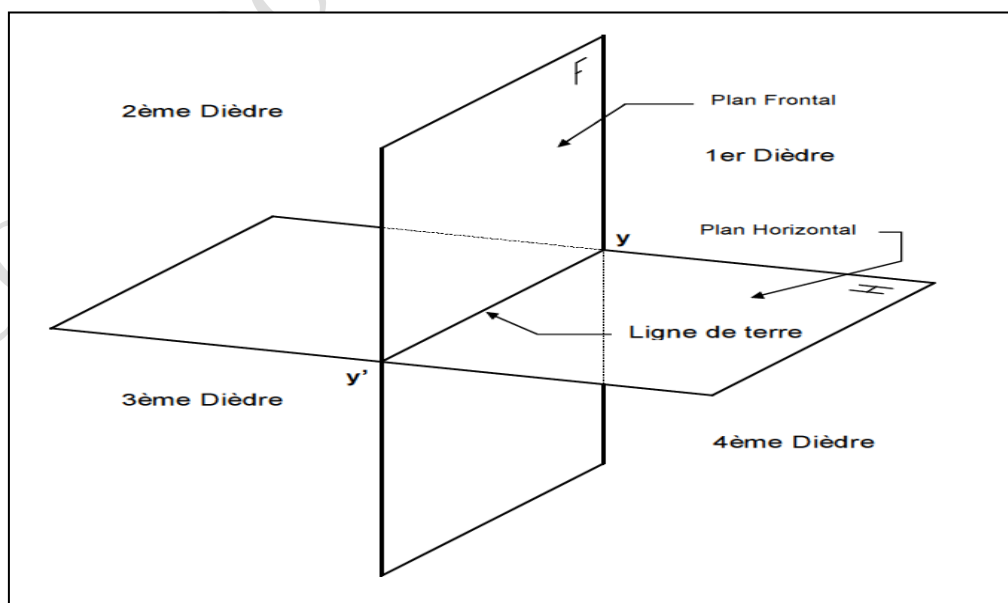
Afin de représenter les objets tridimensionnels dans les deux dimensions de la feuille de papier, on commence donc par se donner dans l'espace *deux* plans de projections perpendiculaires. Ces deux plans se coupent suivant une droite ($y'y$) appelée **ligne de terre**.

Le premier plan (**H**) est appelé **plan horizontal de projection**.

Le second plan (**F**) est appelé **plan frontal de projection**.

Ces deux plans découpent l'espace en quatre régions, ou **dièdres**, numérotés comme ci dessous:

2.2.3/ Les quatre dièdres :



Source : Géométrie descriptive école d'architecture d'Annecy

2.2.4/ Le point :

2.2.4.1/ Représentation du point :

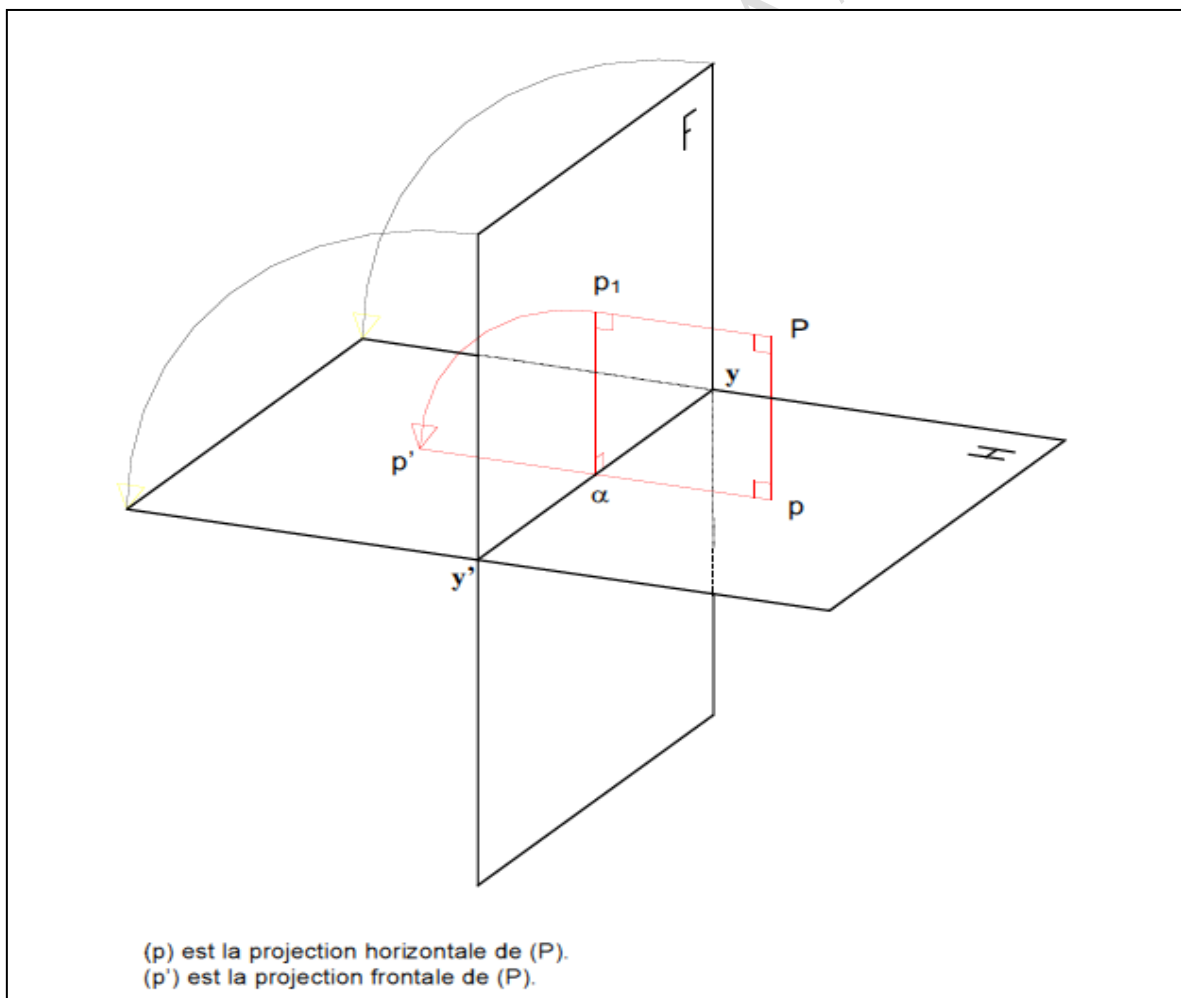
Soit un point (P) de l'espace. Ce point (P) se projette horizontalement sur le plan (**H**) en (p) et frontalement sur le plan (**F**) en (p₁). Le plan (pPp₁) ainsi défini est perpendiculaire aux deux plans de projection (**H**) et (**F**), et donc à la ligne de terre en (a).

Les points (Pp₁) définissent un rectangle.

Les droites (pa) et (p₁a) sont perpendiculaires à la ligne de terre (y'y).

Ainsi, lorsque le plan frontal est amené en coïncidence avec le plan horizontal par rotation autour de (y'y), le point (p₁) décrit un quart de cercle de centre (a).

Ce point (p₁) vient donc se placer en (p') dans le prolongement de (pa). La droite (pp') est appelée **ligne de rappel** du point (P). Cette droite est donc *nécessairement* perpendiculaire à la ligne de terre (y'y).



Source : Géométrie descriptive école d'architecture d'Annecy

2.2.4.2/ Epure du point. Cote et éloignement :

Un point de l'espace est donc figuré sur une épure par ses deux projections orthogonales sur les deux plans de projections. Ces deux projections sont situées sur une même perpendiculaire à la ligne de terre appelée **ligne de rappel**.

On appelle **éloignement** d'un point la distance de ce point au plan frontal de projection.

$$\text{Eloignement de } (P) = (Pp1) = (pa).$$

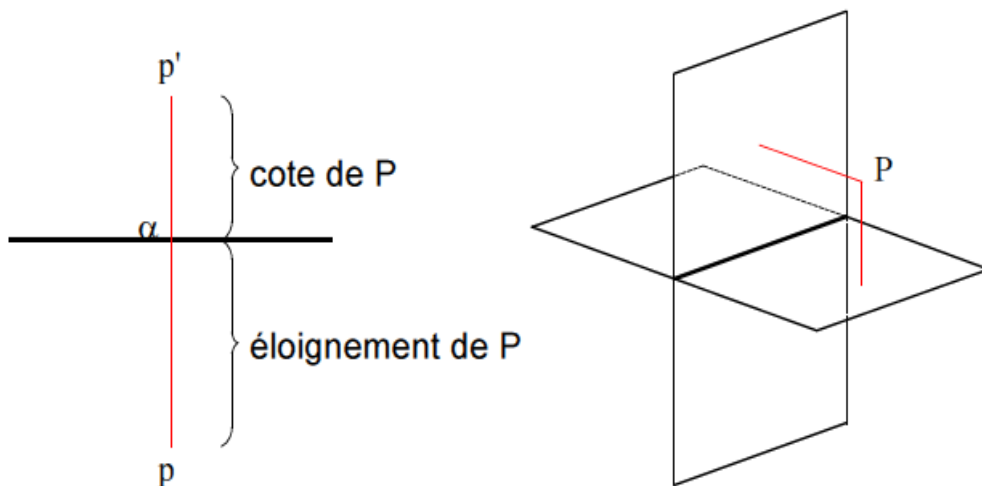
L'éloignement d'un point est considéré comme positif si ce point est situé en avant du plan frontal (1er et 4ème dièdre), il est négatif si ce point est situé en arrière du plan frontal (2ème et 3ème dièdre).

On appelle **cote** d'un point la distance de ce point au plan horizontal de projection.

$$\text{Cote } (P) = (Pp) = (p'a).$$

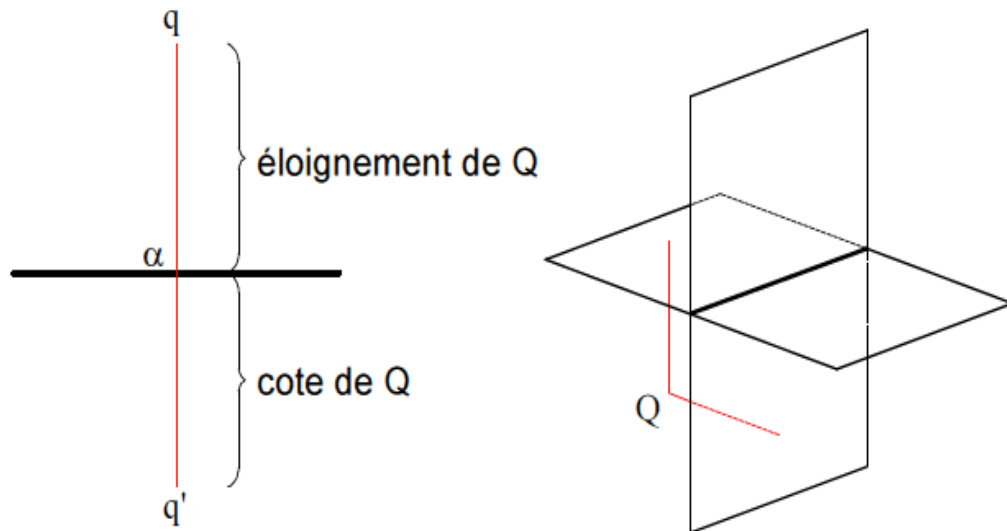
La cote d'un point est considérée comme positive si ce point est situé au-dessus du plan horizontal (1er et 2ème dièdre), elle est négative si le point est situé au-dessous du plan horizontal (3ème et 4ème dièdre).

L'épure ci-dessous montre que le point (P), se projetant frontalement en (p') et horizontalement en (p), appartient au 1er dièdre. Son éloignement et sa cote sont positifs; le point (P) est donc situé en avant du plan frontal et au-dessus du plan horizontal.



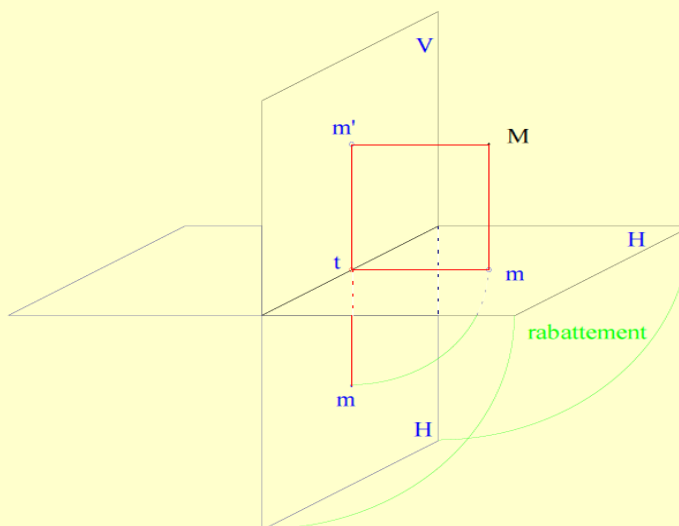
Source : Géométrie descriptive école d'architecture d'Annecy

L'épure ci-dessous montre que le point (Q), se projetant en frontalement en (q') et horizontalement en (q), appartient au 3ème dièdre. Son éloignement et sa cote sont négatifs; le point (Q) est donc situé en arrière du plan frontal et au-dessous du plan horizontal.

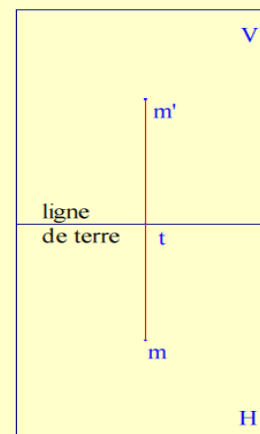


Source : Géométrie descriptive école d'architecture d'Annecy

Épure d'un point



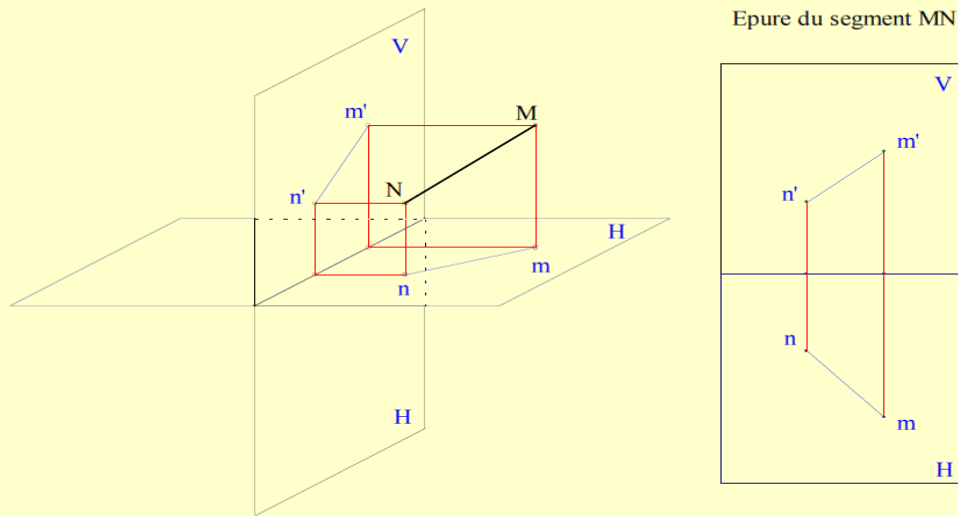
Epure du point M



Le point M se projette en m sur le sol et en m' sur le tableau.
La figure de gauche est l'épure (m, m') de ce point M.
Logiquement, la droite mm' est perpendiculaire à la ligne de terre.

Source : Représenter l'espace avec Cabri ...ou la géométrie descriptive revisitée Robert March
École d'Architecture Paris-Val-de-Seine

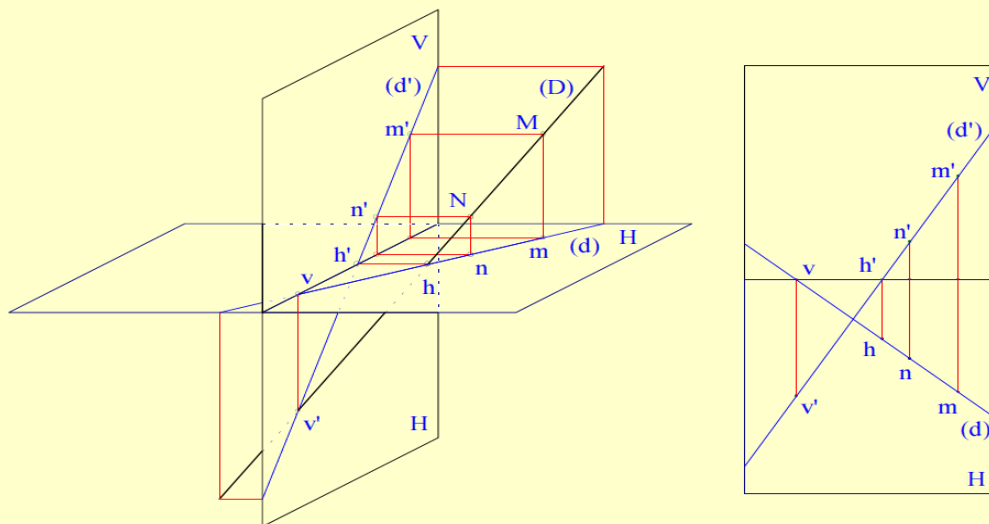
Épure d'un segment



L'épure du segment MN est formée par les segments mn et m'n'.
Connaissant (m,m') et (n,n') on peut déterminer sur l'épure les points d'intersection de la droite MN avec les deux plans de projection.

Source : Représenter l'espace avec Cabri ...ou la géométrie descriptive revisitée Robert March
École d'Architecture Paris-Val-de-Seine

Épure d'une droite



La droite (D) a pour épure les droites (d) et (d').
Sur l'épure, on peut déterminer les points d'intersection de (D) avec le sol et le tableau : le point (h,h') est déterminé par h' à l'intersection de (d') et de la ligne de terre ; de même, le point (v,v') est déterminé par v à l'intersection de (d) et de la ligne de terre.

Source : Représenter l'espace avec Cabri ...ou la géométrie descriptive revisitée Robert March
École d'Architecture Paris-Val-de-Seine

2.2.3/ Représentation d'un objet en 3D dans un support en surface 2D/ Projection orthogonale :

Il faut noter que la représentation d'un objet ou un volume en 3D sur un support en 2D n'est pas une mince affaire ; le mérite revient à Gaspard Monge (1746/1818) ce mathématicien doué a su créer et mettre au point une technique pour représenter les bâtiments, et arriver à lire le dessin sur toutes ces faces. C'est lui qui nous a dotés du principe de la projection orthogonale utilisé dans le monde entier.

2.2.3.1/ Comment réaliser une projection orthogonale ?

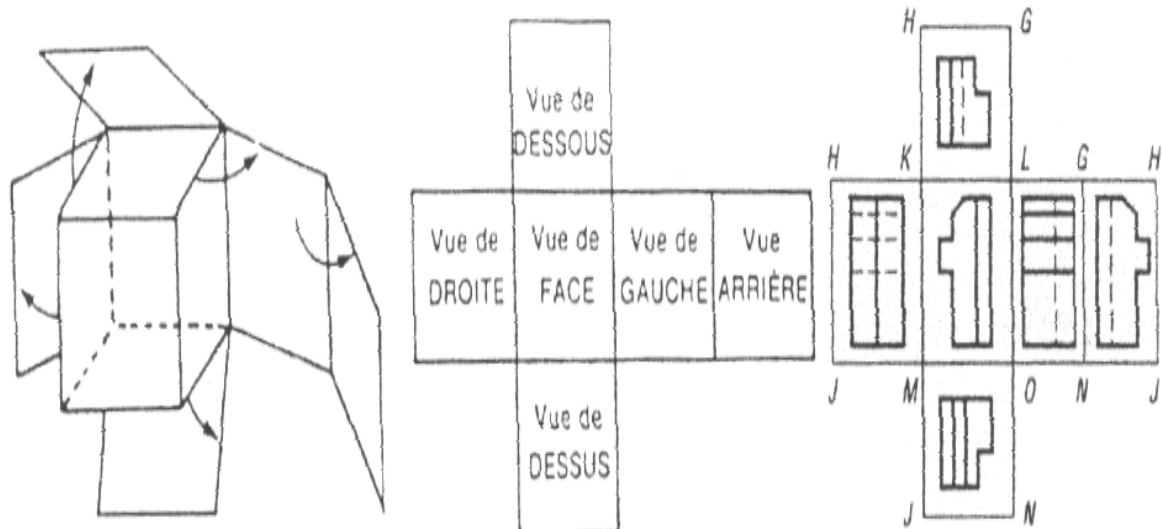
L'idée réside dans l'imagination d'un cube ouvert à six faces sur lequel seront projetées toutes les facettes du volume 3D en question, qu'on désire projeter.

« La logique en question consiste à comprendre que :

- Les faces supérieures et inférieures sont horizontales ;
- Les faces avant et arrières sont frontales ;
- Et les faces latérales sont de profil.

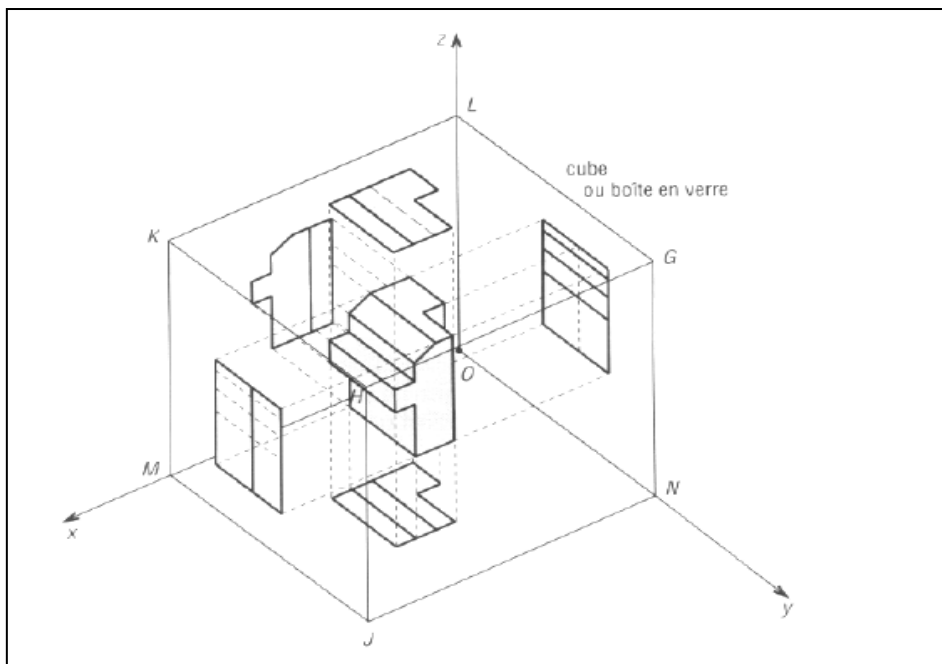
Et toutes les vues doivent être alignées horizontalement et verticalement. »⁵

Dans le cas d'une représentation des 6 vues, on obtient :



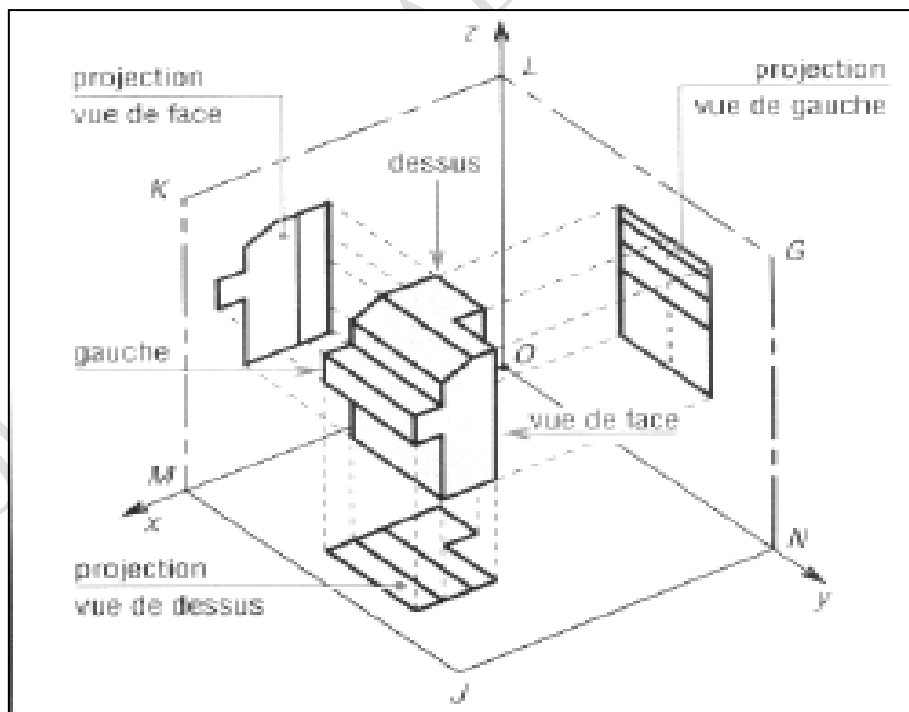
Source : Dessin technique /Construction

⁵ Dessin technique /Construction



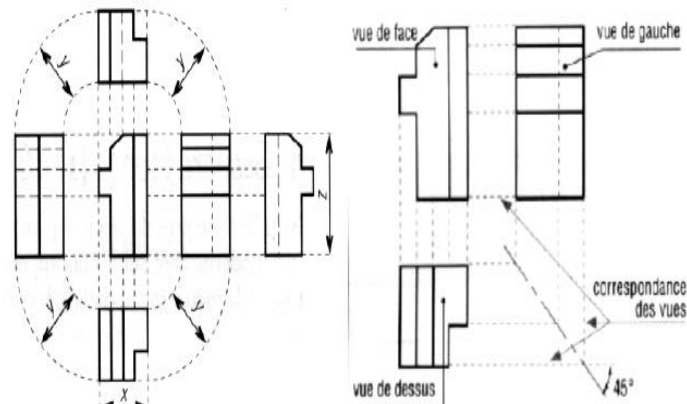
Source : Dessin technique /Construction

Dans le cube ou appelé aussi boîte en verre voila donc comment s'effectue une projection orthogonale : (voire dessin en dessous)



Source : Dessin technique /Construction

Cette correspondance permet la construction des vues les unes par rapport aux autres. Un élément représenté sur une vue pourra être situé sur les autres vues.

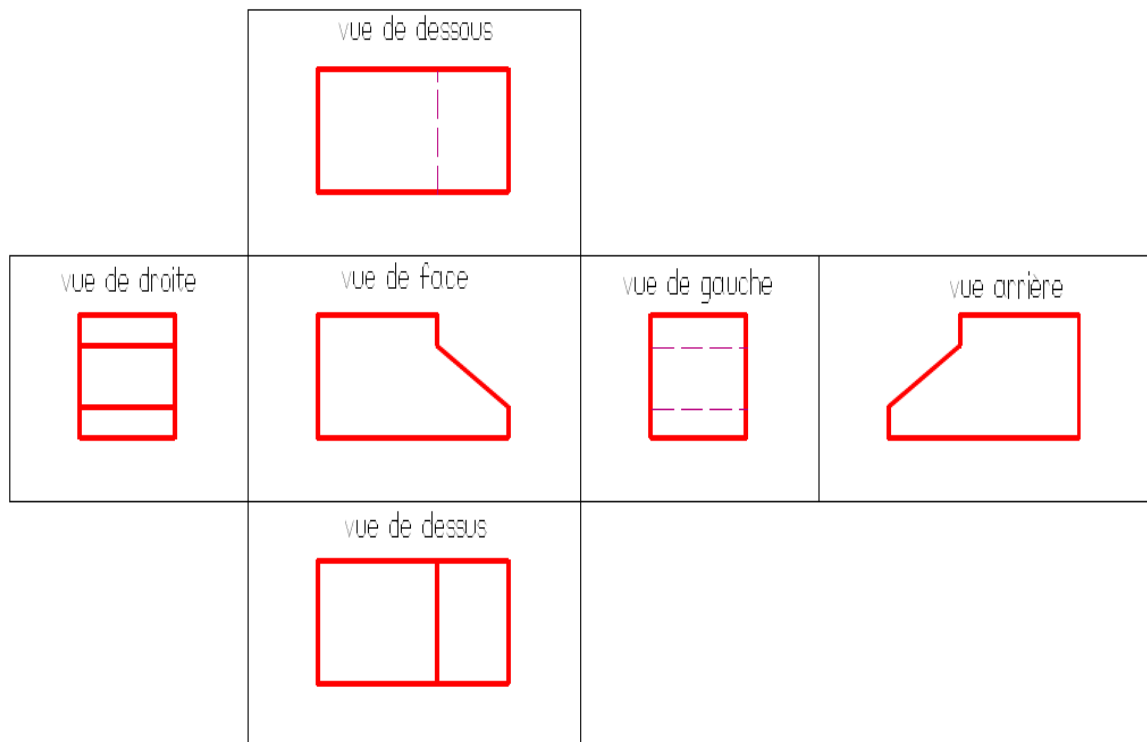


Cette correspondance est matérialisée par une droite horizontale, verticale ou à 45° suivant les vues concernées.

Source : Dessin technique /Construction

Pour conclure donc :

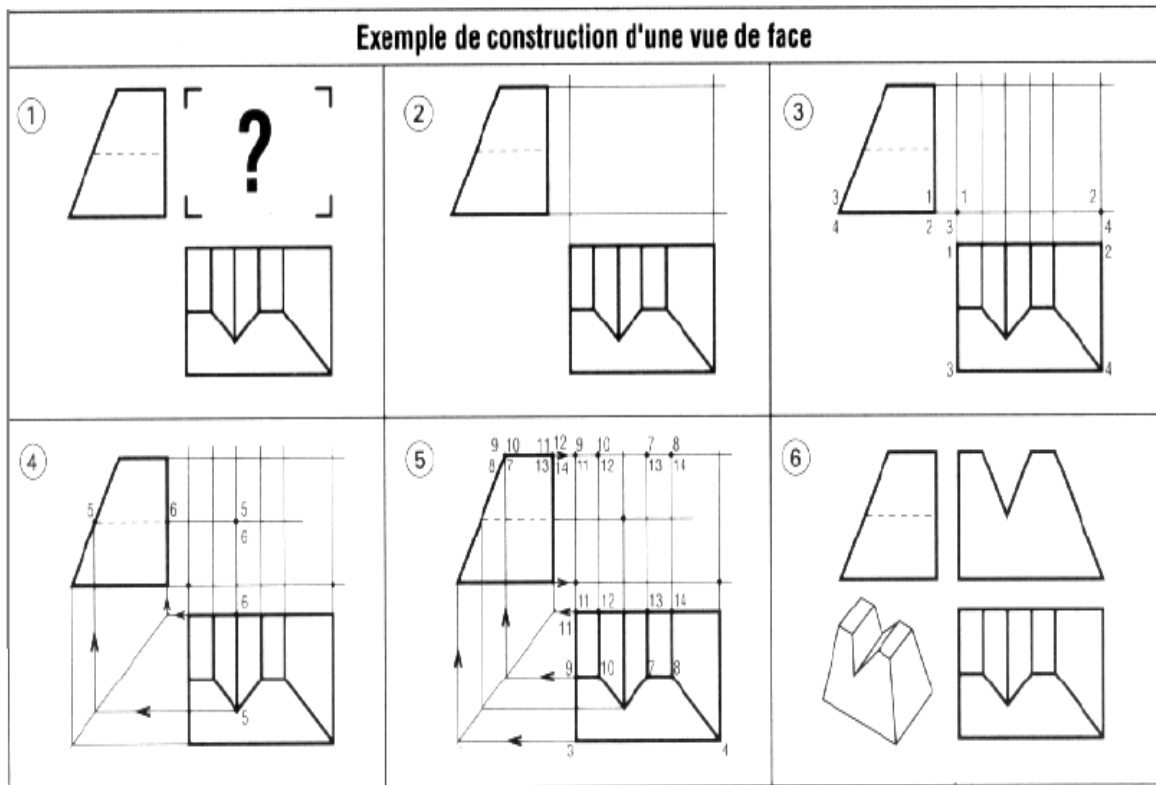
- la vue de droite est placée à gauche de la vue de face,
- la vue de gauche est placée à droite de la vue de face,
- la vue de dessus est placée au dessous de la vue de face,
- la vue de dessous est placée au dessus de la vue de face,
- la vue d'arrière est placée indifféremment à droite ou à gauche des vues.



Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

2.2.3.2/ Construire une vue supplémentaire a partir de deux vues connues :

Il faut noter qu'à partir de deux vues connues il est facile de déduire n'importe quelle autre vue ; en utilisant la propriété de correspondance des vues.



Source : Dessin technique /Construction

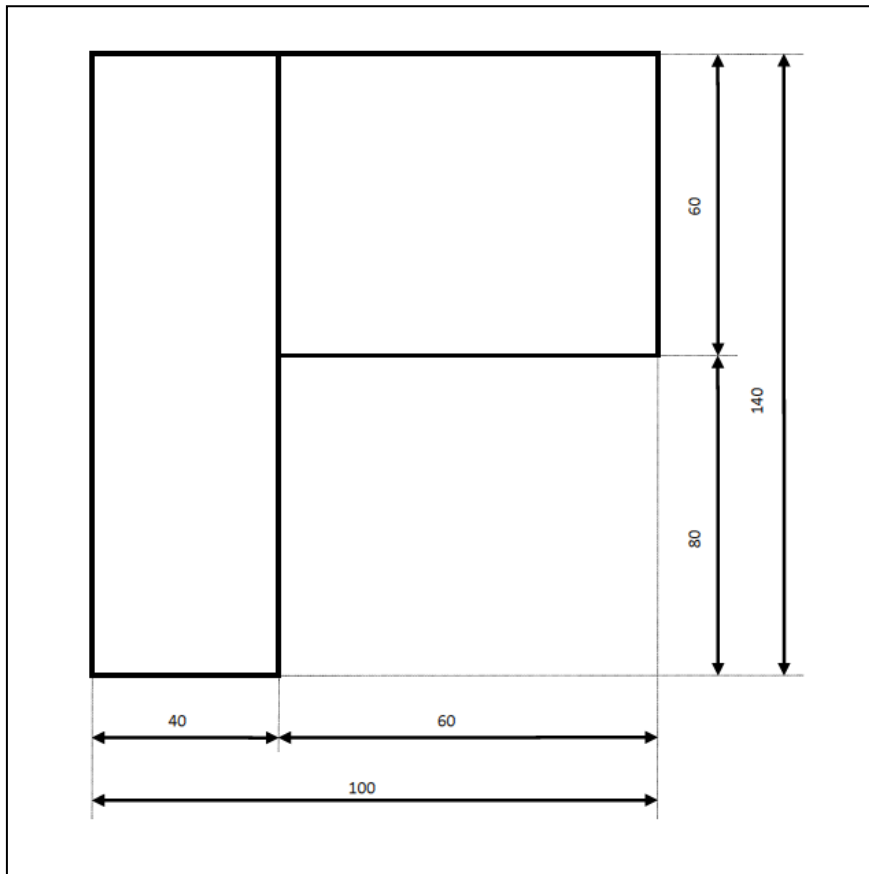
2.2.3.3/ La cotation :

Les cotations permettent de dimensionner un objet en vue de sa réalisation. Elle facilite celle-ci en évitant de mesurer l'objet sur un plan et permettent de communiquer entre les différents acteurs d'un projet. Les cotations sont indépendantes de l'échelle, **elles sont toujours notées en dimensions réelles.**

Les lignes de cotes sont tracées à 7mm de la pièce à coter, en commençant par les cotes les plus petites et en terminant par les plus grandes. La somme des cotes sur une même ligne doit correspondre à la cote totale.

La cotation se place au dessus de la ligne horizontale, et à gauche de la ligne verticale.

Exemple :



Source : Dessin technique projection orthogonale *Wilmotte Bernard – Institut Saint-Joseph de Saint*

Les plans sont cotés en largeur et en longueur, mais les élévations et les cotes verticales sont cotées uniquement en hauteur. (Jamais en largeur ni en longueur).

L'ensemble est coté en centimètres et quand aux détails c'est en millimètres.

Remarque : les plans techniques sont toujours cotés.

Les cotes d'attache : qui sont espacé du plan ;

La ligne de cote : c'est une sorte de ligne qui est toujours parallèle au segment coté ;

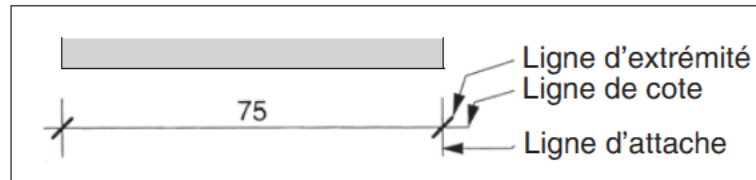
La valeur de la cote : doit être lisible elle représente un chiffre qui est toujours placé au dessous de la ligne de cote. (Les flèches sont utilisées pour les plans mécaniques)

Pour les cotes approximatives le chiffre est précédé de (+/-).

Pour les cotes modifiées le chiffre est toujours souligné. Exemple : 25

Groupement de cotes : Il est possible de grouper plusieurs cotes pour éviter de répéter les lignes ; et surtout pour une meilleur lisibilité.

COMPOSITION DE LA COTATION



SOURCE: CSTC

Nous traiterons 3 types de cotes:

- **Cotes partielles**

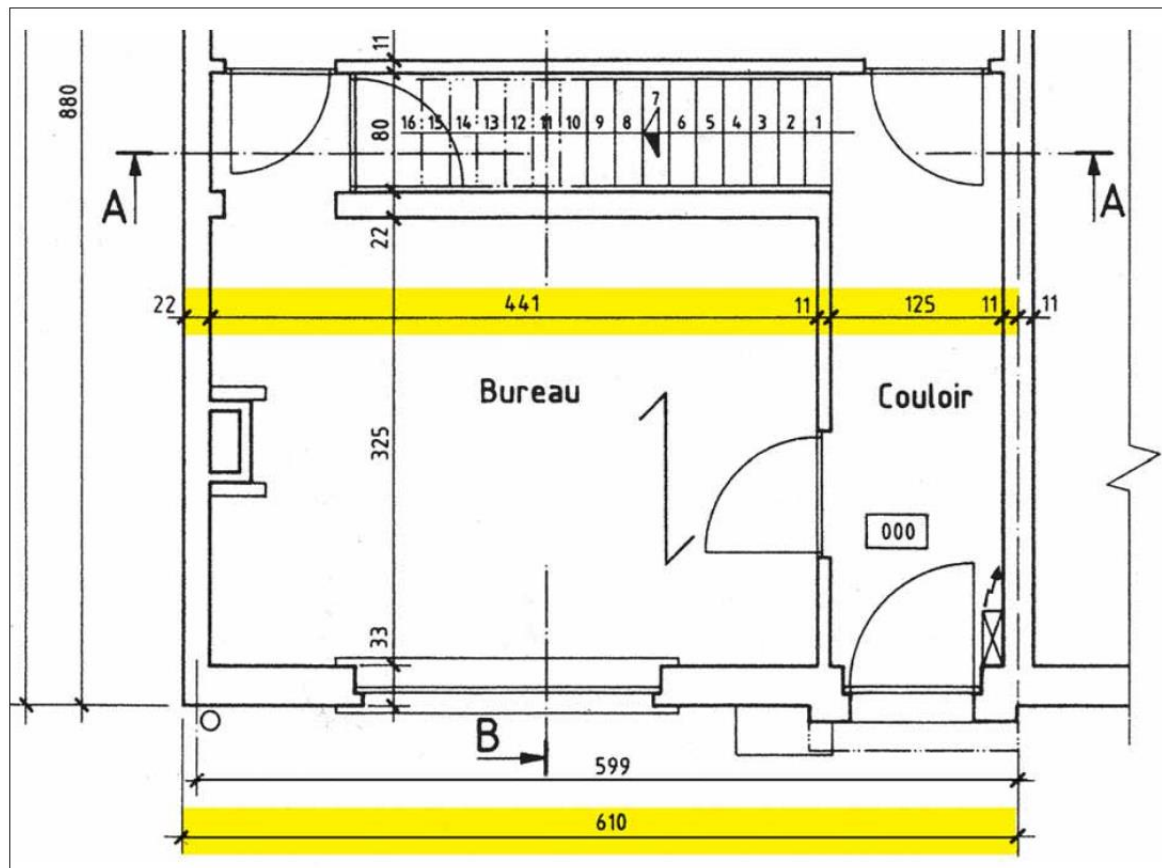
Ces dernières sont, avec les cotes totales, les plus utilisées dans le dessin technique appliqué à la construction. Le total de toutes les cotes partielles doit être égal à la cote totale.

- **Cote totale**

Elle va de pair avec la chaîne de cotes et en représente la somme.

Dans l'exemple suivant, la somme de la chaîne de cotes est égale à la cote totale:

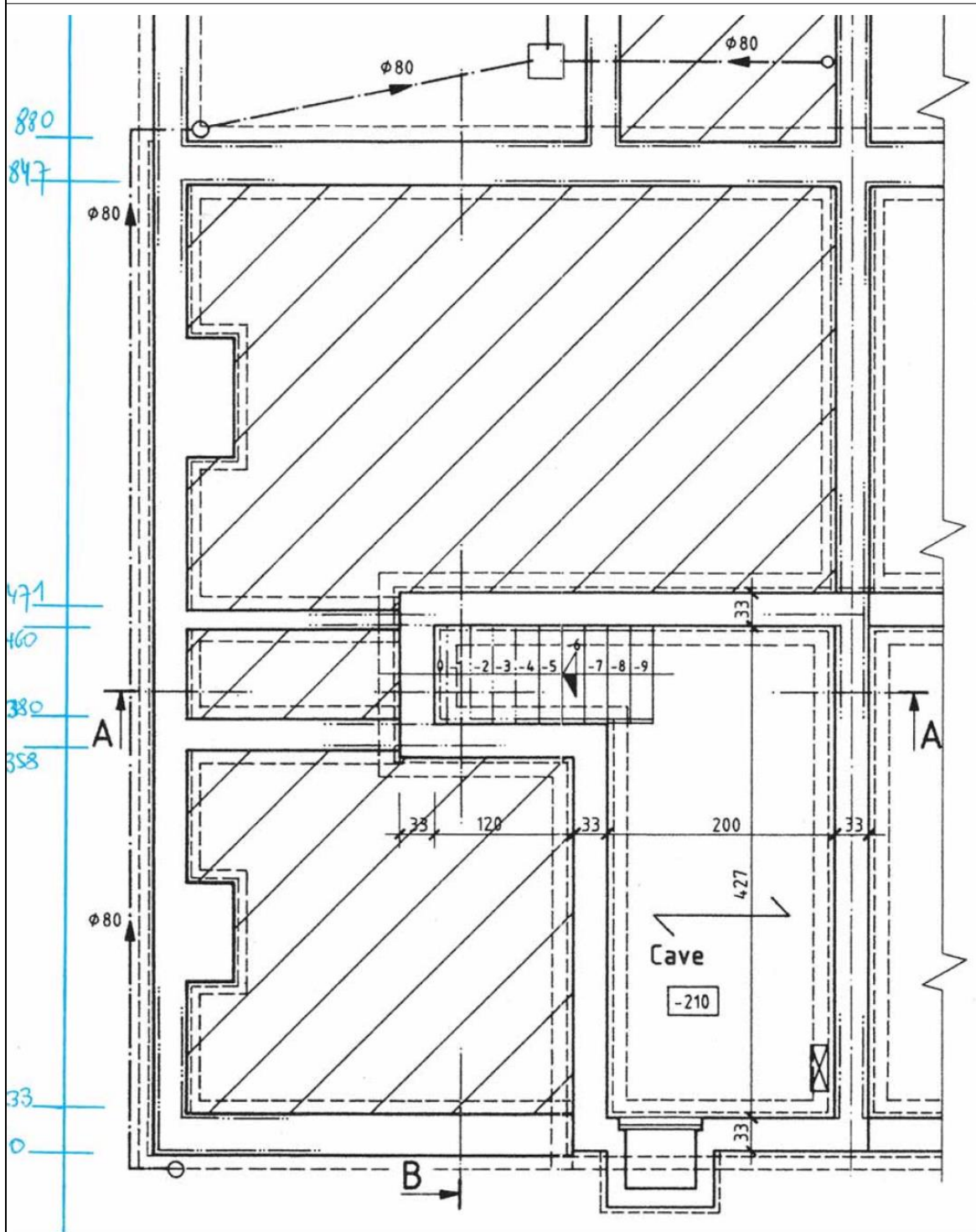
$$22 + 441 + 11 + 125 + 11 = 610$$



Cote cumulative (cote absolue)

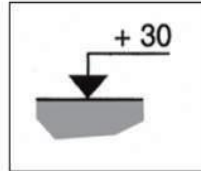
L'indication de dimension commence à la même origine et représente toujours la somme de toutes les précédentes.

Elle est utilisée d'ordinaire avant le début d'une construction neuve et est indiquée manuellement.



COTE DE NIVEAU

Cette cote est établie selon la norme ISO 129: 1985



SOURCE: CSTC

CHAPITRE 3 :

LES

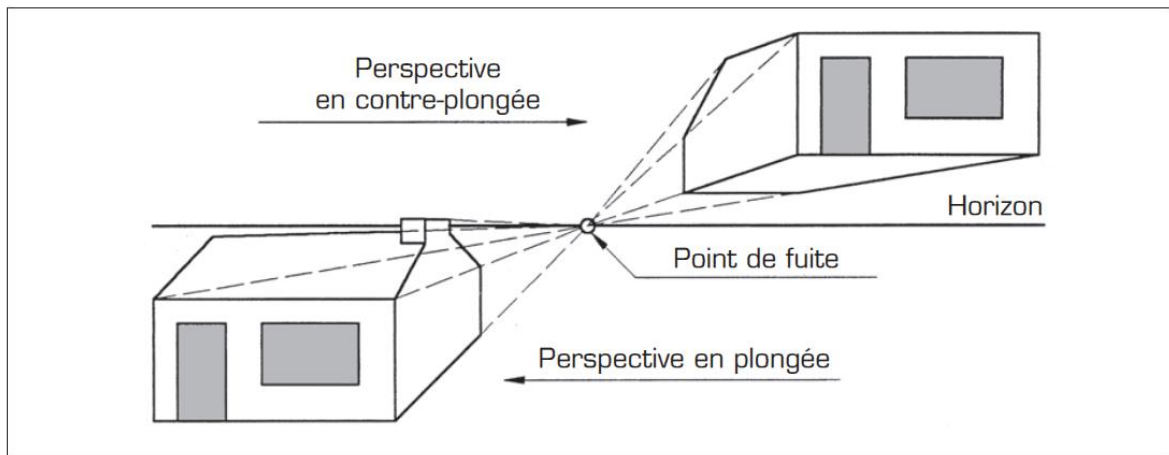
PERSPECTIVES

COURS ROFL

3.1/ Les perspectives :

3.1.1/ perspective un seul point de fuite :

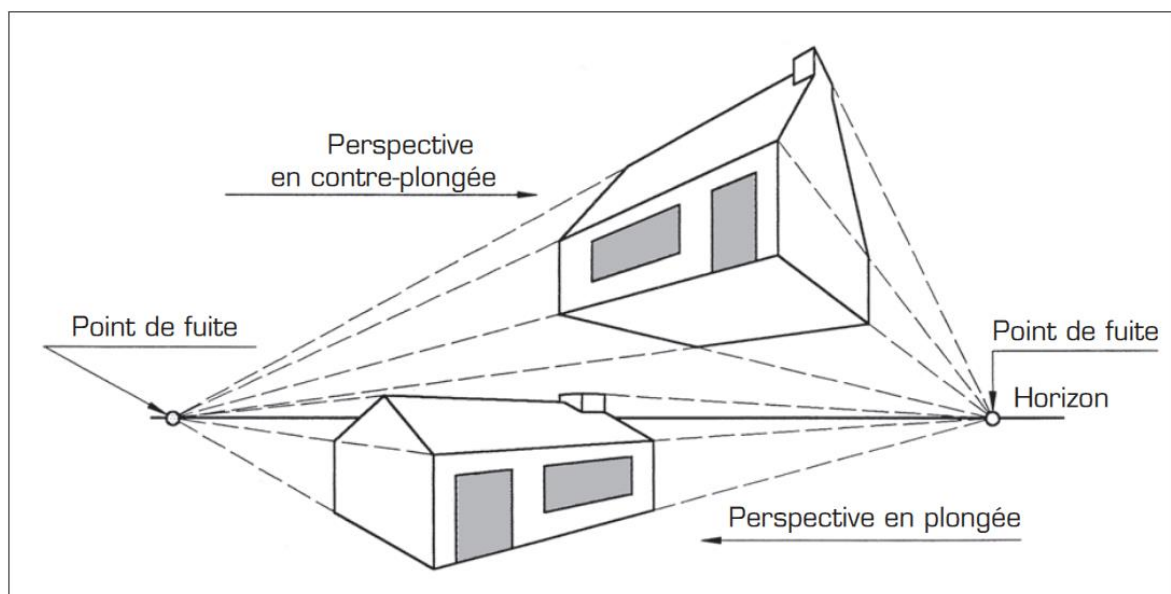
On appelle une perspective à un seul point de fuite une projection centrale, sachant que toutes les lignes horizontales et verticales conservent toujours leur direction. Et toutes les perpendiculaires au plan de projection convergent toujours vers un seul point appelé le point de fuite.



SOURCE: KVIV-ANTWERPEN

3.1.2/ Perspective à deux points de fuite :

Dans cette méthode on fait appel à deux points de fuite situés à l'horizon.



SOURCE: KVIV-ANTWERPEN

Perspectives cavalières

But

Une vue en perspective permet de comprendre rapidement les formes et l'aspect général d'une pièce ou d'un ensemble technique.

La perspective cavalière est une projection oblique, parallèlement à une direction ², sur l'une des faces du cube de projection.

Propriétés :

- (1) Face avant non "déformée".
- (2) Lignes fuyantes parallèles.
- (3) Coefficient de réduction des dimensions fuyantes : $0,5 < k < 1$.

Différents cas - Choix :

Différents points de vue de l'observateur. L'angle α est un angle orienté.

Construction :

a- Projeter la face avant sur le plan de projection choisi. Formes enveloppes axes.

b- Tracer la direction des fuyantes avec l'angle α choisi.

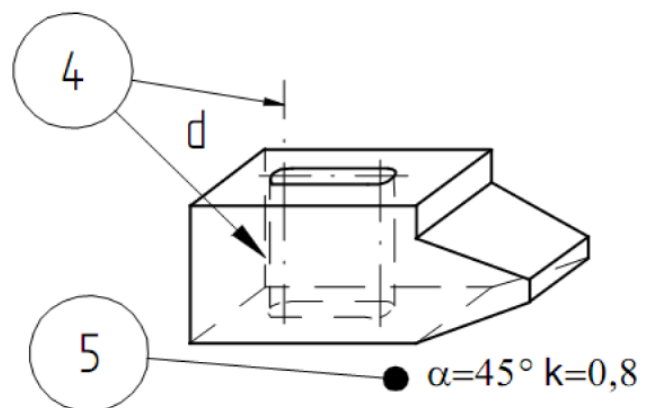
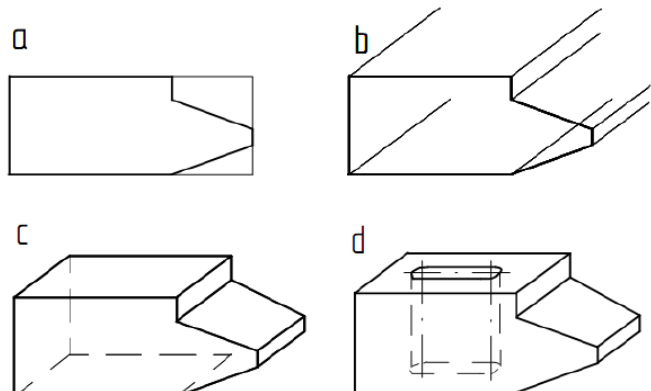
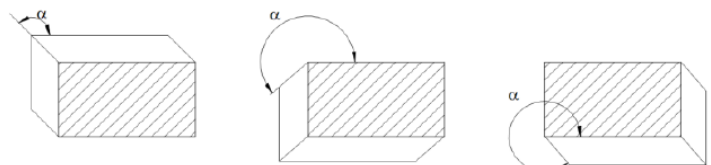
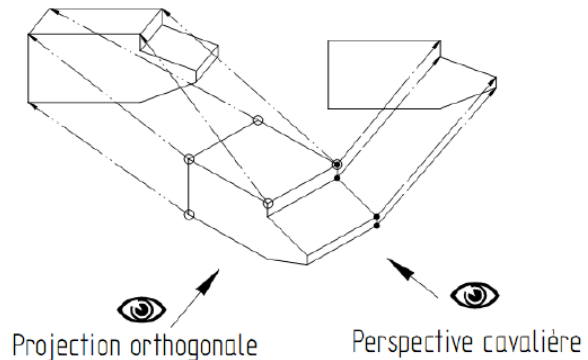
c- Tracer les parties fuyantes en les réduisant avec le rapport k choisi.

Formes enveloppes.

d - Etudier les détails de forme de la même manière.

e - Mettre au net le dessin : traits d'axes, pointillés, traits forts.

- (4) Les axes et les contours apparents des formes de révolution sont impératifs.
- (5) L'indication des caractéristiques de la perspective doit figurer sur le dessin.



Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

Exécution d'un dessin

Travail préliminaire :

Repérer les formes générales extérieures de la pièce : volumes élémentaires. Noter les trois dimensions principales.

Exécution :

a - Mettre en place rapidement les axes et les volumes capables : calcul de x et y.

b - Exécuter chaque détail de forme sur toutes les vues simultanément : Détails.

c - Nettoyer convenablement l'esquisse, surtout lorsque la mise au net doit être faite au crayon.

Effacer les lignes de rappel, de construction.

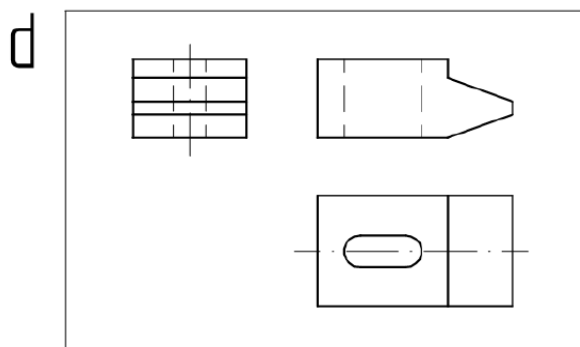
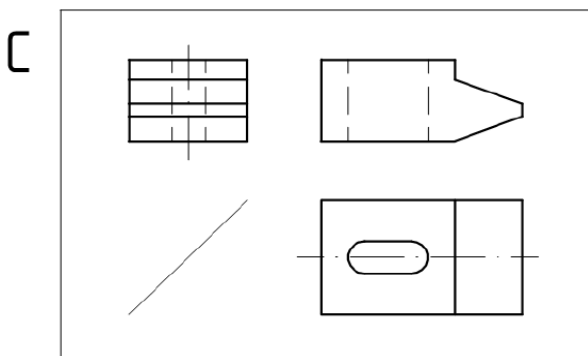
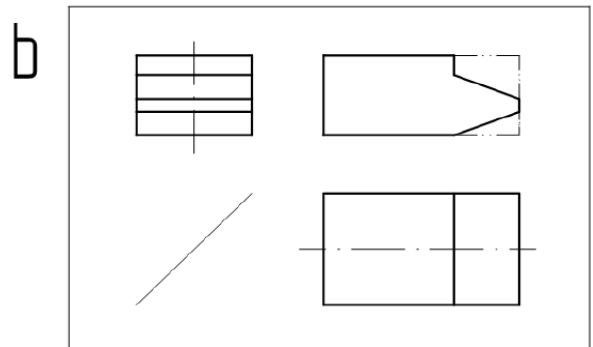
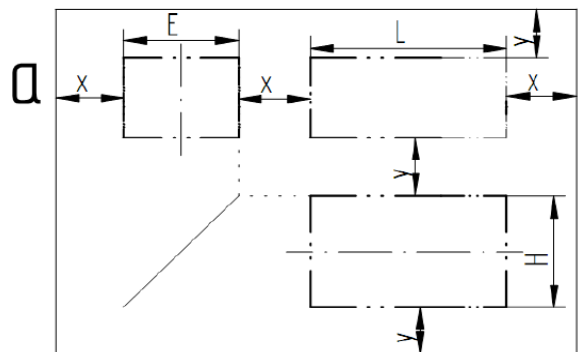
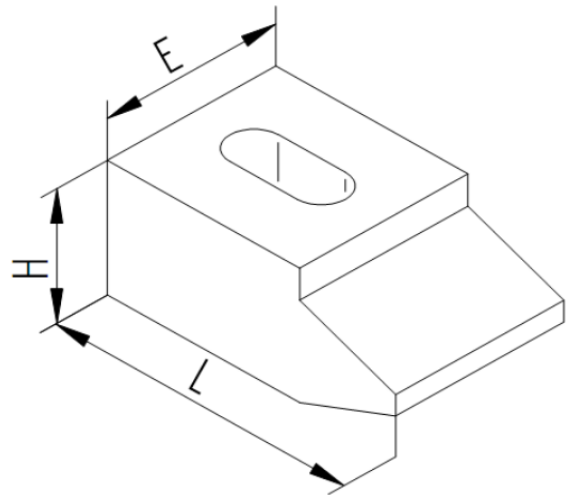
d - Mettre au net : commencer toujours par les traits fins : traits d'axes, pointillés, puis les traits forts. Tracer tous les cercles et arrondis en premier.

Repasser toutes les vues d'ensemble en balayant le dessin de haut en bas pour les traits horizontaux de gauche à droite pour les traits verticaux.

e - Mettre en place la cotation :

f - Mettre les indications des coupes et les écritures.

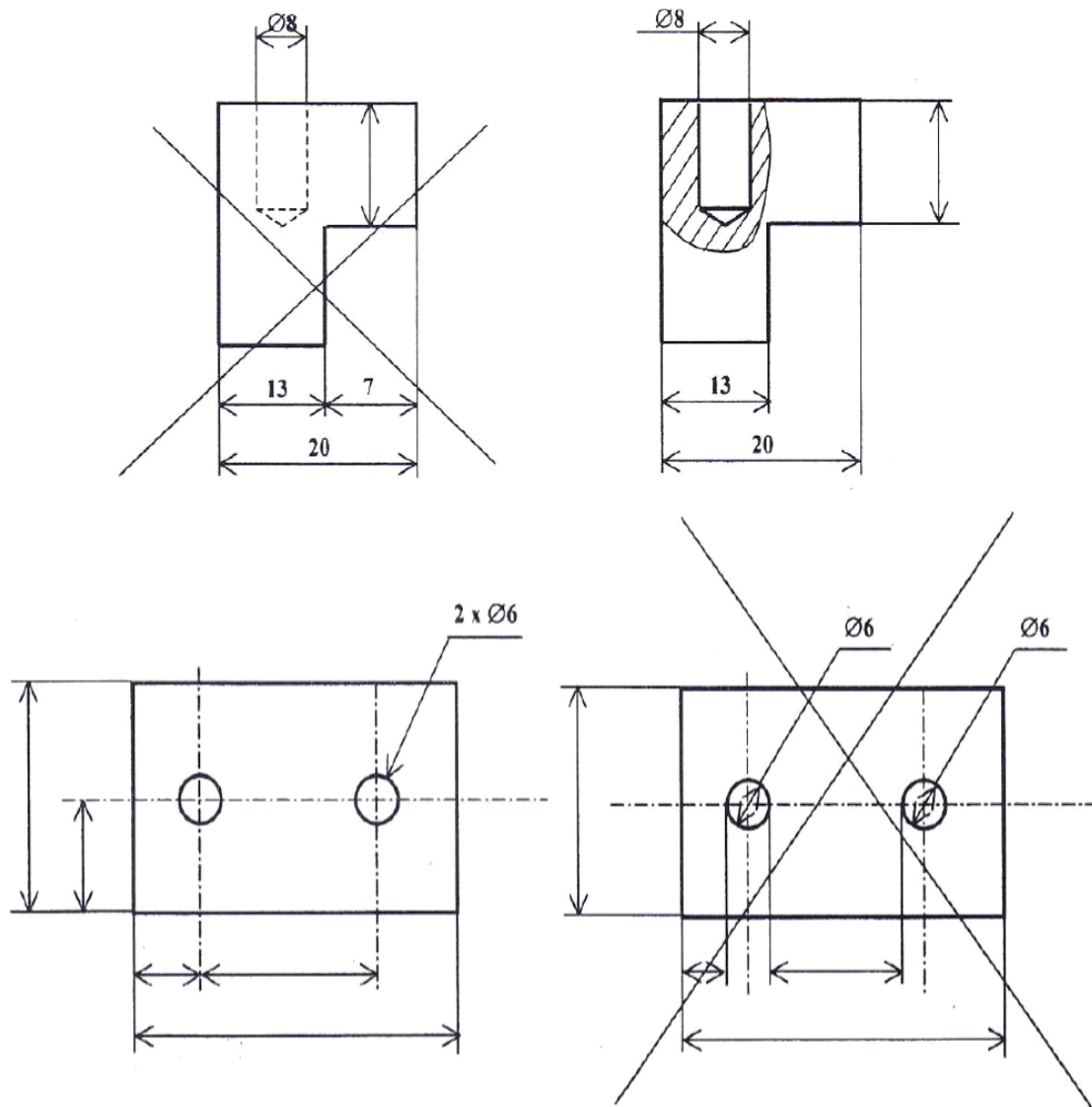
- Effectuer la mise en page des vues rapidement, sans précision excessive, sans perte de temps.
- Travailler détail par détail sur toutes les vues simultanément en commençant par les formes les plus importantes.
- Un des points importants de la présentation est le contraste entre les traits fins et les traits forts.
- Commencer par le tracé des formes arrondies permet une plus grande facilité dans l'exécution des raccordements. Utiliser le trace-cercle.



Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

Règles de disposition des cotes sur un dessin

- Ne pas coter sur pointillés. Utiliser des vues en coupe, réaliser des coupes locales.
- Ne pas placer les cotes à l'intérieur des vues. Les répartir autour à distance constante.
- Regrouper les cotes d'un même détail dans la même zone du dessin.
- Ne pas mettre de cotes surabondantes.
- Faire toujours apparaître les cotes totales de la pièce (volume extérieur).
- Coter la position des axes des trous, les entre-axes, puis le diamètre des trous.
- Pour les petites cotes, sortir le chiffre des lignes d'attache et inverser les flèches.



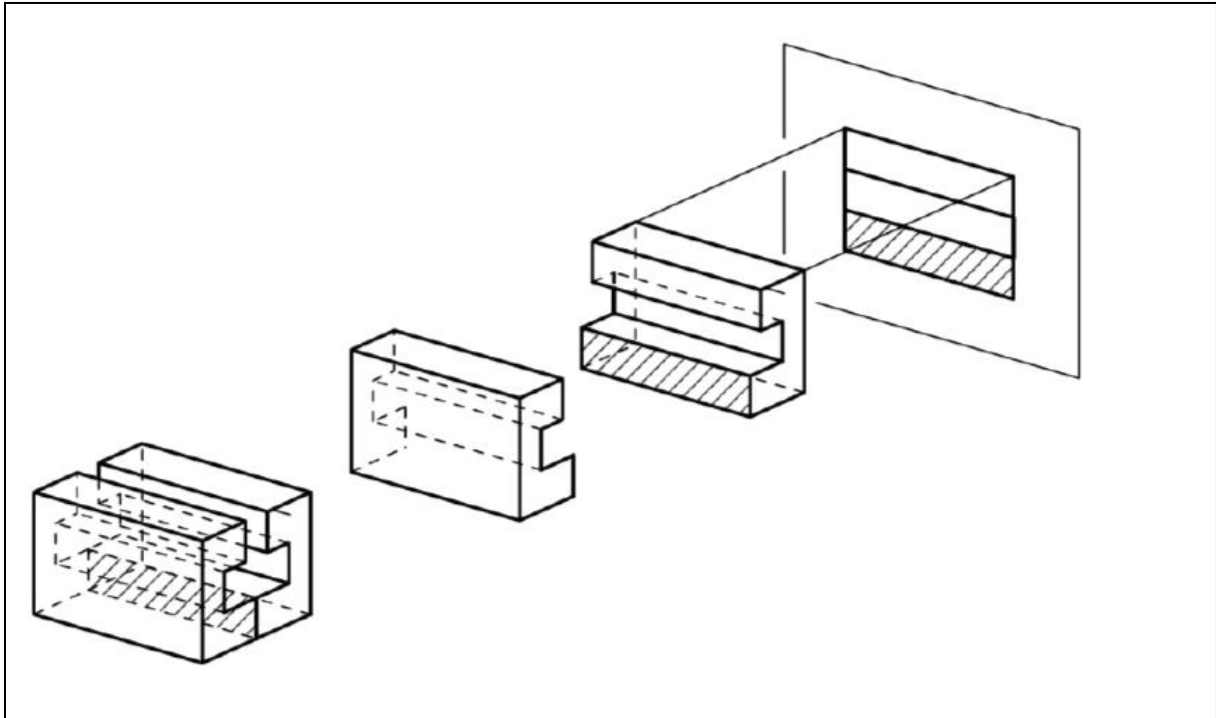
Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

CHAPITRE 4 :

Coupes et Sections

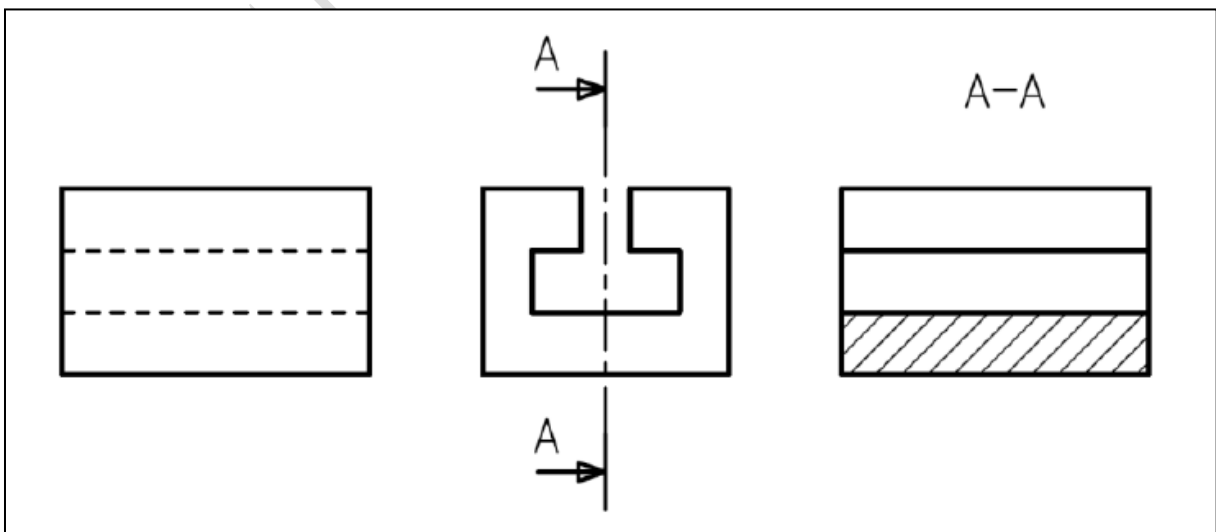
4.1/ Définition d'une coupe:

- ✓ Couper la pièce par la pensée ;
- ✓ Enlever la partie de la pièce située en avant du plan de coupe ;
- ✓ Dessiner la partie restante de la pièce en faisant bien apparaître ce qui est situé derrière du plan de coupe.



Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

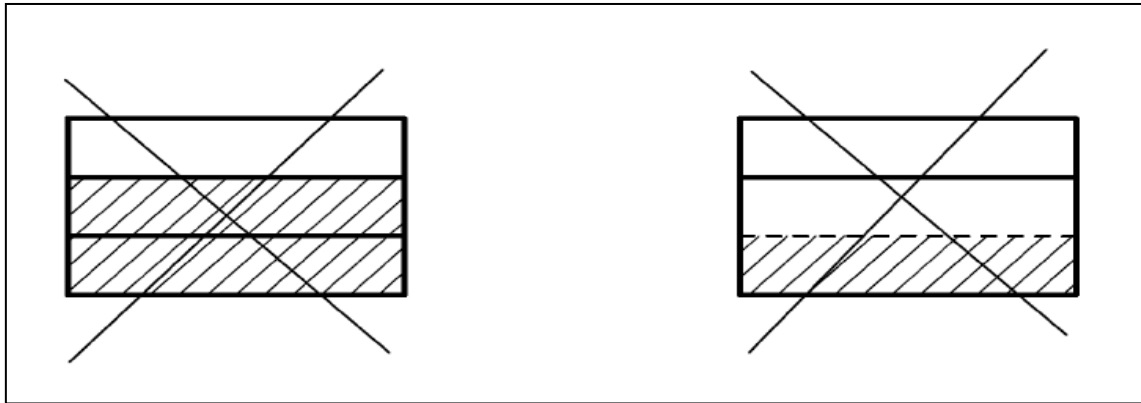
- ✓ Hachurer en traits fins la surface touchée par le trait de scie.
- ✓ Repérer en traits forts la trace du plan de coupe.
- ✓ Repérer la coupe par deux lettres, sur le plan de coupe et sur la vue coupée.



Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

Remarques :

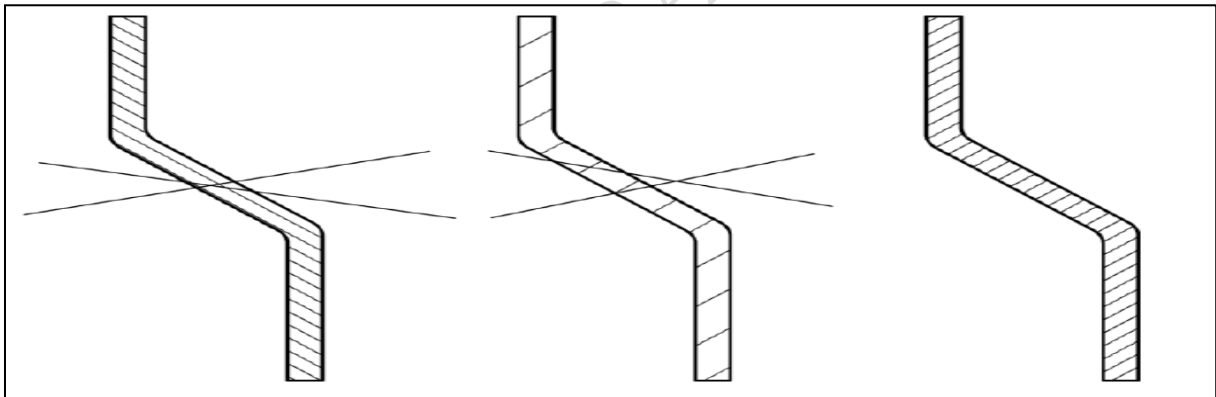
- Les hachures ne coupent jamais un trait fort.
- Les hachures ne peuvent pas s'arrêter sur un trait interrompu.
- Dans certains cas (demi coupe) les hachures s'arrêteront sur un trait mixte.



Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

4.2/ Les hachures :

- ✓ L'intervalle entre les traits est fonction de la surface à hachurer.
- ✓ L'orientation ne doit pas suivre les directions principales des contours.



Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

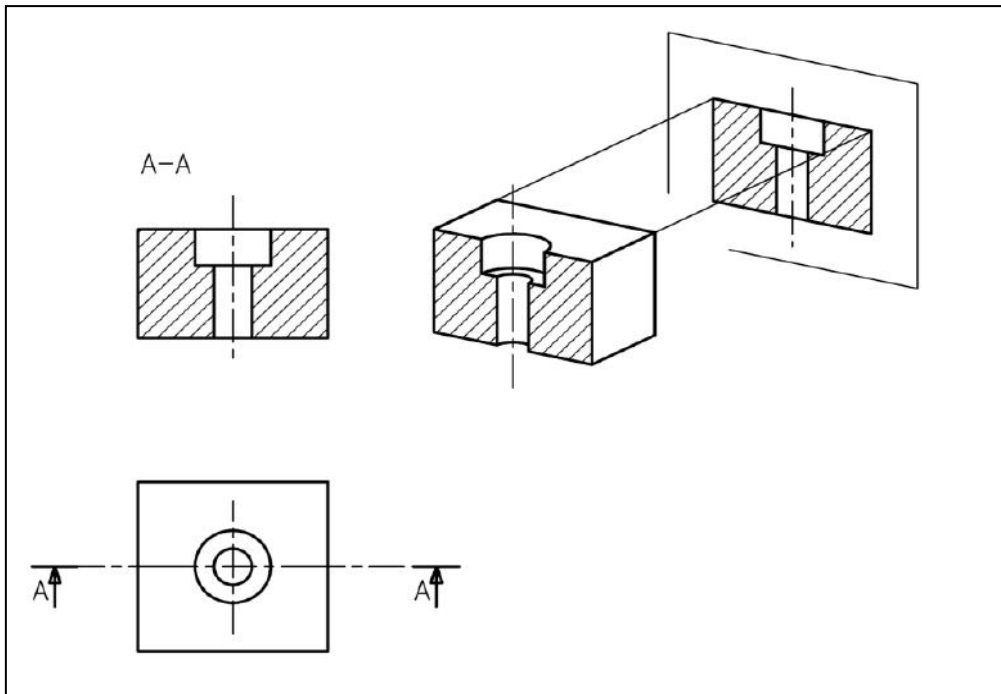
- ✓ Un type de hachure caractérise une famille de matériaux.

	Acier et fonte		Cuivre et alliages
	Aluminium et alliages		Plastiques et isolants
			Béton

Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

4.3/ Arêtes curvilignes :

Ne pas oublier de représenter les arêtes curvilignes qui sont révélées par une coupe.

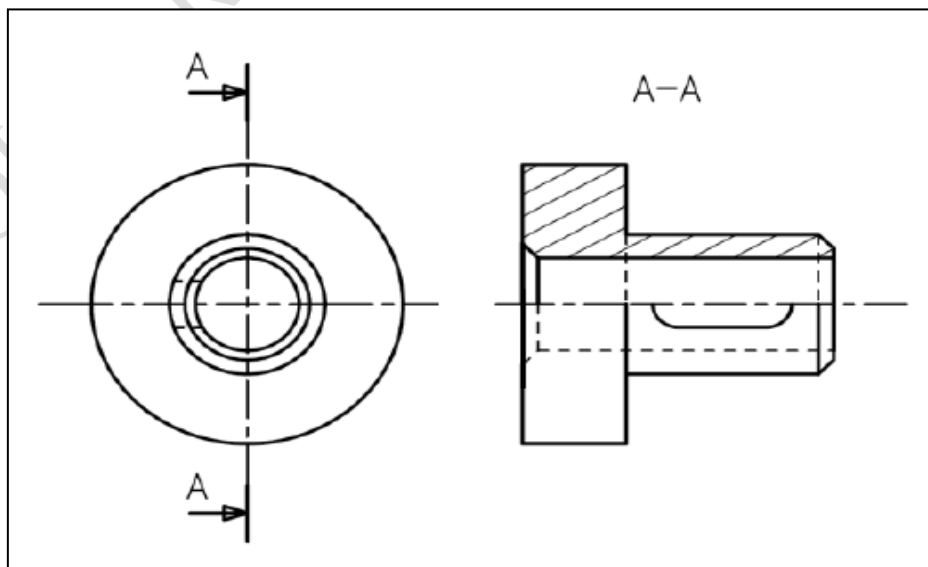


Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

4.4/ Les coupes :

4.4.1/ Demi-coupe :

Lorsqu'une pièce est symétrique par rapport à un axe, il est commode de dessiner une demi vue accolée à une demi coupe. Les traits forts ou les hachures pourront s'arrêter sur l'axe de symétrie.



Source : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>

4.4.2/ Coupe par plans décalés :

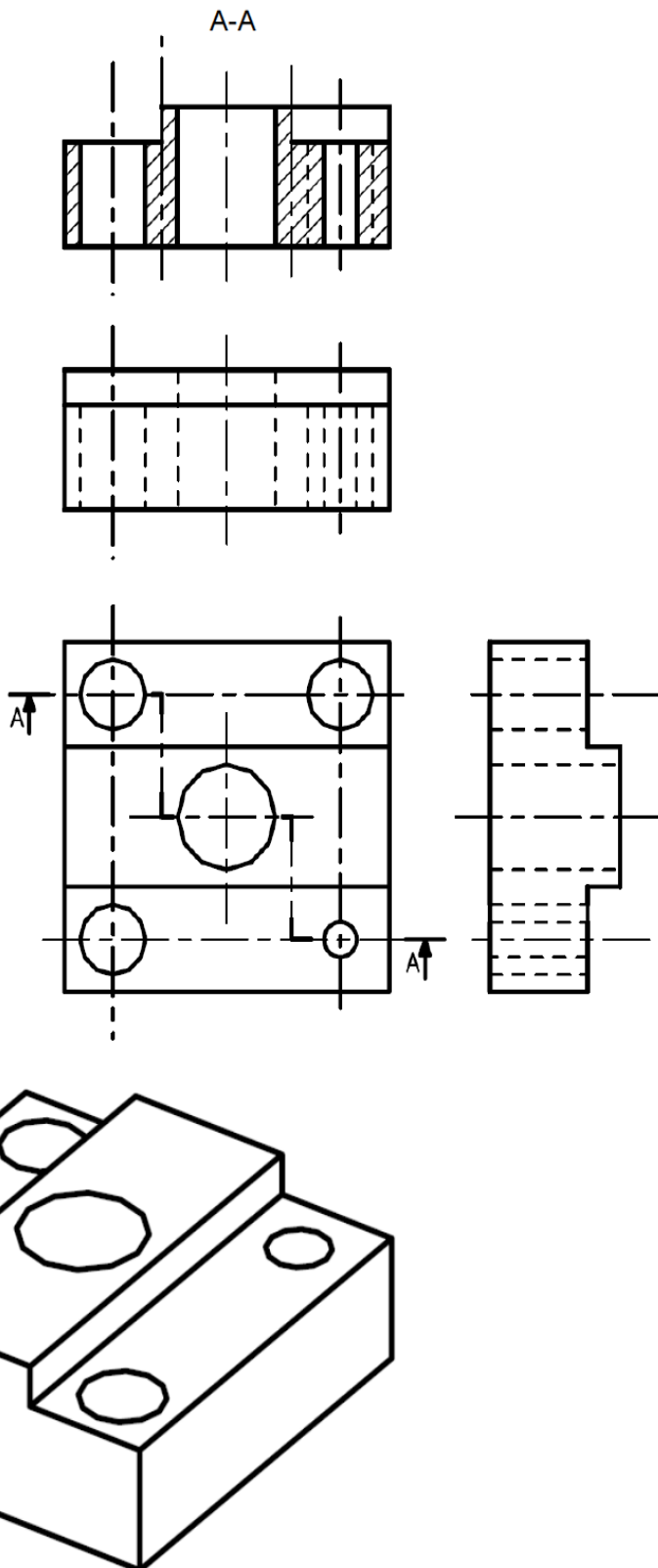
⇒ Couper différentes parties de la pièce par des plans parallèles.

⇒ Supposer ces plans ramenés sur un seul plan de projection. Projeter sur ce plan.

⇒ Repérage des changements de plan en traits forts.

⇒ Un trait d'axe indique le changement de plan.

⇒ Hachurage des surfaces avec décalage d'un demi-pas.



4.4.3/ Coupe par plans concourants :

⇒ Couper différentes parties de la pièce par des plans concourants.

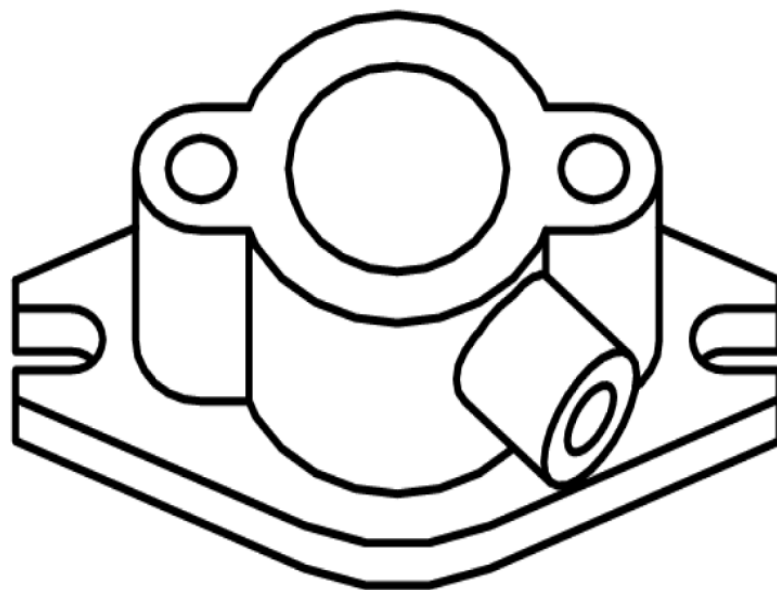
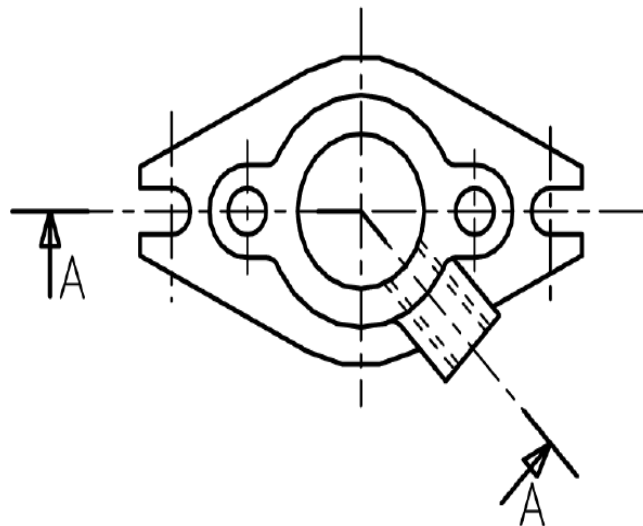
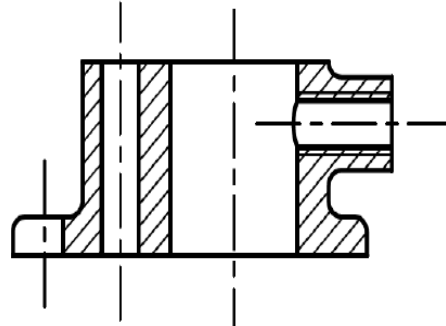
⇒ Supposer le plan de coupe oblique ramené par rotation dans le prolongement de l'autre. Projeter sur ce plan.

⇒ Repérage des changements de plan en traits forts.

⇒ Un trait d'axe indique le changement de plan.

⇒ On ne dessine pas les parties cachées dans le plan rabattu.

A-A



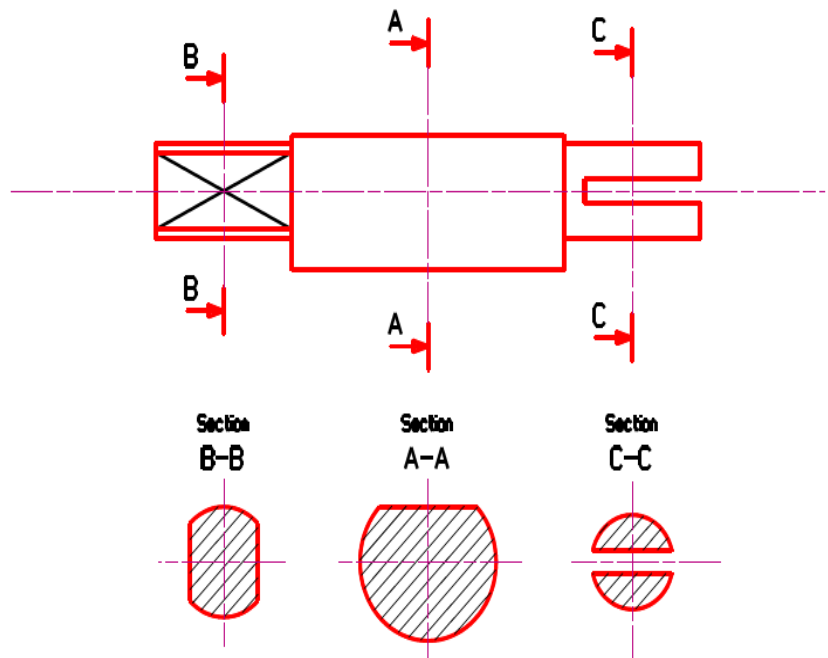
4.5/ les Sections :

Sections sorties

⇒ Une section représente la partie de la pièce située dans le plan sécant.

⇒ Une section sortie se présente comme une coupe dans laquelle on ne verrait pas l'arrière de la pièce.

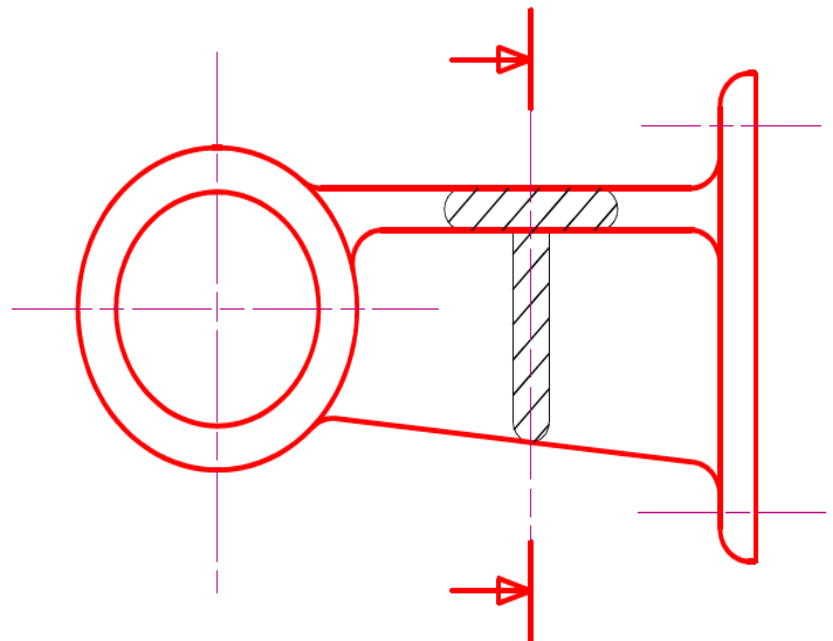
⇒ Pour dissiper les ambiguïtés, indiquer " Section " en toutes lettres.



Sections rabattues.




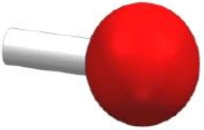
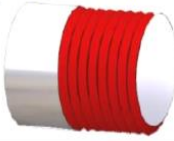

⇒ Une section rabattue sera dessinée en surcharge sur une vue.

⇒ Contour de la section en traits fins.

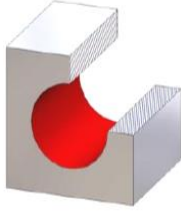
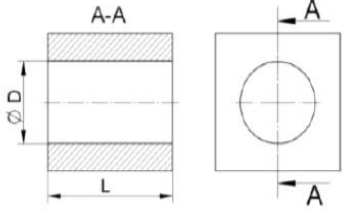
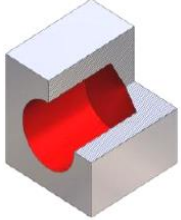
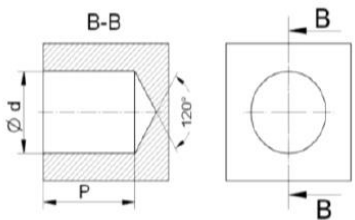
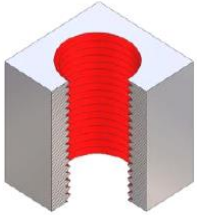
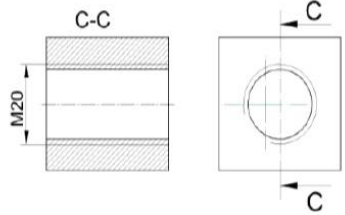
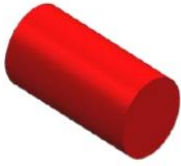

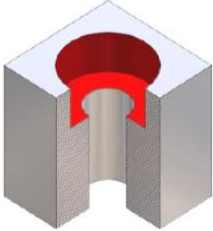
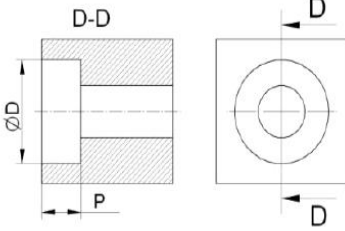


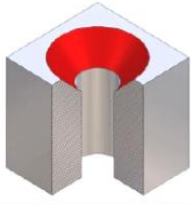
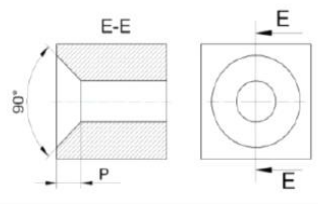
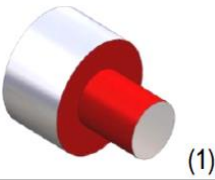
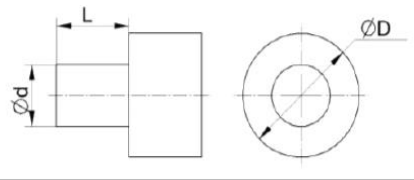
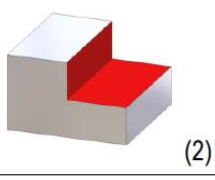
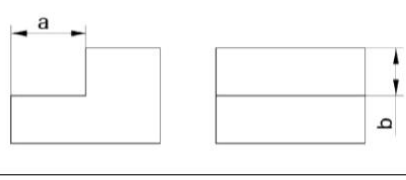
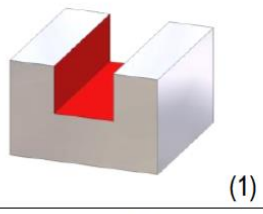
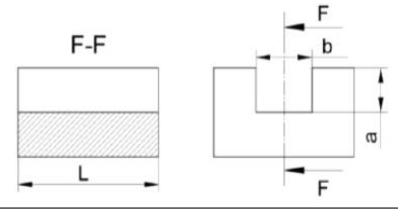
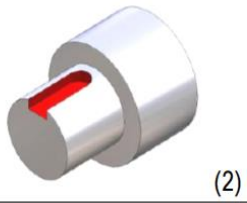
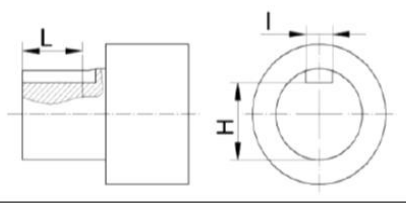
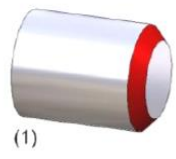
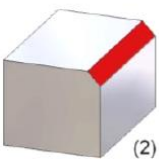
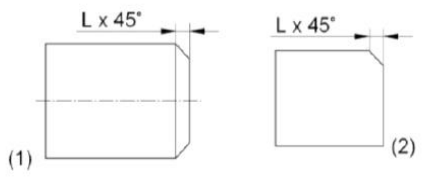
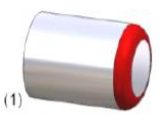
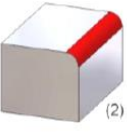
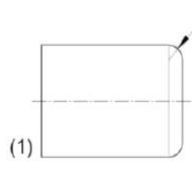
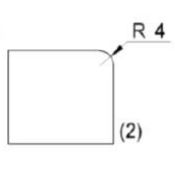
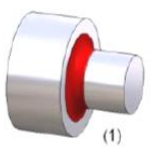
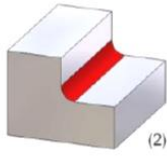
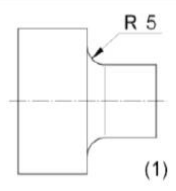
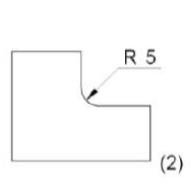
Terminologie des formes usinées

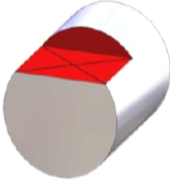
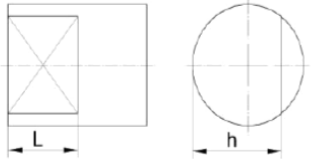
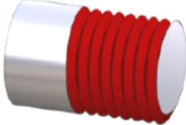
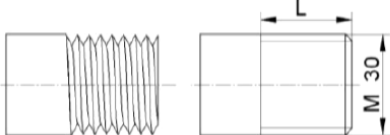
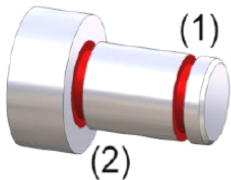
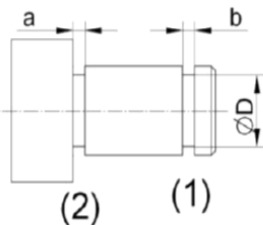
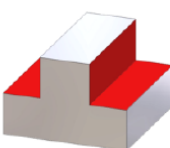
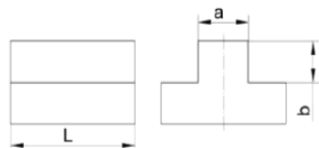
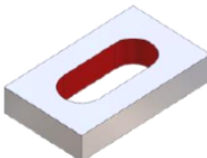
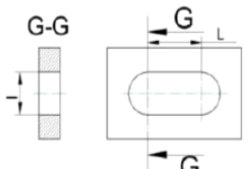
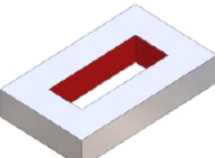
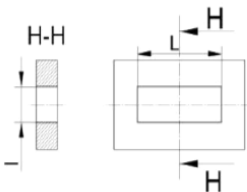
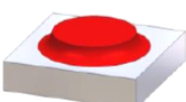
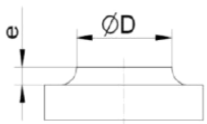
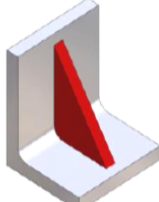
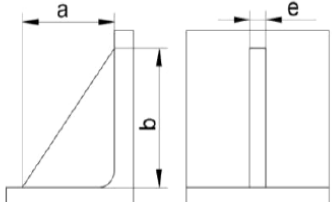
– LES SURFACES ELEMENTAIRES :

la surface plane (un plan)	la surface cylindrique (un cylindre)	la surface conique (un cône)
		
la surface sphérique (une sphère)	la surface hélicoïdale (un hélicoïde)	la surface torique (un tore)
		


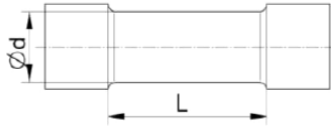
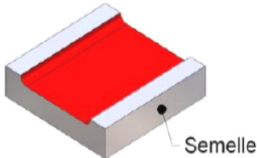
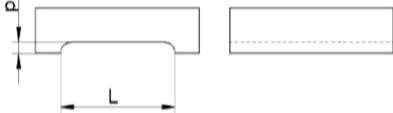
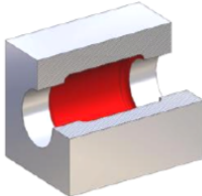
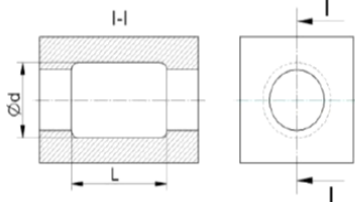
– LES FORMES TECHNIQUES :

Désignation et définition	Visualisation 3D	Représentation 2D
Alésage : Surface cylindrique intérieure de qualité précise. Exemple : $\varnothing 20\ H7$ Trou débouchant : Surface cylindrique intérieure traversant de part en part une pièce		
Trou borgne : Surface cylindrique intérieure terminée par une surface conique à 120° (généralement obtenue par perçage)		
Trou taraudé : Surface hélicoïdale usinée dans un perçage, destinée en général à recevoir une pièce filetée (une vis par exemple)		
Arbre : Cylindre de révolution de diamètre précis s'ajustant avec l'alésage		
Lamage : Logement de forme cylindrique à fond plat, destiné, en général, à « noyer » une tête de vis CHC. Il peut aussi servir de surface d'appui pour un axe ou une rondelle.		

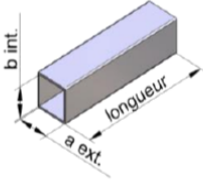
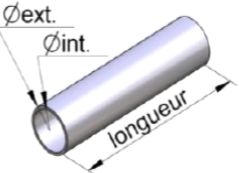
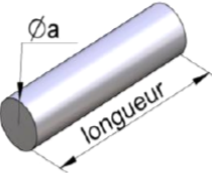
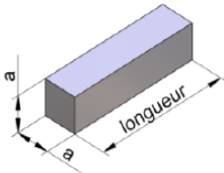
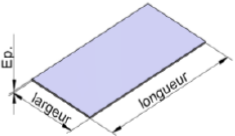
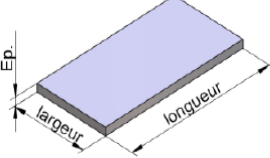
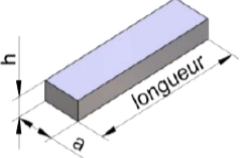
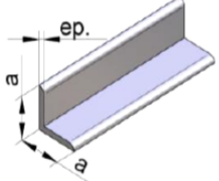
Désignation et définition	Visualisation 3D	Représentation 2D
Fraisure : Surface conique intérieure utilisée, en général, pour « noyer » une tête de vis FS, FHC.		
Epaulement : Composé en général d'une surface cylindrique et d'une surface plane (1) ou de deux surfaces planes (2) implicitement perpendiculaires		
		
Rainure : Entailles de différentes formes et de différentes dimensions selon le rôle fonctionnel. Généralement constituée de trois plans perpendiculaires. (1) Rainure de guidage (2) Rainure de clavetage		
		
Chanfrein : Surface de faible étendue obtenue par suppression d'une arête (sécurité). Sur une pièce cylindrique un chanfrein se traduit par une surface conique de révolution. Permet aussi de faciliter le montage des pièces	 	
Arrondi : (Surface convexe) Petite surface arrondi permettant la suppression d'une arête vive ou raccordant deux surfaces sur des pièces moulées en particulier.	 	 
Congé : (Surface concave) Petite surface raccordant deux surfaces formant un angle rentrant (sur des pièces moulées en particulier).	 	 

Désignation et définition	Visualisation 3D	Représentation 2D	
Méplat : Surface plane coupant un cylindre droit parallèlement à son axe.			
Filetage : Surface hélicoïdale extérieure taillée sur un cylindre, utilisée avec un taraudage.			Représentation réelle Représentation Normalisée
Gorge : Rainure circulaire réalisée sur un arbre (1) – permet la mise en place d'un anneau élastique, d'un joint. (2) – sert de dégagement pour éviter un contact			
Tenon (languette) : Forme destinée à s'ajuster dans une rainure. En général, pour assurer une liaison glissière. On réserve le terme de Languette pour un tenon de grande longueur.			
Trou oblong (lumièrè) : Trou plus long que large, terminé par deux demi-cylindres. En général pour assurer une fonction de réglage.			
Lumièrè : Orifice de forme quelconque, généralement réalisé dans des pièces minces.			
Bossage : Volume en saillie permettant de limiter l'importance d'une surface usinée sur des pièces moulées.			
Nervure : En général, volume de base triangulaire rapporté ou moulé sur une pièce afin d'augmenter sa rigidité sans rajouter trop de poids.			

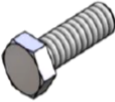






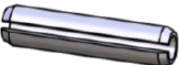
POLYCOPIE COURS / TP DESSIN TECHNIQUE

Désignation et définition	Visualisation 3D	Représentation 2D
Evidement circulaire : Dégagement permettant de réduire la longueur de portée d'un arbre.		
Evidement sur semelle : Dégagement permettant de réduire l'étendue de la surface d'appui.		
Chambrage : Evidement intérieur permettant de réduire la longueur de portée d'un alésage.		


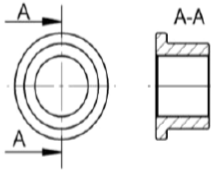

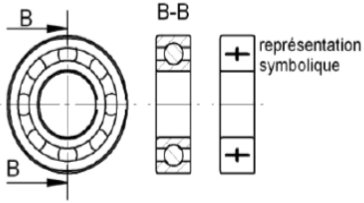
– ELEMENTS STANDARDS : LES PROFILES :

Tube carré	Tube rond	Barre ronde	Barre carrée
			
Tôle	Plaque	Plat	Cornière
			

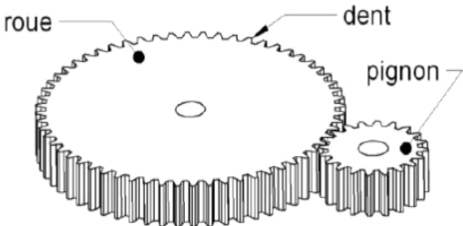
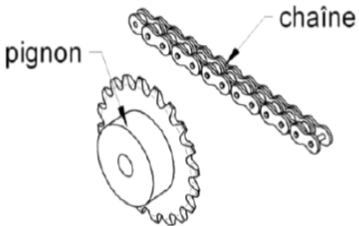
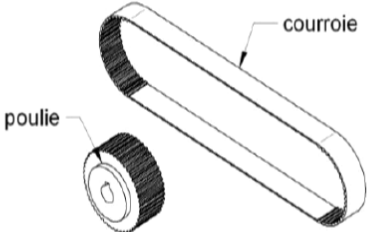
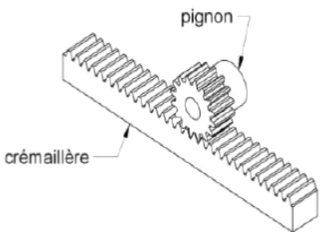
LES ELEMENTS D'ASSEMBLAGES :

Vis à tête hexagonale (vis H)	Vis à tête cylindrique hexagonale creuse (vis CHC)	Rondelle	Ecrou
			
Goujon	Anneau élastique d'extérieur (circlips pour arbre)	Anneau élastique d'intérieur (circlips pour alésage)	Goupille élastique (goupille Mécanindus)
			


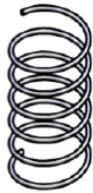
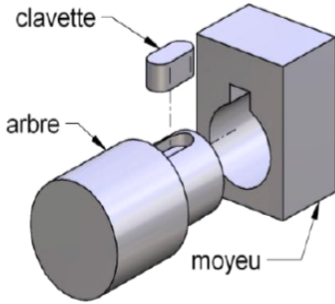
LES ELEMENTS DE GUIDAGE EN ROTATION :

Désignation	Visualisation 3D	Représentation 2D
Bague autolubrifiée (coussinet)		
Roulement rigide à une rangée de billes		

ELEMENTS DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT :

transmission par train d'engrenage 	transmission pour pignons et chaîne 
transmission par poulies et courroie 	transmission pignon crémaillère 

AUTRES ELEMENTS :

joint torique (assurer la fonction étanchéité)	ressort (assurer la fonction restitution d'effort)	clavette (assurer une liaison complète démontable)
 Matière : en caoutchouc	 matière : acier	

Bibliographie :

- Le Dessin Technique Cours et Exercices avec Solutions / Felliachi. D et Bensaada. S / Edition OPU Alger.
- Dessin technique, synthèse du plan d'études du CO, Genève, 2007.
- L'enseignement des arts visuels entre pratique sociale et culture scolaire, Mémoire de DESS par Francisco Marquez, p.43, Université de Genève, année académique 2005-2006.
- Dessin technique, plan d'études du CO, Genève, 2001.
- Dessin technique /Construction.
- Dessin : les conventions, normes, symboles et définitions concernant l'installateur sanitaire/ Fonds de Formation professionnelle de la Construction.
- Dessin technique projection orthogonale Wilmotte Bernard – Institut Saint-Joseph de Saint.
- <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle/course/view.php?id=33>
- Guide dessinateur industriel Chevalier. A Edition Hachette Technique.
- Premières notions de dessin technique André Ri cordeau/ Edition Casteilla