

Chapitre II : Éléments de la géométrie descriptive

Dr. Bettayeb Souad

Université Badji Mokhtar Annaba

Faculté des Sciences de la Technologie

Département Génie Mécanique

Email : souad.bettayeb@univ-annaba.dz

1.0 Mars 2024



Table des matières

Objectifs	3
I - Éléments de la géométrie descriptive	4
1. Introduction	4
2. Notions fondamentales de géométrie descriptive.....	4
2.1. Utilité de la géométrie descriptive	4
2.2. Choix des plans de projection	4
2.3. Projections orthogonales d'un point	5
2.4. Epure d'un point.....	5
2.5. Projections orthogonales d'une droite	6
2.6. Positions remarquables d'une droite.....	6
2.7. Positions remarquables de deux droites	9
2.8. Projections orthogonales d'un plan.....	10
2.9. Positions remarquables d'un plan	11
3. Vues et projections orthogonales d'un objet	13
3.1. Objet	13
3.2. Principe de projections orthogonales.....	14
3.3. Système des projections orthogonales.....	14
3.4. Disposition relative des vues	15
3.5. Correspondance des vues.....	16
3.6. Choix des vues.....	16
4. Méthode d'exécution d'un dessin	18
4.1. Mise en page	18
4.2. Exécution des vues.....	19
Conclusion	21
Glossaire	22
Abréviations	23
Bibliographie	24

Objectifs



Les objectifs spécifiques de chapitre 2 :

- **Connaissance** : Identifier les éléments fondamentaux des projections orthogonales.
- **Compréhension** : Expliquer le principe de la projection orthogonale et ses applications.
- **Application** : Appliquer les techniques de projection orthogonale dans des exercices pratiques.
- **Analyse** : Analyser les différences entre projections orthogonales et autres types de projections.
- **Évaluation** : Évaluer l'efficacité de différentes méthodes de projection dans divers contextes mathématiques et géométriques.
- **Création** : Créer des représentations graphiques illustrant des projections orthogonales.

Éléments de la géométrie descriptive



1. Introduction

Dans l'**industrie**, pour fabriquer une pièce on représente d'abord les formes de celle-ci en **projections** et si cela est nécessaire une perspective accompagne les projections afin de **faciliter la lecture du dessin**.

La représentation des **solides** est basée sur la méthode de **projection orthogonale** utilisée en **géométrie descriptive**.

La **géométrie descriptive** permet à 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**.

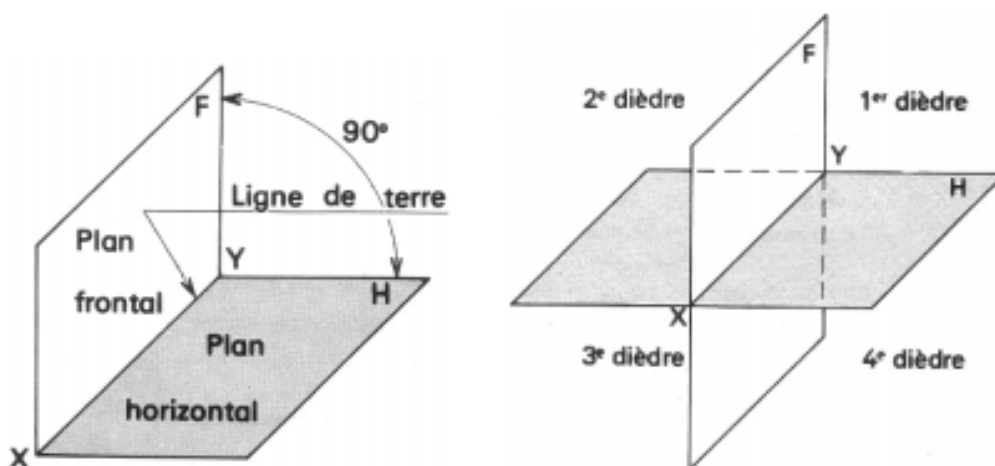
2. Notions fondamentales de géométrie descriptive

2.1. Utilité de la géométrie descriptive

La géométrie descriptive est une **science** essentiellement graphique. Elle se propose de représenter des **solides de l'espace (trois dimensions)** à l'aide de figures planes (**deux dimensions**). Il est nécessaire au préalable, de bien savoir comment s'obtiennent les projections d'un point, d'une droite et d'un plan.

2.2. Choix des plans de projection

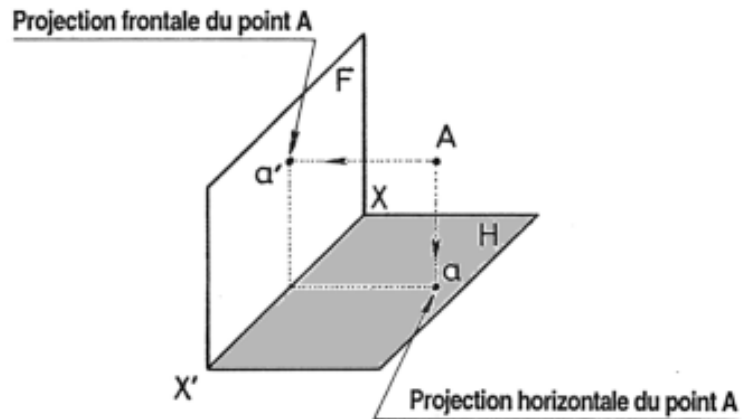
On choisit **deux plans** : l'un est **horizontal** (H) l'autre est **frontal** (F), Ces deux plans sont perpendiculaires entre eux. Leur intersection XX' est appelée ligne de terre (Figure à gauche). Un plan étant par définition une surface illimitée, les deux plans H et F matérialisent en fait quatre dièdres. Cependant pratiquement et pour la majorité des cas, on place le solide à projeter dans le **premier dièdre** (Figure à droite).



Plan de projection.

2.3. Projections orthogonales d'un point

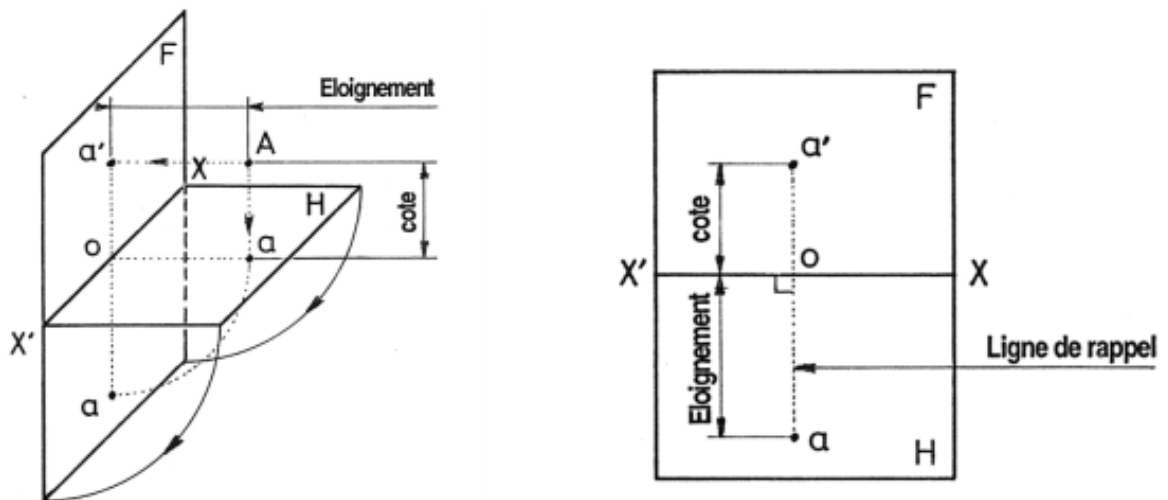
La projection orthogonale du point A sur le plan H est le pied de la perpendiculaire abaissée du point A sur le plan H. a' est appelée **projection horizontale** du point A. La projection orthogonale a est appelée **projection frontale** du point A.



Projections orthogonales d'un point

2.4. Epure d'un point

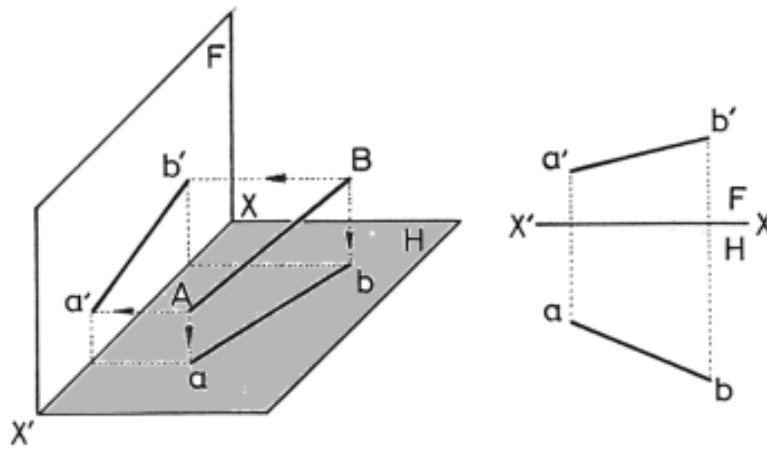
Pour obtenir l'épure du point A, on fait tourner le plan H autour de XX' jusqu'à ce qu'il soit dans le prolongement du plan F (voir la figure). La ligne aa' est appelée **ligne de rappel**. Les points a et a' ne peuvent être les projections d'un point A de l'espace que s'ils sont sur une même ligne de rappel. La distance Aa' s'appelle la **cote** du point A et la distance Aa s'appelle l'**éloignement** du point A.



Epure d'un point A (cote et éloignement)

2.5. Projections orthogonales d'une droite

Soient (A) et (B) deux points distincts de l'espace. Par ces deux points passe une et une seule droite. Soit (a') et (b') les projections frontales des points (A) et (B) & (a) et (b) leurs projections horizontales . Joindre par une droite les projections obtenues d'une part sur F, d'autre part sur H. Ainsi la droite a'b' est la projection frontale, et la droite ab est la projection horizontale de la droite (AB).



Projections orthogonales et épure d'une droite quelconque

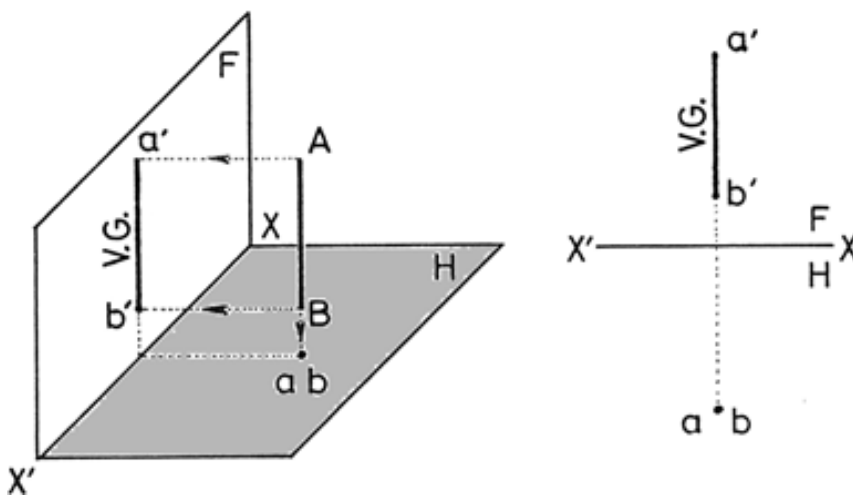
2.6. Positions remarquables d'une droite

Les droites **particulières**, qui peuvent poser certains **problèmes** de construction, sont les droites **parallèles** ou **perpendiculaires** aux plans de projection, ou encore situées dans les plans bissecteurs.

a) Droite verticale

Une droite verticale est perpendiculaire au plan horizontal de projection et, par conséquent, parallèle au plan frontal.

- Une droite verticale se projette en vraie grandeur (VG) sur le plan frontal.
- La projection horizontale d'une droite verticale est un point
- La projection frontale d'une droite verticale est perpendiculaire à la ligne de terre XY.

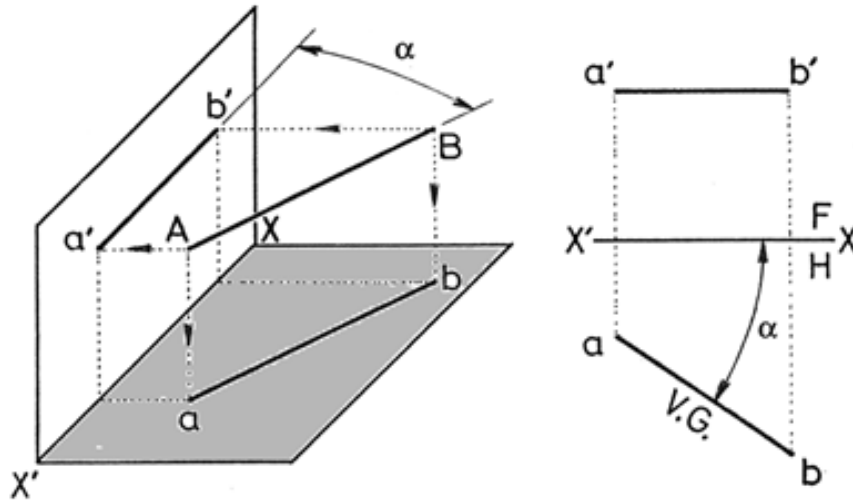


Droite verticale

b) Droite de bout

Une droite de bout est perpendiculaire au plan frontal de projection et, par conséquent, parallèle au plan horizontal.

- Une droite de bout se projette en vraie grandeur (VG) sur le plan horizontal H.
- La projection frontale d'une droite de bout est un point.
- La projection horizontale d'une droite de bout est perpendiculaire à la ligne de terre XY.
- Tous les points d'une droite de bout ont même cote.

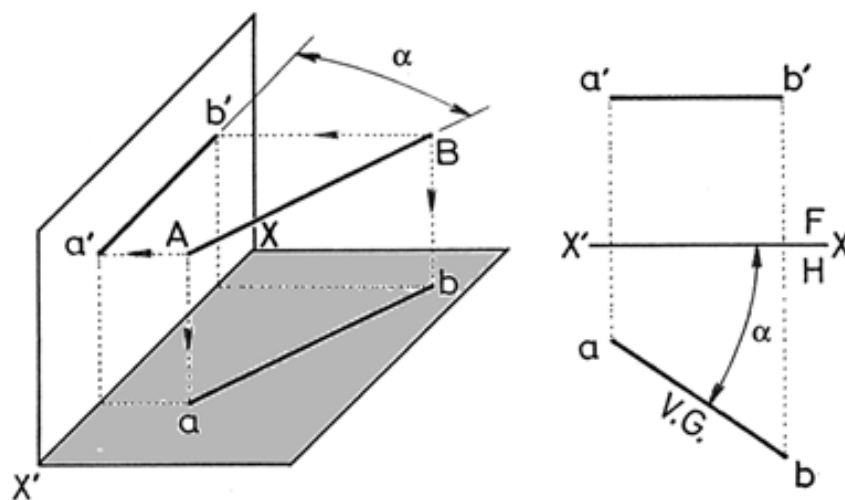


Droite de bout

c) Droite horizontale

Une droite horizontale est parallèle au plan horizontal de projection; l'angle a qu'elle forme avec le plan frontal est quelconque.

- Une droite horizontale se projette en vraie grandeur (VG) sur le plan horizontal H
- Tous les points d'une droite horizontale ont donc la même cote et sa projection frontale ($a'b'$) est parallèle à la ligne de terre XY.

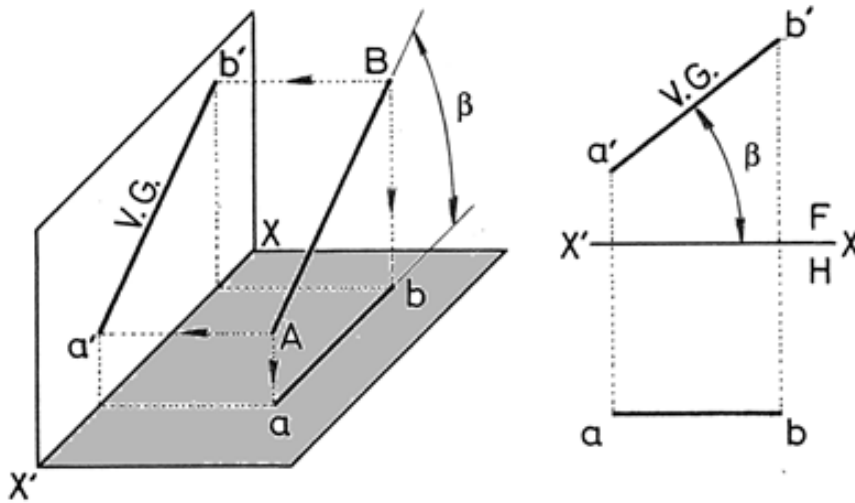


Droite horizontale

d) Droite frontale

Une droite frontale est parallèle au plan frontal de projection ; l'angle qu'elle forme avec le plan horizontal est quelconque.

- Une droite frontale se projette en vraie grandeur (VG) sur le plan frontal F.
- Tous les points d'une droite frontale ont le même éloignement et sa projection horizontale (ab) est parallèle à la ligne de terre XY.

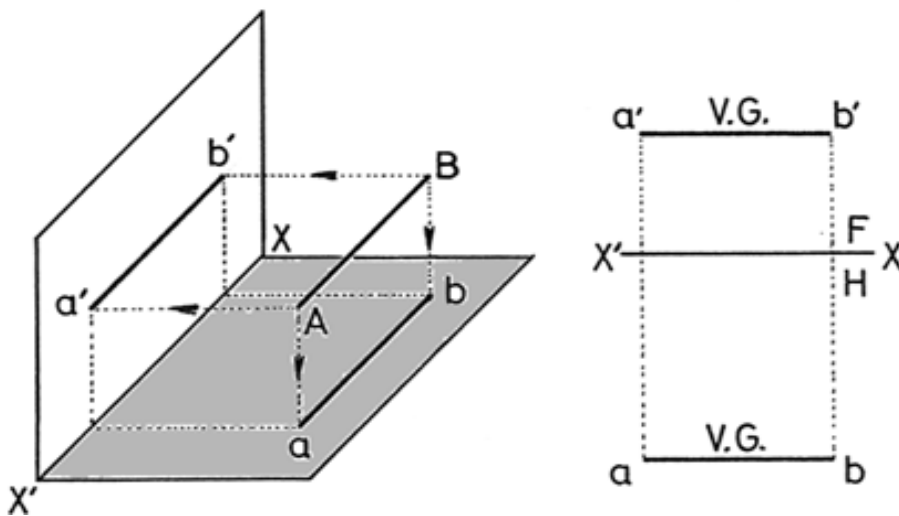


Droite frontale

e) Droite fronto-horizontale

Une droite fronto-horizontale est parallèle à la fois au plan horizontal et au plan frontal ; par conséquent, elle est parallèle à la ligne de terre XY.

- Une droite fronto-horizontale se projette en vraie grandeur (VG) sur les deux plans H et F.
- Tous les points d'une telle droite ont donc même cote et même éloignement. Les projections frontale (a'b') et horizontale (ab) d'une droite fronto-horizontale sont parallèles à la ligne de terre XY.

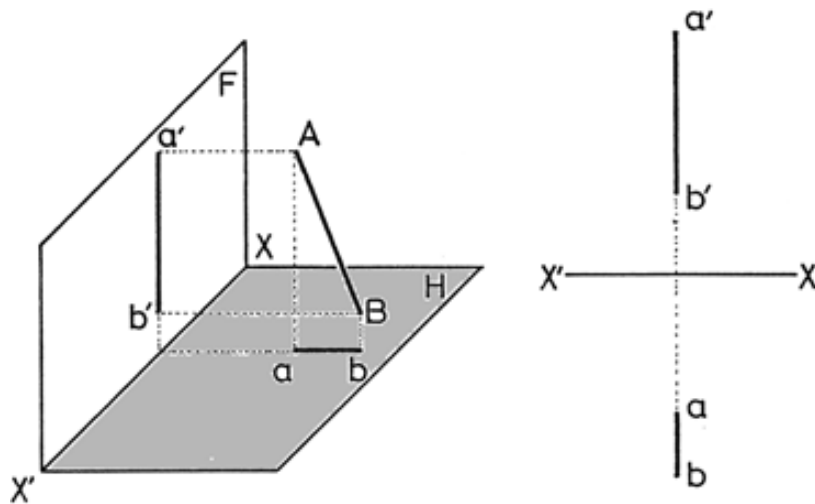


Droite fronto-horizontale

f) Droite de profil

Est dite de profil toute droite appartenant à un plan perpendiculaire à la ligne de terre XY , et ainsi aux deux plans de projections H et F .

- Une droite de profil ne se projette pas en vraie grandeur sur le plan H ou sur le plan F .
- Une droite de profil n'est pas entièrement définie que si l'on connaît les projections (a' , b' et a , b) de deux de ses points (A et B).



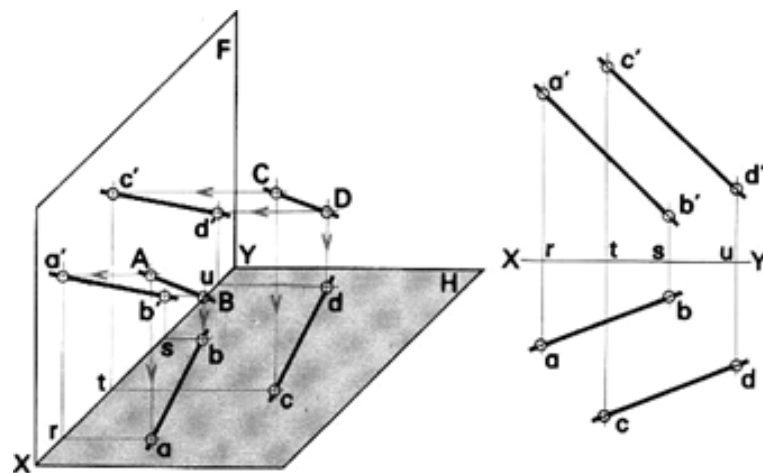
Droite de profil

2.7. Positions remarquables de deux droites

a) Droites parallèles

Les deux droites d'un même plan sont parallèles si elles n'ont aucun point commun.

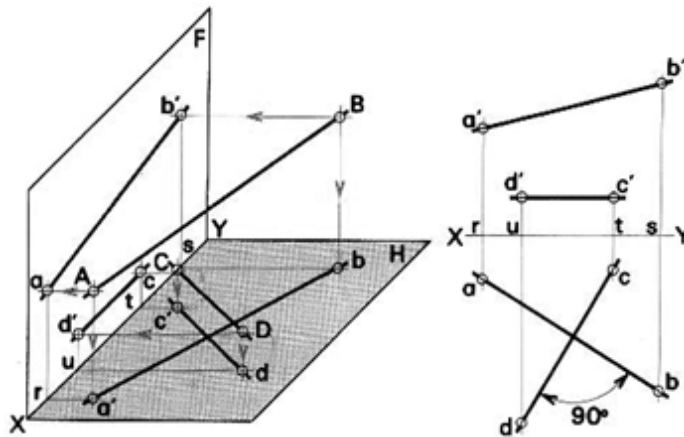
Si deux droites sont parallèles dans l'espace, leurs projections horizontales sont parallèles ainsi que leurs projections frontales.



Droites parallèles

b) Droites orthogonales

La projection de l'angle formé par deux droites orthogonales (AB et CD) est un angle droit si au moins l'une des droites (CD par exemple) est parallèle au plan de projection. Cette propriété est conservée si les droites sont coplanaires. Elles sont alors perpendiculaires.

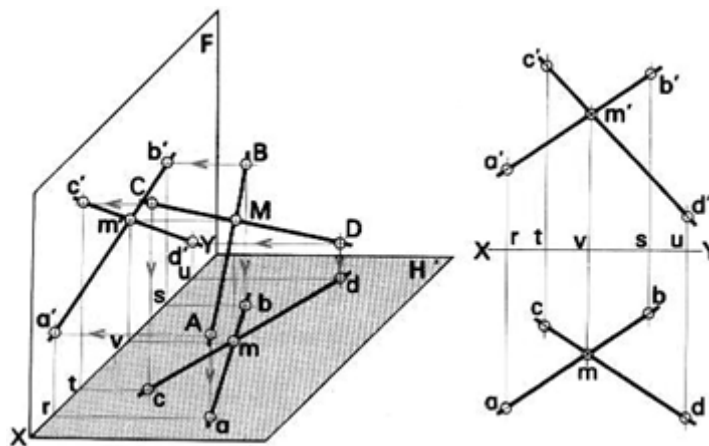


Droites orthogonales

c) Droites concourantes

Deux droites sont concourantes lorsqu'elles ont un point commun. Soient deux droites (AB) et (DC) de l'espace ayant un point commun (M). Ce point appartient au deux droites, et donc à leurs deux projections.

Le point d'intersection de leurs projections horizontales (m) et le point d'intersection de leurs projections frontales (m') sont nécessairement sur une même ligne de rappel.



Droites concourantes

2.8. Projections orthogonales d'un plan

a) Représentation d'un plan

Un plan est totalement défini par l'une des quatre possibilités ci-dessous :

- Trois points non colinéaires
- Une droite et un point qui lui est extérieur
- Deux droites concourantes en un point.
- Deux droites parallèles

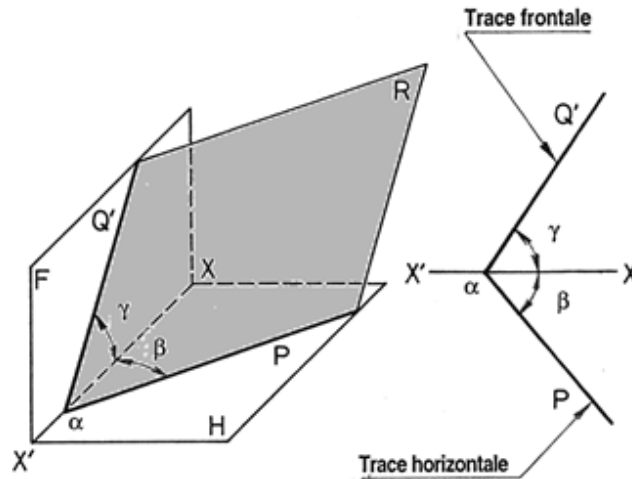
En géométrie descriptive, un plan est le plus souvent caractérisé par deux droites concourantes, et notamment par ses traces.

b) Traces d'un plan

Les traces d'un plan sont ses droites d'intersection avec les plans de projection H et F.

- α et $\alpha Q'$ sont respectivement appelées traces horizontale et frontale du plan R.
- Les deux traces α et $\alpha Q'$ se coupent sur la ligne de terre XY en un point (α).
- La représentation d'un plan par ses traces revient à définir ce plan par deux droites (αQ , $\alpha Q'$) et (αP , $\alpha P'$) concourantes en α
- Les projections $\alpha P'$ et αQ sont confondues avec la ligne de terre. Afin d'éviter de surcharger les épures, on omet habituellement de repérer ses projections

Le plan est ainsi entièrement déterminé dans l'épure par ses traces horizontale et frontale.



Traces d'un plan

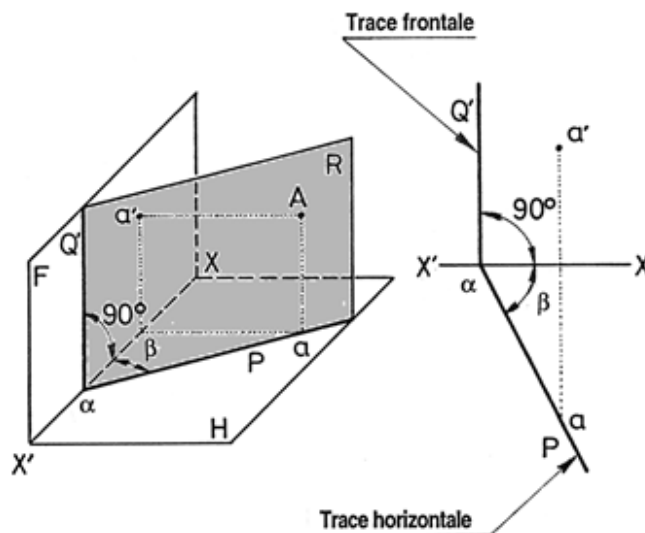
2.9. Positions remarquables d'un plan

Les plans remarquables sont les plans parallèles ou orthogonaux aux plans de projections ou aux plans bissecteurs.

a) Plan vertical

Un plan vertical est perpendiculaire au plan horizontal de projection H ; l'angle β qu'il forme avec le plan frontal F est quelconque.

- La trace frontale $\alpha Q'$ d'un plan vertical est perpendiculaire à la ligne de terre XY et tout les points appartenant à ce plan se projettent horizontalement sur sa trace horizontale. Par exemple, la projection horizontale a d'un point A du plan R est sur la trace horizontale αP .

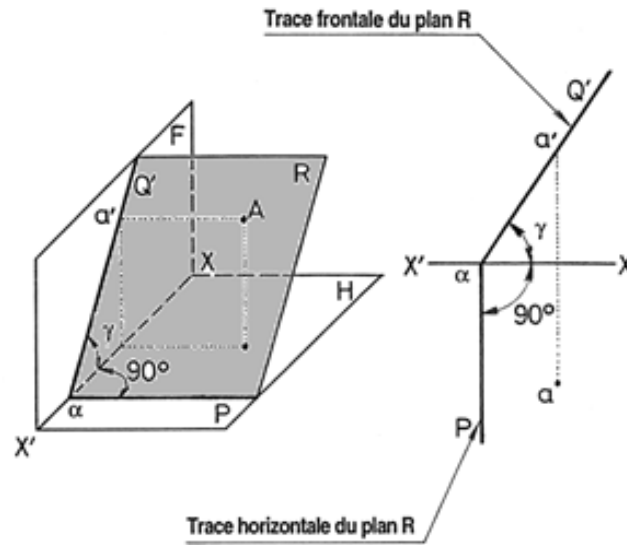


Plan vertical

b) Plan de bout

Un plan de bout est perpendiculaire au plan frontal de projection F ; l'angle δ qu'il forme avec le plan horizontal H est quelconque.

- La trace horizontale αP d'un plan de bout R est perpendiculaire à la ligne de terre XY et tout les points appartenant à ce plan se projettent frontalement sur sa trace frontale. . Par exemple, la projection frontale a' d'un point A du plan R est sur la trace frontale $\alpha Q'$.

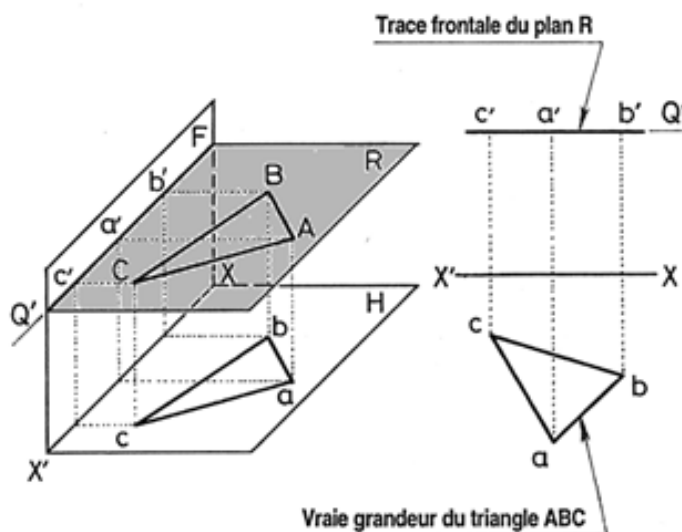


Plan de bout

c) Plan horizontal

Un plan horizontal est parallèle au plan horizontal de projection H ; par conséquent, il est perpendiculaire au plan frontal F.

- Tout point d'un plan horizontal est projeté frontalement sur la trace frontale de ce plan. Il n'a pas de trace horizontale et sa trace frontale est parallèle à la ligne de terre. Par exemple la projection frontale a' du point A du plan R est sur la trace frontale Q'
- Toute figure plane contenue dans un plan horizontal est projetée en vraie grandeur sur le plan horizontal H.



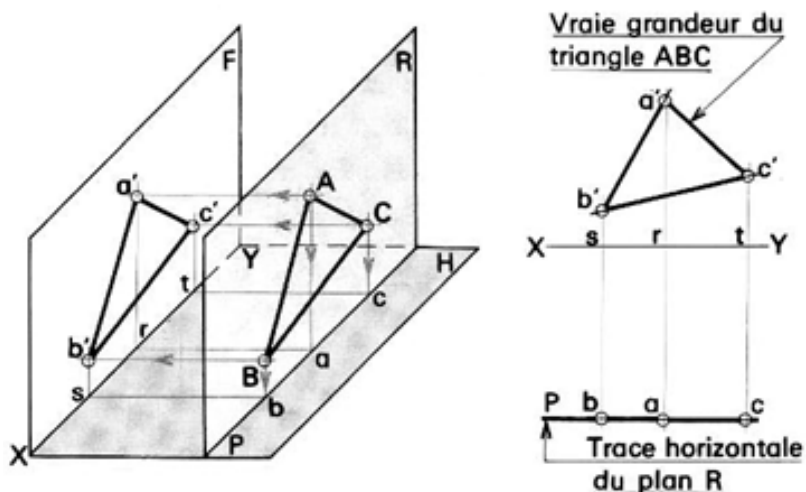
Plan horizontale

d) Plan frontal

Un plan frontal est parallèle au plan frontal F ; par conséquent, il est perpendiculaire au plan horizontal H.

- Tout point d'un plan frontal est projeté horizontalement sur la trace horizontale de ce plan. Il n'a pas de trace frontale et sa trace horizontale est parallèle à la ligne de terre. Par exemple, la projection horizontale a d'un point A du plan R est sur la trace horizontale P.

Toute figure plane contenue dans un plan frontal est projetée en vraie grandeur sur le plan frontal F.



Plan frontal

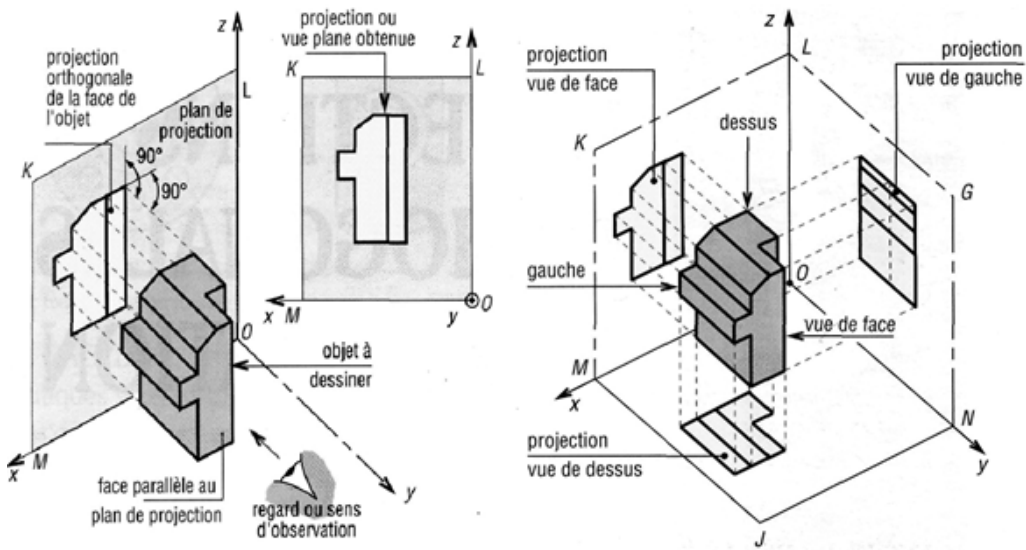
3. Vues et projections orthogonales d'un objet

3.1. Objet

Une **photographie** peut montrer un système sous une forme plus ou moins **avantageuse**, mais ne peut prétendre le décrire complètement en ce qui concerne les formes et les dimensions. Pour y remédier, industriellement, on utilise un certain nombre de vues du système, toutes en **correspondance les unes par rapport aux autres** et choisies pour leur aptitude à le définir.

3.2. Principe de projections orthogonales

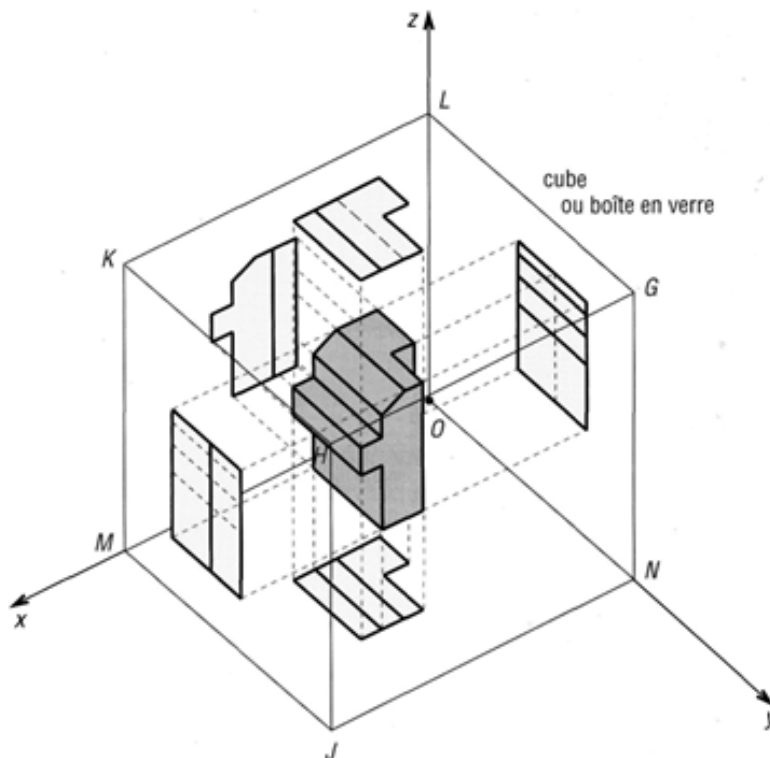
L'**observateur** se place **perpendiculairement** à l'une des **faces de l'objet** à définir. La face observée est ensuite **projetée** et dessinée dans un **plan** de projection parallèle à cette face et situé en **arrière de l'objet**. La vue, plane, dessinée obtenue est une projection orthogonale de l'objet. La figure ci-dessous représente 3 projections d'une pièce qui sont Vue de dessus , vue de gauche et vue de face.



a) Principe de la projection orthogonale, b) Projections orthogonales dans trois plans perpendiculaires entre eux.

3.3. Système des projections orthogonales

Dans ce système de représentation, l'observateur se place **perpendiculairement** à l'une des **faces de l'objet**, appelée **vue de face**. À partir de cette vue, sorte de vue **principale**, il est possible de définir cinq autres vues ou projections orthogonales (analogie avec les six faces d'un dé ou d'un cube). Les projections obtenues s'appellent les **vues de droite, gauche, dessus, dessous et arrière**. La description la plus générale utilise **six plans de projections**. Le plus souvent **trois vues**, par fois moins, suffiront pour définir la plupart des objets.

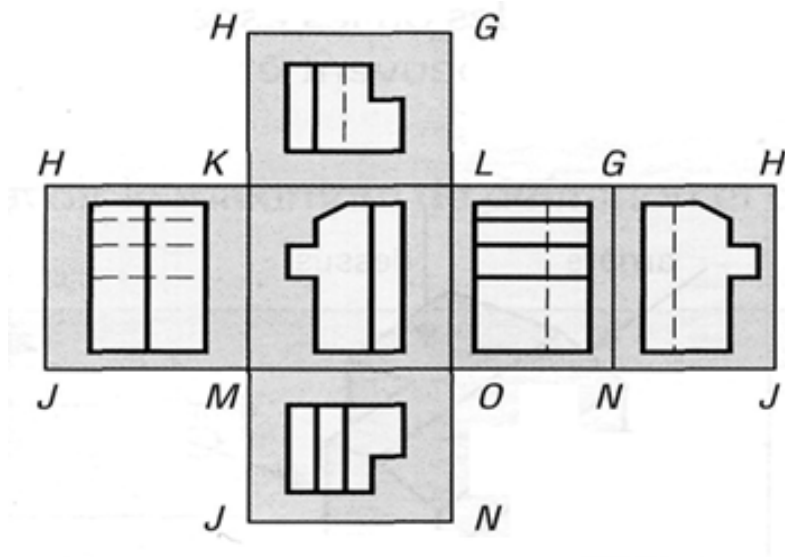


Cube de référence et Projections orthogonales dans les six plans de projection

3.4. Disposition relative des vues

L'**objectif** du dessin technique étant de placer les vues d'un objet **tridimensionnel** sur une **feuille de papier**, il faut déplier les faces du cube de façon à les rabattre toutes sur un même plan.

La figure suivante illustre la position des **six faces** du **cube de référence**, une fois déplié il est primordial d'identifier soigneusement chacune des faces et les vues correspondantes par rapport à leurs positions originelles sur le cube, il importe de répéter mentalement ce rabattement, jusqu'à ce que le principe soit bien compris.



Le cube de référence déplié

Parmi les **six** vues possibles, on choisit de représenter celles qui sont nécessaires à la description de la forme de l'objet. **Trois** vues sont habituellement suffisantes pour décrire un objet. Plusieurs **objets simples** ne demandent qu'**une ou deux vues**.

a) Disposition des vues : méthode du 1er dièdre

La normalisation internationale **ISO***, **suivie par l'AFNOR****, reprend le principe des projections orthogonales et la position des vues qui en résulte. Le symbole normalisé correspondant est à mettre sur chaque dessin utilisant ce principe.

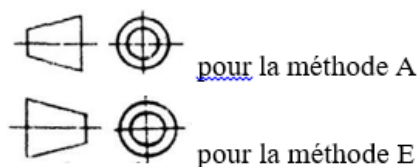
i) Projection européenne

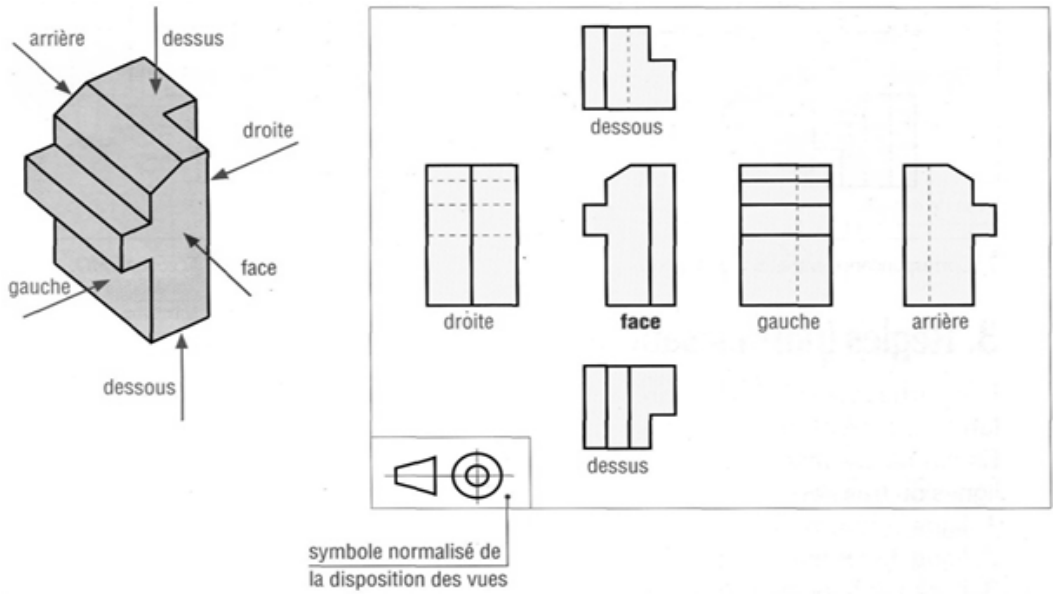
La **méthode de projection européenne** ou projection du **premier dièdre**. est désignée par la lettre **E** et a pour symbole. . Dans cette projection, la pièce est située entre l'observateur et le plan de projection. À titre d'exemple, pour la vue de face l'observateur est situé en face de la pièce et projette sur le plan en arrière. Le nom de la vue est donné donc par la position de l'observateur.

ii) Projection américaine

La **méthode de projection américaine** ou projection du **troisième dièdre** est désignée par la lettre **A** et a pour symbole. Le plan de projection, dans ce cas, est situé entre l'observateur et la pièce. Autrement dit, l'observateur et le plan de projection se trouvent du même côté par rapport à la pièce. Le nom de la vue, dans ce cas, est donné par la position du plan de projection.

La méthode employée est habituellement indiquée dans le cartouche, près de l'indication de l'échelle. Les symboles sont:



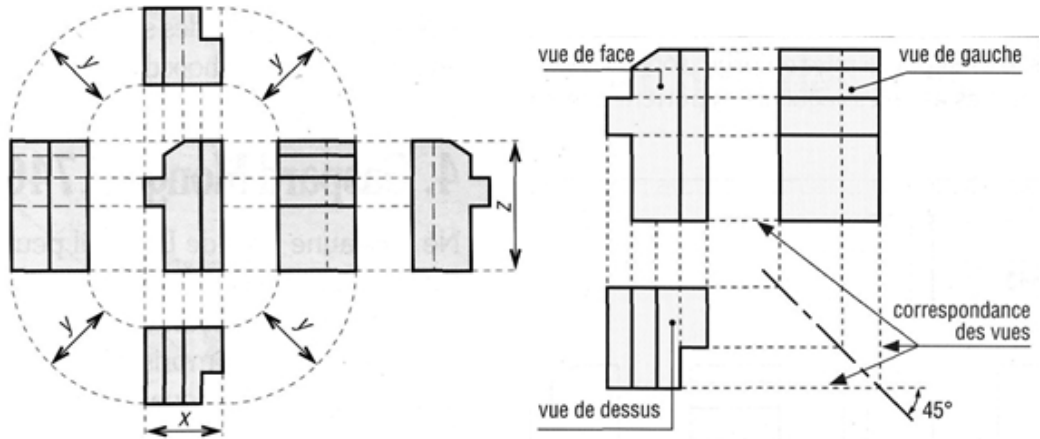


Disposition des vues

3.5. Correspondance des vues

Les **vues**, construites à partir de plans de projections perpendiculaires entre eux, présentent la propriété, après dépliage et développement, d'être en **correspondance** ou alignées les unes avec les autres.

Les **dimensions** de l'objet ou de ses formes se **conservent** d'une vue à l'autre, sans variations, et peuvent se déduire à partir des **mêmes lignes de rappel verticales, horizontales**, etc.



Remarque

Cette **correspondance** permet la construction des vues les unes par rapport aux autres.
 Cette **correspondance** est matérialisée par une droite horizontale appelée **ligne de renvoi**, verticale ou à **45°** suivant les vues concernées.

3.6. Choix des vues

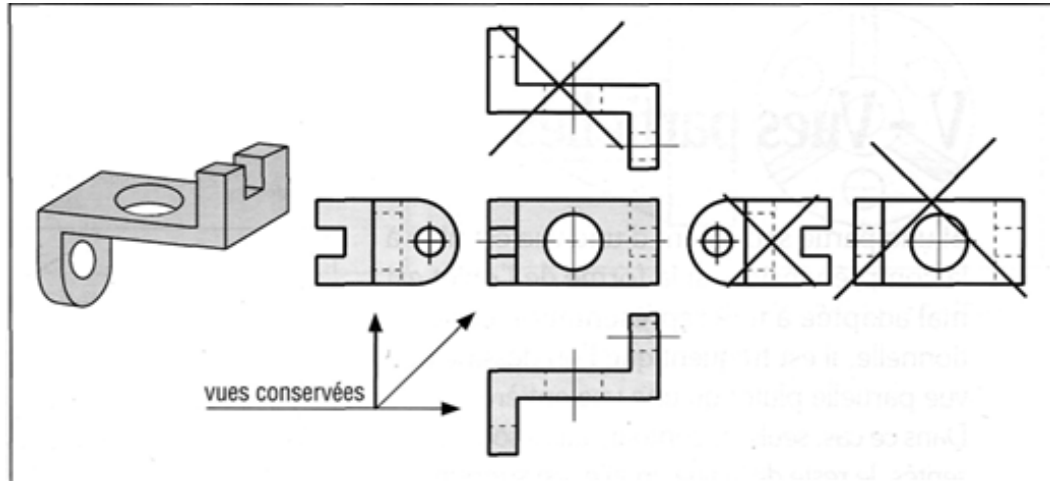
Le **dessin d'un objet** destiné à la **production** doit comporter seulement **des vues** qui sont nécessaires à une description **claire et complète** de la forme de l'objet. Ces vues sont appelées **vues nécessaires**. Après avoir judicieusement choisi la **vue de face**, le dessinateur doit sélectionner celles qui montrent le mieux les contours essentiels ou les formes de l'objet et il doit préférer celles qui **comportent le moins de contours cachés** ou de traits interrompus. Les vues non nécessaires seront éliminées. La vue arrière est très rarement utile.



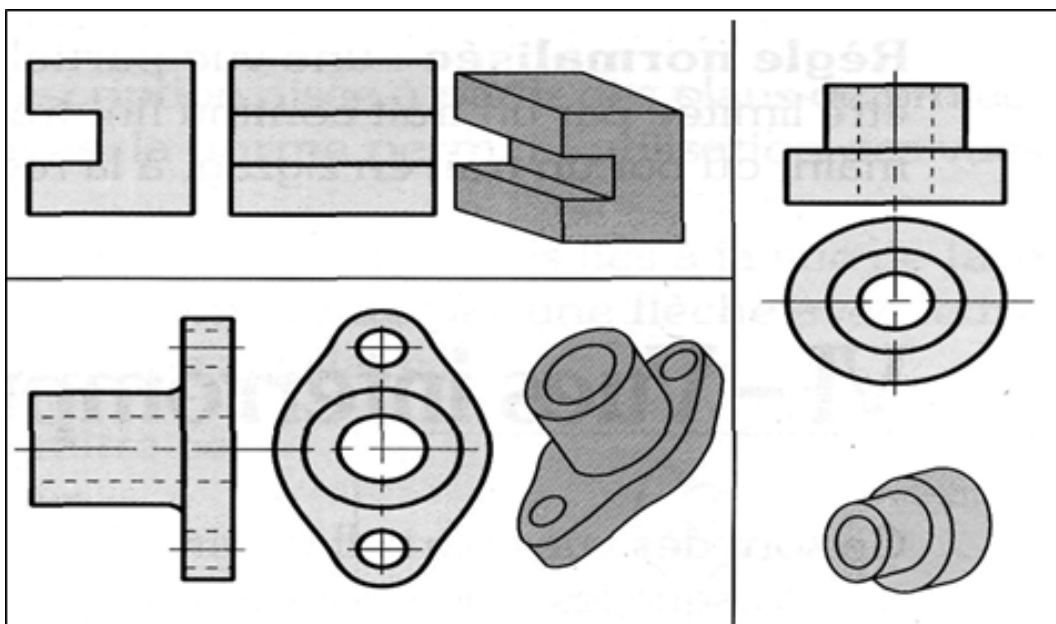
Trois vues suffisent en général pour définir un **objet** même **complexe**.

Pour des **objets** possédant des formes **simples**, une épaisseur constante ou présentant des **symétries** particulières (pièces de révolution : arbres, axes, visserie...) **deux vues** ou **une seule** vue peuvent **suffire**.

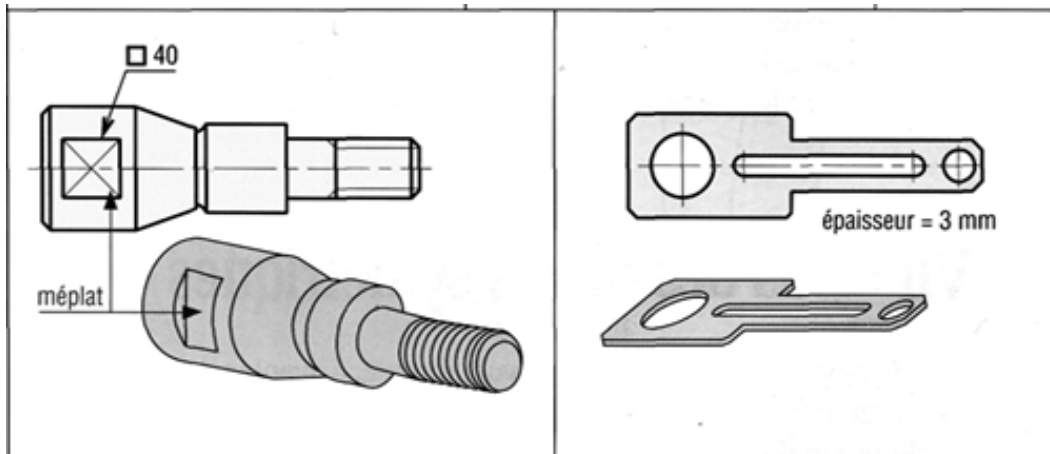
Cas général : 3 vues suffisent en général pour définir un objet quelconque.



- **Exemple où 2 vues suffisent**



• Exemple où 1 vue suffit



4. Méthode d'exécution d'un dessin

4.1. Mise en page

Repérer les formes générales extérieures de la pièce ; volumes élémentaires.

Noter les trois dimensions principales.

Ce calcul permet d'avoir une bonne présentation.

Les vues étant espacées régulièrement. On calcule 2 intervalles:

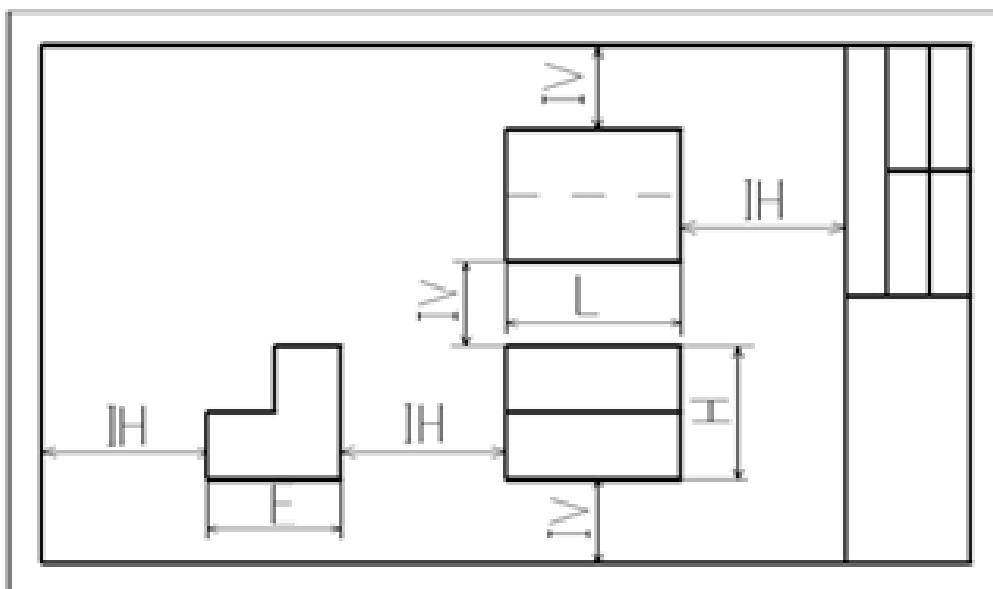
IH : l'intervalle horizontal

IV : l'intervalle vertical

Les formules dépendant du nombre de vues à exécuter. Dans le cas des 3 vues ci-contre :

$$IH = \frac{247 - (E + L)}{3}$$

$$IV = \frac{190 - (H + E)}{3}$$



4.2. Exécution des vues

1 - Faire l'esquisse (tout le dessin) en **traits fins** :

a - Dessiner les **rectangles d'encombrement**.

b - Dessiner chaque forme **dans toutes les vues en même temps**, en commençant par la vue où la forme est le **plus clairement représentée**.

2 - Faire la mise au net en **traits forts** :

c - **Commencer** toujours par les **traits fins** : traits d'axes, pointillés, puis les traits forts.

d - **Tracer** tous les **cercles** et arrondis en premier.

e - **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.

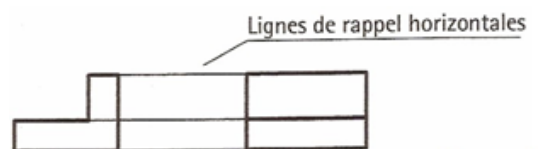
f - **Mettre** en place la **cotation**

g - **Mettre** les indications des **coupes** et les **écritures**.

a) Méthode pratique de correspondance des vues

Etape 1 :

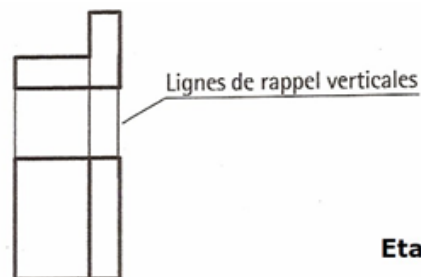
On trace, en **trait fin**, des **lignes de rappel horizontales** entre la vue de face et la vue de profil (gauche ou droite).



Etape 1

Etape 2 :

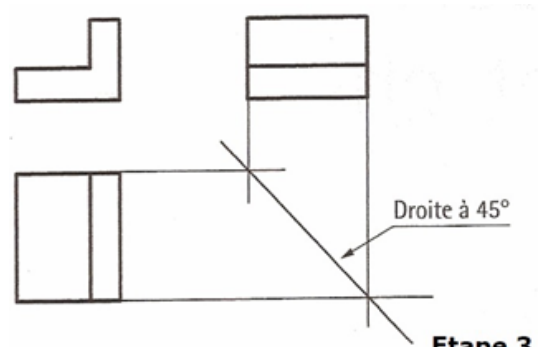
On trace, en **trait fin**, des **lignes de rappel verticales** entre la vue de face et la vue de dessus (ou dessous).



Etape 2

Etape 3 :

On trace, en **trait fin**, des **lignes de rappel** entre la vue de profil (gauche ou droite) et **la vue de dessus** (dessous) en utilisant une droite inclinée à **45°** (ligne de renvoi à 45°).

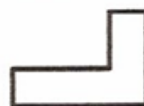


Etape 3

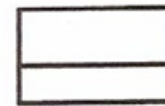
Etape 4 :

Une fois la vue dessinée, on **gomme** les différentes lignes de rappel (verticales, horizontales et inclinées).

Vue de face



Vue de gauche



Vue de dessus



Etape 4

Pour voir la vidéo clique [ici](https://www.youtube.com/watch?v=YvQbXBE4PIE)¹

¹<https://www.youtube.com/watch?v=YvQbXBE4PIE>

Conclusion



La géométrie descriptive est une branche essentielle des mathématiques qui permet de représenter des objets **tridimensionnels** sur un plan **bidimensionnel**. Elle fournit les outils nécessaires pour décrire graphiquement la **forme**, les **dimensions** et les **relations** spatiales des objets de manière précise et rigoureuse.

Le dessin technique, qui s'appuie sur les principes de la **géométrie descriptive**, est un moyen de **formaliser** les **idées** et de communiquer efficacement les concepts techniques. Il ne se limite pas à une simple description de formes, mais permet de **transmettre** l'ensemble des **caractéristiques géométriques** d'un objet à l'aide de **vues** en **projection orthogonale**.

L'**enseignement** de la **géométrie descriptive** reste **essentiel**, même à l'ère du **numérique**, car il développe chez les **étudiants** la capacité à **visualiser** et à **comprendre** les objets tridimensionnels. Cette "gymnastique mentale" est cruciale pour la lecture et l'interprétation des plans, que ce soit dans les domaines de l'ingénierie, de l'**architecture** ou du **design**.

Bien que les logiciels de **CAO** aient grandement facilité la création et la gestion des **dessins techniques**, la maîtrise des principes de la **géométrie descriptive** demeure indispensable pour exploiter pleinement ces outils et produire des représentations graphiques pertinentes et sans ambiguïté. La géométrie descriptive constitue donc toujours un fondement **incontournable du dessin technique**.

En conclusion, la **géométrie descriptive** et le **dessin technique** restent des disciplines **complémentaires** et **essentiels** pour **formaliser**, **communiquer** et **concevoir** des **objets tridimensionnels**, que ce soit dans un contexte **manuel** ou **numérique**.

Glossaire



AFNOR

Agence Française de Normalisation, anime le système central de normalisation en France et participe à l'ISO. Créée en 1926, elle compte aujourd'hui environ 3000 entreprises adhérentes.

Abréviations



AFNOR : Agence Française de Normalisation

ISO : International Organization for Standardization

Bibliographie



Le dessin technique 1^{ère} partie géométrie descriptive, Felliachi d. et Bensaada s, édition OPU Alger.

Chevalier, Guide du dessinateur industriel, Hachette édition 2004.

Aide mémoire de l'élève dessinateur et du dessinateur industriel, M. Norbert et R. Philippe, édition la capitelle, Année 1981.

Guide des sciences et technologie industrielle, J. L. Fanchon, édition Natan, 2001.