



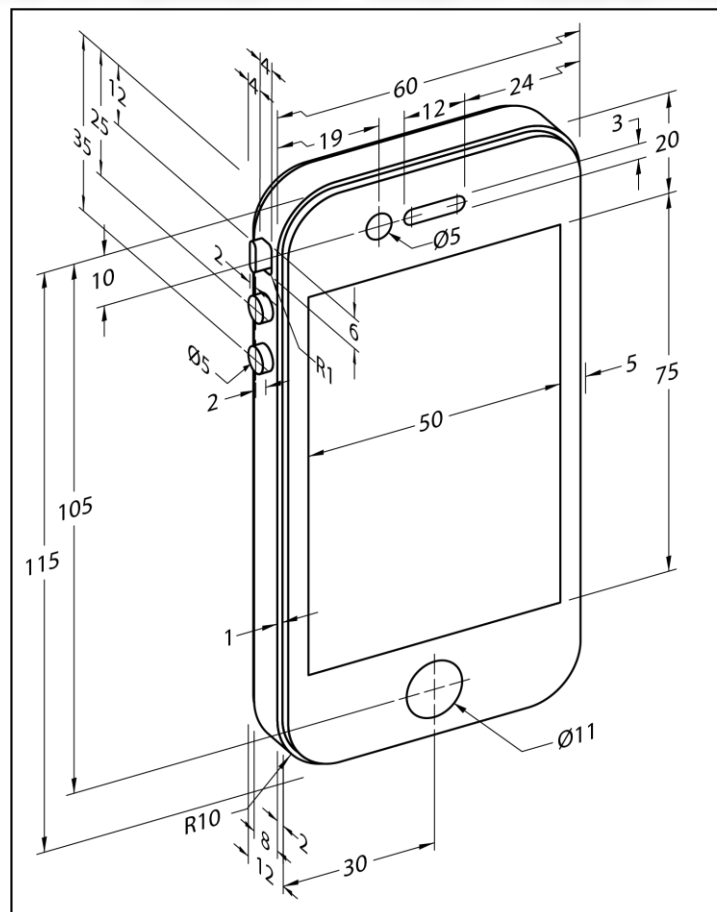
**REPUBLIQUE DE GUINEE**

**Travail-Justice-Solidarite**

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

# MODULE DE DESSIN TECHNIQUE

# TRAITEMENT MÉTALLURGIE



**Elabore par: M.CONDE Mohamed lamine**

## INGENIEUR GEOLOGUE

**CONTACTS: 664 63 64 82 / 622 94 26 24**



## **PROGRAMME DU COURS DE DESSIN TECHNIQUE**

### **Chapitre I : CONVENTION DE DESSIN TECHNIQUE**

Présentations des dessins  
les formats  
le cartouche  
les traits  
Conseil pratique  
Epaisseur des traits  
Écritures  
Considérations générales  
Ecriture Normalisée  
Conseil d'exécution

### **Chapitre II : CONSTRUCTION GEOMETRIQUE**

Perpendiculaire  
Tangentes et raccordement  
Courbes usuelles

### **Chapitre III : REPRESENTATIONS ORTHOGONALES**

Principes d'obtention des vues  
Disposition des vues  
Choix des vues  
Coupes but , définition ,principe et représentation des traits utilisés  
Section, définition, utilisation et différence types de sections  
Hachures, but et exécution des hachures  
Perspectives :  
Considération générale  
Perspective cavalière  
Perspective axio métrique  
Perspective isométrique  
Perspective conique  
Exécution graphique de la cotation  
Les éléments de la cotation  
Cotations particulières  
Fautes à éviter  
Les tolérances

**FIN DE PROGRAMME**



Le dessin technique constitue le langage commun de ceux qui travaillent en technologie, les ingénieurs, les architectes, les designers, les techniciens et les ouvriers spécialisés l'utilisent pour communiquer entre eux.

C'est un langage qui est universel avec quelques variantes d'un continent à l'autre. Contrairement aux langues parlées cette forme de langage permet une compréhension unique de la définition et de la réalisation d'un objet technique. Cela signifie que deux ingénieurs qui ne parlent pas la même langue peuvent arriver à comprendre en grande partie un dessin technique sauf bien sûr les annotations qui sont transcrites dans une langue particulière.

Les dessins permettent toutes sortes de formes qui se résument aux suivantes :

Le dessin d'illustration en 3D (isométrie, perspective);

Le dessin en 3D en vue éclatée ;

Le dessin de détail ( projection orthogonale en 2D);

Les schémas qui constituent également une forme de dessin technique au norme moins répandues et moins normalisées.

Le dessin technique constitue donc un domaine d'apprentissage incontournable pour les jeunes qui s'initient à la technologie.

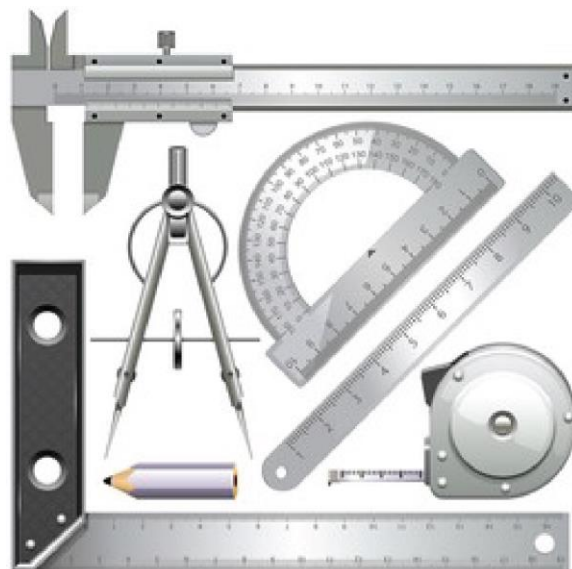
Il doit en acquérir les rudiments en exécutant les tâches qu'on lui soumettra.

### **Dessin avec instruments.**

Crayon gomme à effacer rapporteur d'angle équerre Compas et bloc-notes.

Dessin sans instrument.

Papier quadrillé gomme à effacer.



shutterstock.com · 681664831

## **Chapitre I: CONVENTION DE DESSIN TECHNIQUE**

### **Les formats**

La représentation des dessins doit dans la mesure du possible être unifiée afin d'en faciliter la consultation le classement et l'expédition. Pour se faire on doit adopter comment format de pliage 210 x 297 (format A4).

Il est conseillé chaque fois que cela est possible d'utiliser les formes normalisées. Ces formes se déduisent les unes des autres à partir de format de pliage en multipliant par deux (2) la plus petite des dimensions.

Format A4=210 x 297.

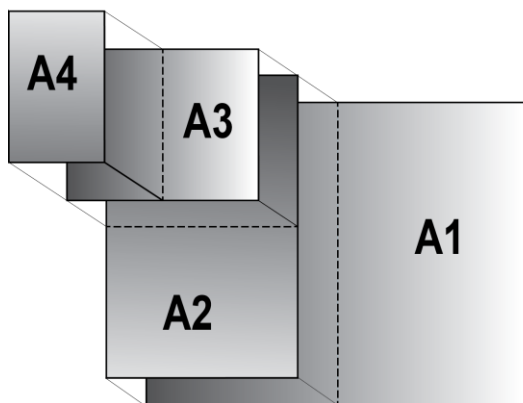
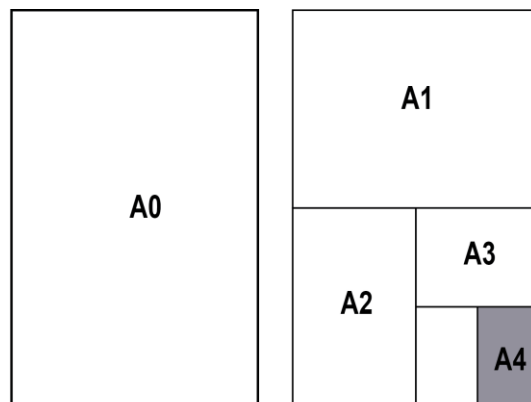
Format A3=297 x 420.

Format A2=420 x 594.

Format A1=594 x 840.

Format A0=840 x 1188.

Le pliage des dessins s'effectue en général selon le principe de pliage des cartes routières. Prévoir une marge de 10 mm tout au tour de la feuille.





## Le cartouche

On appelle cartouche l'emplacement réservé dans un angle du dessin et dans lequel figure tous les renseignements relatifs à l'affaire.

- ❖ Désignation et adresse de la construction
- Non et adresse du propriétaire
- Désignation des dessins (façade coupe)
- Les échelles
- Date du dessin
- Nom et adresse de l'architecte
- Légende
- Numéro du classement

|                                                         |                                       |                     |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| <b>INSTITUT SUPERIEUR DES MINES ET GEOLOGIE DE BOKE</b> |                                       |                     |
| <b>ECRITURE NORMALISEE</b>                              |                                       |                     |
| <b>QUANTITE:</b>                                        |                                       | <b>MATIERE:</b>     |
| <b>ECHELLE:</b>                                         | <b>DESSINE PAR</b>                    | <b>A4 N°</b>        |
| <b>DATE:</b>                                            | <b>VERIFIER PAR</b> Non du professeur | <b>Syst Project</b> |

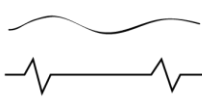
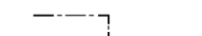
### Remarque:

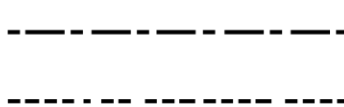
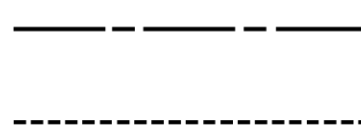
Lorsque le dessin nécessite l'établissement d'une nomenclature celle-ci sera exécutée au-dessus du cartouche

Pour les dessins de grande dimension le cartouche occupe de préférence la totalité d'un format A4.

Le cartouche doit être apparent après le pliage.

## Les traits

| Traits                                                                                                                                                                 | Designation                                          | DUtilisation                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       | Continu renforcé                                     | Contours des sections                                                                                                                                 |
|                                                                                       | Continu fort                                         | Contours vus arêtes vues                                                                                                                              |
|                                                                                       | Continu fin                                          | Lignes d'attache et des cotes, hachures.<br>Constructions, arêtes fictives vues, axe simplifiés, contour de sections rabattues.                       |
|                                                                                       | Continu fin à main levée<br>Continu fin avec zigzags | Limites des vues, ou coupe partielles ou interrompues, si ces limites ne sont pas axes.                                                               |
| <br> | Interrompu fin<br>Interrompu fort                    | Contours cachés, arêtes cachées<br>(n'utiliser qu'un type sur le même dessin)                                                                         |
|                                                                                       | Mixte fin                                            | Axes de révolution, traces de plan de symétrie, trajectoires, fibres moyennes                                                                         |
|                                                                                     | Mixte fort                                           | Traces de plans de références, indication de ligne ou de surface particulières                                                                        |
|                                                                                     | Mixte fin avec élément fort                          | Traces de plans de coupes                                                                                                                             |
|                                                                                     | Mixte fin à deux tirets                              | Parties situées en avant du plan de coupe, contours des éléments voisins, positions intermédiaires et extrêmes des éléments mobiles, demi-rabattement |

| Mauvais                                                                             | Bon                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
|  |  |

## Conseils pratiques

Un trait se commence et se termine par un élément long

Les traits interrompus doivent toujours se toucher dans les angles

### Épaisseur des traits

L'épaisseur des traits est essentiellement fonction de l'échelle et de la densité du dessin.

- ❖ Trait renforcé : plume 0,7 ou 1
- ❖ Trait fort : plume 0,35 à 0,5
- ❖ Trait fin: 0,13 ou 0,18.

## Écriture

### Considération générales.

les formes et les caractères utilisés pour le dessin technique sont normalisés. Le but de cette normalisation est d'assurer la lisibilité, l'homogénéité et la reproductibilité des caractères.

Dans la plupart des dessins d'exécution l'écriture est effectuée à main levée pour dessiner de présentation on utilise les lettres où les lettres de transfert.

### Écriture normalisée

#### Conseil d'exécution

#### Espacement des mots.

Entre deux mots consécutifs, on doit pouvoir tracer au minimum un cercle de diamètre  $h$ .

#### Accents

Le **(I)** et le **(J)** majuscule ne prennent pas de point.

S'il n'y a pas de risque d'ambiguïté les accents peuvent ne pas être mis sur les majuscules.



**Remarque:**

Bien espacer les mots et serrer régulièrement les lettres.

Utiliser des auteurs de caractères compatibles avec l'échelle du dessin.

La hauteur des minuscules ne doit pas être inférieure à 2,5 mm.

**Dimension des caractères.**

Les dimensions générales sont définies en fonction de la hauteur  $h$  des majuscules. Les valeurs de  $h$  sont choisies parmi les dimensions du tableau ci-dessous.

**Tableau**

| Dimensions générales                         | Dimension nominale $h$ | 2.5  | 3.5  | 5   | 7   | 10 | 14  | 20 |
|----------------------------------------------|------------------------|------|------|-----|-----|----|-----|----|
| Hauteur des majuscules et chiffres           | $h$                    | 2.5  | 3.5  | 5   | 7   | 10 | 14  | 20 |
| Hauteur des minuscules sans jambage          | $c=0.7h$               | 2.5  | 2.5  | 3.5 | 5   | 7  | 10  | 14 |
| Hauteur des minuscules avec jambage          | $h$                    | 2.5  | 3.5  | 5   | 7   | 10 | 14  | 20 |
| Largeur des traits d'écritures               | $d=0.1h$               | 0.25 | 0.35 | 0.5 | 0.7 | 1  | 1.4 | 2  |
| Espacement minimal                           | $a=0.2h$               | 0.5  | 0.7  | 1   | 1.4 | 2  | 2.8 | 4  |
| Interligne minimal                           | $b=1.4h$               | 3.5  | 5    | 7   | 10  | 14 | 20  | 28 |
| les dimensions sont exprimées en millimètres |                        |      |      |     |     |    |     |    |



A B C D E F G H I J  
K L M N O P Q R S  
T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n  
o p q r s t u v w x y z

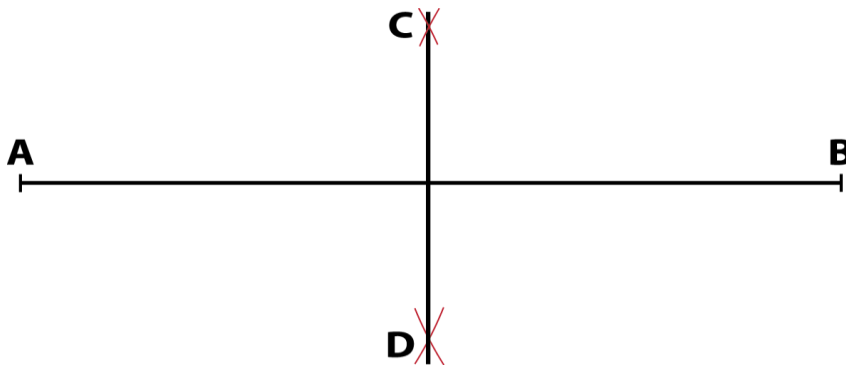
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

## Chapitre II: CONSTRUCTIONS GEOMETRIQUES.

### Perpendiculaires

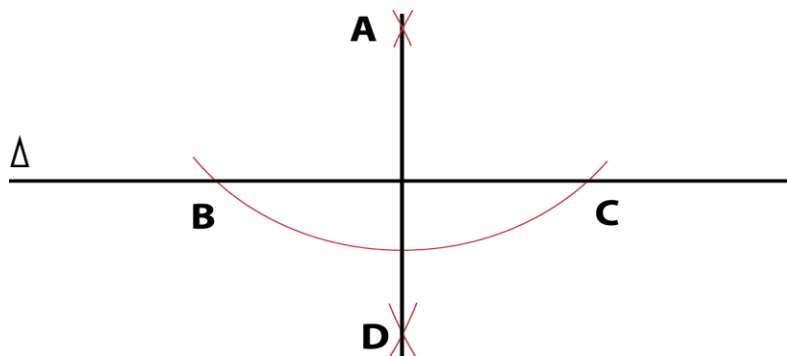
#### Médiane d'un segment

De A et B pour centre, tracer deux arcs de cercle de rayon supérieur à  $\frac{AB}{2}$  qui se coupent en C et D. Joindre CD qui est la médiatrice de AB.



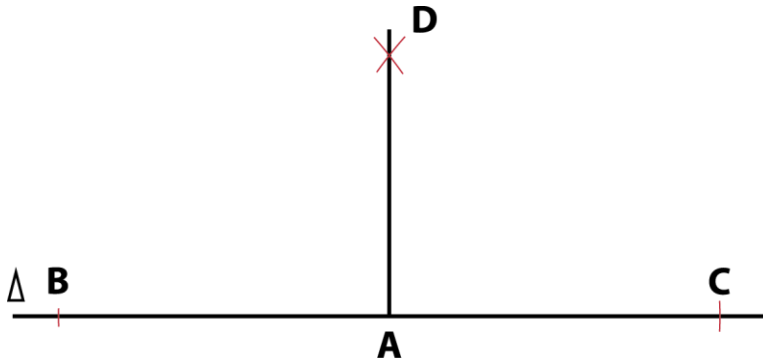
#### Abaissée un point sur une droite $\Delta$

De A pour centre, tracer un arc de cercle qui coupe la droite Delta en B et C. De B et C pour centre, tracer deux arcs de cercle de rayon supérieur à  $\frac{BC}{2}$  qui se coupent en D. Joindre AD qui est la perpendiculaire cherchée.

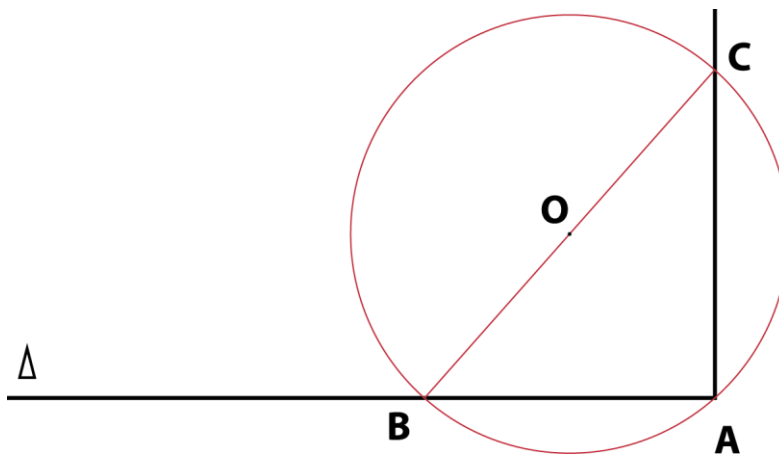


**Élevé d'un point A de la droite  $\Delta$ .**

De A pour centre, tracer deux arcs de cercle de rayon quelconque qui coupent la droite  $\Delta$  en B et C. En gardant le même rayon, tracer de B et C pour centre deux arcs de cercle qui se coupent en D. Joindre AD la perpendiculaire cherchée.

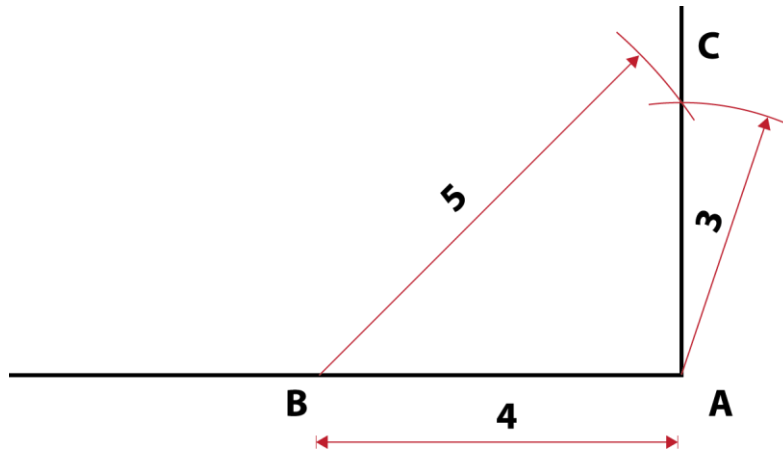
**Élevé à l'extrémité d'un segment.**

Prendre pour centre un point O ayant sa projection sur le segment. Avec pour rayon OA tracer le cercle qui coupe la droite  $\Delta$  en B. Joindre BO qui coupe le cercle en C. Joindre CA qui est la perpendiculaire.

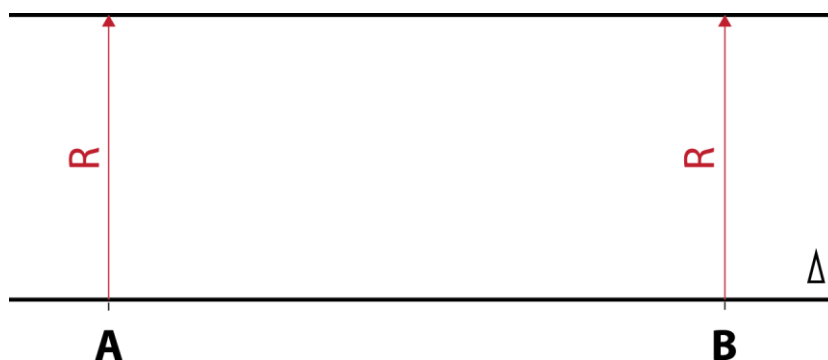


**Triangle 3 4 5.**

Tracer  $AB = 4$  unités. De A tracer un arc de cercle de rayon 3 unités et de B, un arc de cercle de rayon 5 unités. Il se coupent en C. Joindre CA. qui est la perpendiculaire cherchée.

**Construction de parallèles.****Tracé d'une parallèle à une droite  $\Delta$  à une distance donnée R .**

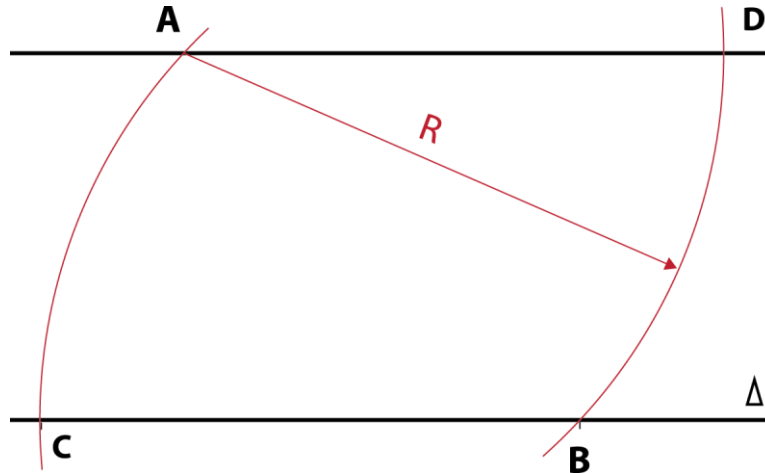
Par deux (2) points quelconques A et B de la droite  $\Delta$  aussi éloignés que possible, tracer deux arcs de cercle de rayon R. Tracer la droite qui s'appuie sur les deux arcs de cercle. Cette méthode a une précision suffisante pour les tracés courants, elle se justifie par sa rapidité d'exécution justifie.



## Tracé d'une parallèle à une droite $\Delta$ passant par A.

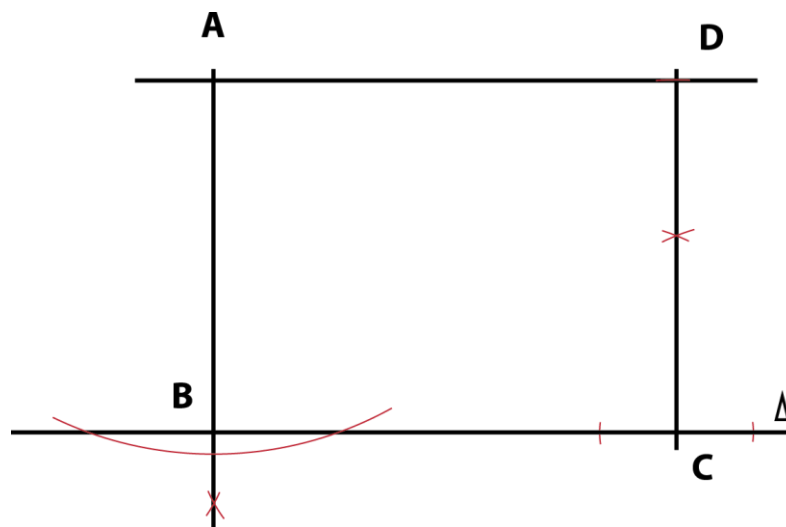
### Première méthode

De A pour centre, tracer un arc de cercle de rayon R qui coupe la droite  $\Delta$  en B. De B pour centre et avec le même rayon R tracer un arc de cercle qui passe par A et coupe la droite  $\Delta$  en C. De B pour centre tracer l'arc de cercle de rayon CA qui coupe la première en D. Joindre AD qui est la parallèle cherchée (les points ABCD forment un parallélogramme).



### Deuxième method

Abaissier de A la perpendiculaire AB sur la droite Delta. Par un point C de la droite Delta aussi éloignée que possible de A, élever la perpendiculaire à la droite Delta. Reporter de C sur cette perpendiculaire la distance AB, ce qui définit le point D. Joindre AD qui est la parallèle



### Division d'un segment en parties égales.

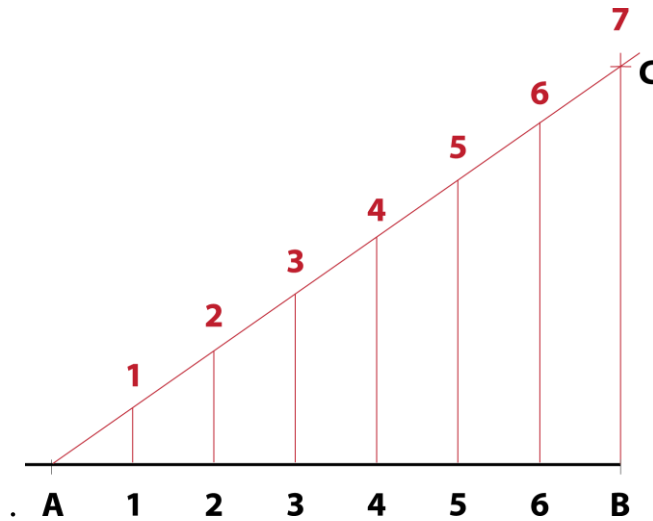
Soit à diviser le segment AB en n parties égales:

Élever de B la perpendiculaire à AB

De A pour centre tracer un arc de cercle de rayon  $R = nx$  (x sera une longueur facilement mesurable par exemple : 5, 10 ou 20mm) qui coupe cette perpendiculaire en C.

Diviser AC en n parties égales en reportant à partir de A les valeurs cumulées: x, 2x, ... 3x, ..., nx à l'aide d'une règle graduée.

Abaisser des points ainsi définis les perpendiculaires sur AB qui déterminent n segments égaux. Dans l'exemple ci-contre: n égale à 7, x égale à 10 mm. Cette construction est une application du théorème de Thalès; elle offre l'avantage de pouvoir tracer des parallèles l'aide d'un té et d'une équerre



### Tracer des polygones réguliers convexes inscrits.

#### Définition.

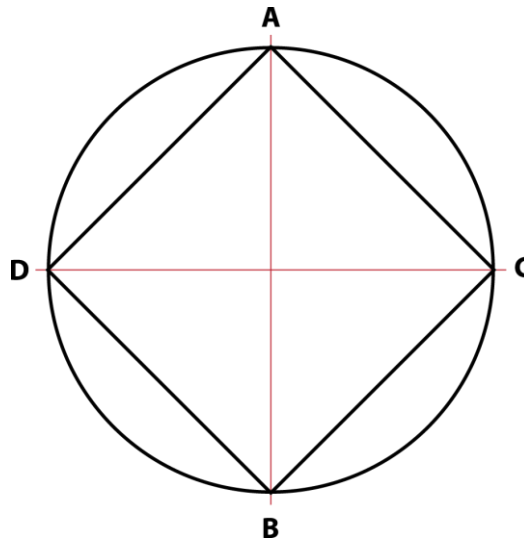
Un polygone régulier à ses angles et ses côtés égaux, il peut être inscrit dans une circonférence de rayon R.

On peut toujours construire un polygone régulier à partir de l'angle au centre  $\alpha = 360^\circ / n$  (n = nombre de côtés).

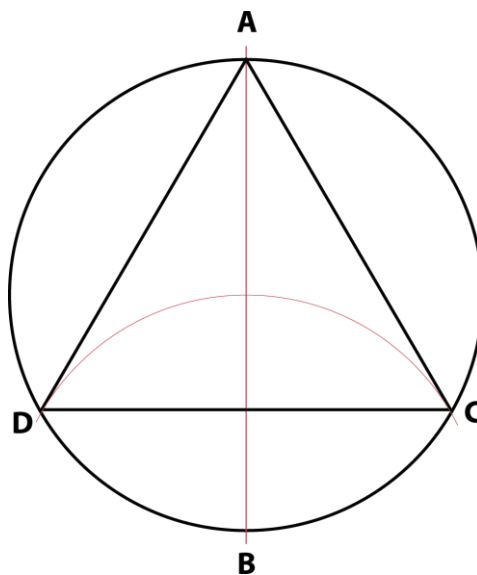
Les constructions à utiliser pour les polygones réguliers les plus usuels sont indiqués ci-dessous.

**Carré**

Tracer les deux axes perpendiculaires AB, CD. Joindre AC, CB, BD, DA.

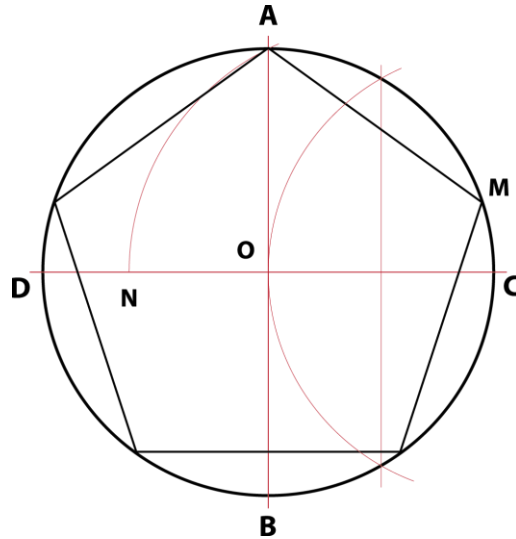
**Triangle équilatéral**

Tracer un diamètre AB. De B pour centre, tracer les arcs de cercle de rayon R qui coupent le cercle en D et C. Joindre AC, CD, DA.



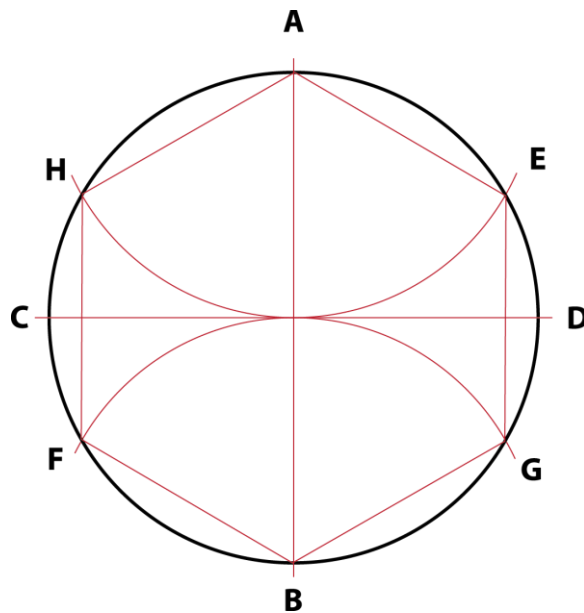
## Pentagone

Tracer deux diamètres perpendiculaires AB, CD. Tracer la médiatrice de OC. De M pour centre tracer un arc de cercle de rayon MA qui coupe CD en N. AN est le côté du Pentagone.



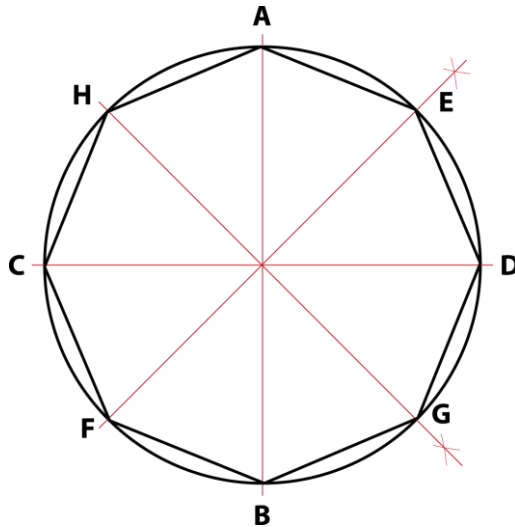
## Hexagone

Tracer un diamètre AB. De A et B pour centre, tracer les arcs de cercle de rayon R qui coupent le cercle en C, D, E, F. Joindre BC, BD, DF, AF, CE, EA.



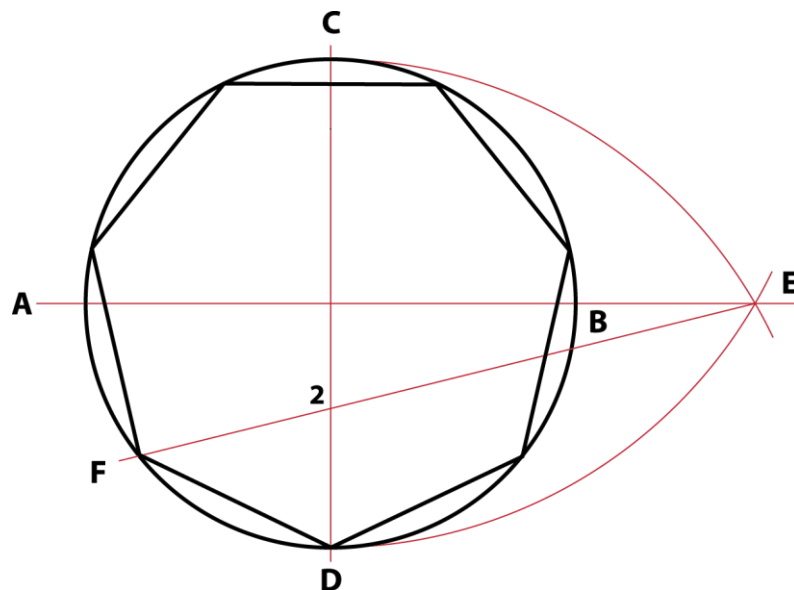
### Octogone.

Tracer deux diamètres perpendiculaires AB, CD. Tracer les deux bissectrice des angles droits EF, GH. Joindre AH, HC, CF, FB, BG, GD, DE, EA



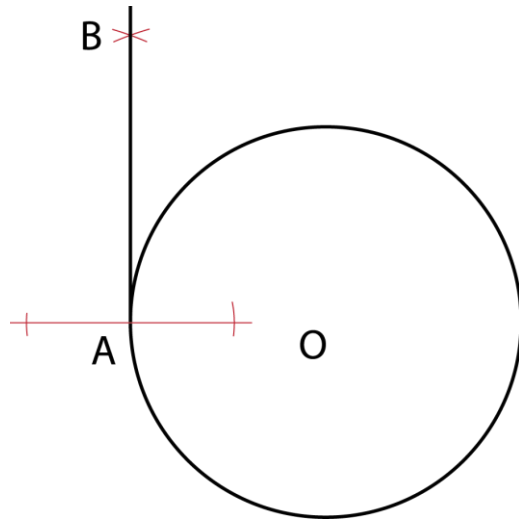
### Tracer d'un polygone régulier à n côtés égaux.

Tracer deux ( 2 ) diamètres perpendiculaires AB, CD. Diviser CD en parties égales. De C et D pour centre, tracer deux arcs de cercle de rayon CD qui se coupent en E. Joindre E2 qui coupe le cercle en F.

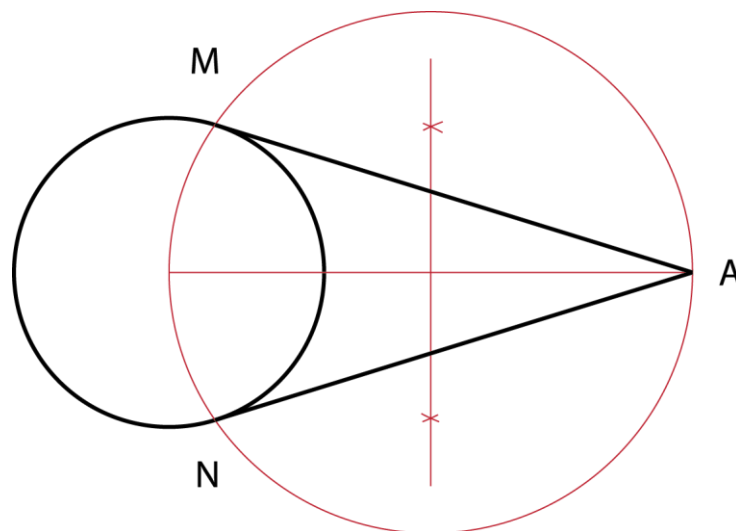


**Tangentes et raccordements.****Les tangentes.****Tangente en un point d'un cercle.**

Tracer OA, élever la perpendiculaire AB en A à OA. AB et la tangente.

**Tangente passant par un point extérieur.**

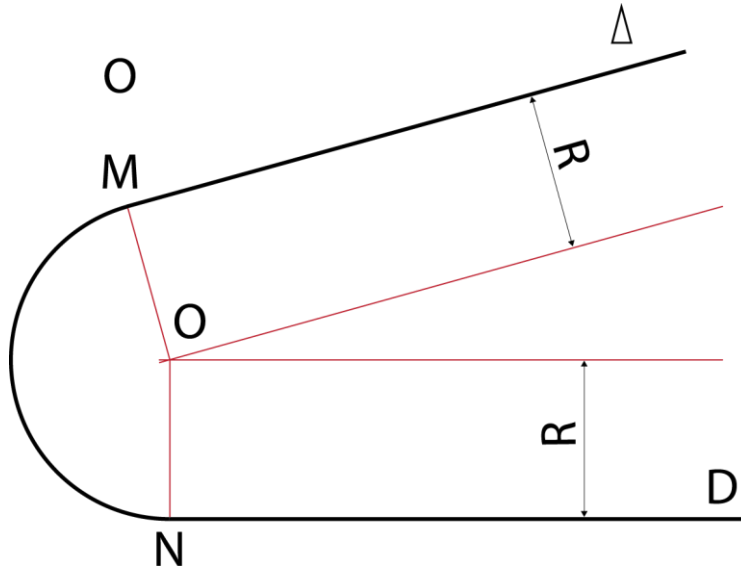
Tracer la médiatrice de OA. tracer le cercle de centre O et de rayon oa qui coupe le cercle au point de tangente M et N. Joindre AM et AN.



## Raccordements

### De deux droites.

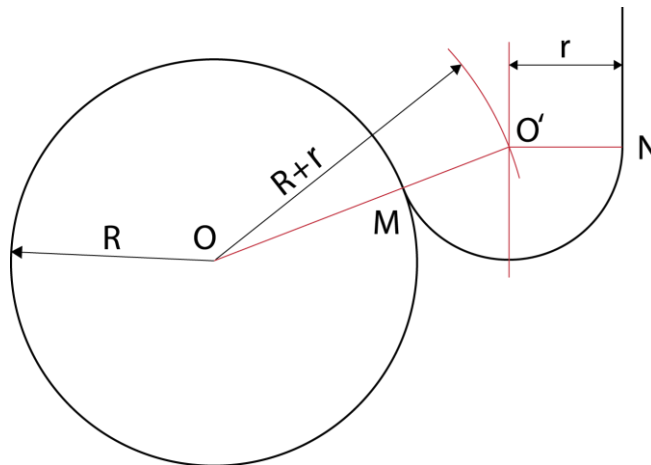
Tracer les deux parallèles inférieures aux deux droites  $\Delta$  et  $D$  de distance  $R$ . Elles se coupent en  $O$ . Abaisser de  $O$ , sur  $D$  et  $\Delta$ , les perpendiculaires  $OM$  et  $ON$ . Tracer l'arc de cercle  $MN$  de centre  $O$  et de rayon  $R$ .



### D'une droite et d'un cercle.

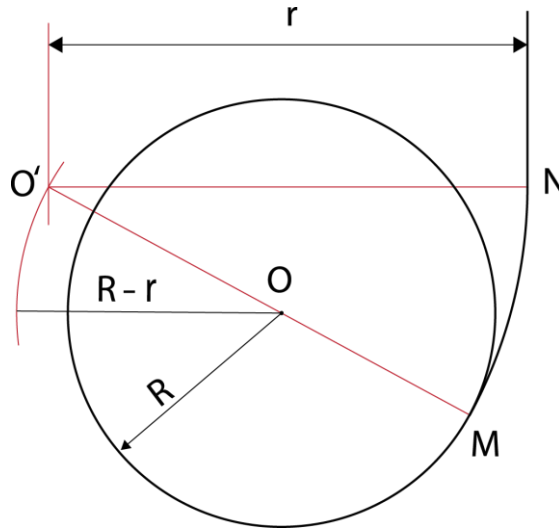
#### Extérieurement.

Tracer la parallèle à Delta à la distance  $r$  et le cercle de centre  $O$  et de rayon  $r + R$ . Ils se coupent en  $O'$ . Joindre  $OO'$  qui coupe le cercle en  $M$  et abaisser la perpendiculaire de  $O'$  sur  $\Delta$ . Tracer l'arc de cercle  $MN$  de centre  $O'$  et de rayon  $r$ .

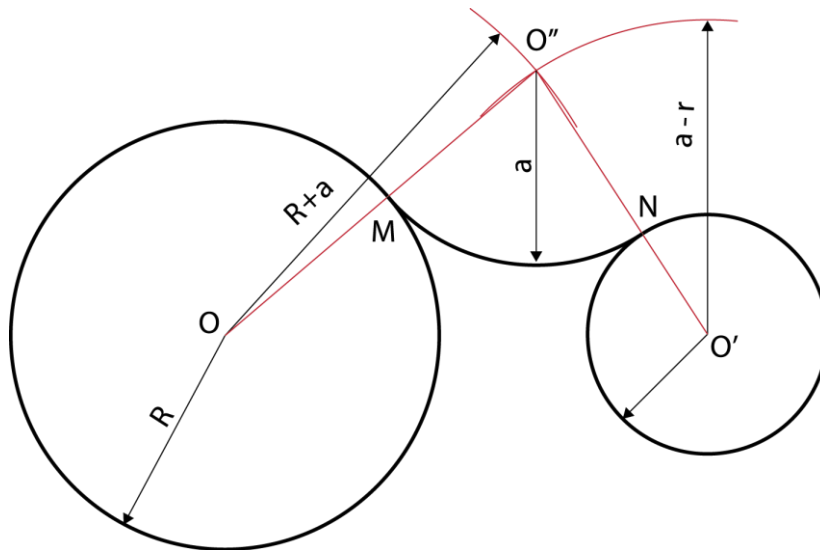


**Intérieurement.**

Tracer la parallèle à  $\Delta$  à la distance  $r$ . Tracer le cercle de centre  $O$  et de rayon  $R - r$ . Il coupe la parallèle à  $\Delta$  en  $O'$ . Abaisser la perpendiculaire de  $O'$  sur  $\Delta$  et joindre  $OO'$  qui coupe le cercle en  $M$ . De  $O'$  pour centre et avec pour rayon  $r$ . Tracer le raccordement  $MN$ .

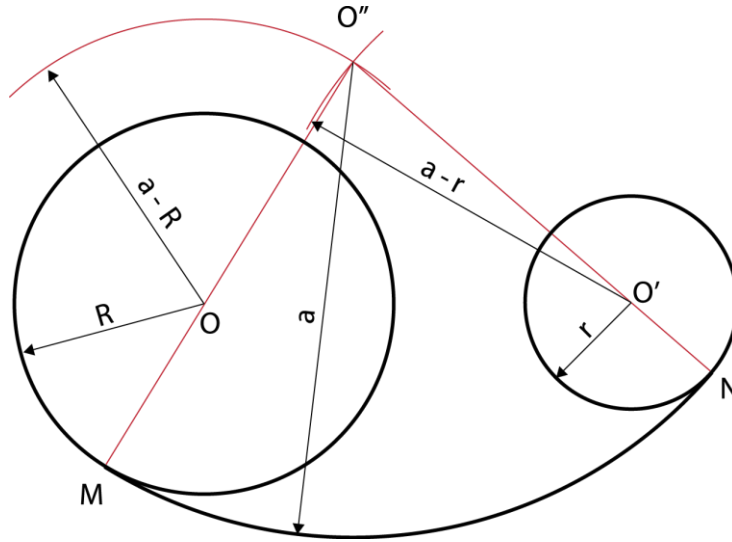
**De deux cercles.****Extérieurement.**

Tracer les cercles de centre  $O$  et de rayon  $R + a$ , de centre  $O'$  et de rayon  $r + a$ . Ils se coupent en  $O''$ . Joindre  $OO''$  et  $O'O''$  qui coupent les cercles en  $M$  et  $N$ . Tracer l'arc de cercle  $MN$  de raccordement à partir du cercle de centre  $O''$ .

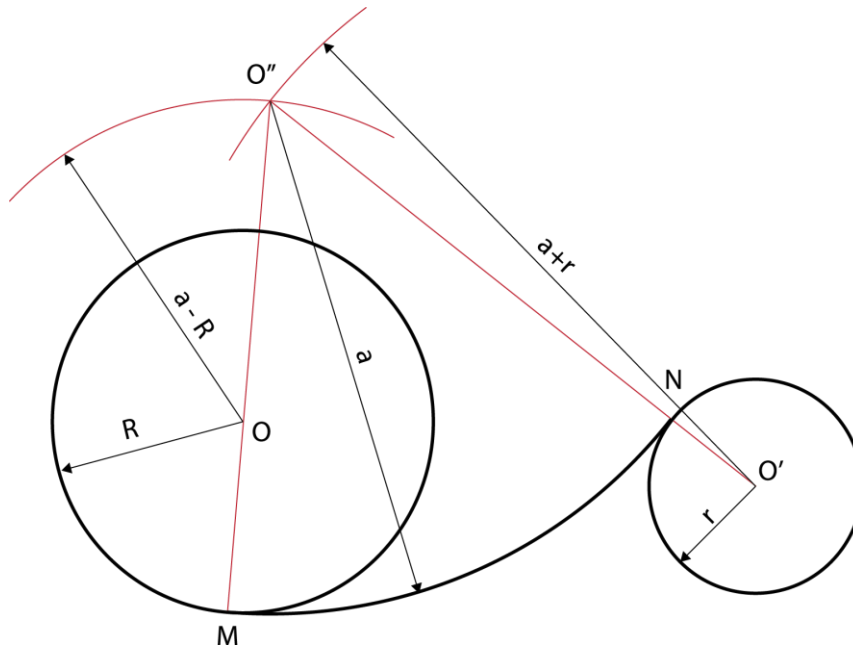


**Intérieurement.**

Tracer les deux cercles de centre O et de rayon  $a - R$ , O et  $a - r$  qui se coupent en O". Joindre O"O et O"O' qui coupent les cercles en M et N. Tracer avec O" pour centre l'arc MN de raccordement.

**Intérieurement à l'un et extérieurement à l'autre.**

Tracer les deux cercles de centre O et de rayon  $a - R$ , O' et  $r + a$  qui se coupent en O". Joindre O"O et O"O' qui coupent les cercles en M et N. Tracer l'arc de cercle MN de raccordement avec pour centre O".



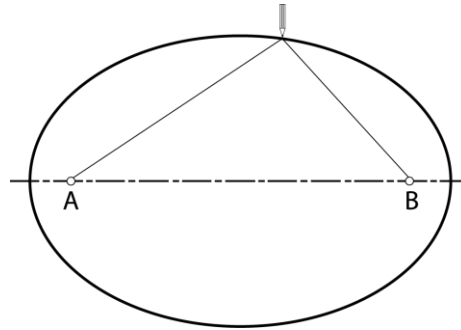
**REMARQUE:*****Ces tracés ont deux solutions*****Courbes usuelles.****L'ellipse.**

C'est l'ensemble des points dont la somme des distances à deux points fixes appelés foyers est constante. Une ellipse se définit par les dimensions de ses axes.

**Méthode dite << du jardinier >>: ( fig. )**

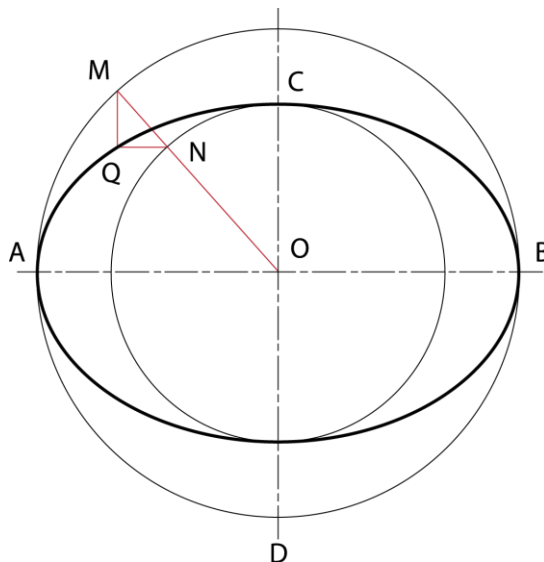
Elle est très commode pour obtenir sans constructions une ellipse de grande dimension, pour cela:

Fixer au point A et B (les foyers) un cordeau dans la longueur sera déterminée en fonction des dimensions souhaitées. En gardant le cordeau tendu, tracer la courbe au sol.

**Méthode des cercles : ( fig ).**

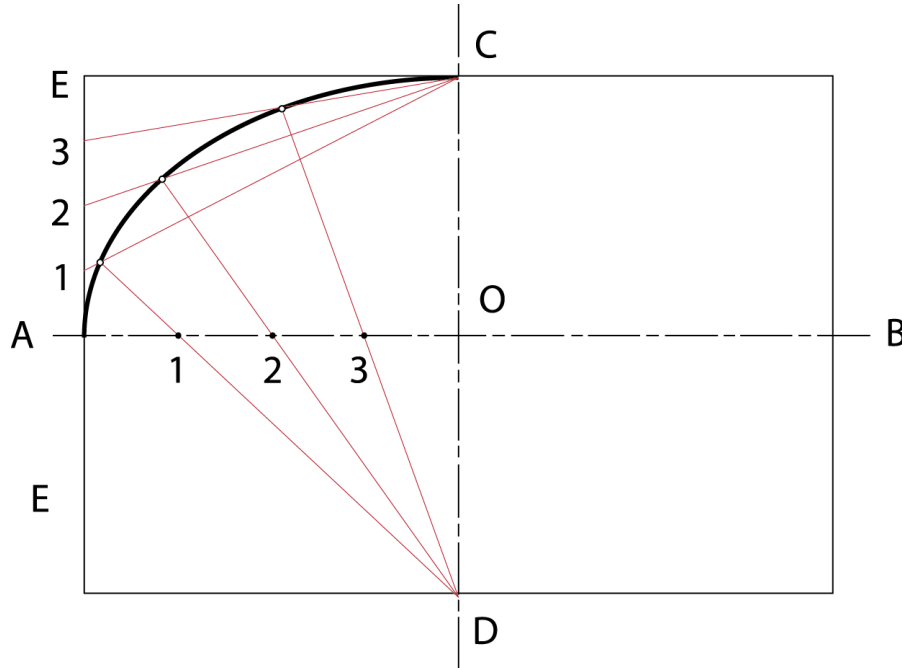
Tracer à partir de O deux cercles ayant respectivement comme diamètre la dimension du grand axe et la dimension du petit axe de l'ellipse que l'on souhaite obtenir. Tracer un rayon qui coupe le grand cercle en M et le petit cercle en N. Par M tracer la parallèle au petit axe, par N tracer la parallèle au grand axe. Ces deux segments se coupent en I qui est un point de l'ellipse.

Recommence l'opération pour autant de fois que nécessaire en fonction de la précision désirée.



**Méthode des rectangles: (fig)**

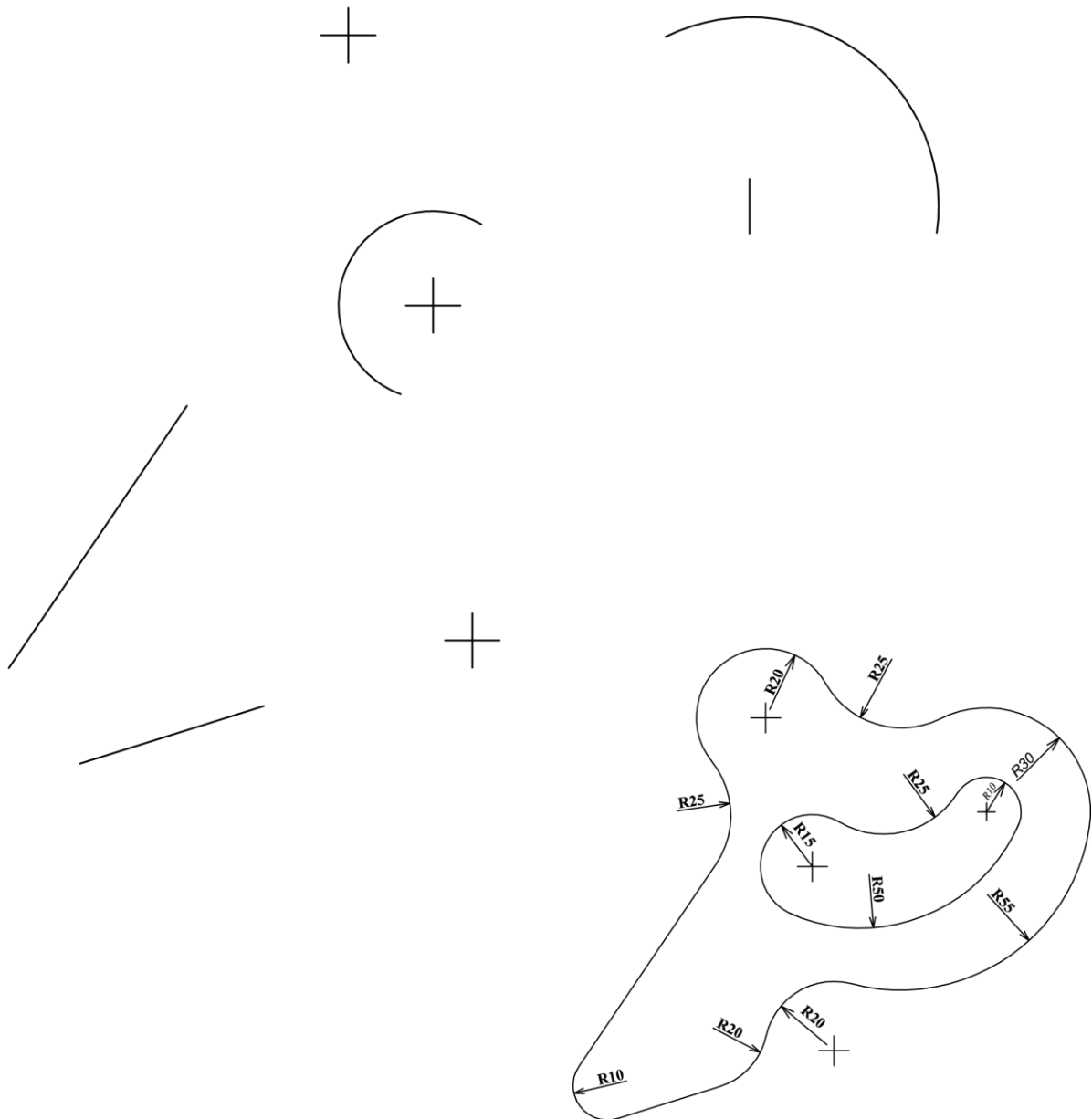
Tracer un rectangle ayant pour côtés les dimensions de grand axe et du petit axe de l'ellipse. Diviser OA et AE en un même nombre de parties égales (quatre dans l'exemple). Joindre les divisions de AE à C, celles de OA à D. Les intersections des segments de même numérotation sont des points de l'ellipse. Joindre les points ainsi obtenus.

**NOTA:**

***Plus le nombre de divisions sera élevé, plus la définition de la courbe***

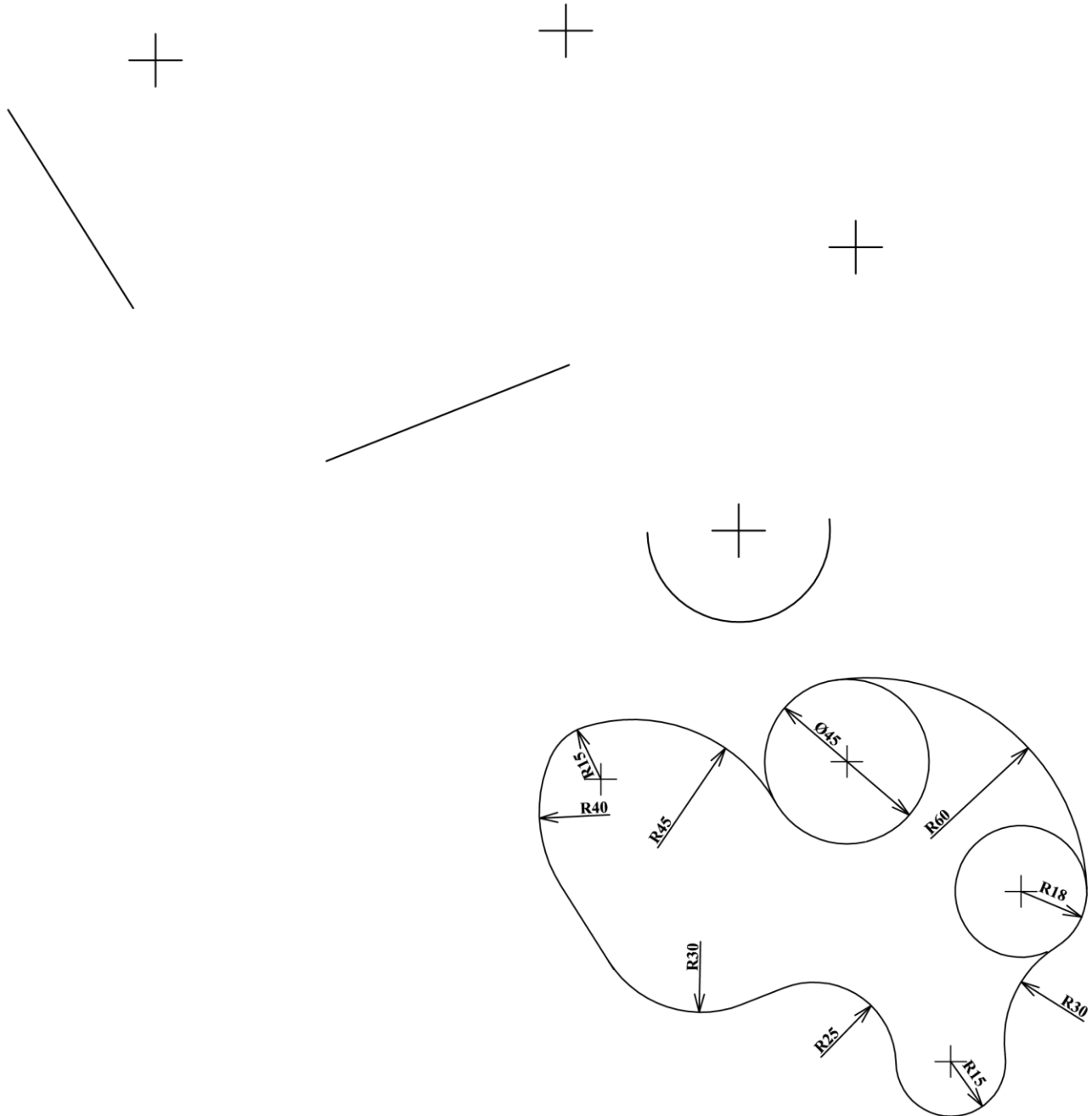
## EXERCICE -

Tracer à l'échelle 1/1 la forme indiquée en Figure ci-dessous et ceci, par le biais des techniques de raccordement.



## EXERCICE -

Tracer à l'échelle 1/1 la forme indiquée en Figure ci-dessous et ceci, par le biais des techniques de raccordement.

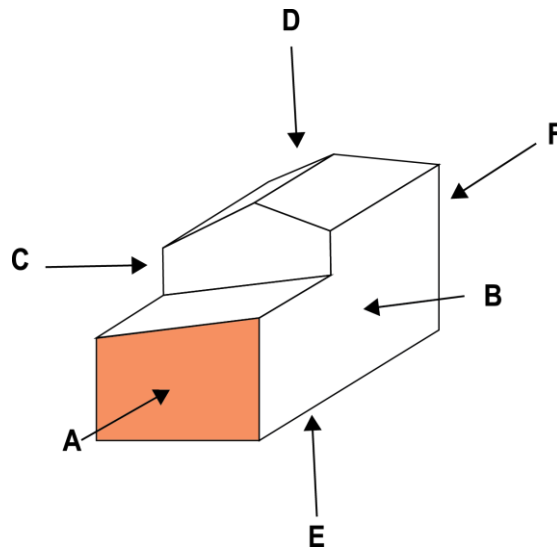


### Chapitre III: REPRÉSENTATION ORTHOGONAL

En dessin technique, toute pièce ou ouvrage est représenté par des vues permettant d'en définir avec fidélité les formes et les dimensions.

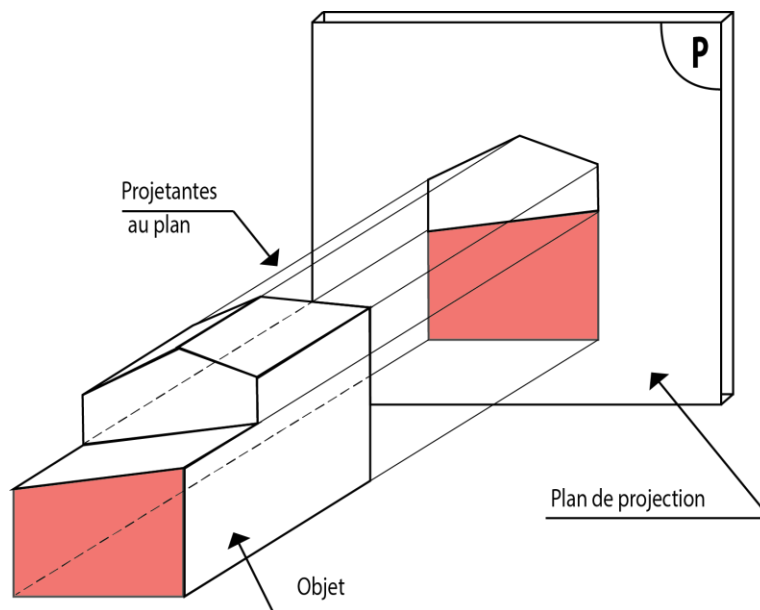
#### Principe d'obtention des vues

Soit à représenter par ses différentes vues l'objet de la figure. C'est objet possède 6 faces; nous pouvons donc dessiner 6 faces.



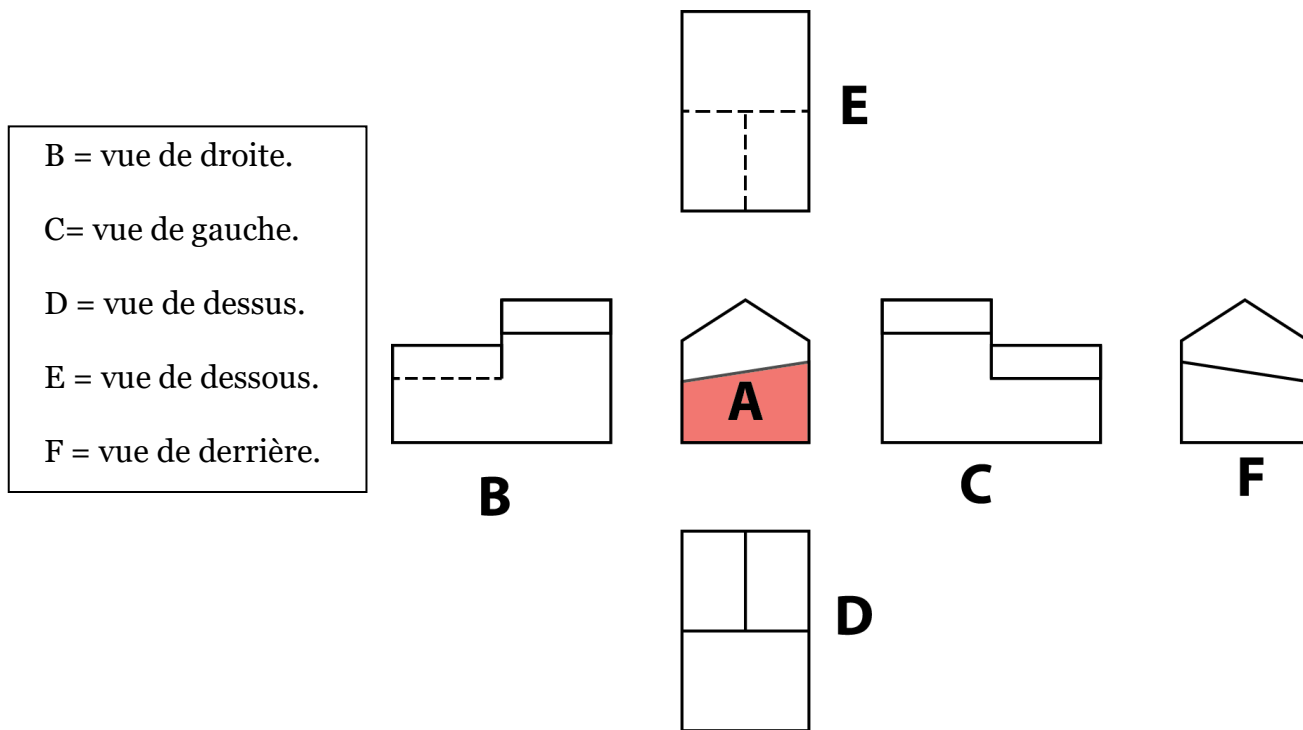
#### Qu'est-ce qu'une vue

On appelle vue une projection orthogonale de l'objet sur un plan parallèle à ses faces.



## Disposition des vues

Choisir une face que l'on appellera vue de face (désigné par la lettre A sur la figure). Les autres vues compte tenu de la position de l'observateur s'appelleront respectivement:



La vue de face étant dessinée, on fait pivoter l'objet de  $90^\circ$  vers la gauche et l'on obtient la vue de droite. Si l'on fait pivoter l'objet de  $90^\circ$  vers la droite on obtient la vue de gauche. En le faisant pivoter à nouveau de  $90^\circ$  vers le bas, on obtient la vue de dessus. On procède de la même manière pour les autres et l'on obtient la position conventionnelle, telle qu'elle doit être respecté dans tous les dessins.

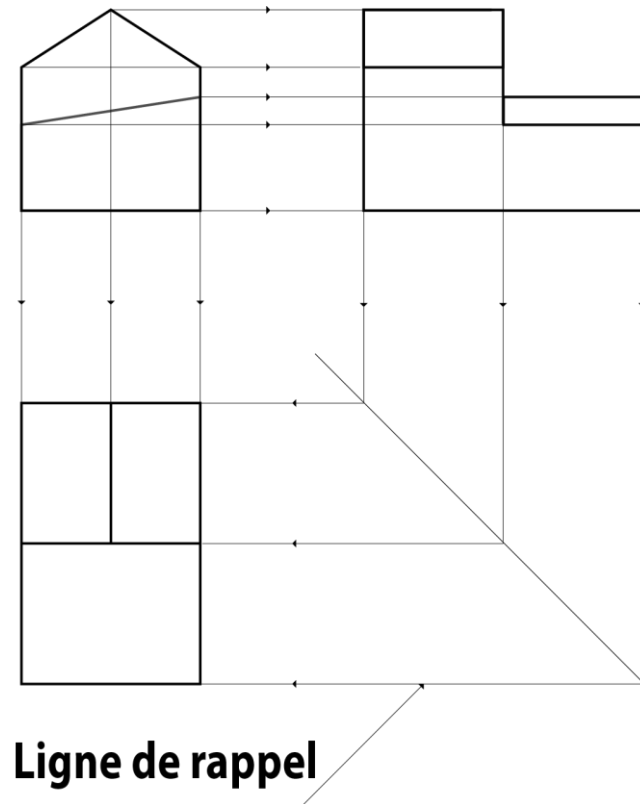
### Règles:

Les arêtes vues se dessinent en **trait continue fort**.

Les arêtes cachées se dessinent en **trait interrompue fin**.

### Choix des vues

L'objet doit être défini complètement avec le minimum de vue. On dessinera donc les vues les plus représentatives et comportant le moins d'arêtes cachées. On retiendra dans notre exemple les vues A, C et D

**Remarque:**

On veillera à bien respecter la correspondance existant entre les différentes vues. Ces correspondances ont été dessinées un trait fin sur la figure.

***L'emplacement des vues étant invariable par rapport à la vue de face il est inutile d'inscrire leur nom.***

**Méthodes d'exécution**

Respecter dans l'exécution des dessins l'ordre suivant.

**Mise en page**

Disposer les vues en ménageant entre elles des intervalles réguliers.

**Esquisse**

Dessiner un trait fin et à la mine dure ( 2H sur papier et 5H sur calque ) les différentes lignes de dessin.

**Mise au net**

Respecter les différents traits en leur donnant l'épaisseur qu'il convient. On commence en général par les horizontales puis les verticales et enfin les obliques. Exécuter en dernier les flèches de côtes et les écritures.

**Remarque :**

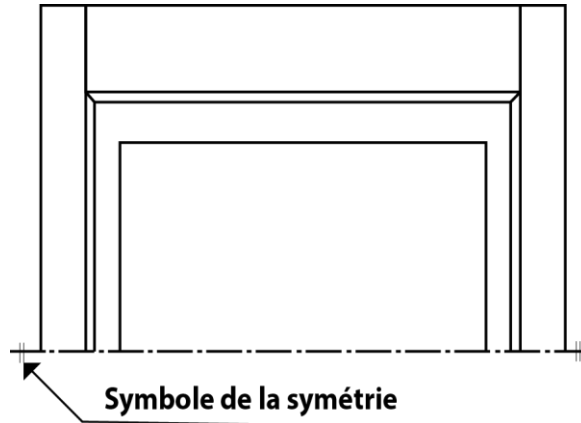
Pour une meilleure lisibilité du dessin il est conseillé de dessiner les traits interrompus plus fin que

les traits continue.

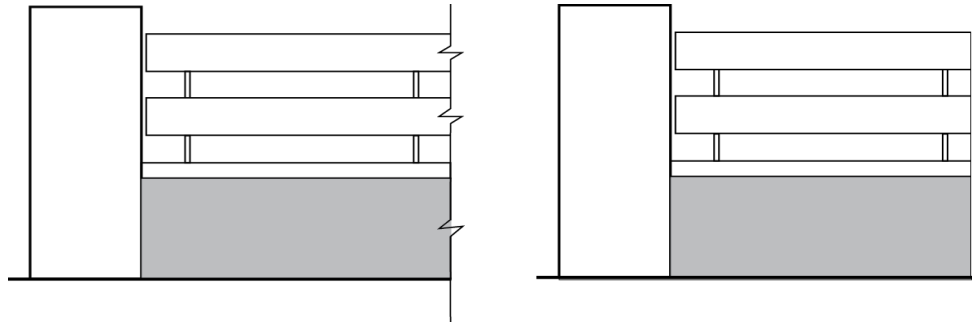
### Vues particulières

Lorsque dans une vue seul certaines parties sont utiles à la définition de l'ouvrage on peut limiter la représentation aux seules parties intéressantes. On obtient alors:

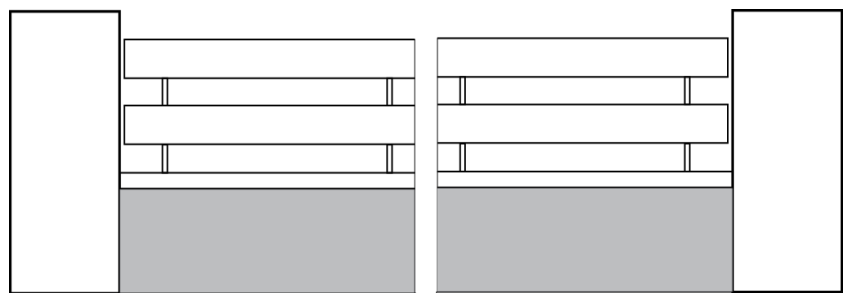
Une **demi-vue** si celle-ci est limitée à l'axe de symétrie



Une **vue partielle** si celle-ci est interrompue par un endroit



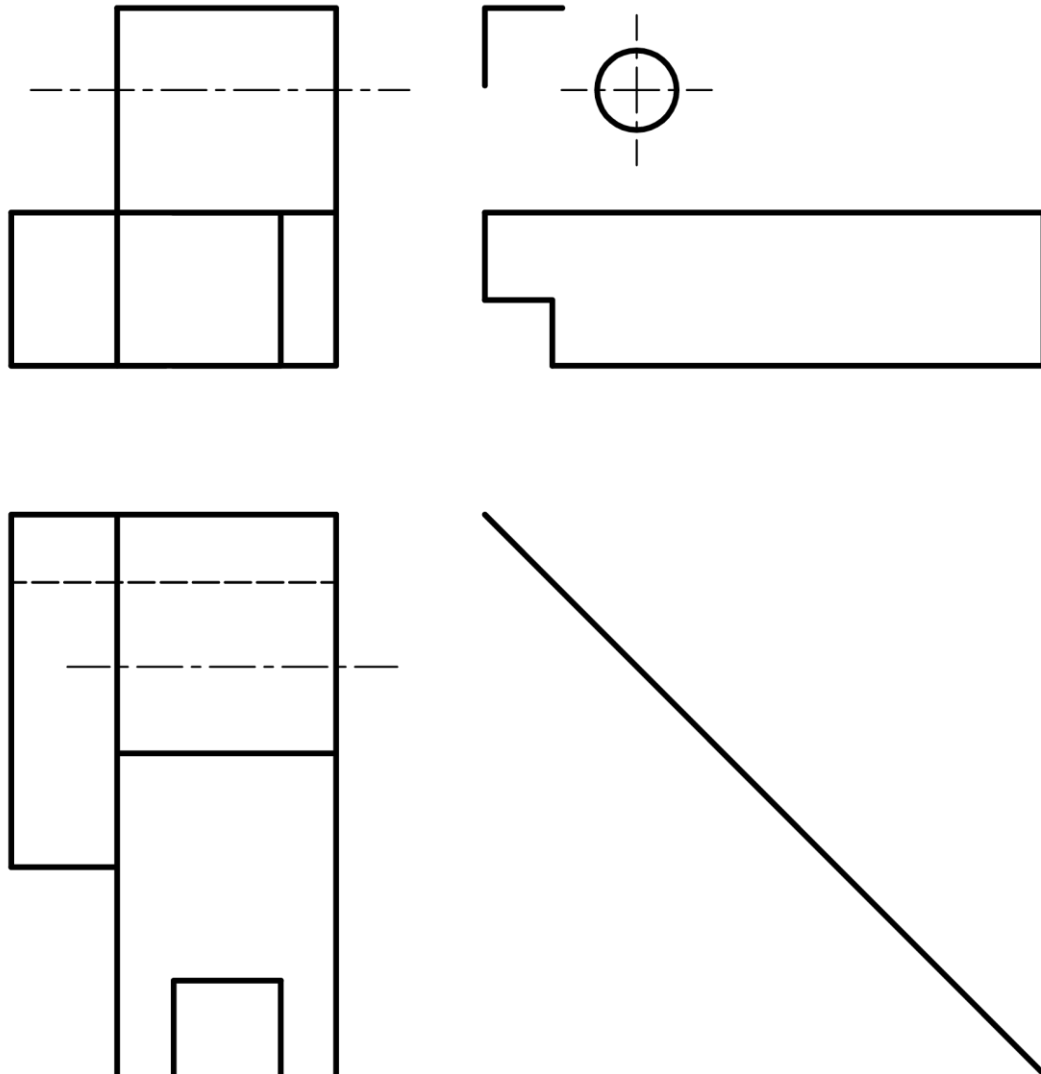
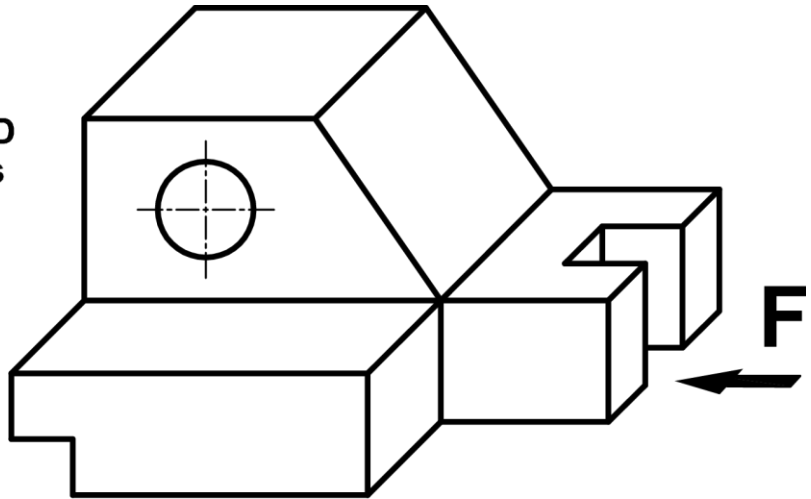
Une **vue interrompue** si on enlève la partie centrale de l'objet et que l'on rapproche les parties conservées.



La limitation des vues partiel ou interrompu peut se faire à l'aide d'un trait fin exécuté à main levée ou à l'aide d'un trait continu fin en zigzag exécuté aux instruments.

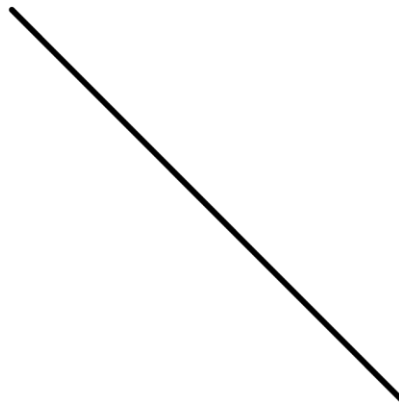
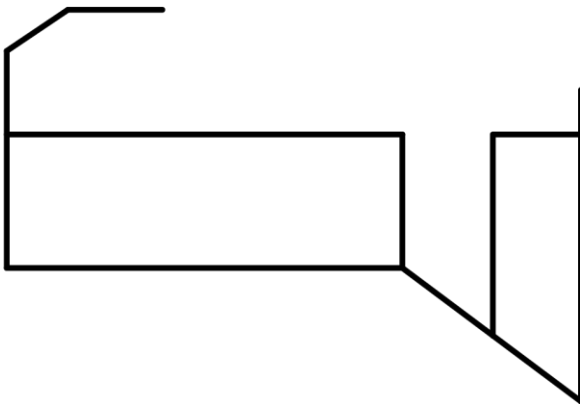
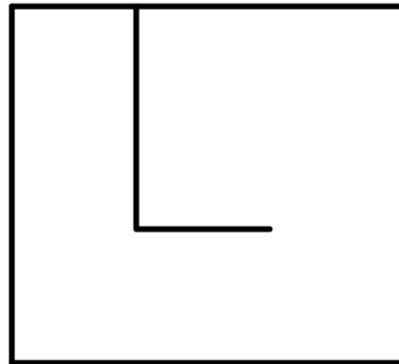
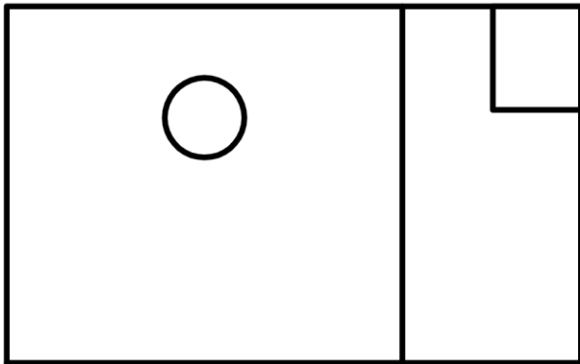
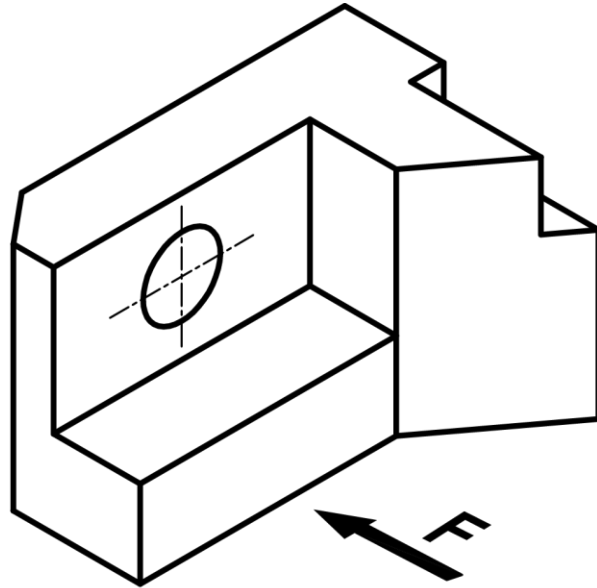
## EXERCICE -

En se basant sur la vue en 3D ci-contre, compléter les vues ci-dessous.



## EXERCICE -

En se basant sur la vue en 3D ci-contre, compléter les vues ci-dessous.



## Coupes

### But

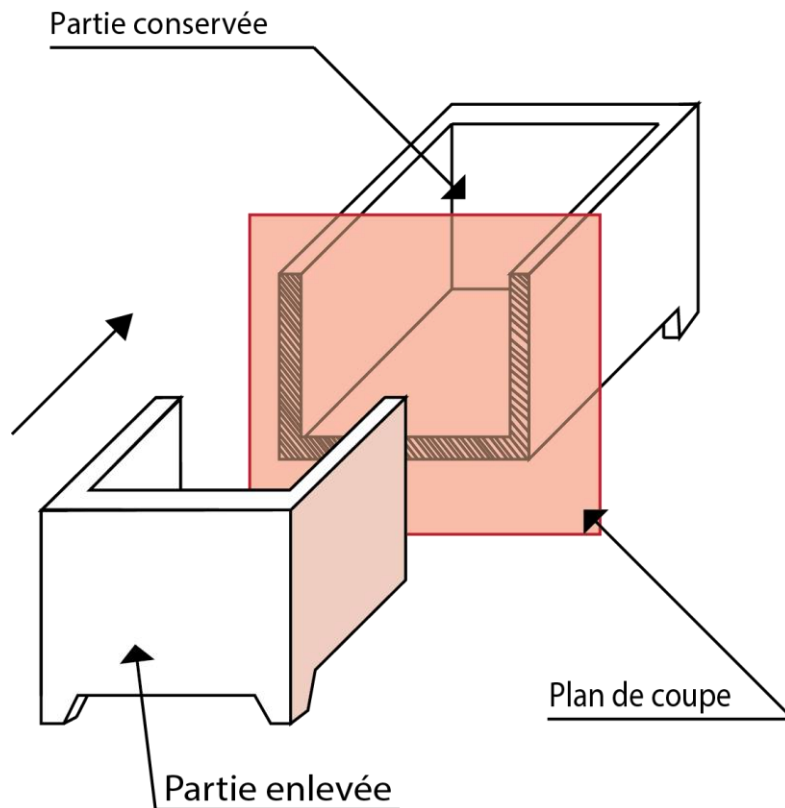
Les coupes permettent de montrer les détails intérieurs d'un ouvrage afin d'en faciliter la compréhension et la cotation.

### Définition

Une coupe représente les parties d'objet situées dans et en arrière du plan sécant.

### Principe

Supposer la pièce coupée par un plan parallèle à l'une de ses faces.



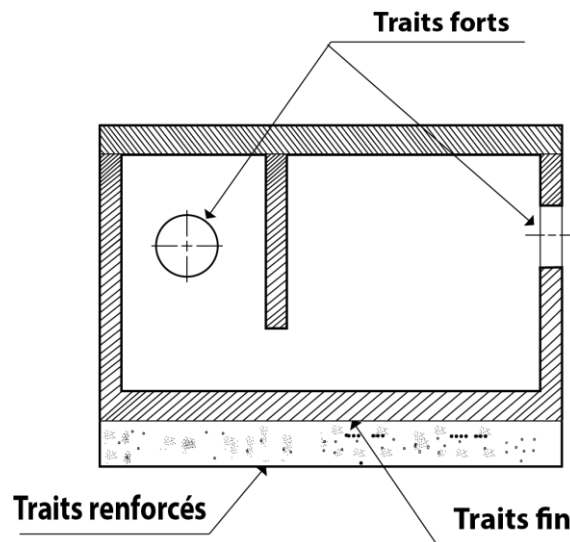
- ❖ Enlever par la pensée la partie se trouvant située en avant du plan de coupe.
- ❖ Dessiner la partie se trouvant en arrière du plan de coupe.
- ❖ Hachurer les parties coupées suivant les indications du chapitre.

### Représentation

#### Traits utilisés

Les contours des parties coupées se dessinent en **trait renforcé**.

Les parties vues situées en arrière de plan de coupe se dessinent en **trait fort**.

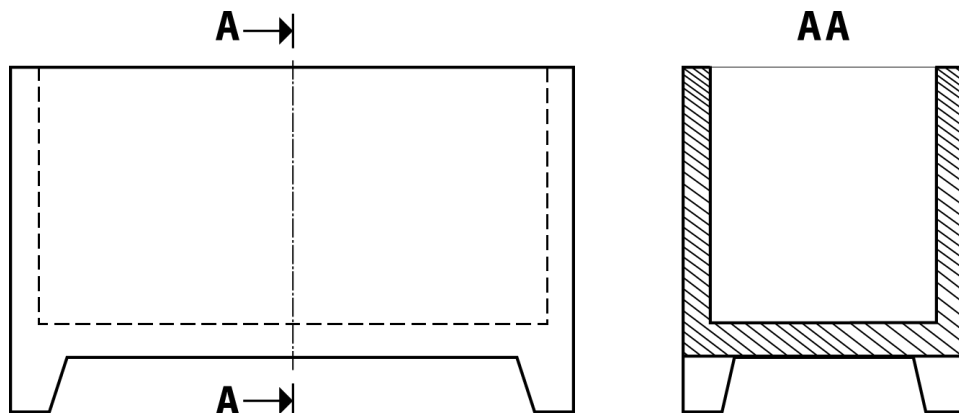


### Remarque :

Les joints entre deux couches de matériaux ou deux pièces assemblées peuvent être dessinés en trait fin de manière à alléger le dessin.

### Repérage

Repérer le plan de coupe par un trait mixte fin renforcé aux deux extrémités.



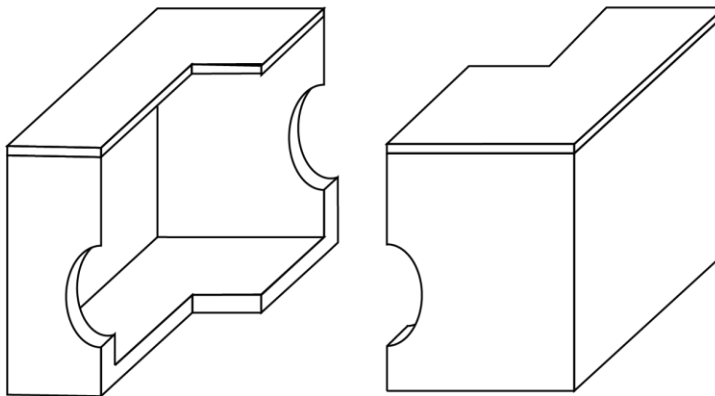
Indiquer le sens d'observation par deux flèches s'appuyant au milieu des traits forts.  
Dessiner le plan de coupe par la même lettre majuscule inscrite à côté des flèches.  
Inscrire le nom de la coupe sur le dessin.

**Remarque :**

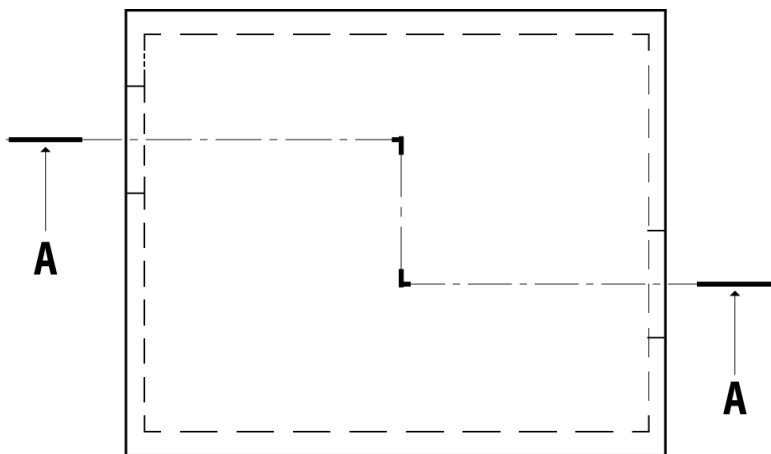
Dessiner les coupes en correspondance avec les vues où elles sont repérées.

**Coupes particulières****Coupes brisées à plan parallèles**

Cette coupe est très utilisée dans le dessin d'architecture et de gros œuvre; elle permet de montrer sur un seul dessin des détails qui nécessiterait plusieurs coupe simple.

**Remarque :**

La trace du plan de coupe est renforcée à chaque changement de direction.



Repérer sur la coupe la brisure du plan sécant par un trait mixte fin.

**Coupes brisées à plans sécants.**

Ce type de coupe est peu utilisé dans le dessin de bâtiment il permet cependant de faciliter la représentation de certaines pièces de raccord utilisées dans les installation sanitaires et thermiques.

**Remarque :**

La brisure du plan de coupe est dessinée en trait fort.

On fait pivoter toutes les parties situées dans le plan de coupe oblique avant de les dessiner. Cette rotation s'effectue généralement au compas

Si la pièce coupée est une pièce mécanique on utilisera les conventions du dessin mécanique c'est-à-dire que toutes les arrêts vues dans la coupe sont dessinés en trait fort.

***Les coupes brisées se dessinent comme les coupes simples.***

**Pièce symétrique.**

Si une pièce possède un axe de symétrie on convient de respecter sur la même vue une moitié de la pièce en coupe et l'autre en vue extérieur.

Remarque commune à toutes les coupes

le trait mixte fin figurant le plan de coupe peut-être supprimer s'il nuit à la clarté du dessin.

Ne pas dessiner les arêtes cachées si elles n'apportent rien à la compréhension de l'ouvrage.

## **Sections**

### **Définition.**

On appelle section une coupe dont la représentation est limité au sol détail situés dans le plan sécant.

On distingue les sections sorties destinées à l'extérieur des vues et les sections rabattues dessinées en superposition des vues.

### **Utilisation.**

les sections permettent de montrer certaines formes ou parties d'ouvrage de façon plus rapide et plus clair au moyen d'une coupe. Les sections sont bien adaptés à la représentation des profilés et sont de se fait très utilisé dans le dessin de menuiserie et de charpente métallique.

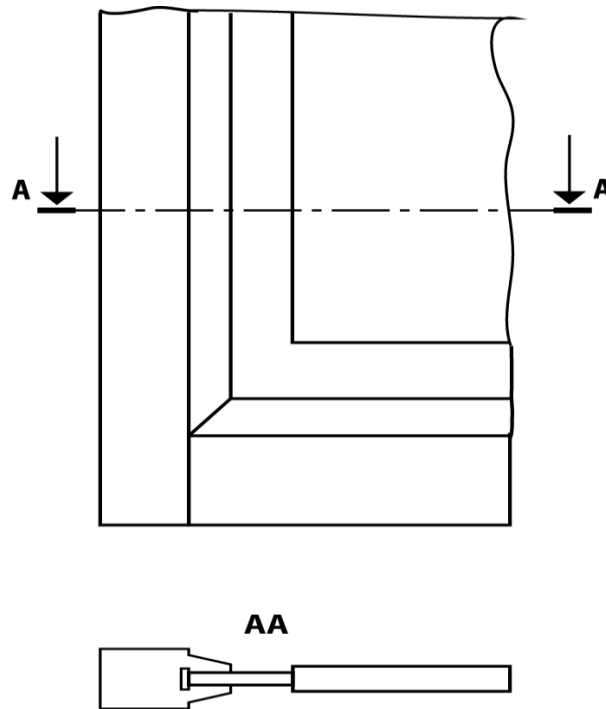
### **Section sortie.**

Le repérage et la désignation de plan coupant la pièce est analogue à celui des coupes.

Les contours sont dessinés en trait renforcé.

Hachurer la section suivant les indications du chapitre.

Contrairement aux coupes les sections sorties peuvent ne pas être dessinées en correspondance avec les vues où elles sont repérées.

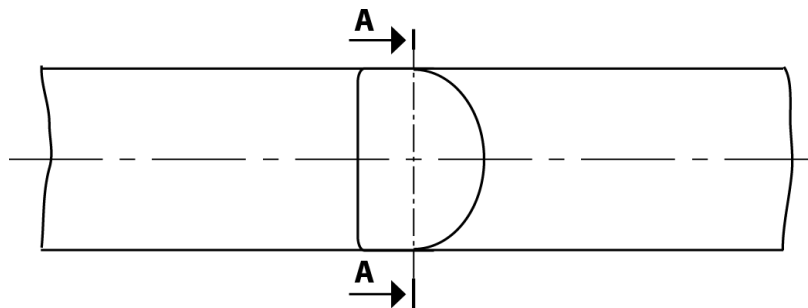


### Section rabattue.

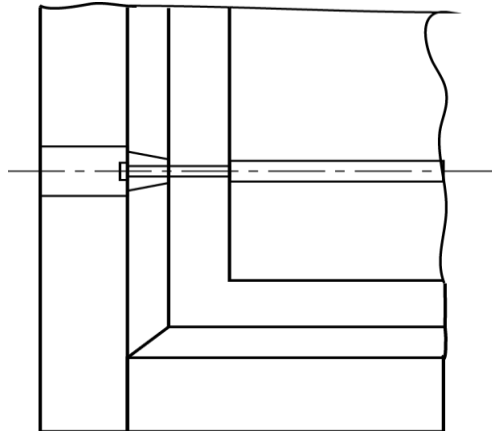
Repérer le plan sécant comme pour une coupe.

Indiquer le sens d'observation par des flèches que s'il peut y avoir confusion.

Ne pas mettre de lettres.



Faire pivoter de  $90^\circ$  le plan coupant la pièce pour l'amener dans le plan du dessin.



Dessiner le contour de la section en trait fin.

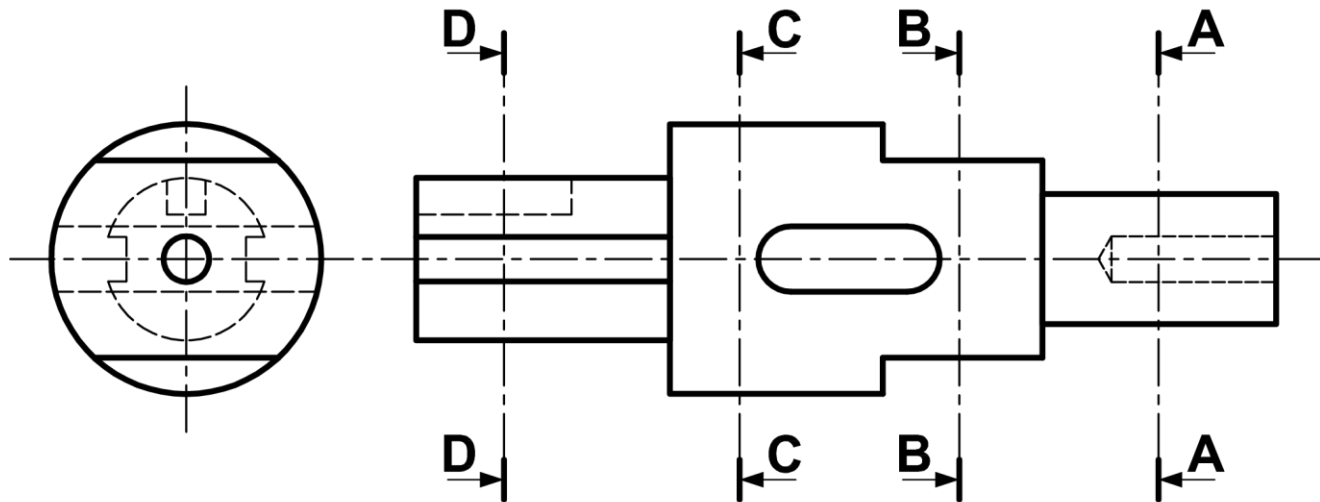
Hachurer la section

**Remarque :**

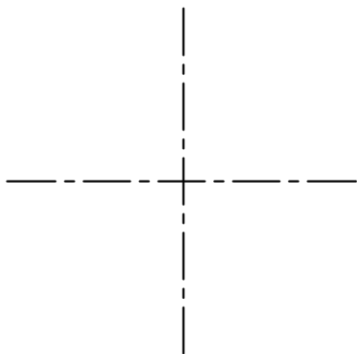
Ne pas abuser de l'utilisation des sections rabattues leur préférer lorsque cela est possible les sections sorties qui laissent un dessin plus net.

## EXERCICE -

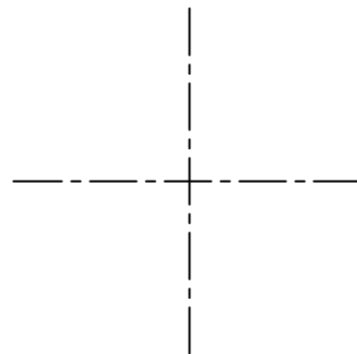
En se basant sur la vue ci-dessous, tracer à l'échelle 1/1 les sections de sortie, A-A, B-B, C-C et D-D.



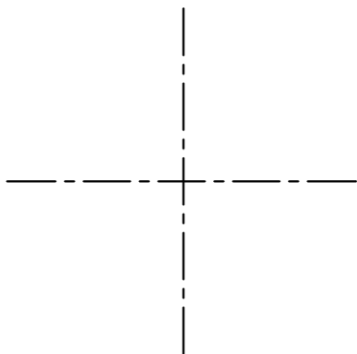
**B-B**



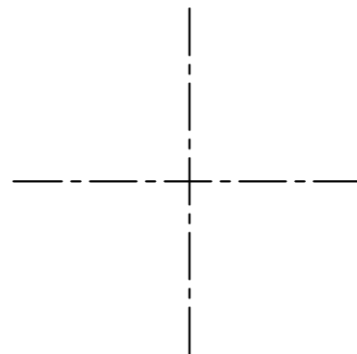
**A-A**



**D-D**

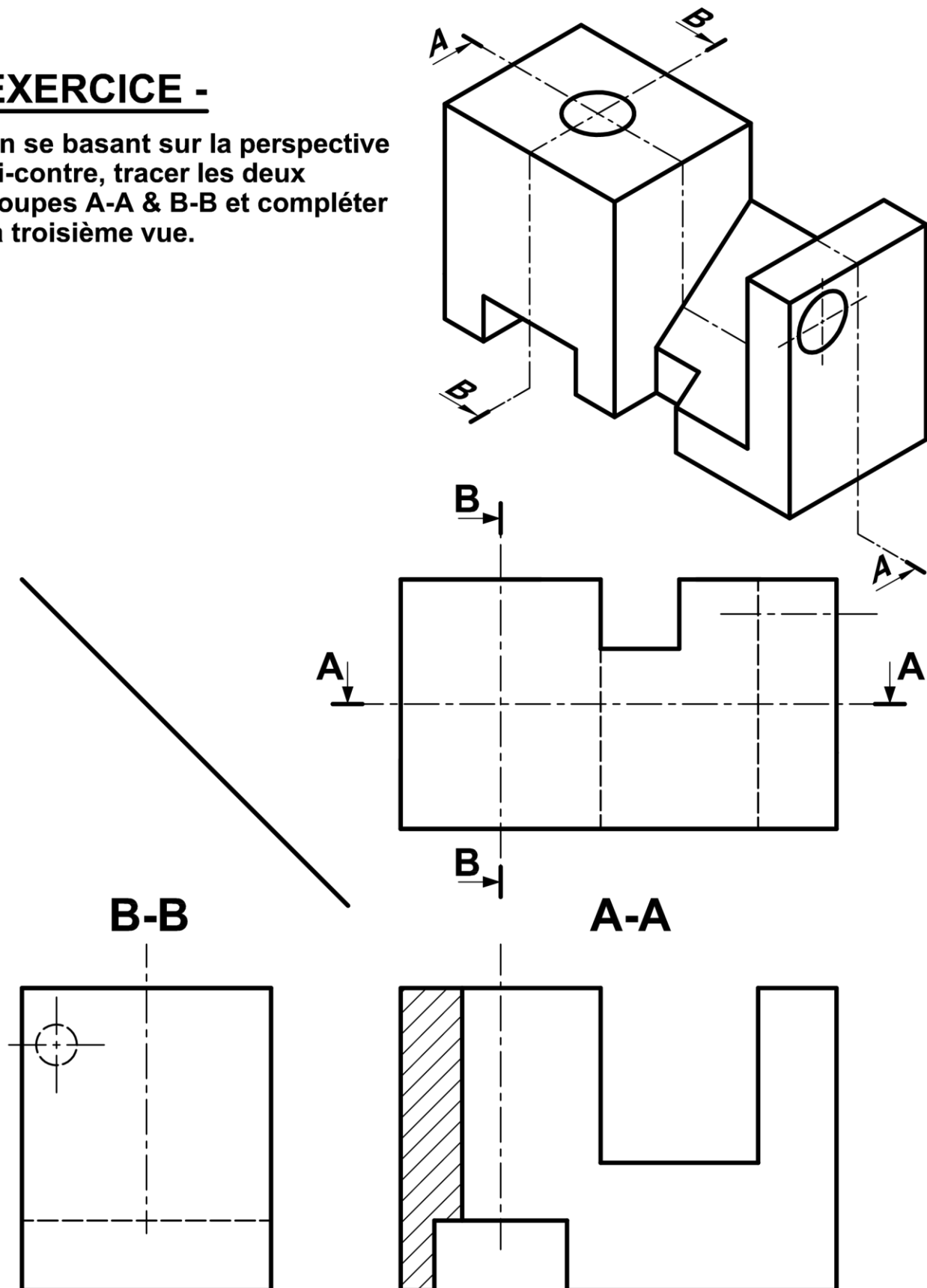


**C-C**



## **EXERCICE -**

En se basant sur la perspective ci-contre, tracer les deux coupes A-A & B-B et compléter la troisième vue.



## Hachures

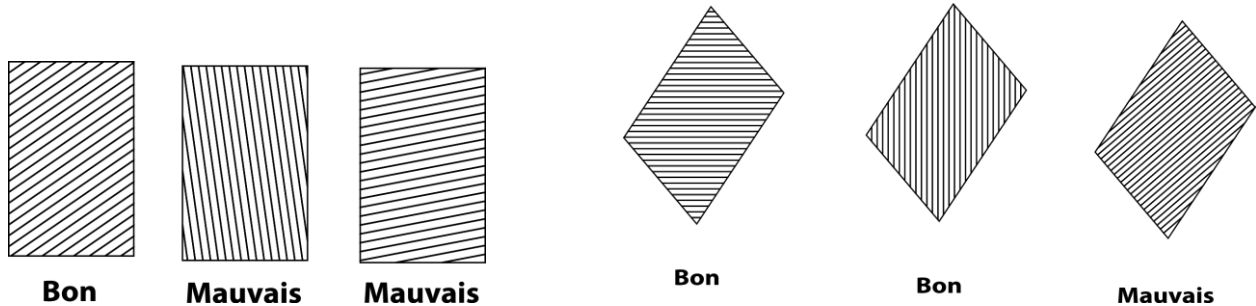
### But

Les hachures sont utilisées pour mettre en évidence les parties coupées dans une coupe ou une section.

### Exécution des hachures.

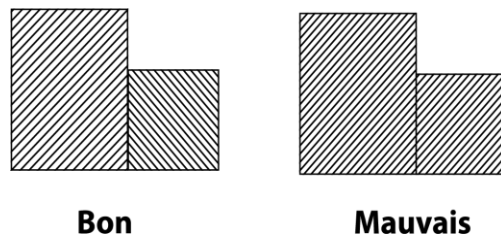
#### *Inclinaison des hachures.*

Les hachures s'excutent en trait fins régulièrement espacés (de 1,5 à 5 mm suivant l'importance des partis à hachurer). Les hachures doivent de préférence être inclinées à  $45^\circ$  par rapport aux faces principales de la pièce.



#### *Orientation des hachures.*

On doit changer l'orientation de hachures de deux pièces accolées.



#### *Dessins à petite échelle.*

dans les dessins à petite échelle ou pour les pièces de faible épaisseur, on remplace les hachures par un pochage au crayon ou à l'encre de Chine. On doit, dans ce cas, ménager un léger blanc entre les pièces contiguës.



#### *Dessins à grande échelle.*

Dans les dessins à grande échelle ( $1/20$  ;  $1/10$  ;  $1/2$ ), on peut remplacer les hachures à  $45^\circ$  par des hachures conventionnelles propres aux différents matériaux

## Perspectives.

La perspective permet de donner une représentation plus claire que celles des vues en projections orthogonales. Cependant, on peut rarement définir complètement un ouvrage avec une seule perspective car la cotation en est peu claire. On choisira toujours la perspective correspondant le mieux à l'effet souhaité et on limitera au maximum les arêtes cachées.

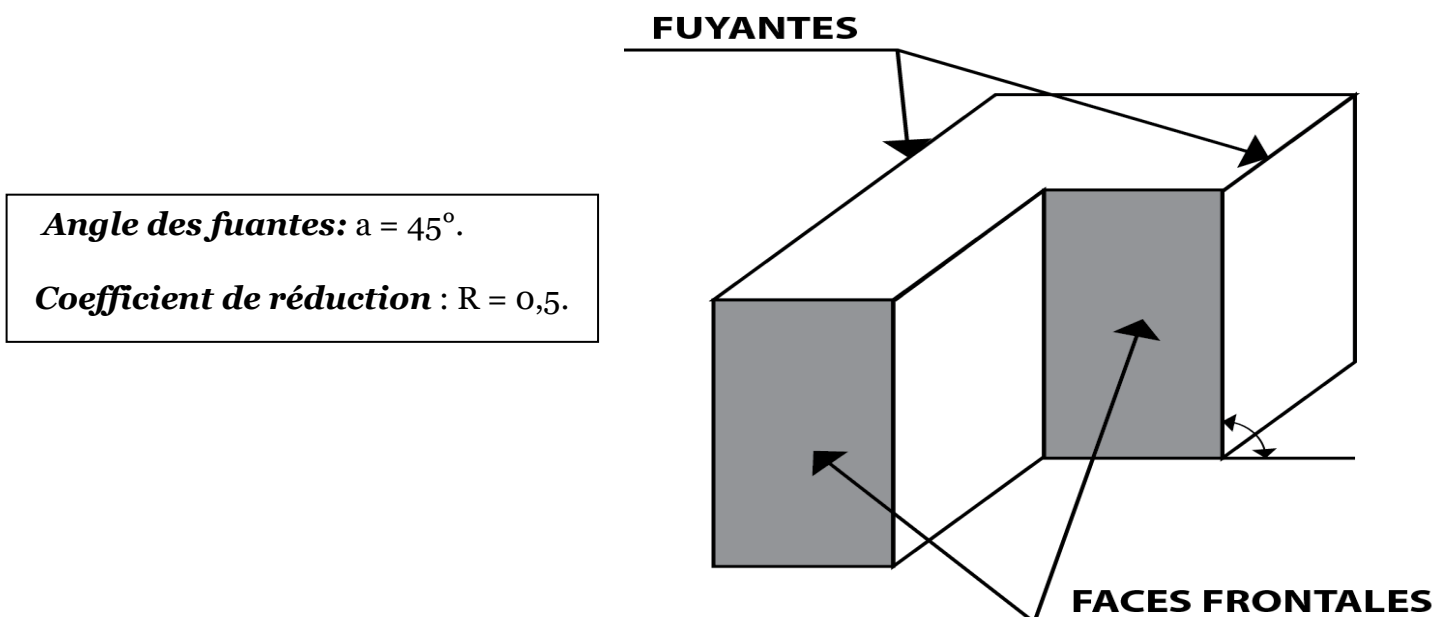
### Perspective cavalière.

C'est la perspective dont l'exécution est la plus simple ; elle convient très bien aux dessins rapide, mais elle déforme sensiblement l'objet représenté.

#### Principe

Toutes les faces frontales sont dessinées en vrai grandeur.

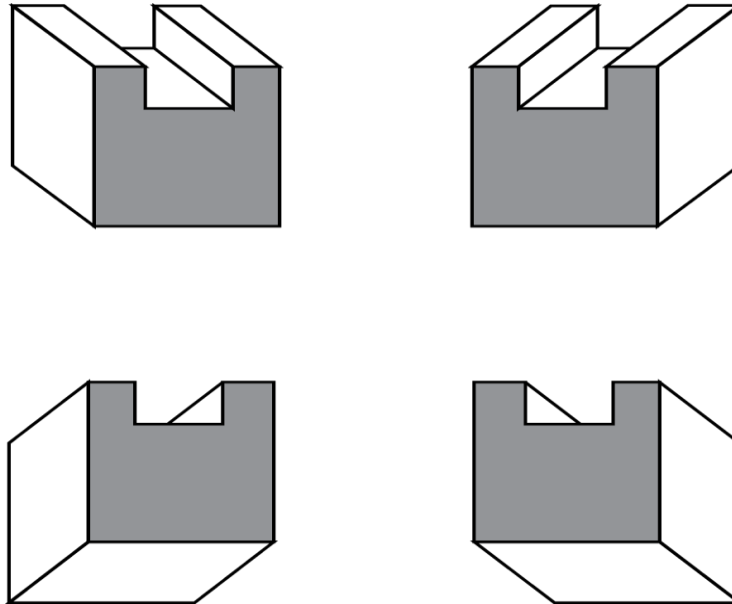
Toutes les arêtes non frontales se dessinent suivant des fuyantes inclinées d'un même angle  $\alpha$  ils sont réduites dans un même rapport appelé << coefficient de réduction >>.



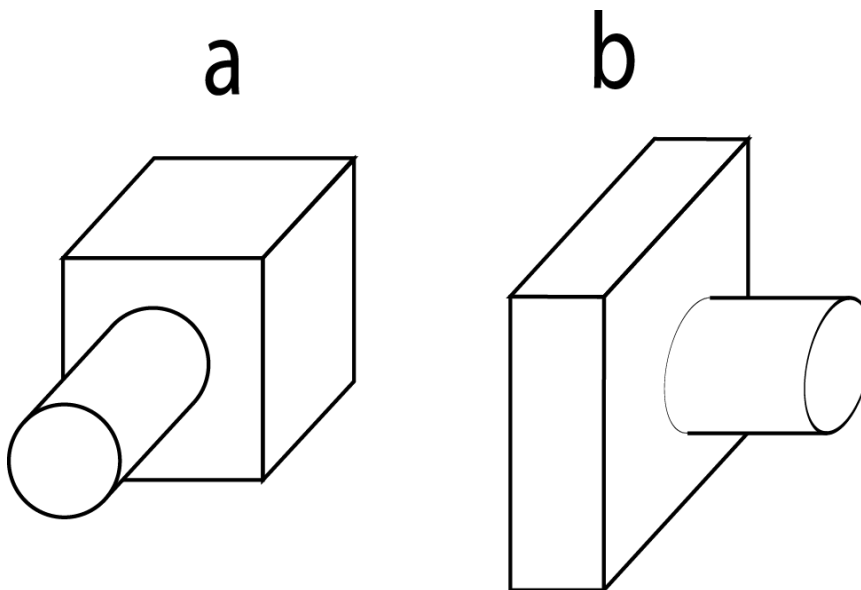
**Conseils pratiques.**

Choisir comme face frontale le côté de l'objet présentant plus d'intérêt.

Bien choisir l'orientation des fuyantes car on peut, avec la même face frontale, obtenir quatre images de l'objet ( fig)



Essayer de ne pas placer les formes cylindriques sur les faces latérales afin d'éviter le tracé d'ellipses. Dans la figure la solution a est préférable à la solution b.



**Perspective du cercle.**

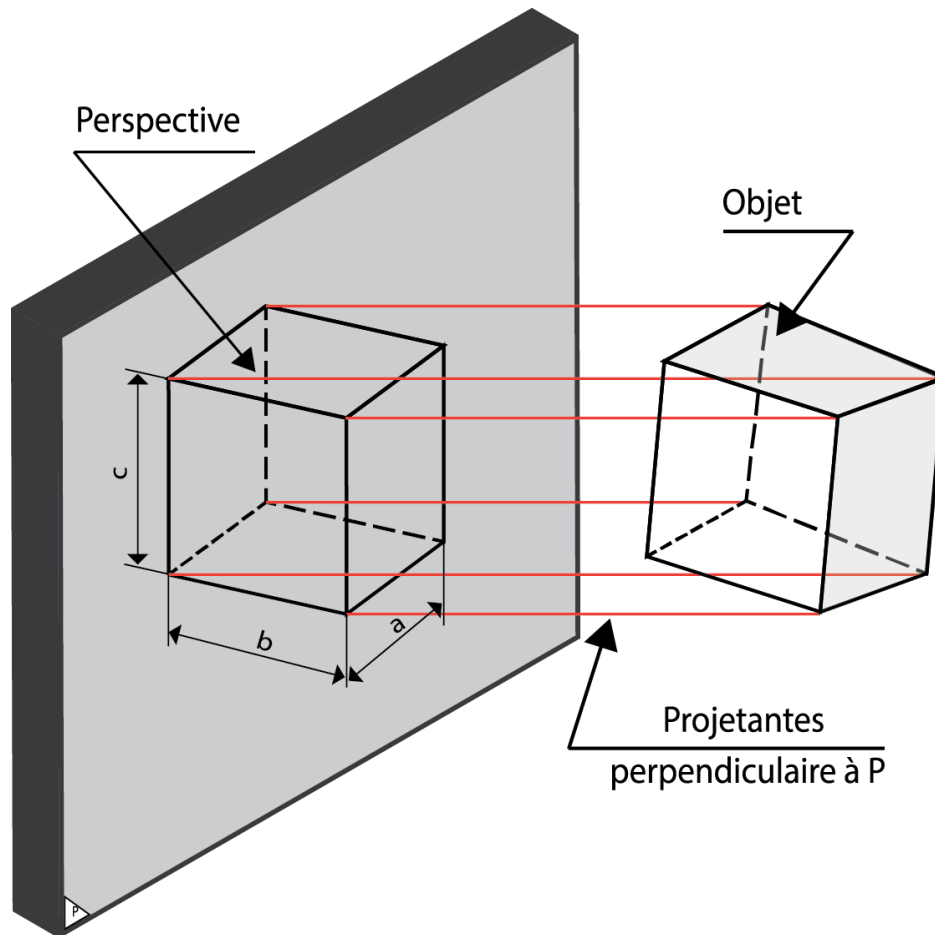
Tout cercle dessiné sur une face non frontale est déformé et se projette suivant une ellipse. On peut tracer une ellipse à partir du parallélogramme circonscrit ( fig).

- ❖ Diviser OA en parties égales.
- ❖ Diviser AC en un même nombre de parties égales.
- ❖ Joindre les divisions de OA au point B et les divisions de AC au point B'.
- ❖ L'intersection des segments issus de B et de B' sont des points de l'ellipse.

## Perspectives axonométriques.

### Définition

La perspective axonométrique est une projection orthogonale de l'objet sur un plan oblique par rapport à ses faces principales; il en résulte qu'aucune des faces de l'objet n'est en vraie grandeur.



### Remarque :

**Il existe trois sortes de perspectives axonométriques :**

- ❖ << Perspective isométrique >> si  $a = b = c$ ,
- << Perspective dimétrique >> si  $a = b \neq c$ ,
- << Perspective trimétrique >>. si  $a \neq b \neq c$ .

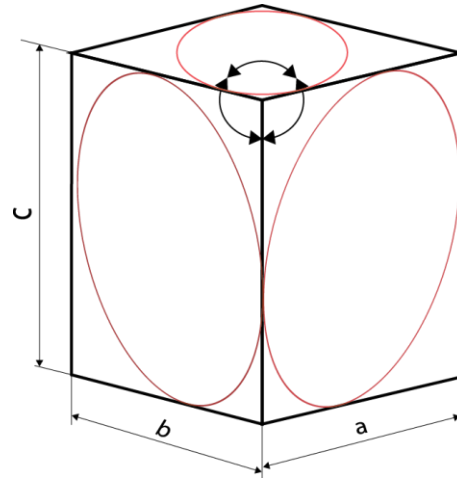
### Perspective isométrique.

C'est la perspective axonométrique dont l'exécution est la plus commode ( toutes les fuyantes sont inclinées de  $30^\circ$  par rapport à l' horizontale). Elle s'utilise couramment pour les schémas de canalisation.

**Coefficient de réduction unique sur  $a$ ,  $b$  et  $c$ :**

$$R = 0,82.$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 120^\circ.$$



### Remarque :

Lorsqu'il s'agit d'un schéma, on peut prendre  $R = 1$

### Perspective dimétrique redressée

On peut l'utiliser pour la représentation des des pièces longues car elle donne une image très <<ramassée >>.

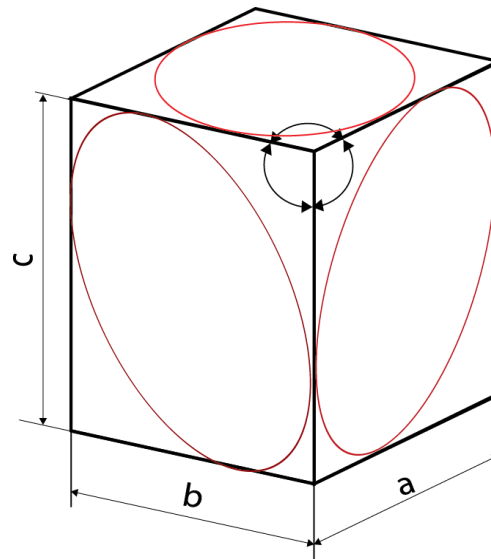
### PARAMÈTRES D'EXÉCUTION:

**Coefficient de réduction sur  $a$  et  $b$  :**  $R = 0,73$ .

**Coefficient de réduction sur  $c$  :**  $R = 0,96$ .

$$\alpha = \beta = 105^\circ.$$

$$\gamma = 150^\circ.$$



## Perspective dimétrique usuelle

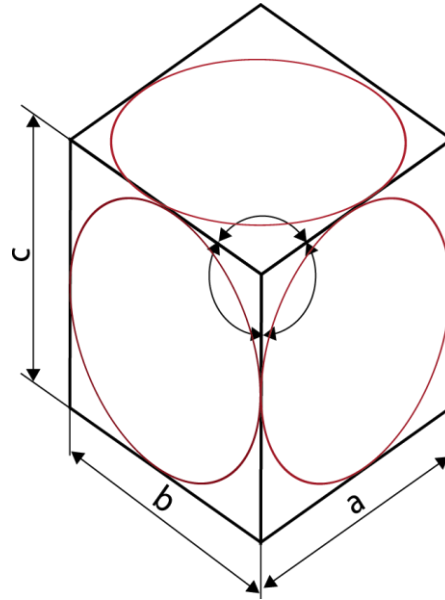
Elle s'utilise lorsque l'on veut mettre en évidence une face de l'objet par rapport aux autres. Son exécution étant peu commode, on lui préférera la perspective isométrique.

### PARAMÈTRES D'EXÉCUTION :

**Coefficient  
de réduction sur  $a$  et  $b$  :  $R = 0,94$ .**

**Coefficient  
de réduction sur  $c$  :  $R = 0,47$ .**

$$\alpha = \beta = 131^{\circ} 30'$$



## Perspective trimétrique.

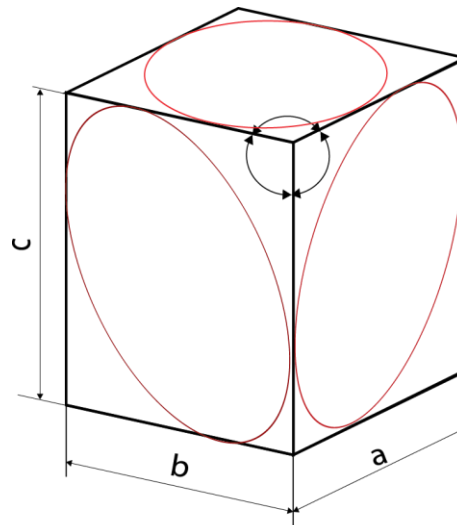
Cette perspective est d'une exécution longue mais son aspect est très bon car les arêtes verticales sont très décalées les unes par rapport aux autres.

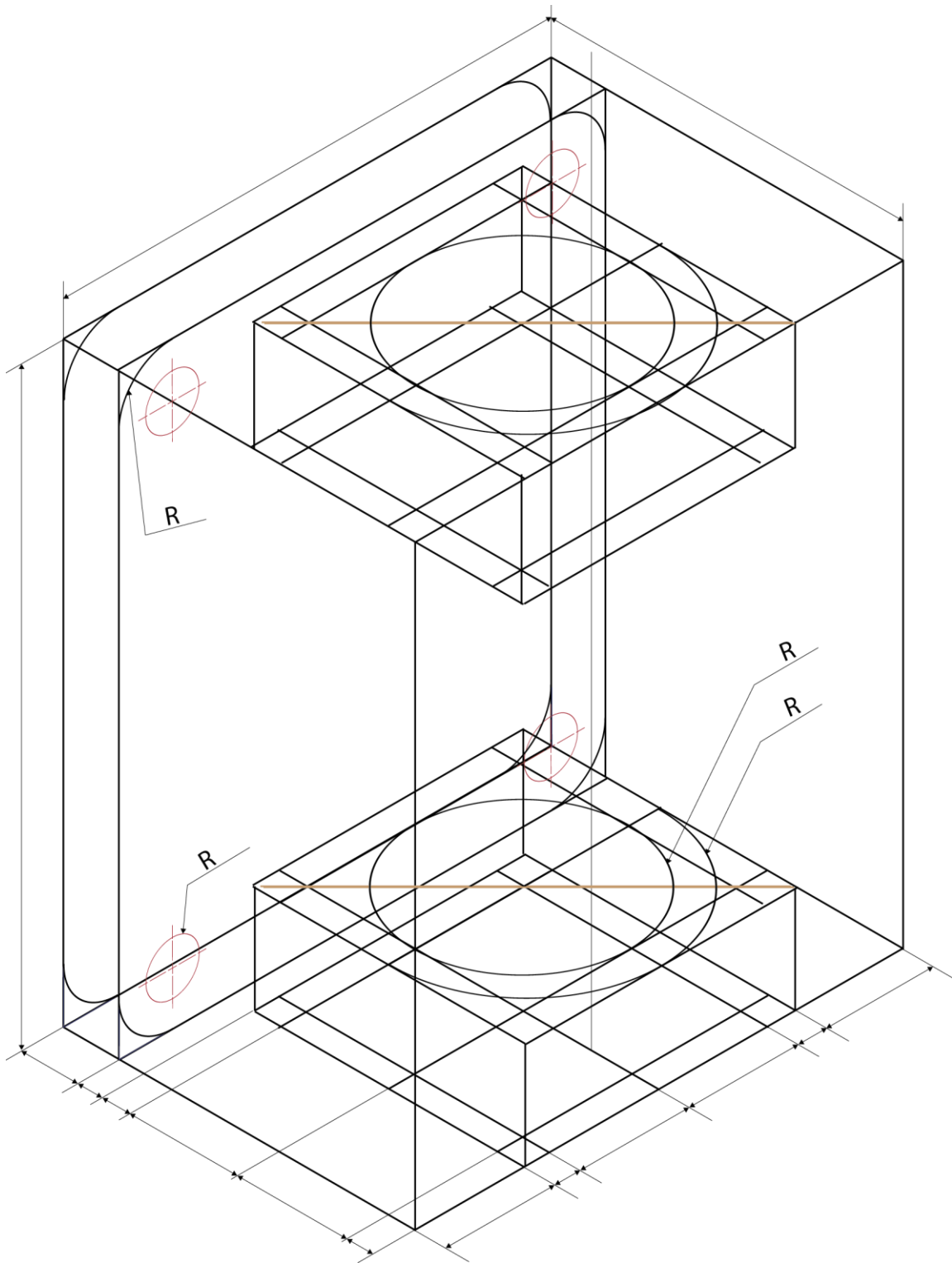
### PARAMÈTRES D'EXÉCUTION :

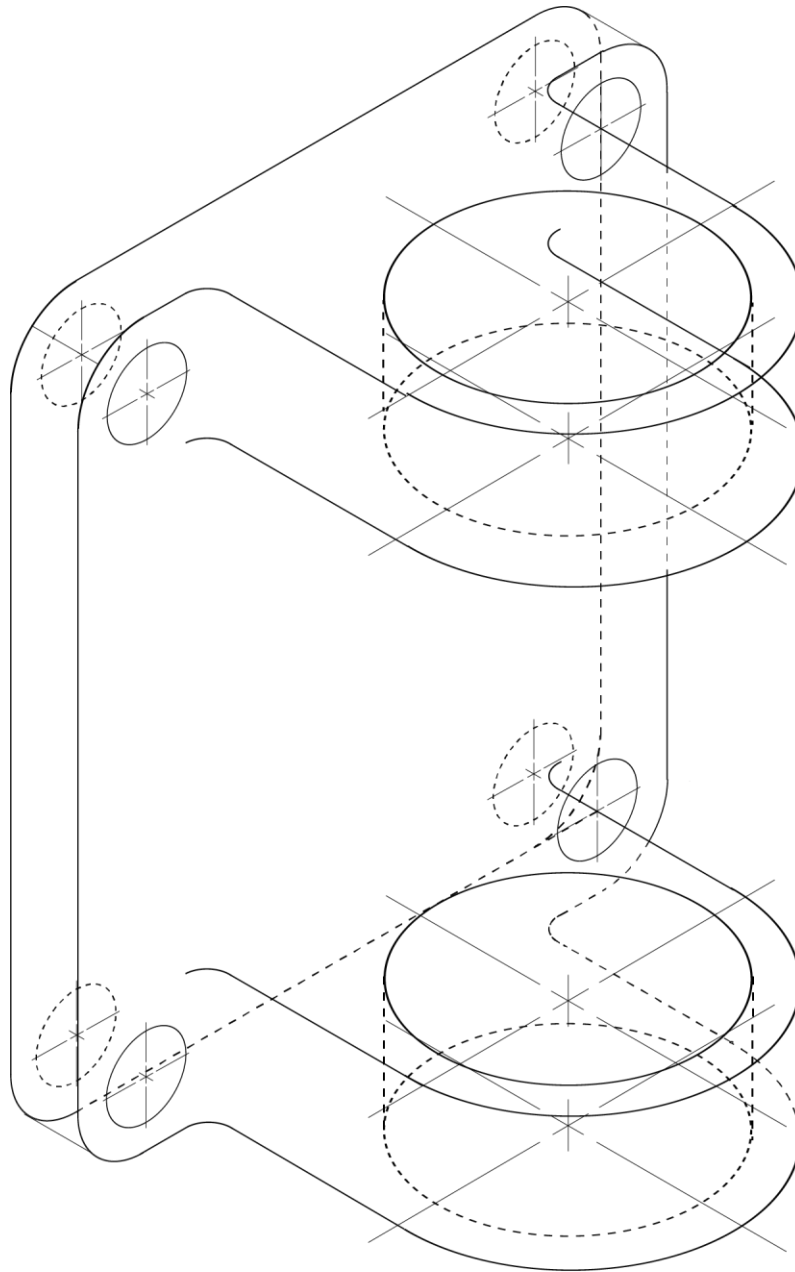
**Réduction sur  $a$  :  $R = 0,65$ .  $\alpha = 105^{\circ}$ .**

**Réduction sur  $b$  :  $R = 0,86$ .  $\beta = 120^{\circ}$ .**

**Réduction sur  $c$  :  $R = 0,92$ .  $\gamma = 135^{\circ}$ .**

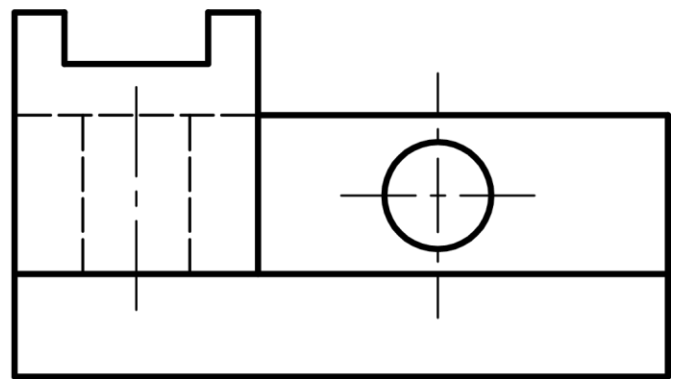
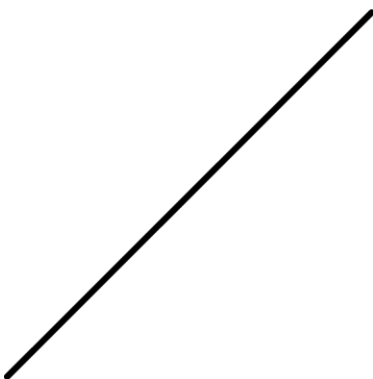
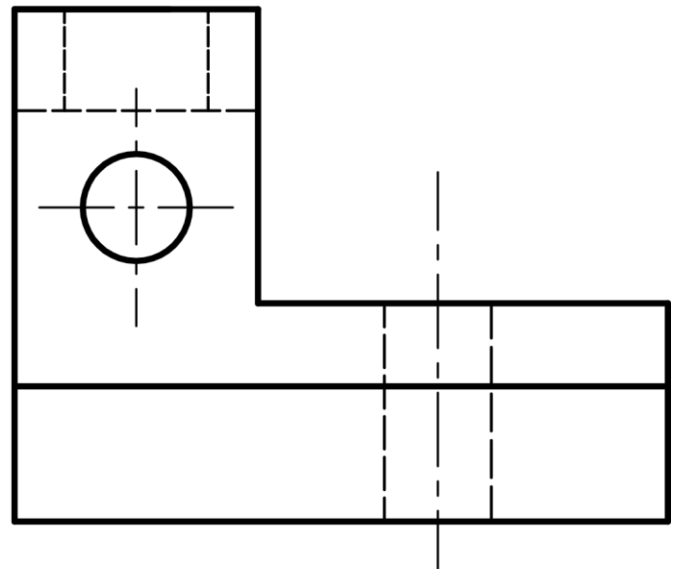
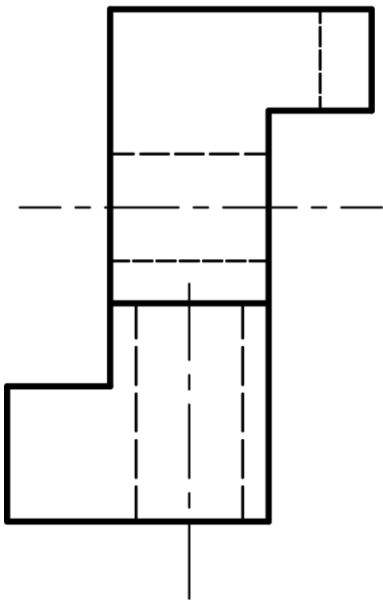






## EXERCICE -

À partir des vues représentées ci-dessous, tracer les deux perspectives, cavalière et isométrique ( $k=0.82$ ).



## Perspective conique.

C'est la perspective qui donne l'image la plus réelle, mais son exécution est très délicate. La perspective conique est essentiellement utilisée en architecture et pour les catalogues publicitaires.

### PRINCIPE:

Disposer les projections horizontales (H) et frontales (F) de l'objet.

Disposer l'oeil (O) et le tableau (P à Q').

Tracer à partir de O les rayons visuels sur les deux projections.

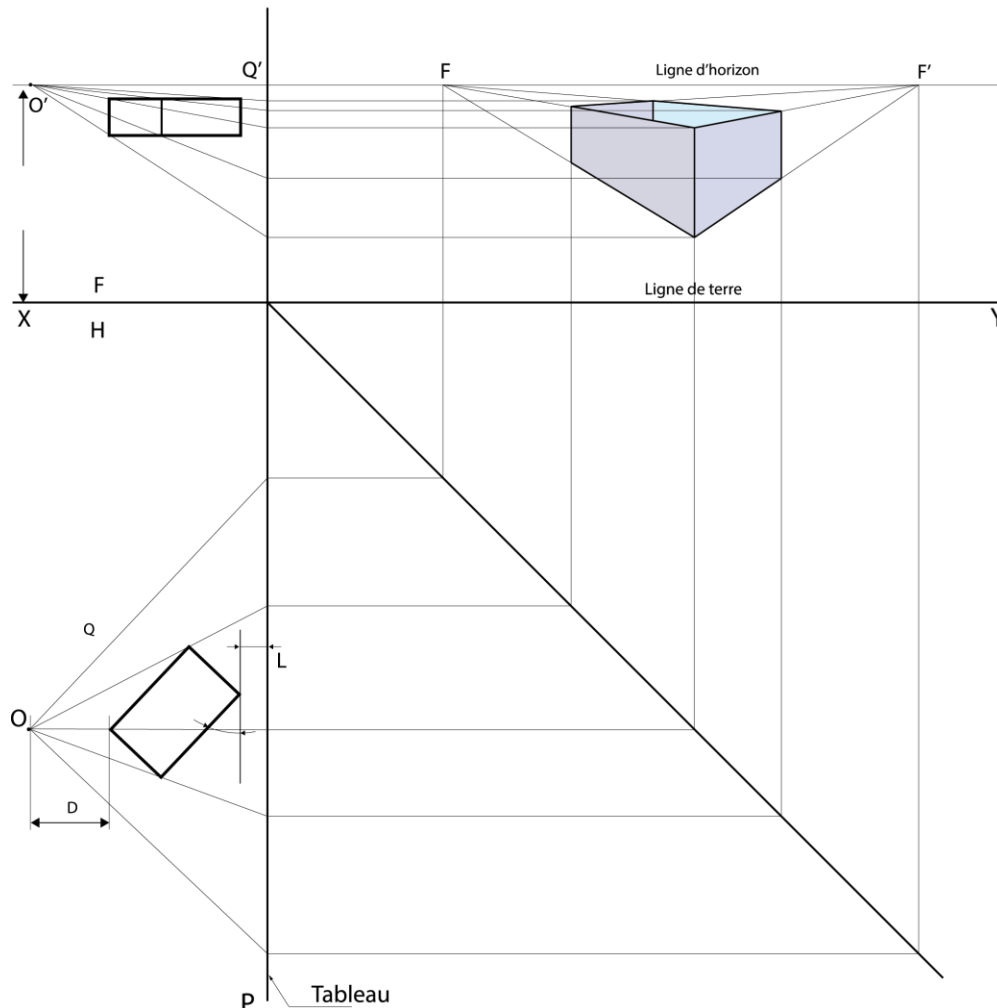
Rabattre le plan du tableau (P à Q') dans le plan frontal.

### Remarque:

La droite horizontale passant par l'oeil s'appelle ligne d'horizon.

La droite XY s'appelle ligne de terre.

Toutes les séries de droites horizontales concourent vers des points situés sur la ligne d'horizon et appelés point de fuite (F et F').



## PARAMÈTRES D'EXÉCUTION

Les paramètres permettant l'établissement de la perspective sont les suivants :

Position du point de vue (cotes D et H),

L'angle que fait l'objet avec le tableau (à),

La distance de l'objet au tableau (L).

## MÉTHODE PRATIQUE

Dessiner la projection horizontale de l'objet.

Placer le tableau contre la verticale de l'objet la plus proche de l'œil. Cette verticale sera de la sorte en vraie grandeur sur la perspective.

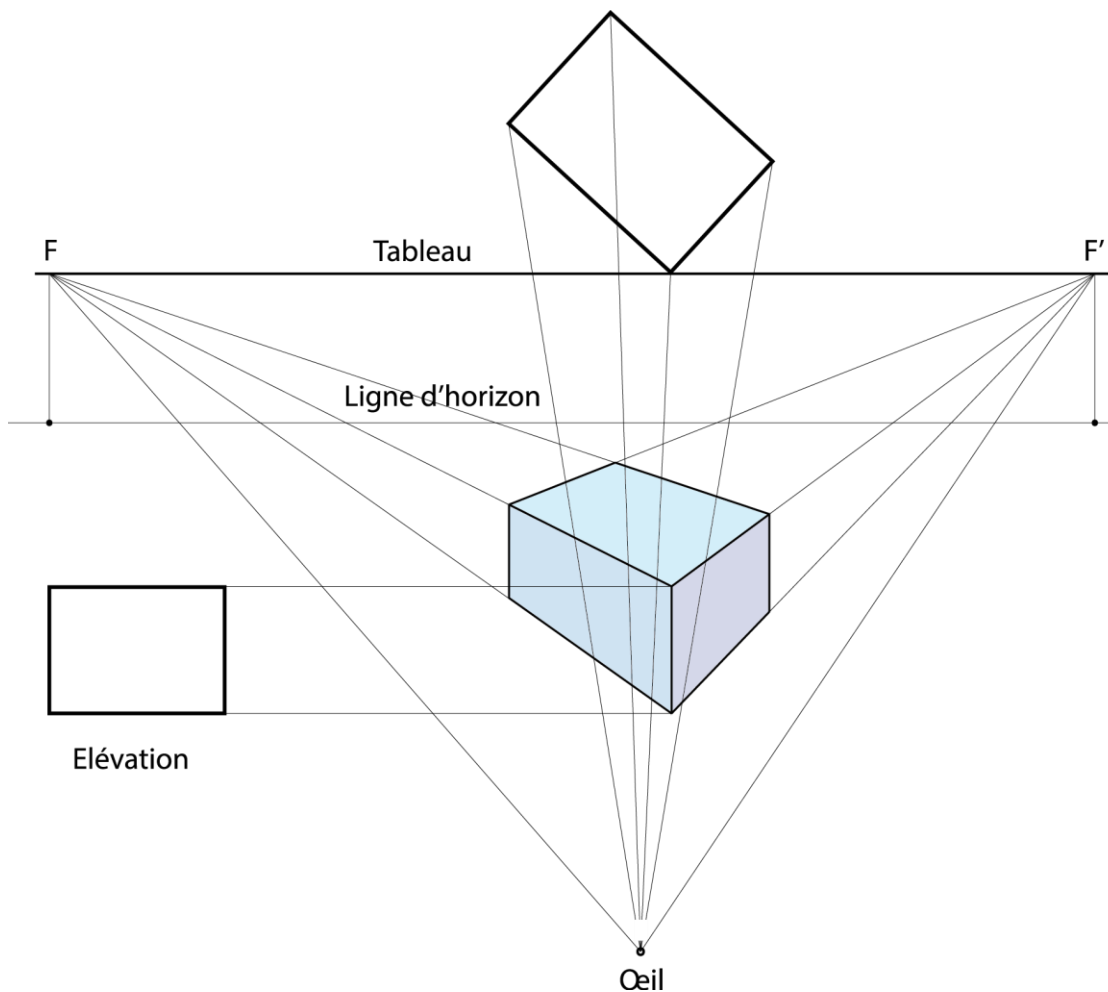
Placer l'œil.

Dessiner l'élévation à côté de l'emplacement de la perspective.

Tracer la ligne d'horizon à la hauteur choisie.

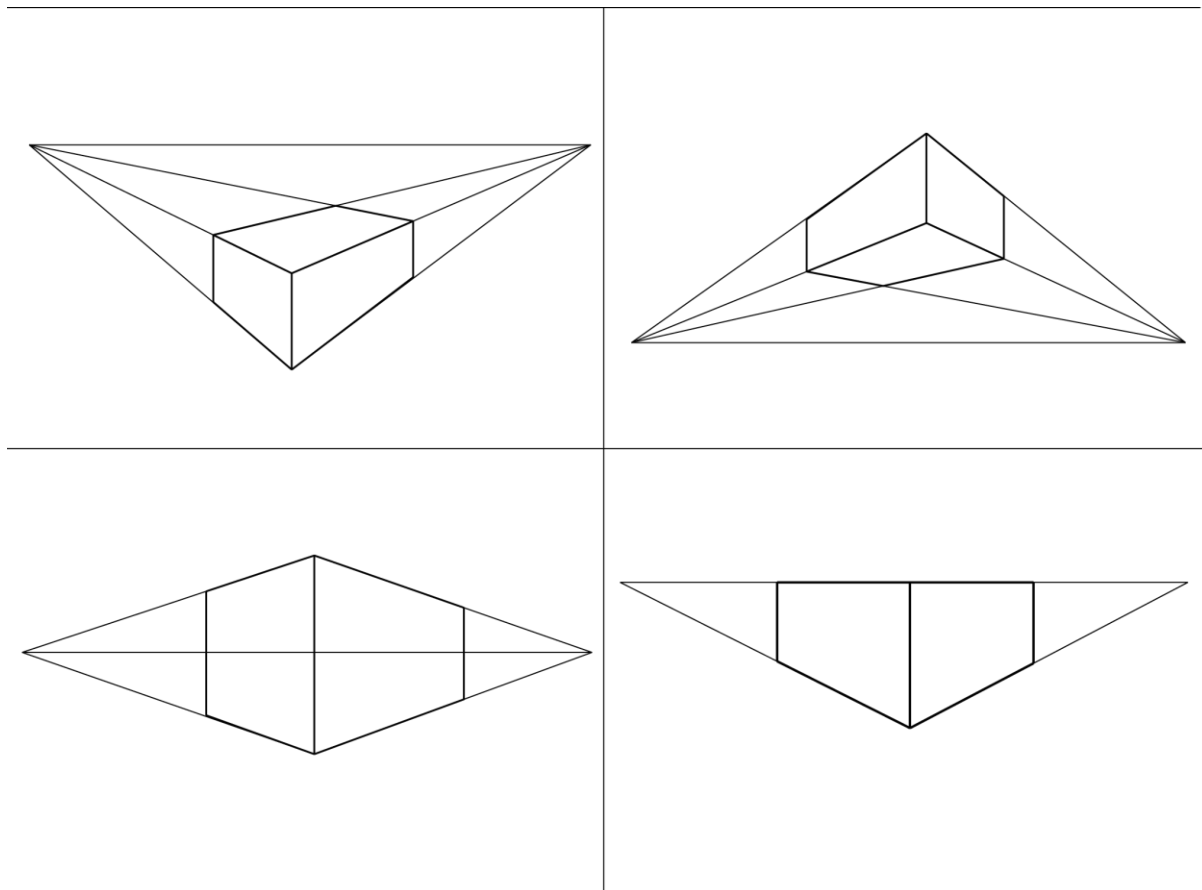
Déterminer les points de fuite; pour cela, tracer à partir de l'œil les parallèles aux deux faces avant de l'objet jusqu'à ce qu'elles rencontrent le tableau, puis les rappeler sur la ligne d'horizon.

Exécuter la perspective.



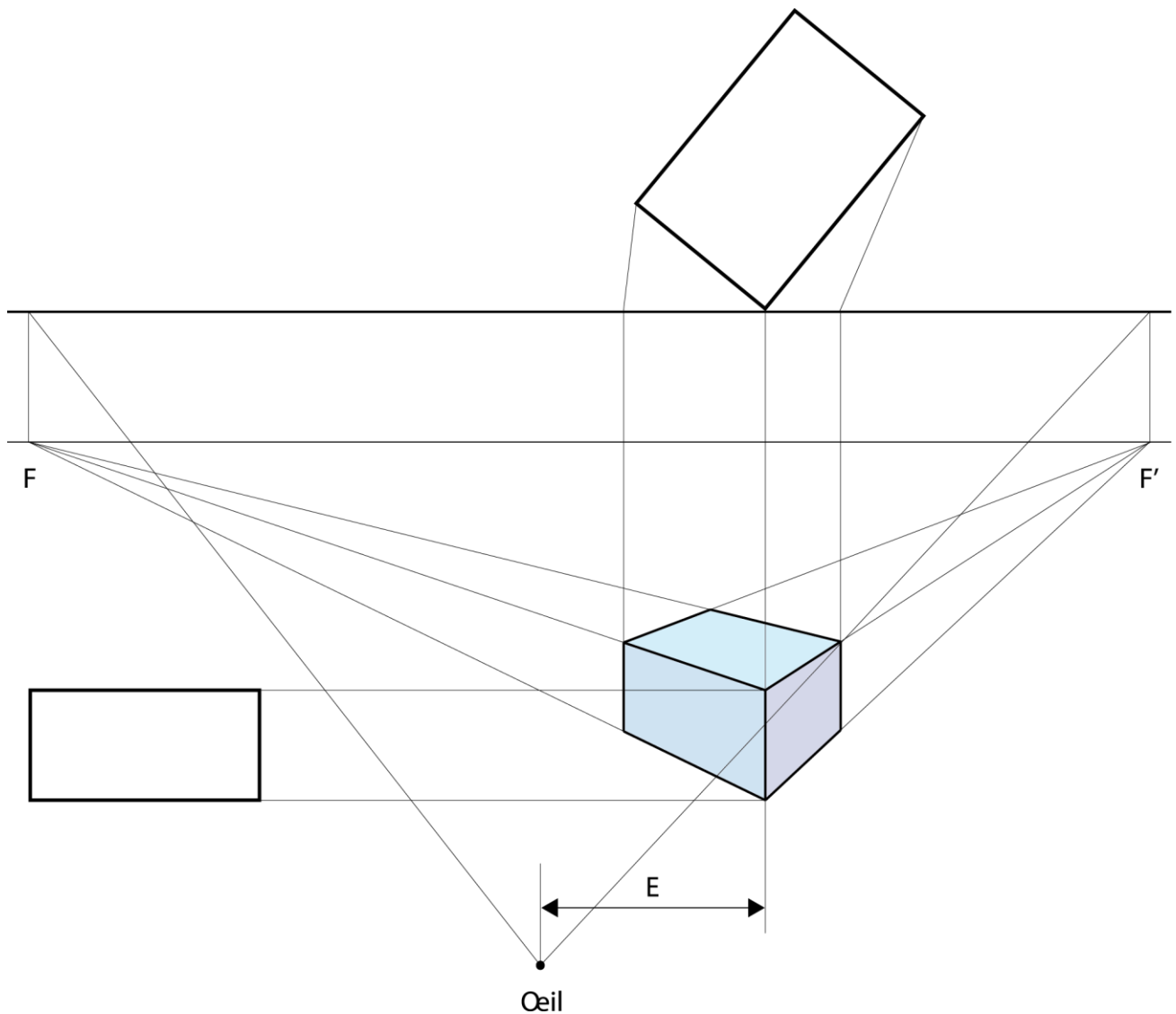
## Conseils pratiques

la position de la ligne d'horizon a une grande influence sur l'aspect de la perspective. La figure montre les différentes images que l'on peut obtenir d'un même objet en faisant varier la hauteur de l'œil.

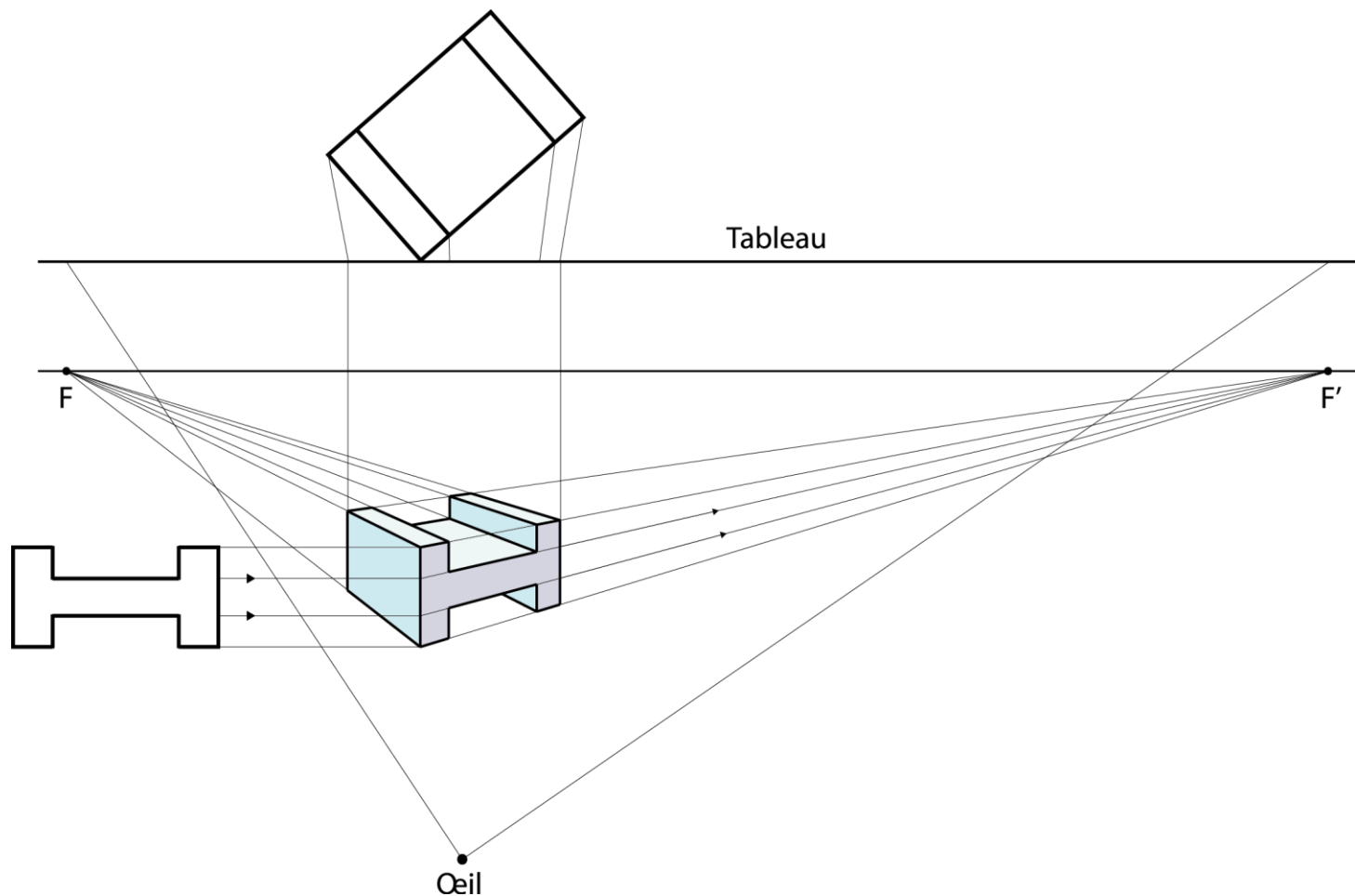


Pour les perspectives de bâtiments, on place habituellement la ligne d'horizon à 1,50 m au-dessus du sol, cela correspond à la hauteur des yeux d'une personne debout. Il faut savoir que déplacer exagérément la ligne d'horizon vers le haut donnera un effet d'écrasement et qu'inversement la situer trop près du sol accentuera l'élancement du bâtiment. On peut évidemment utiliser ces artifices si l'on recherche un effet particulier.

Ne pas trop excentrer l'oeil par rapport à l'objet: cela risque de privilégier une phase par rapport aux autres. Dans la figure, la plus petite face de l'objet apparaît comme étant la plus grande sur la perspective.



Afin d'éviter des déformations importantes, éloigner l'oeil d'au moins deux à trois fois la plus grande dimension de l'objet.  
Pour tracer les hauteurs sur les faces, toujours passer par la droite en vraie grandeur (figure) puis joindre les points de fuite.



## Exécution graphique de la cotation.

La cotation est un problème complexe qui sera abordé dans la partie relative aux dessins spécialisés. La présente partie a pour but de présenter les différents éléments graphiques utilisés pour la cotation d'un dessin et la manière de s'en servir.

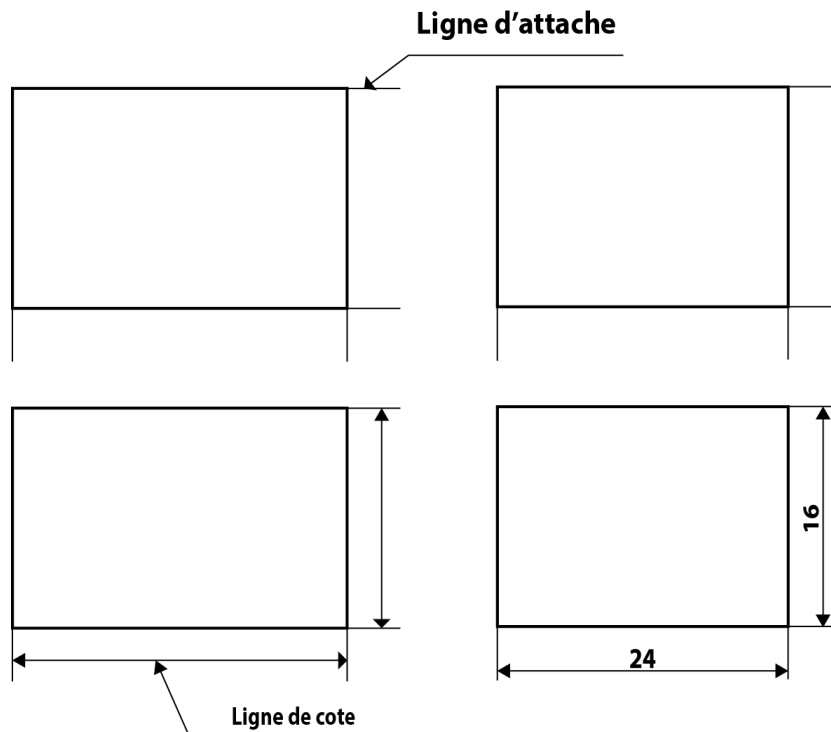
### Les éléments de la cotation.

#### Lignes d'attache (ou de rappel).

Ce sont des traits fins perpendiculaires à la longueur à coter; les lignes d'attache dépassent de 1 à 2 mm les lignes de côtes. Les lignes d'attache peuvent être interrompues avant l'objet afin d'améliorer la clarté des dessins.

#### Les lignes de cotes.

Ce sont des traits fins parallèles à la longueur à coter. Les lignes de cotes sont espacées de 7 à 10 mm du dessin, elles peuvent l'être davantage si la lisibilité du dessin le demande (fig).

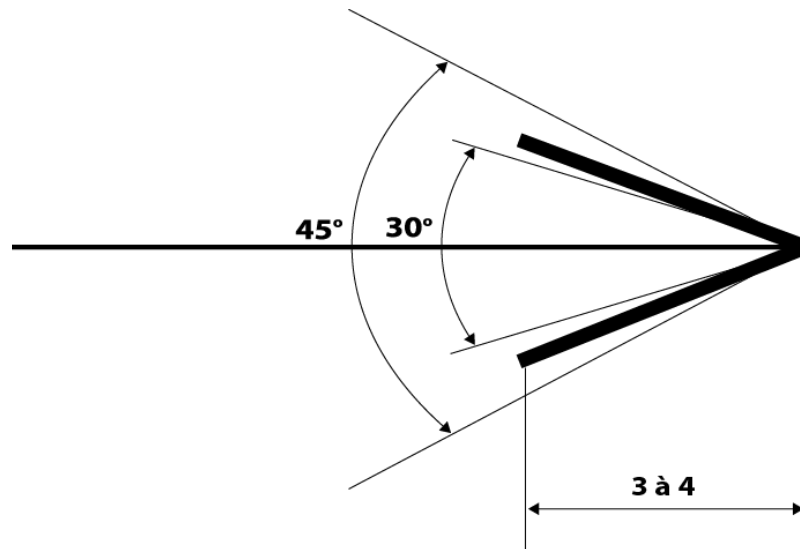


**Extrémités des lignes de cotes.**

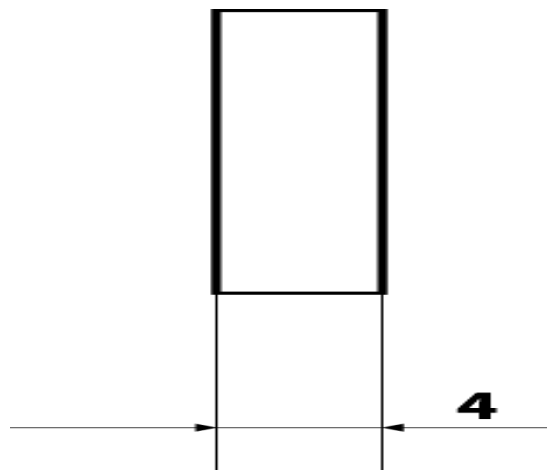
Trois sortes de symboles peuvent être utilisés aux extrémités :

**Flèches de cotes.**

Elles se dessinent en traits fort ; les branches font un angle de  $30^\circ$  à  $45^\circ$  et ont une longueur 3 à 4 mm (fig).



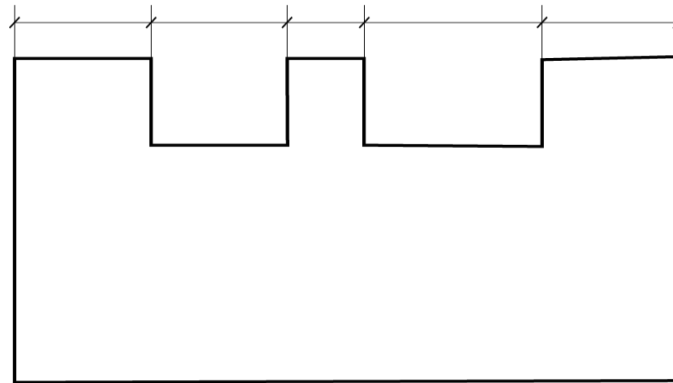
Deux flèches consécutives sont toujours opposées (fig).



Les fleches peuvent être reportées à l'extérieur si la place est insuffisante ( fig).

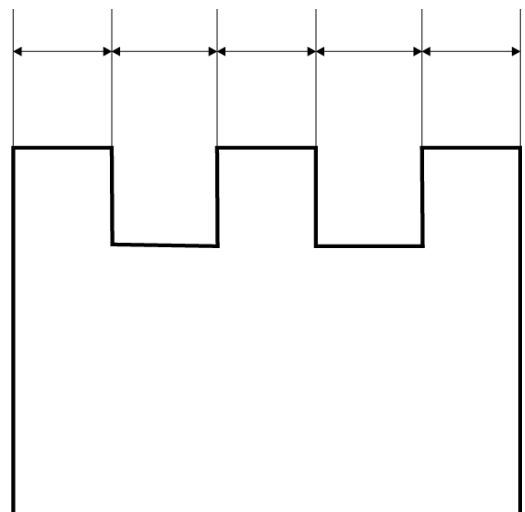
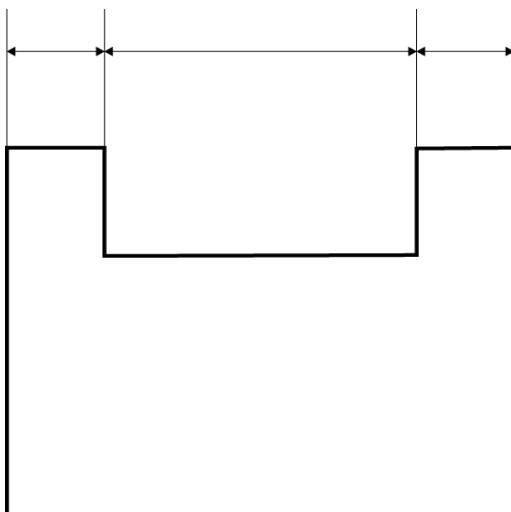
### Barres obliques.

Ce sont des traits forts inclinés à  $45^\circ$  de 3 à 4 mm de longueur (fig).



### Points.

Ils sont situés à l'intersection des lignes d'attache et des lignes de cotes

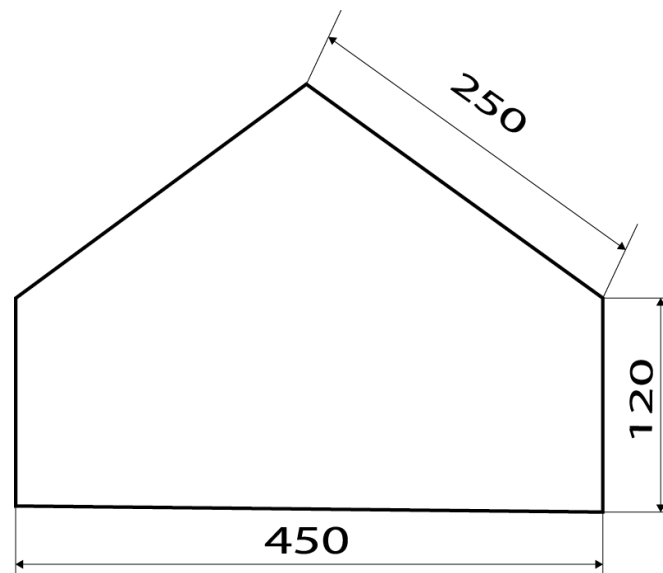


**Chiffres de cotes.**

Ils s'inscrivent en trait fort et toujours au milieu de la ligne de cote. Leur hauteur doit être harmonisée avec l'échelle du dessin. Deux méthodes peuvent être utilisées pour leur écriture :

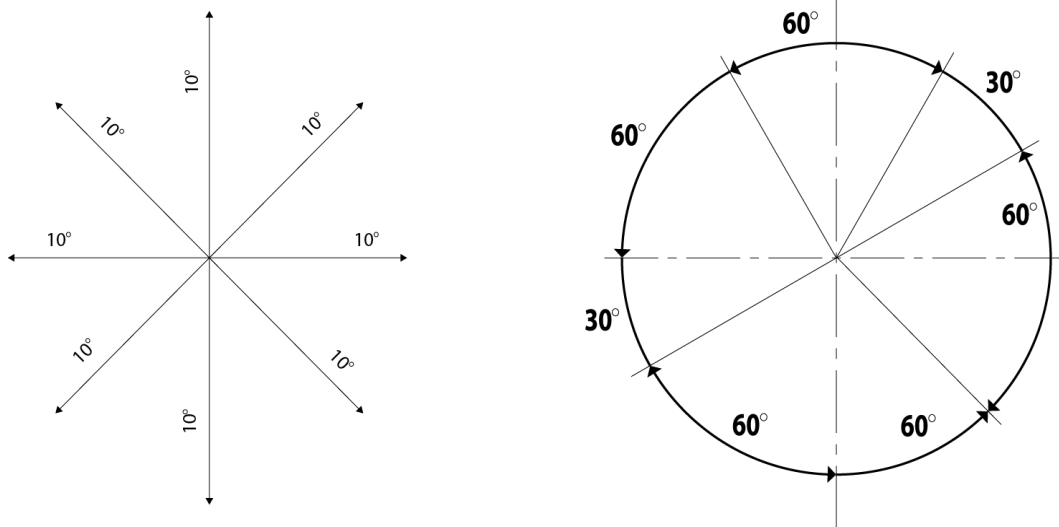
**Méthode 1** (fig)

Horizontalement, au dessus des lignes de cotes horizontales.



Verticalement, à gauche des lignes de cotes verticales.

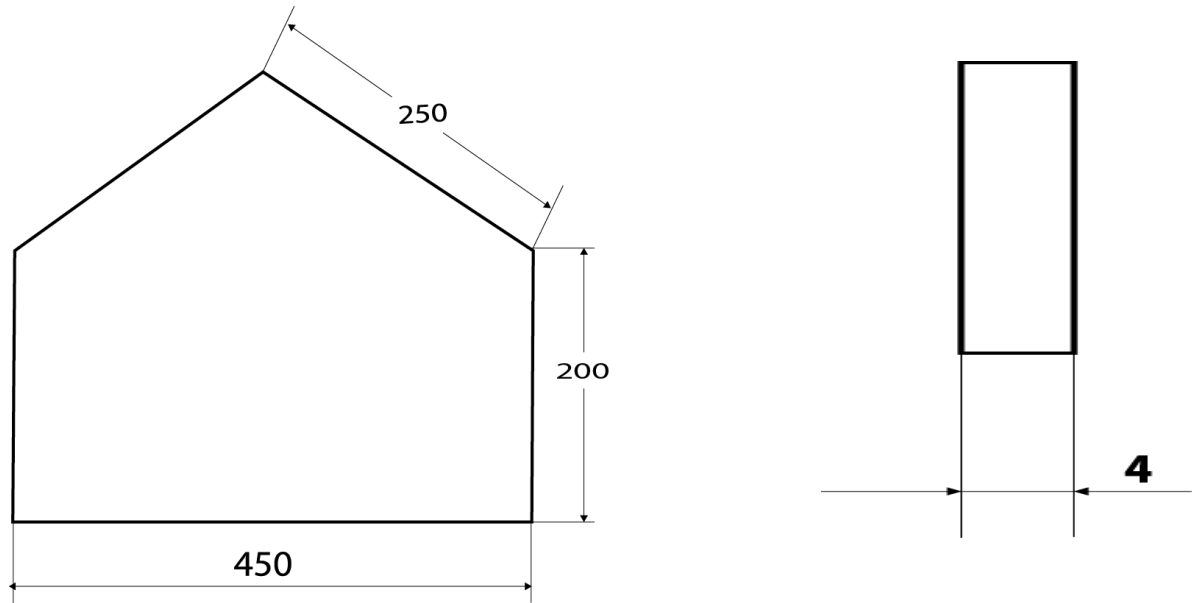
Pour les lignes de cotes obliques, l'inscription doit respecter la figure ci-dessous



**Méthode 2 (fig).**

Horizontalement, au-dessus des lignes de cotes horizontales.

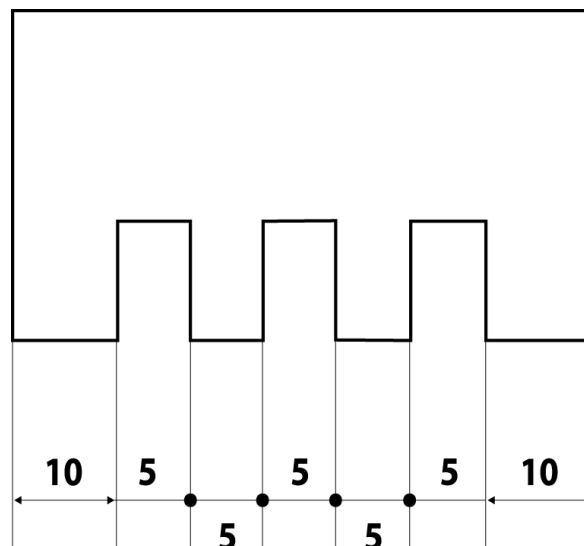
Horizontalement, dans une lumière pour les lignes verticales ou obliques.

**Cas où l'on manque de place.**

Lorsque l'intervalle entre deux lignes d'attache ne permet pas l'inscription du chiffre de cote ou la rend confuse, on peut :

Inscrire le chiffre de cote à l'extérieur des lignes d'attache (fig)

Placer alternativement les chiffres au-dessus et au-dessous de la ligne de cote ( fig).



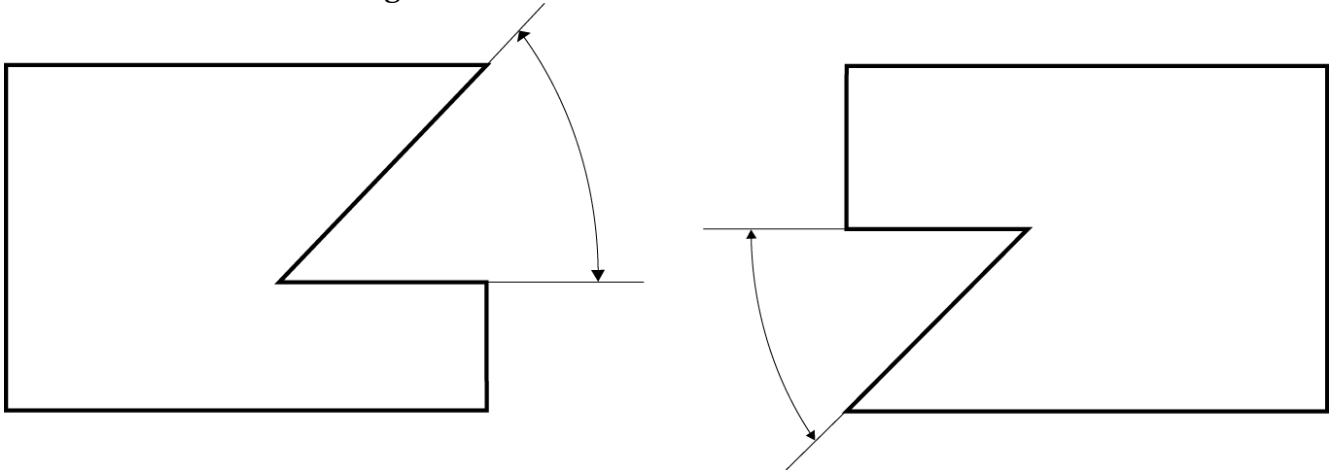
**les chiffres de cotes ne doivent pas être coupés par une ligne du dessin ou par un trait d'axe.**

### Cotations particulières.

#### Cotation des angles.

Les angles et secteurs sont cotés en degré ou en grade.

La valeur de la cote est inscrite sur un arc de circonférence formant en ligne de cote, dans le centre est situé au sommet de l'angle



La figure montre, en fonction de la position de l'arc de circonférence, la position que doit occuper le chiffre de cote.

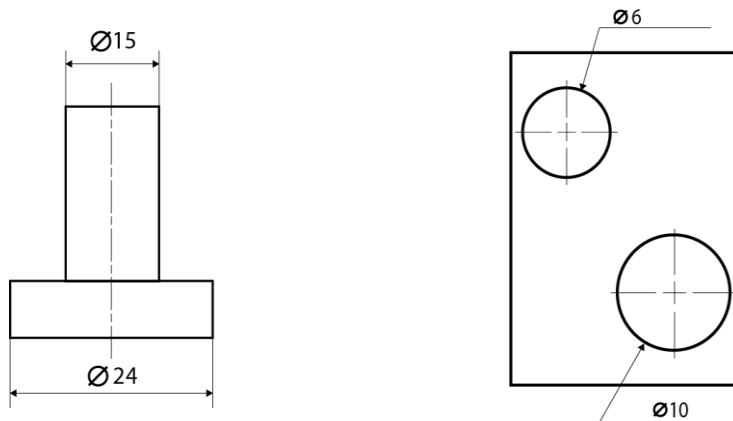
#### Cotation des diamètres.

La cotation de tous diamètre doit être précédée du signe Ø.

Deux dispositions peuvent être utilisées:

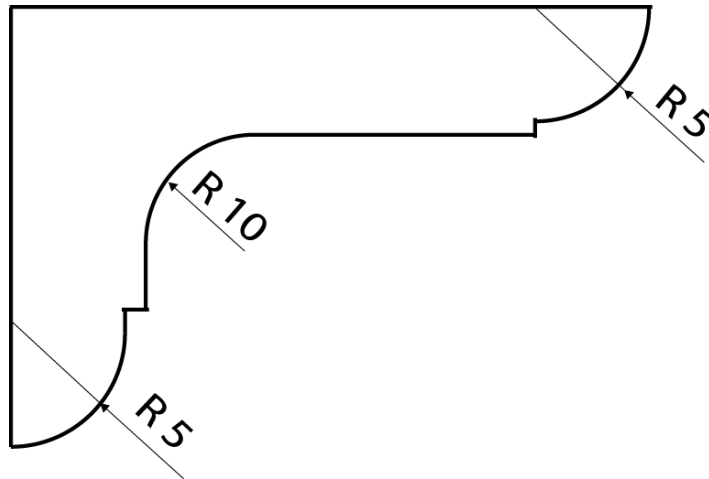
Avec ligne de cote et ligne de rappel.

Avec renvoi fléchés. Dans ce cas la ligne oblique doit, si on la prolonge, passer par le centre du cercle. Cette dernière disposition est préférable car elle permet de sortir les cotes de l'intérieur de la vue.

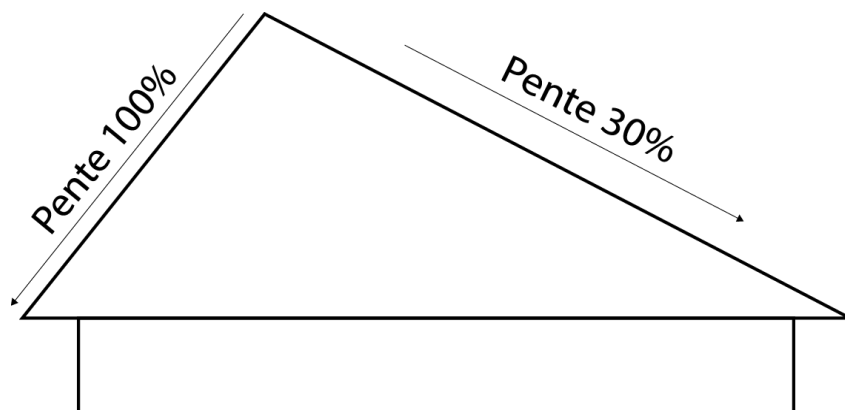


**Cotation des rayons.**

Elle est indiquée par une ligne dirigée vers le centre de l'arc. La flèche doit être tracée du côté concave; on peut cependant la tracer du côté convexe pour les petits rayons. Faire précéder le chiffre de la lettre R.

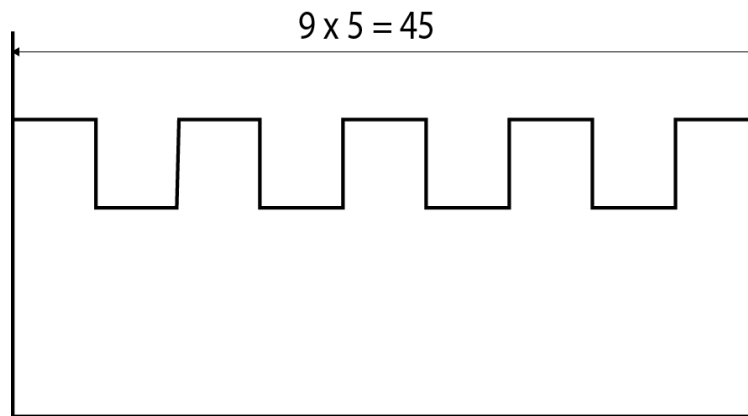
**Cotation des pentes.**

Elles se cotent généralement en % ou en cm / m. On peut écrire la valeur de la pente sur une ligne fléchée orientée vers le bas.



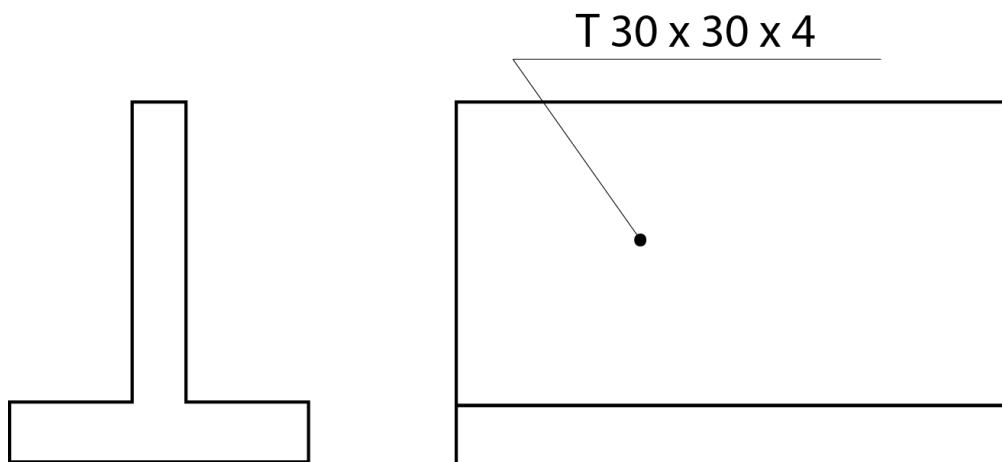
### Cotation des éléments identiques.

Lorsqu'un ouvrage comporte une succession de l'éléments de même dimension (marche d'escalier), on peut utiliser la cotation ci-contre. Dans l'exemple, le premier chiffre indique le nombre d'éléments identiques, le second la dimension voir ( fig).



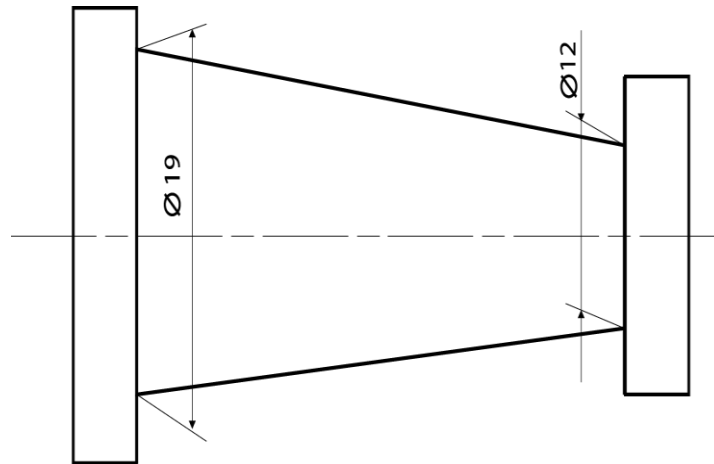
### Cotation des profilés.

Les profilés de toutes natures ainsi que les éléments de petite section se cotent à l'aide d'un renvoi. Pour les profilés métalliques, on indique avant les dimensions, le symbole du profilé ( voir chapitre construction métallique ).



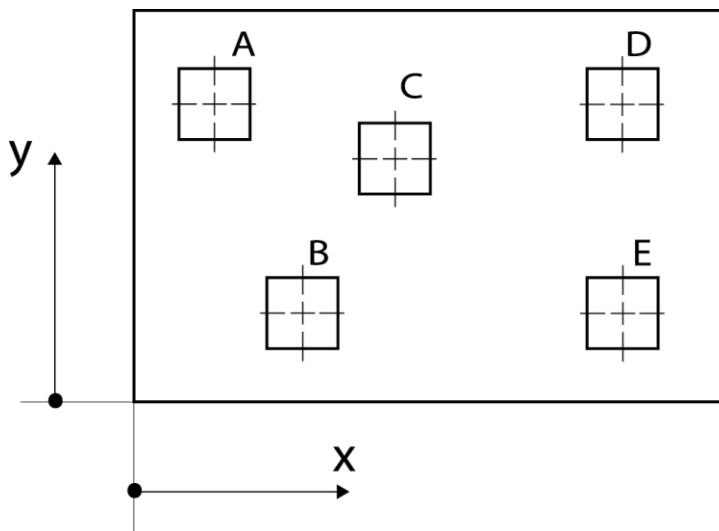
### Lignes d'attache obliques.

Il est parfois intéressant pour la clarté de la cotation d'utiliser une des dispositions ci-contre, cela évite de confondre les lignes d'attache avec les contours du dessin.

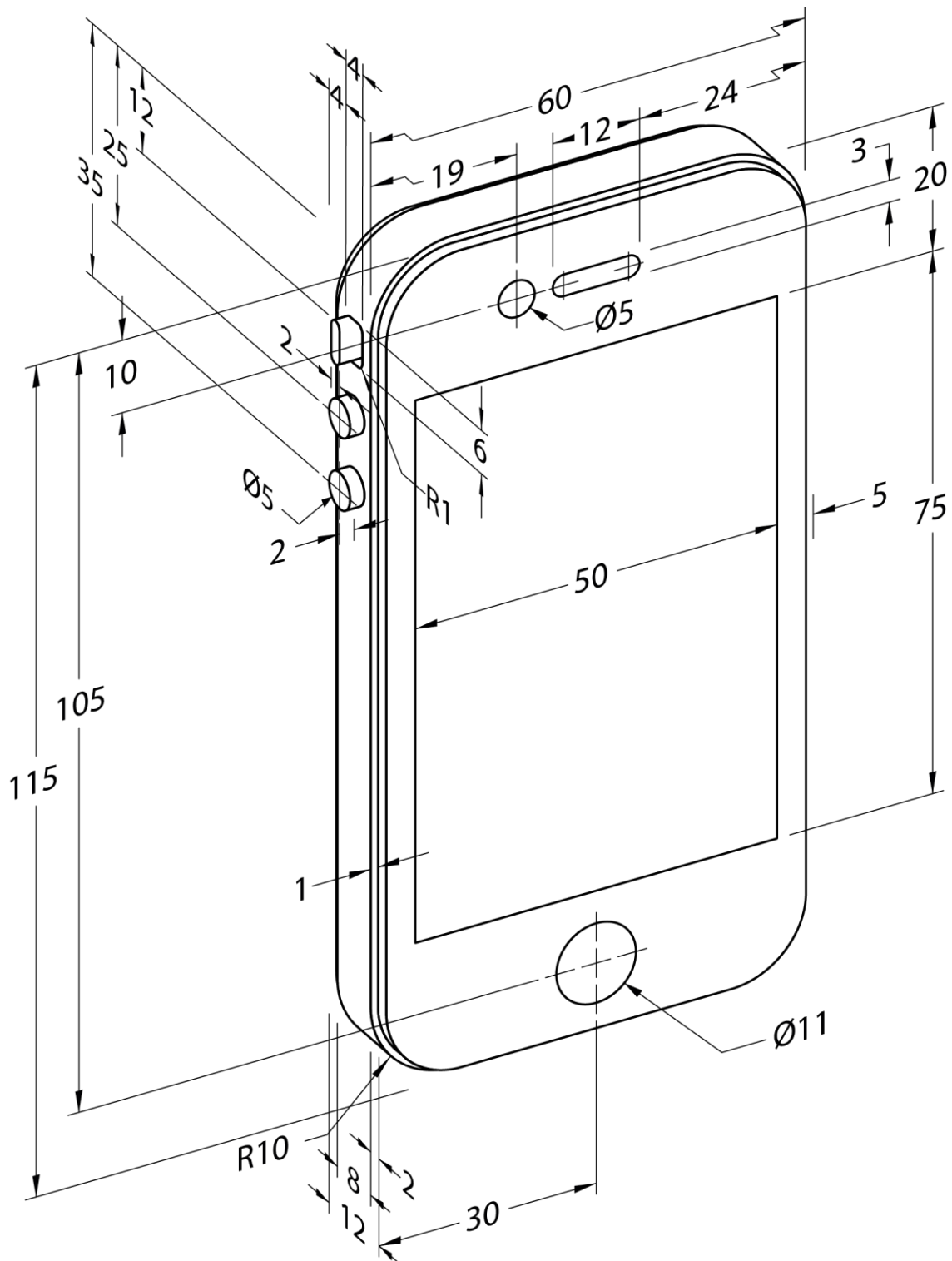


### Cotation par coordonnées.

Ce type de cotation est peu employé dans le dessin de bâtiment; il peut cependant présenter un intérêt pour certaines implantations de gros œuvre ou pour le repérage de réservations dans les dessins de préfabrication lourde. Toutes les cotes se trouvant inscrites dans un tableau hors du dessin, celui-ci reste très visible.

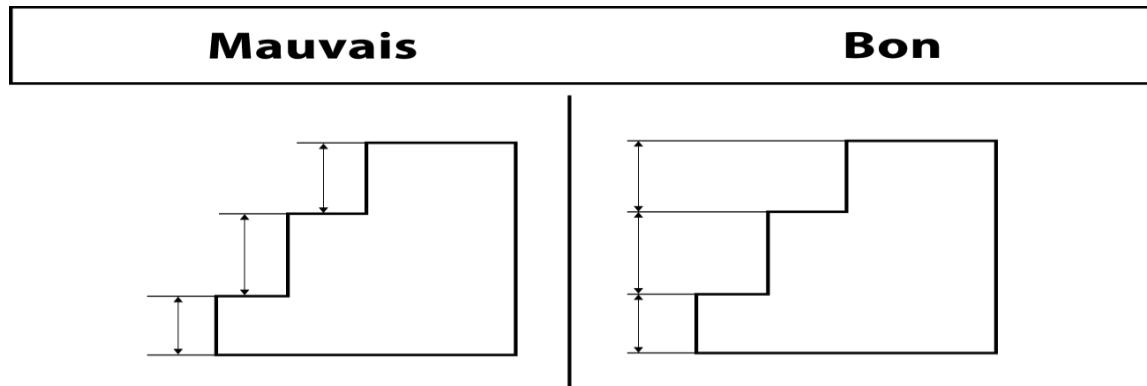


|   | A  | B  | C  | D  | E  |
|---|----|----|----|----|----|
| X | 10 | 14 | 25 | 45 | 45 |
| Y | 21 | 6  | 16 | 21 | 6  |

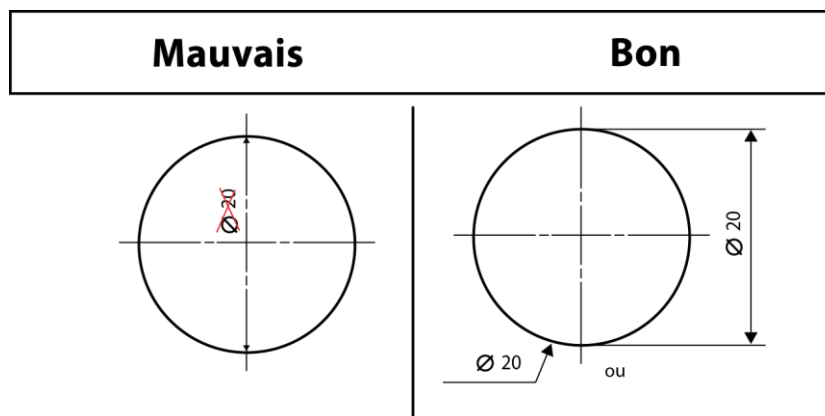


**Fautes à éviter**

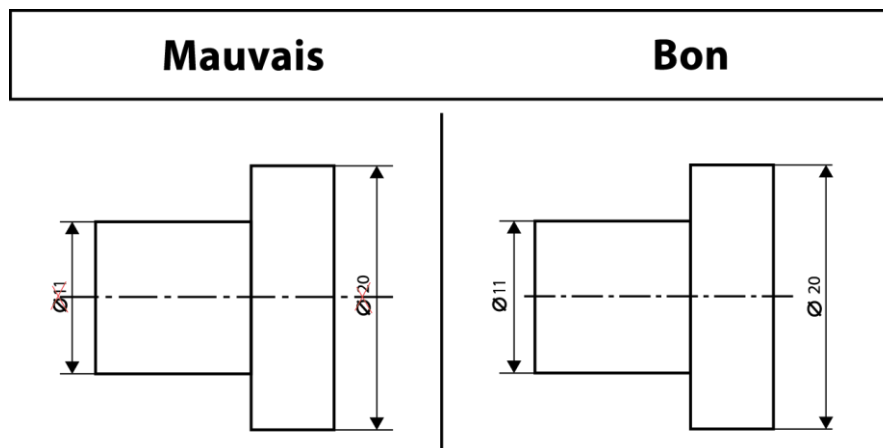
Ne pas faire de cotation en escalier mais toujours aligner les cotes.



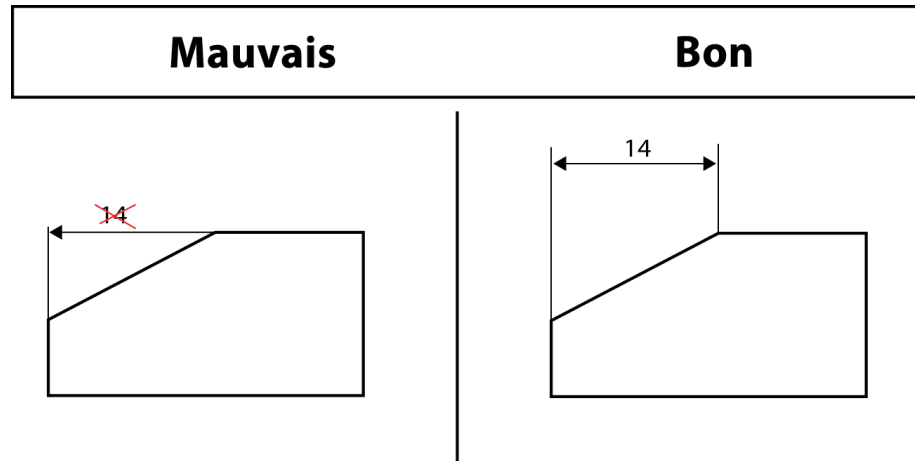
Ne jamais utiliser un trait d'axe comme ligne de cote.



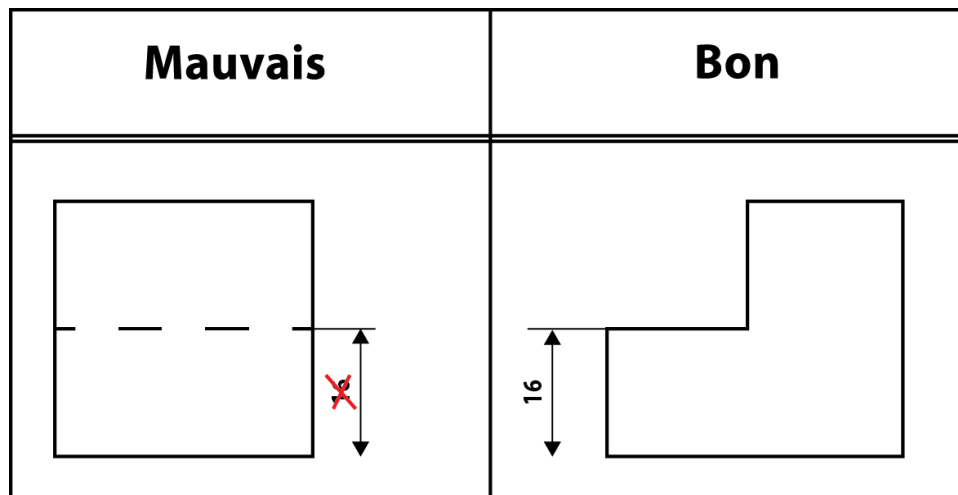
Ne pas couper un chiffre de cote par un axe ou par une ligne du dessin.



Ne pas aligner une cote avec une ligne de dessin mais utiliser chaque fois des lignes de rappel.



Coter les détails sur les vues où ils sont les plus représentatifs. Éviter de coter sur une arête cachée.



Grouper sur une même vue les cotes relatives à un même détails. En effet, les vues peuvent se trouver sur des feuilles différentes et l'on évite ainsi des recherches fastidieuses.

| Mauvais | Bon |
|---------|-----|
|         |     |

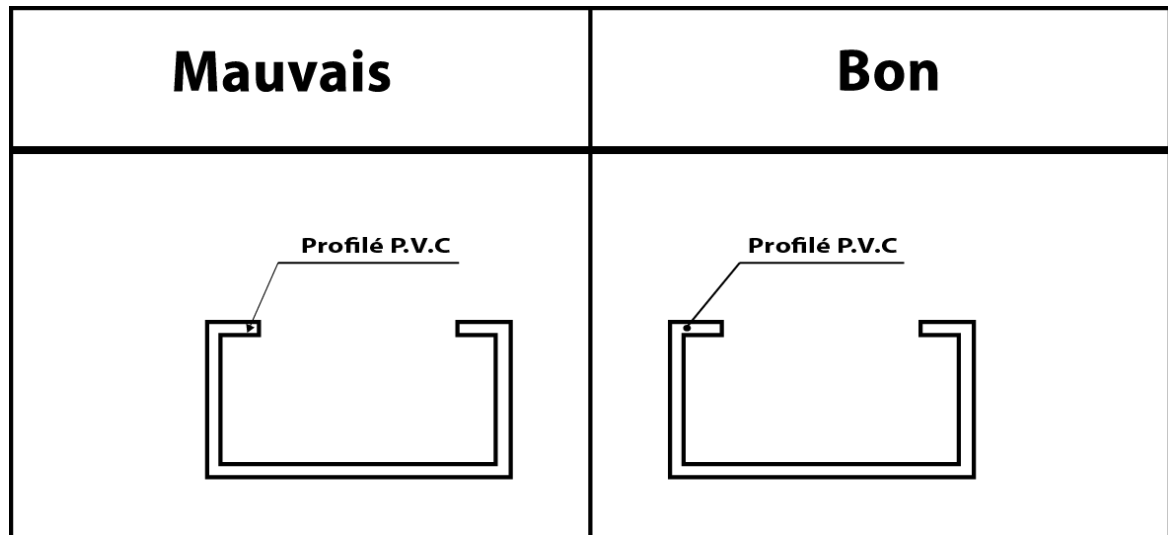
Inscrire au plus près du dessin les cotes partielles et au plus loin les cotes totales. Deux lignes d'attache peuvent se couper mais pas deux lignes de cotes. Exception faite pour les dessins d'architecture .

| Mauvais | Bon |
|---------|-----|
|         |     |

Sortir les cotes du dessin chaque fois que cela est possible.

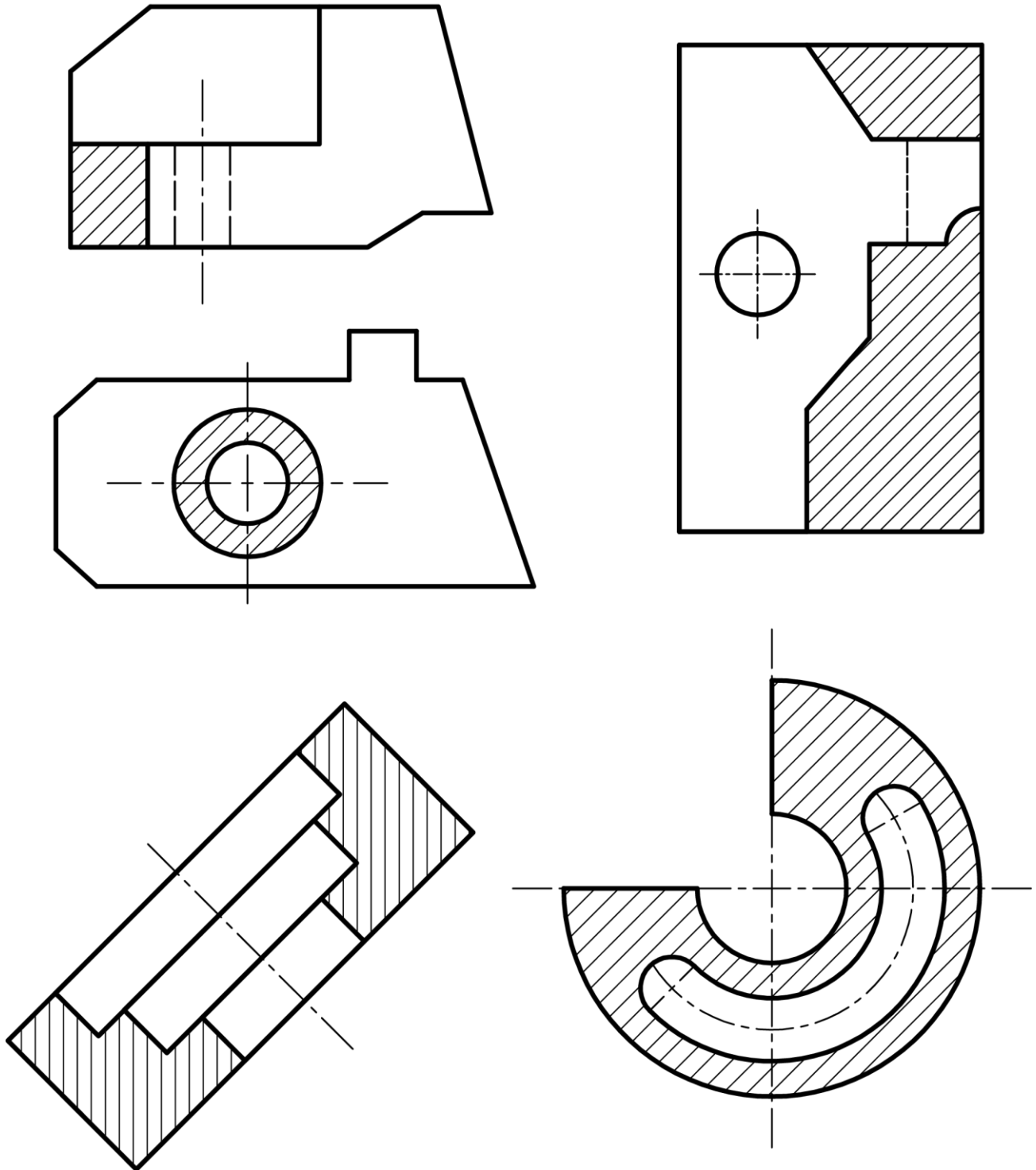
| Mauvais | Bon |
|---------|-----|
|         |     |

Les lignes de renvois se terminant à l'intérieur du dessin ont un point. Mettre une flèche pour celles se terminant contre le dessin.



## **EXERCICE -**

**Représenter les cotations sur les tracés ci-dessous.**



## Indication des tolérances.

Une tolérance ne doit être indiquée sur un dessin que lorsqu'il existe un besoin fonctionnel de contrôler :

La dimension ou la position

L'orientation ou la forme.

### NOTA :

Les valeurs des écarts de tolérance doivent être réalistes compte tenu de l'ouvrage et du procédé de fabrication utilisé. Le tableau en bas de la page donne les valeurs proposées par la norme.

## Unités de cotation.

Les tolérances doivent être inscrites dans la même unité que la dimension nominal (habituellement le mm). Dans le cas contraire, la valeur de la tolérance doit être suivie de l'unité correspondante.

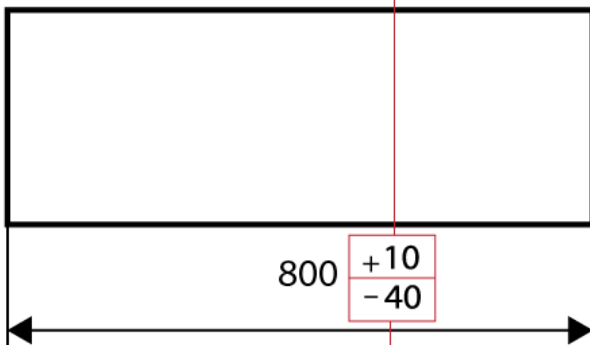
## Tolérance de dimensions et de positions.

La valeur de tolérance s'inscrit à la suite de la cote nominale.

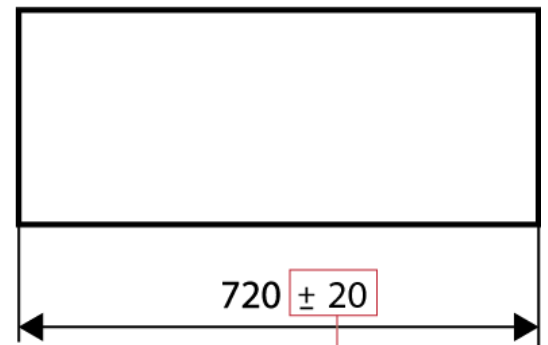
On distingue les valeurs des écarts supérieurs et inférieurs. Ces valeurs sont inscrites les unes au-dessus de l'autre, celle correspondant à la limite supérieure étant toujours placée en premier (fig).

## Tolérances de dimensions

Ecart supérieur



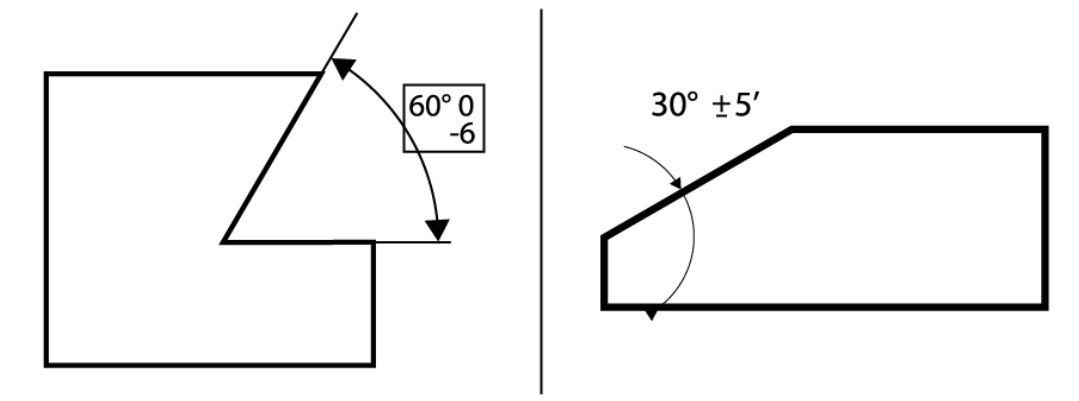
Ecart inférieur



Ecart réparti

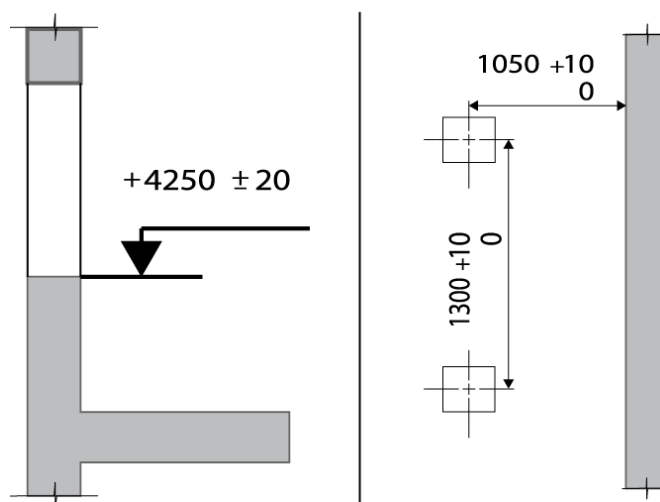
Si les écarts sont symétriques, on écrit leur valeur qu'une fois précédée du signe plus ou moins ( fig ).

### Tolérances de dimensions



Dans le cas d'un écart nul, ne pas inscrire de signe ( fig ).

### Tolérances de positions

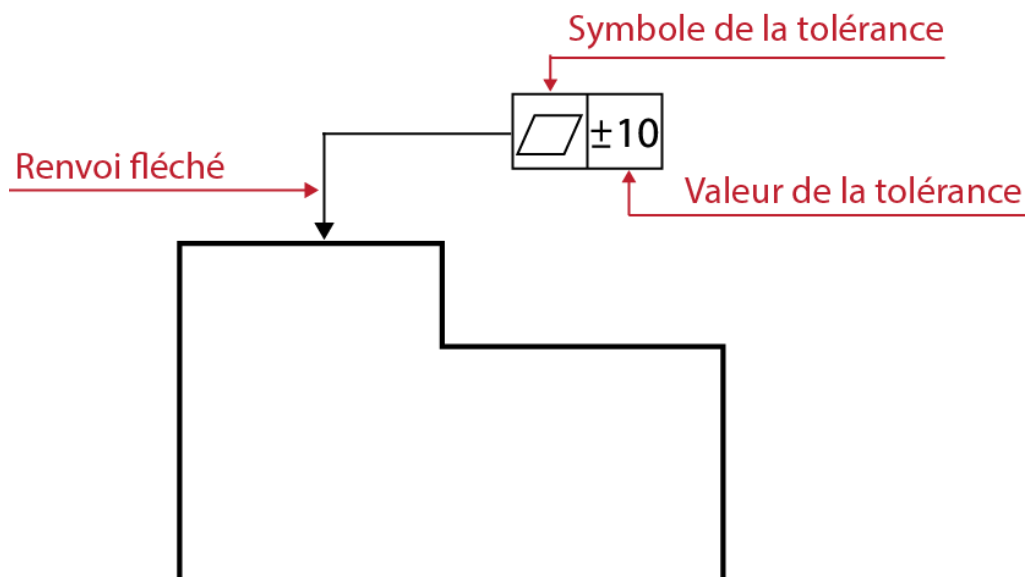


| VALEURS DES TOLERANCES (Selon technologie d'exécution) |                                      |                         |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Types de dimensions                                    | Dimensions ( ouvrages )              | Tolérances possibles    |
| Situation de la construction (implantation)            | Batiment < 100 m                     | 50 mm                   |
| Positions relatives des ouvrages                       | Longueur ( entre murs )              | 20 mm ou 30 mm          |
|                                                        | Hauteur ( entre planchers )          | 20 mm ou 30 mm          |
| Dimensions des ouvrages ou parties d'ouvrages          | Epaisseur ( mur, plancher, cloison ) | 6 mm ou 10 mm ou 30 mm  |
|                                                        | Section (poutre,poteau )             | 6 mm ou 10 mm ou 30 mm  |
|                                                        | Hauteur (allège, acrotère )          | 20 mm ou 30 mm ou 40 mm |
|                                                        | Largeur ou longueur (mur, plancher ) | 20 mm ou 30 mm ou 40 mm |
| Locaux et espaces libres                               | Longueur, largeur et hauteur         | 20 mm ou 30 mm ou 40 mm |

### Tolérance de forme et de position.

Elles s'inscrivent dans un cadre en trait fin divisé en plusieurs cases est relié au dessin par un renvoi.

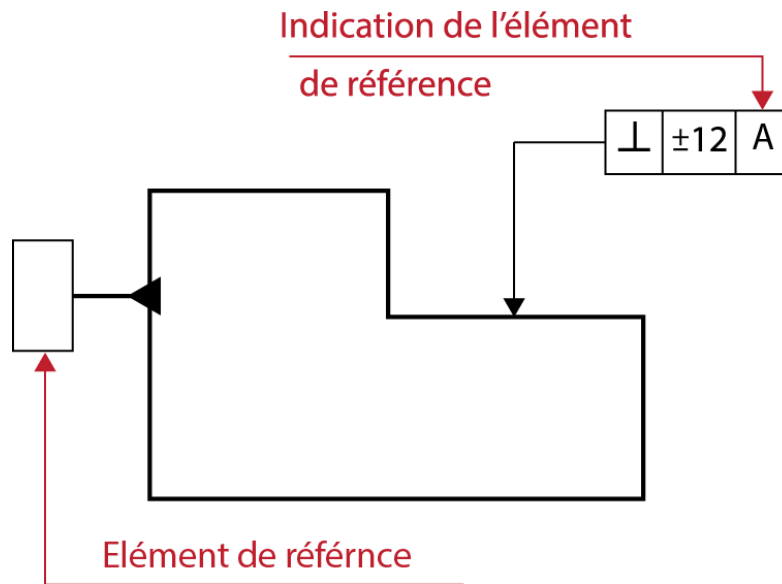
### Cadre de tolérance ( fig ).



la **case gauche** indique la nature de la tolérance par un symbole dessiner en trait fort ( voir tableau si-dessous ).

La **case droite** indique la valeur de la tolérance.

Le cadre comporte une troisième case sil la tolérance est attachée à un **élément de référence**. C'est élément doit être repéré sur les dessins par une lettre majuscule ( fig ).



### Liaison avec l'élément.

L'élément de référence est indiqué par un triangle noirci. L'élément tolérancé est indiqué par une flèche. On peut lier le cadre de tolérance avec l'élément à tolérancer de quatre 4 façons:

Le triangle ou la flèche sont placés sur l'élément ou son prolongement; ils concernent alors l'élément.

| Elément de référence | Elément tolérancé |
|----------------------|-------------------|
|                      |                   |

Le triangle ou flèches sont appliqués dans le prolongement d'une ligne de cote; ils concernent alors l'axe ou le plan médian de l'élément coté (fig).

| Elément de référence | Elément tolérancé |
|----------------------|-------------------|
|                      |                   |

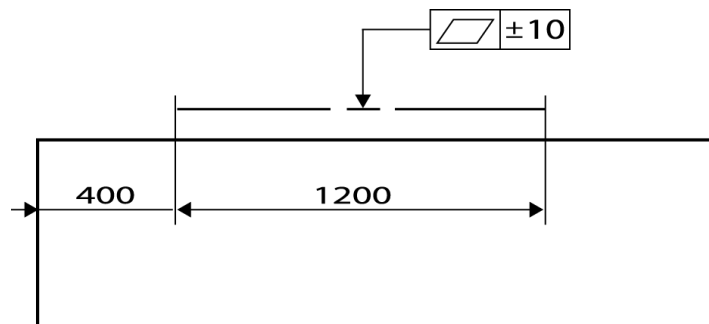
Triangle ou flèche sont placés sur un axe ou un plan médian; ils concernent alors l'axe ou le plan (fig).

| Elément de référence | Elément tolérancé |
|----------------------|-------------------|
|                      |                   |

Triangle ou point sont placés à l'intérieur de l'élément; ils concernent la surface définie par son contour (fig).

| Elément de référence | Elément tolérancé |
|----------------------|-------------------|
|                      |                   |

Si une tolérance ne concerne qu'une partie limitée de l'élément, repérer cette partie par un trait mixte fort, dont la position sera cotée (fig).



| SYMBOLES DES TOLERANCES |                    |             |
|-------------------------|--------------------|-------------|
| Type                    | Signification      | Symbole     |
| Formes                  | Horizontalité      | $\parallel$ |
|                         | Verticalité        | $\perp$     |
|                         | Parallélisme       | $\parallel$ |
|                         | Orthogonalité      | $\perp$     |
|                         | Angularité         | $\angle$    |
| Position                | Rectitude          | $\parallel$ |
|                         | Gauchissement      | $\nabla$    |
|                         | Planéité           | $\square$   |
|                         | Circularité        | $\bigcirc$  |
|                         | Cylindricité       | $\bigcirc$  |
|                         | Ligne quelconque   | $\frown$    |
|                         | Surface quelconque | $\smile$    |

