

Dessin industriel

Chapitre 1 : Généralités

1. Dessin industriel : langage universel et outil pour concevoir et inventer

Le "dessin industriel" ou "dessin technique", manuel ou assisté par ordinateur (DAO, CAO...), est avant tout un langage ou un outil de communication graphique avec des règles précises.

Ce langage, en grande partie normalisé internationalement (ISO : International Standard Organization), peut être considéré comme un langage universel employé de la même façon partout dans le monde.

Le dessin industriel est utilisé par les techniciens, les ingénieurs et les concepteurs pour passer de l'idée d'un produit à sa conception et à sa réalisation. Tous les produits, machines et systèmes divers sont d'abord conçus et définis graphiquement avant d'envisager leur fabrication.

2. Dessin industriel : base de données et document évolutif

Le dessin industriel est un élément fondamental de la documentation technique des produits. Il est parfois destiné à présenter des informations techniques à des dizaines ou à des centaines de personnes : ingénieurs, responsables, fournisseurs, techniciens de fabrication, installateurs, chargés de maintenance, etc. De ce fait, il doit être aussi précis que possible et parfaitement conforme à la normalisation en vigueur, autant pour sa compréhension que pour son exécution. Les dessins techniques sont des documents non figés mais évolutifs qui changent avec la conception (amélioration, simplification..), les matériaux, les fournisseurs et les utilisations.

3. Aspect et apport pédagogique du dessin industriel

Par l'étude du dessin industriel, un étudiant apprend comment l'industrie communique une grande partie de ses informations techniques. Le dessin industriel apporte aussi des principes de précision et de clarté dans la présentation des informations nécessaires à la réalisation des produits. De plus, en conjonction avec la connaissance de la technologie des éléments de construction de base, il permet le développement de l'imagination créatrice, celle nécessaire au succès d'une conception.

L'apprentissage du dessin industriel permet aussi de développer "la vision dans l'espace", c'est-à-dire la capacité à voir ou imaginer par la pensée un objet dans les trois dimensions. Cette aptitude est une formidable aide à la création pour l'esprit et le cerveau humain.

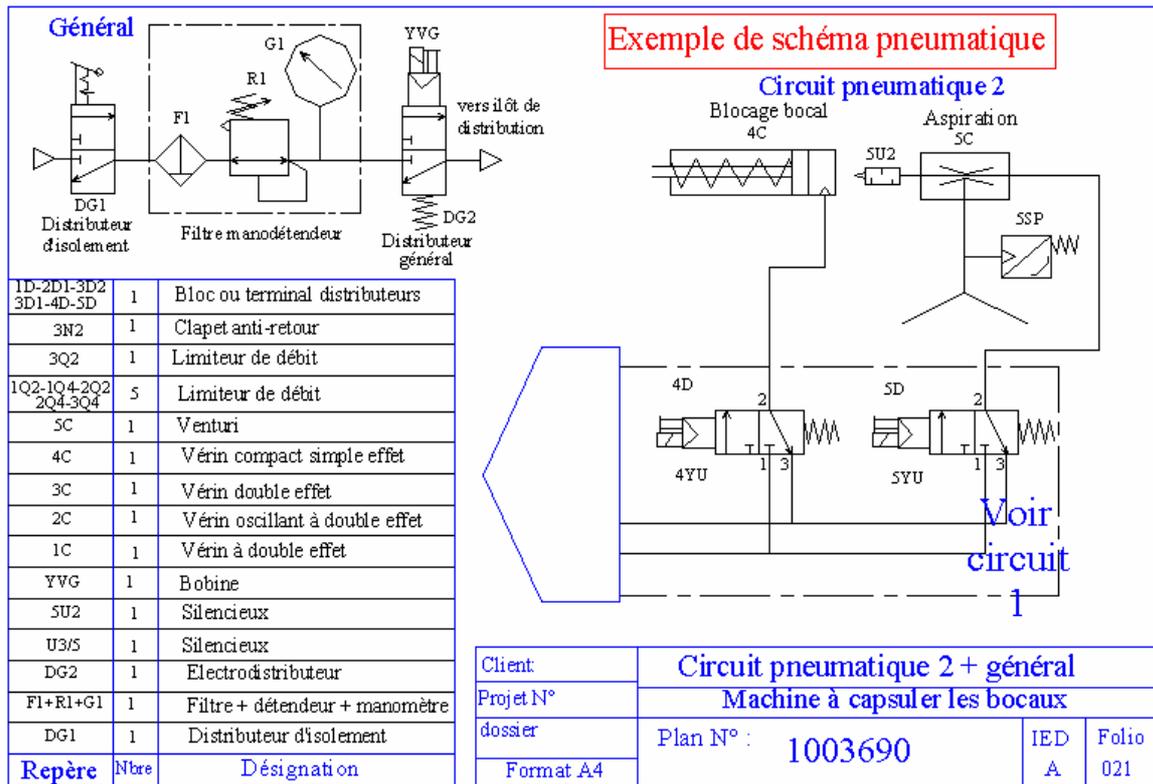
II. Principaux types de dessins industriels

Croquis : dessin généralement établi à main levée sans instruments de guidage ou de mesure et sans respect d'une échelle, avec éventuellement une cotation partielle ou totale.

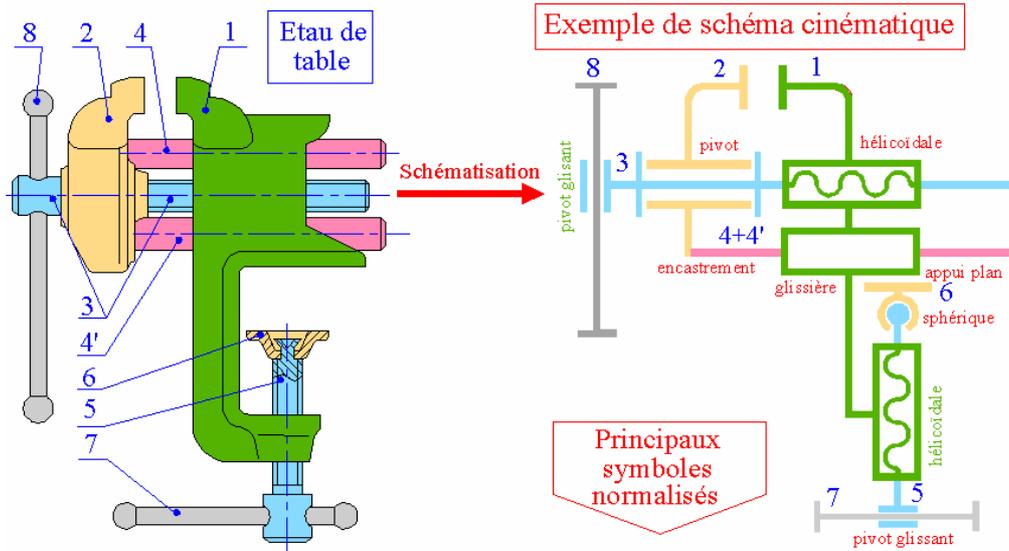
Esquisse : dessin préliminaire des grandes lignes d'un objet.

Schémas : dessins représentant des systèmes sous forme simplifiée ou symbolique dans le but d'en décrire la structure, les fonctions et les relations existantes.

Exemple 1, schémas pneumatiques : Circuit pneumatique d'une machine automatique

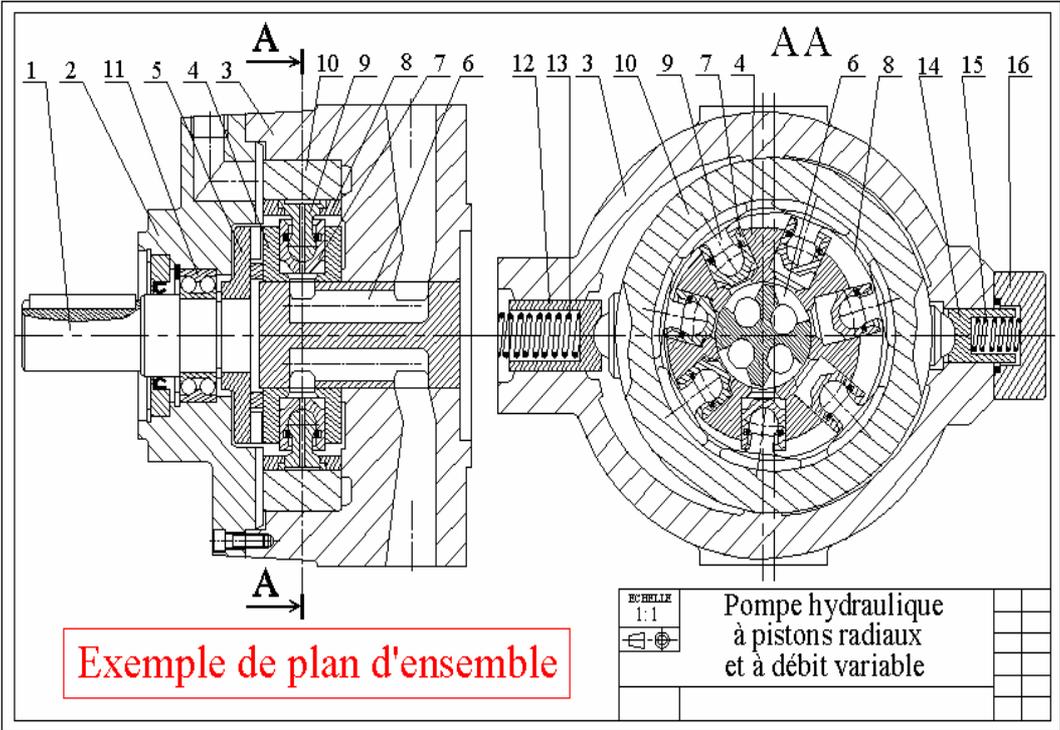


Exemple 2, schémas cinématiques : Schéma cinématique décrivant les liaisons d'un étai de table.

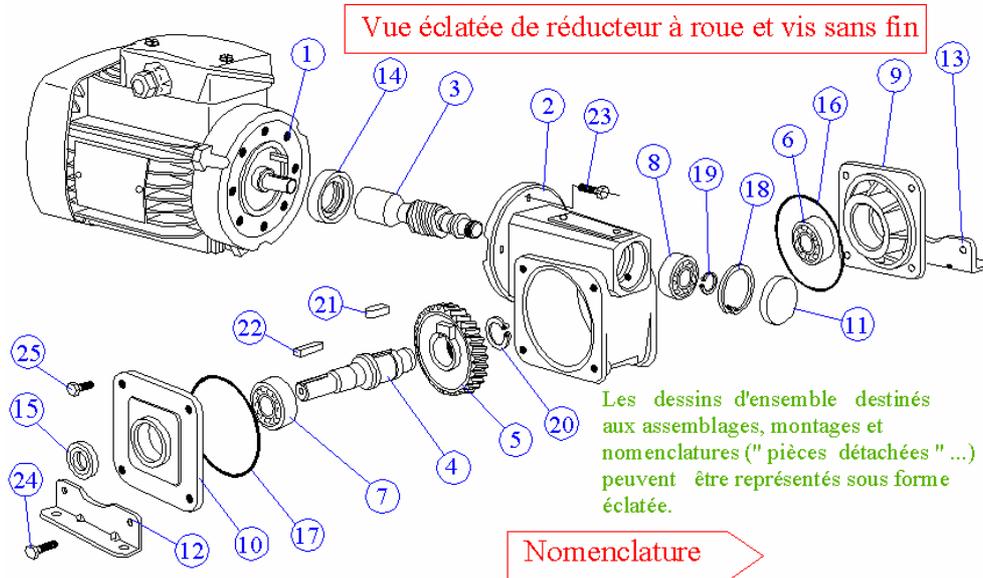


Dessin d'ensemble : dessin donnant la représentation, plus ou moins détaillée, d'une installation, d'un bâtiment, d'un dispositif, d'un système, d'une machine, d'une implantation, etc., ou d'une de leurs parties (sous-ensemble).

Exemple 1 : dessin d'ensemble en coupe d'une pompe hydraulique.

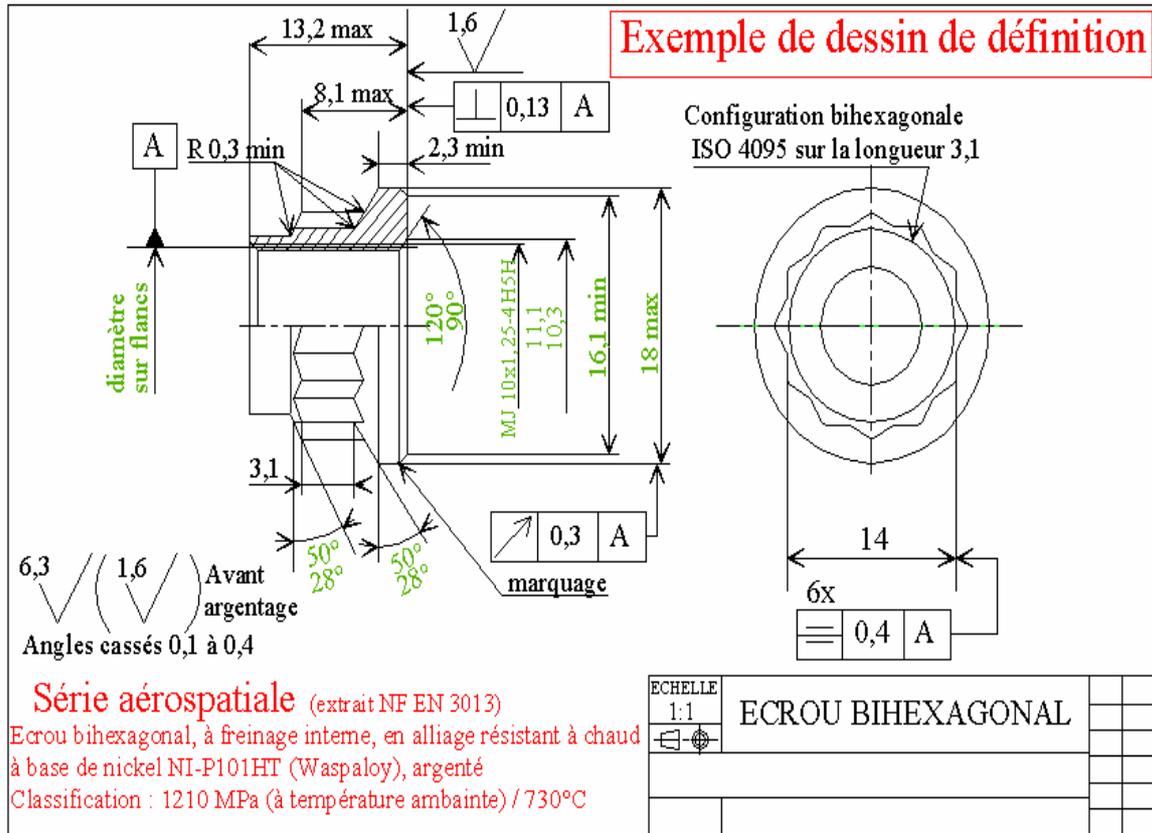


Exemple 2 : dessin d'ensemble d'un motoréducteur à roue et vis sans fin proposé sous forme écartée avec nomenclature et destinée à la description des pièces détachées en maintenance.



Dessin de définition : dessin définissant, complètement et sans ambiguïté, les exigences auxquelles doit satisfaire un produit fini. Ces dessins sont souvent utilisés pour établir des contrats entre concepteurs et réalisateurs (établissement de cahier des charges).

Exemple : dessin de définition d'un écrou avec cotation destiné à l'industrie aérospatiale.



III. FORMATS NORMALISES

Les dimensions des formats sont regroupées dans le tableau suivant :

Désignation	Longueur (grand coté)	Largeur (petit coté)	Zone de travail **	Largeur des marges *
A0	1189	841	1159 × 821	10 et 20
A1	841	594	811 × 574	10 et 20
A2	594	420	564 × 400	10 et 20
A3	420	297	390 × 277	10 et 20
A4	297	210	277 × 180	10 et 20

La figure suivante donne une idée sur les cinq formats

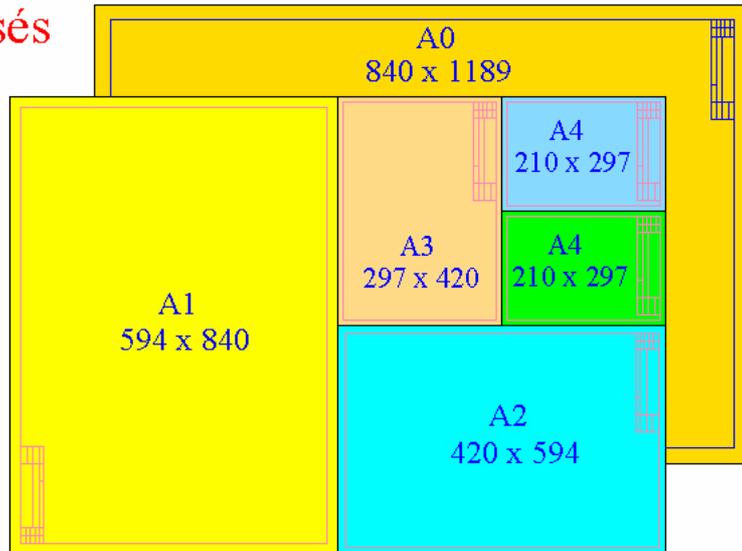
Formats normalisés

Ils sont utilisables verticalement ou horizontalement .

Le format A4 correspond à la taille d'une feuille de papier standard type courrier.

Le A3 est obtenu à partir du A4 en multipliant la plus petite dimension par 2 ($210 \times 2 = 420$).

De même la longueur du A2 (594) est obtenue en multipliant par deux la largeur du A3 (297) et ainsi de suite pour les autres formats.



IV. ECHELLES

Une échelle indique le rapport entre les dimensions (linéaires) de l'objet dessiné et celles de l'objet réel, trois cas étant possibles :

- échelle en vraie grandeur (1:1 ou "échelle 1") : l'objet est dessiné suivant ses vraies dimensions, sans réduction ni agrandissement ;
- échelles d'agrandissement (rapport supérieur à 1:1) : le dessin de l'objet est plus grand que l'objet réel. Utilisations : électronique, micromécanique, nonotechnologie, etc ;
- échelles de réduction (rapport inférieur à 1:1) : le dessin de l'objet est plus petit que l'objet réel. Utilisations : génie civil, bâtiment, ameublement, etc.

Le tableau suivant donne une idée sur les échelles recommandées selon la norme **NF EN ISO 5455**

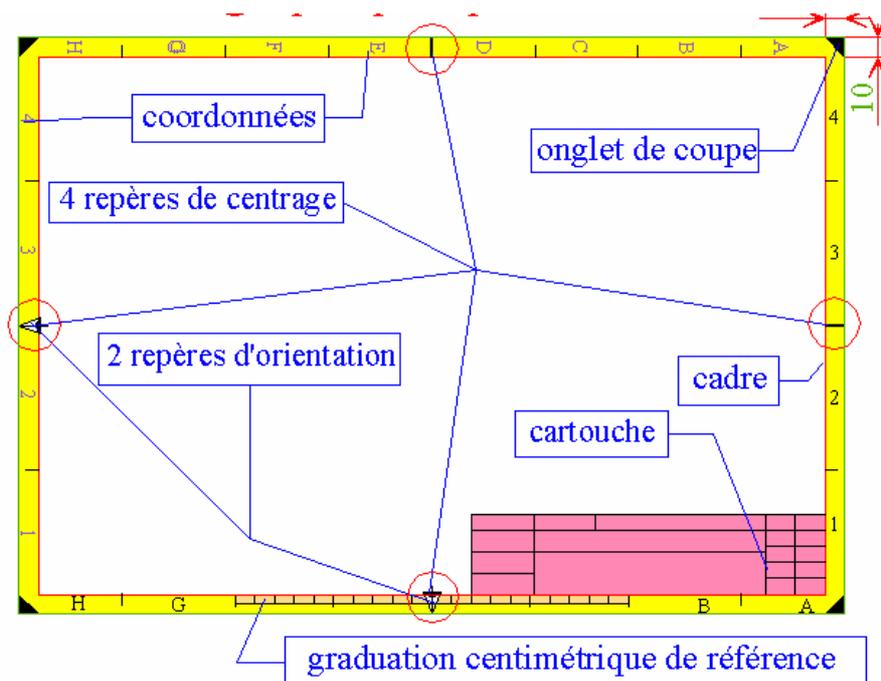
Catégorie	Echelles recommandées (NF EN ISO 5455)
Echelles d'agrandissement	50:1 - 20:1 - 10:1 - 5:1 - 2:1
Vraie grandeur	1:1
Echelles de réduction	1:2 - 1:5 - 1:10 - 1:20 - 1:50 - 1:100 - 1:200 - 1:500 - 1:1000 1:2000 - 1:5000 - 1:10000
Remarques : Aux échelles recommandées correspond des équipements adaptés (règles...). Le choix d'une échelle influence le choix du format du dessin. Pour un dessin à grande échelle d'un petit objet, il est conseillé d'ajouter une vue en vraie grandeur de cet objet.	

V. ELEMENTS GRAPHIQUES PERMANENTS

Les éléments graphiques permanents permettent de cadrer le dessin, repérer certains détails, manipuler, plier et couper les formats.

1. Le cadre

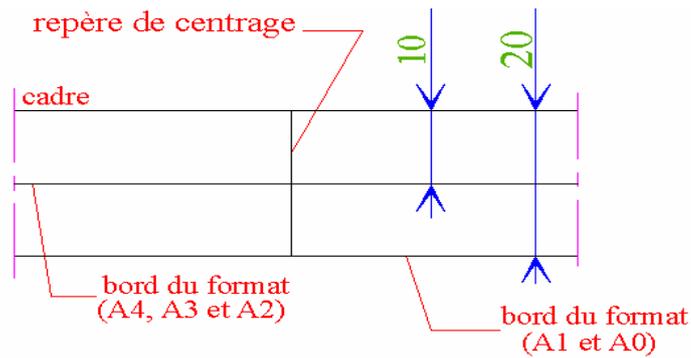
Il délimite la zone d'exécution du dessin. Dessiné en trait continu fort (0,5 mm), il fait apparaître une marge sur tout le contour : largeur 10 mm sur A4, A3 et A2 ; 20 mm sur A0 et A1. Dans le cas d'une reliure, la marge pourra être agrandie.



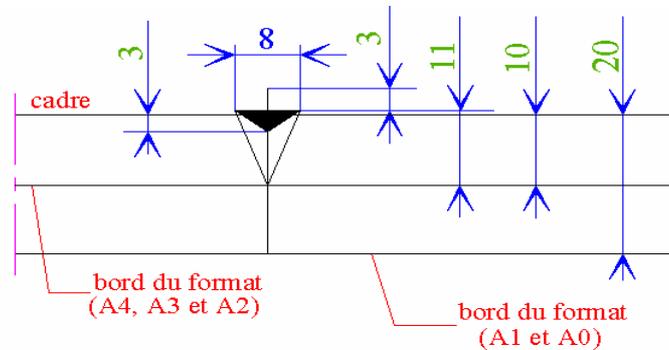
2. Les repères

Ils sont situés dans la marge entre le cadre et le bord du dessin.

- **les repères de centrage** : au nombre de quatre, ils indiquent les axes de symétrie du format et sont matérialisés par un trait continu. Ils facilitent le réglage de la position du document notamment dans le cas de reproduction, etc.



- **les repères d'orientation** : au nombre de deux sur les supports pré-imprimés, ils se superposent aux repères de centrage. Une fois le dessin terminé, il ne doit rester qu'un seul repère, celui orienté vers le dessinateur ou le lecteur, la flèche indiquant le sens de lecture privilégié du dessin.

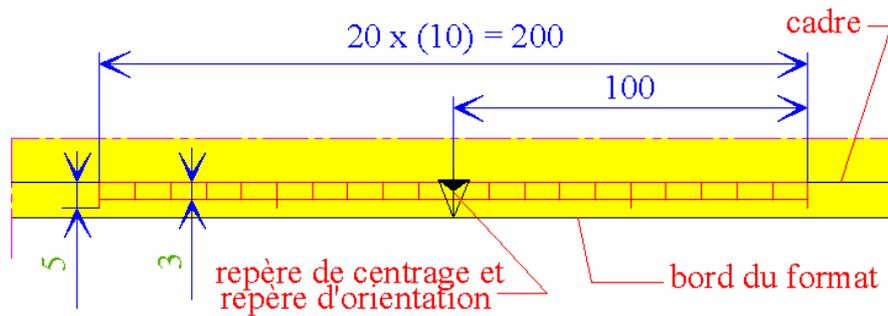


3. Le système de coordonnées

A partir de lettres (A, B, C...) et de chiffres (1, 2, 3...), il permet de repérer les différentes parties de la zone dessinée (analogie avec les cartes routières). Le nombre choisi de coordonnées, fonction de la complexité du dessin, doit être divisible par deux. Les dimensions recommandées sont : 74,25 mm pour les grands côtés et 52,5 mm pour les petits côtés. Voir également les dispositions à respecter sur les figures dans la partie formats.

4. La graduation centimétrique de référence

Non chiffrée, longueur minimale 200 mm et largeur maximale 5 mm, elle doit figurer dans la marge près du cadre. Elle doit être disposée symétriquement par rapport au repère de centrage situé sur le grand côté du format.



5. Les onglets de coupe

Placés aux quatre coins du dessin, ils facilitent la découpe des reproductions au format voulu. Les onglets sont matérialisés par des triangles rectangles isocèles dont les côtés de l'angle droit ont une longueur de 10 mm.

V. CARTOUCHE

Le cartouche est la carte d'identité du dessin. Il est destiné à recevoir l'inscription de tous les éléments nécessaires à l'identification et à l'exploitation du document. La norme NF E 01-503 prévoit deux zones d'inscription :

		Noms	Dates	Matière	Observations	Symbole
		Dessiné				
		Vérifié				
		Homologué		Normes		
		ECHELLE 1:2		CORPS DE VERIN		
04	2006-11-14					04
03	2003-6-23			03		
02	2001-3-18	Société Nouvelle d'Automatisme 14, rue Carnot - 80003 - AMIENS				02
01	1999-5-4			01		
00	1998-1-22	A3		1999-789-122	00	

Zone d'exploitation
Zone d'identification

- **la zone d'identification** : avec cadre particulier, elle définit les éléments principaux du dessin : numéro du dessin, échelle, titre (nom de la pièce ou de l'objet), format du document, nom de l'organisme ou de l'entreprise (raison sociale), le symbole de disposition des vues et les indices de mises à jour.
- **la zone d'exploitation** : dans la zone restante, elle donne des informations ou des précisions complémentaires : dates d'édition et de mises à jour (tableau) et au besoin les noms (ou signatures) des responsables, un numéro complémentaire, des

renseignements techniques nécessaires (matière, masse, normes, tolérances générales, indications de fabrication, consignes...).

- **Emplacement normalisé du cartouche** : les documents étant mis horizontalement, le cartouche doit être placé dans le coin haut droit pour les formats A4, A2 et A0 ; le coin bas droit pour les formats A1 et A3. Le cartouche doit être accolé au cadre.

VI. NOMENCLATURES

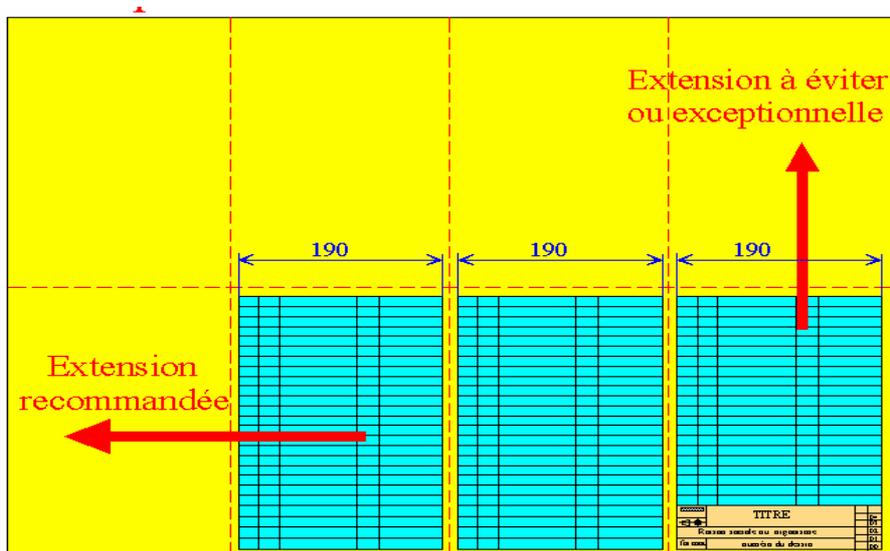
Utilisée avec un dessin d'ensemble, une nomenclature dresse la liste complète des éléments constitutifs (pièces, composants...) du dispositif représenté. Chaque élément doit être numéroté, répertorié, classé et tous les renseignements nécessaires doivent être indiqués.

La liaison entre les éléments de la nomenclature et ceux du dessin est assurée par des repères (chiffres, lignes repères...). Les nomenclatures peuvent être placées sur des feuilles indépendantes (solution à préférer) ou sur le dessin lui-même.

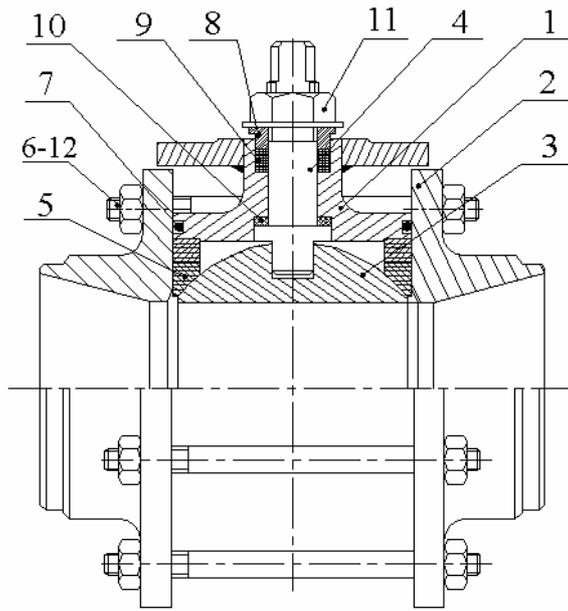
Contenu nécessaire pour chacun des éléments d'une nomenclature :

- un repère numérique pour identifier l'élément,
- la désignation de l'élément (nom, désignation normalisée...),
- le nombre de pièces,
- Divers renseignements jugés nécessaires : matière, état de livraison, masse, etc.

L'extension recommandée de nomenclature est indiquée sur la figure suivante.



La figure suivante donne un exemple de nomenclature d'une vanne à boisseau.



Exemple de nomenclature

12	12	Ecrou H, M8	inox.	
11	1	Ecrou	inox.	
10	1	Bague	PTFE	
9	3	Étoupe		composite
8	1	Presse étoupe	inox.	
7	2	Joint torique	NBR	120 x 2,6
6	6	Tirant	inox.	
5	2	Siège	PTFE	"téflon"
4	1	Axe	inox.	
3	1	Sphère	inox.	
2	2	Bride	inox.	
1	1	Corps	inox.	
Rep.	Nb	Désignation	Mat.	Obs.
BC HELLE		Vanne à boisseau		
1:2				
A3	1999-789-122			04 03 02 01 00

VIII. TYPES DE TRAITS

Le dessin industriel utilise de nombreux traits différents. Chaque trait a sa nature (continu, interrompu, mixte...), une épaisseur (fort, fin) et destiné à un usage donné.

Les tableaux suivants donnent une idée sur les différents types de traits, leurs usages et leurs longueurs recommandées.

Principaux traits utilisés en dessin industriel (NF E04-520)	
	continu fort
	continu fin
	interrompu fort
	interrompu fin
	mixte fin
	mixte fort
	mixte fin à 2 tirets
	continu fin à main levée
	continu fin droit (avec zigzags)

Principaux types de traits et utilisations (NF E 04-520)	
Type de trait	Utilisations
Continu fort	Contours vus et arêtes vives.
Continu fin (aux instruments)	Arêtes fictives ; lignes de cote ; lignes d'attache (cotation) ; lignes de repère ; hachures ; contours de section rabattues sur place ; axes courts ; constructions géométriques vues.
Interrompu fort	Contours cachés ; arêtes cachées.
Interrompu fin	Contours cachés ; arêtes cachées ; constructions géométriques cachées.
Mixte fin	Axes de révolution ; traces de plans de symétrie ; trajectoires.
Mixte fort	Indication de lignes ou de surfaces faisant l'objet de spécifications particulières (traitements de surface...).
Mixte fin à deux tirets	Contours de pièces voisines ; positions intermédiaires et extrêmes de pièces mobiles ; parties situées en avant d'un plan de coupe ; demi-rabattement...
1.Continu fin à main levée 2.Continu fin droit (avec zigzags)	Limites de vues, de coupes partielles ou de coupes interrompues (si ces limites ne sont pas des mixtes fins).

Largeurs de traits recommandées								
0,13	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Remarques : Pour un même dessin, le rapport entre la largeur d'un trait fort et celle d'un trait fin doit être supérieur ou égal à 2. L'espacement entre deux traits parallèles doit être supérieur à deux fois la largeur du trait le plus large ($\geq 0,7\text{mm}$).								

VIII.REPERAGE DES ELEMENTS - NF EN ISO 6433

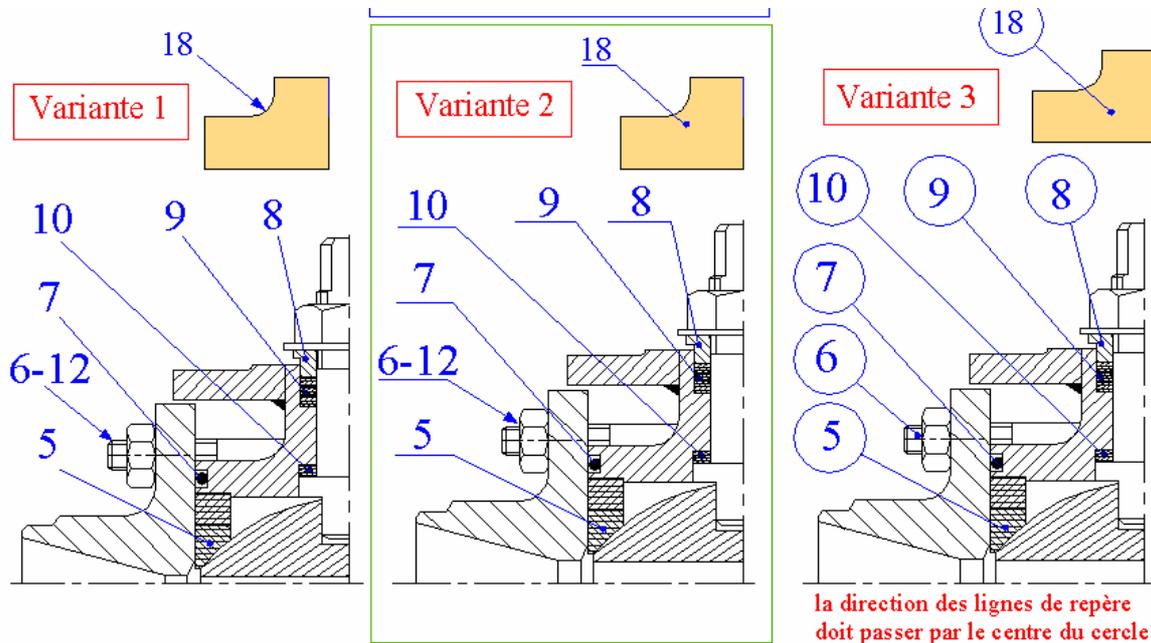
Sur les dessins techniques, les repères permettent d'identifier les éléments ou les parties composant un ensemble. Les repères sont constitués de chiffres arabes au besoin complétés par des lettres majuscules.

Recommandations :

- pour un même dessin, les repères doivent être du même type : même hauteur d'écriture, etc.,
- tracer les repères en dehors des éléments dessinés (composants, pièces...),
- éviter les intersections entre lignes de repère,
- utiliser des lignes courtes et de préférence inclinées,
- mettre les repères successifs en rangées horizontales et (ou) verticales,
- les éléments identiques ne seront repérés qu'une seule fois,

- la numérotation peut tenir compte de l'ordre d'importance des éléments (pièces principales...), de l'ordre de montage possible, etc.

La figure suivante donne des exemples de repérage utilisé en dessin industriel.



X. LES ECRITURES NORMALISEES

Dans le domaine de la documentation technique de produits la norme NF EN ISO 3098-0 prescrit l'utilisation des écritures ISO 3098-0 de type A et B. L'ancienne norme NF E 04-505 (" avant 1998 ") ne retenait que le type B de la norme ISO, à noter l'ajout de la dimension $h=1,8$ mm.

La norme s'applique pour l'écriture à main levée (par quadrillage), aux gabarits de dessin (trace-lettre), système numérique (CAO...).

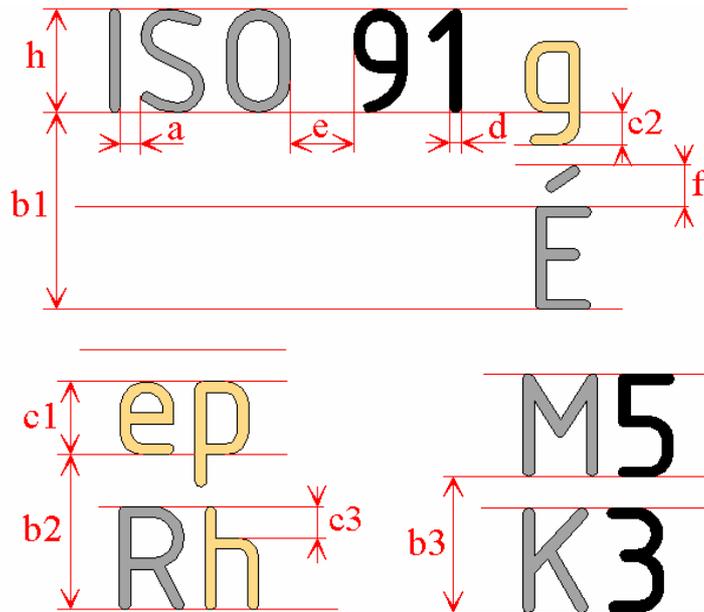
La dimension nominale de l'écriture est définie par la hauteur h (gamme : 1,8 - 2,5 - 3,5 - 5 - 7 - 10 - 14 - 20 mm). Les types A et B ont les mêmes hauteurs nominales, le type A est plus " fin " que le type B. L'écriture peut être penchée vers la droite, inclinaison de 15° par rapport à la verticale.

Exemples de désignations d'écritures :

Ecriture ISO 3098 - BVL 5 : pour écriture type B (" lettre B "), verticale (" lettre V "), alphabet latin (" lettre L "), dimension nominale 5 mm.

Écriture ISO 3098 - ASG - 3,5 : écriture type A penchée (“ lettre S ”), alphabet grec (“ lettre G ”), dimension nominale 3,5 mm.

Écriture ISO 3098 - BSC - 1,8 : écriture type B penchée, alphabet cyrillique (“ lettre C ”), dimension nominale 1,8 mm.



Le tableau suivant donne une idée sur les dimensions recommandées selon la norme **ISO type B (NFEN ISO 3098-0)**

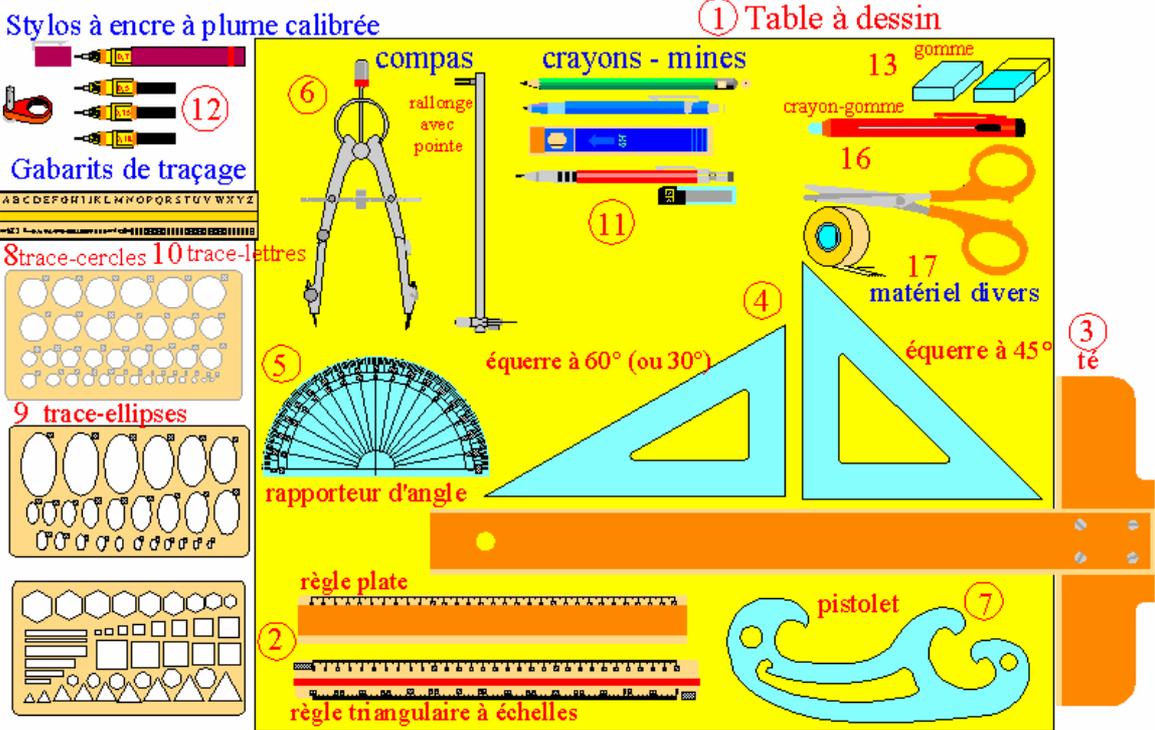
Écriture normalisée ISO type B (NFEN ISO 3098-0) - Extraits de dimensions									
Hauteur nominale	h	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Hauteur des minuscules	c ₁	1,26	1,75	2,5	3,5	5	7	10	14
Interligne 1 *	b ₁	3,42	4,75	6,65	9,5	13,3	19	26,6	38
Interligne 2 **	b ₂	2,7	3,75	5,25	7,5	10,5	15	21	30
Interligne 3 ***	b ₃	2,34	3,25	4,55	6,5	9,1	13	18,2	26
Espace entre les caractères	a	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Espace entre les mots	e	1,08	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Largeur de trait	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
* avec majuscules, minuscules et accents									
** avec majuscules et minuscules et sans accents									
*** avec majuscules seulement									

IX. LISTE DU MATERIEL USUEL

Il existe une grande variété de matériels proposés pour le dessin industriel manuel, la liste proposée couvre les besoins courants. On remarquera que pour un même matériel, même si

l'aspect fonctionnel reste le même, il existe toujours différents modèles et de grands écarts en matière de qualité. Par principe, il faut toujours privilégier le matériel de bonne qualité.

Les équipements de qualité médiocre permettent difficilement de produire des dessins de qualité professionnelle, ils engendrent des pertes d'efficacité, de temps, des rebuts, du gaspillage, des coûts plus élevés et de l'énerverment.



CHAPITRE 2 : PROJECTIONS ORTHOGONALES

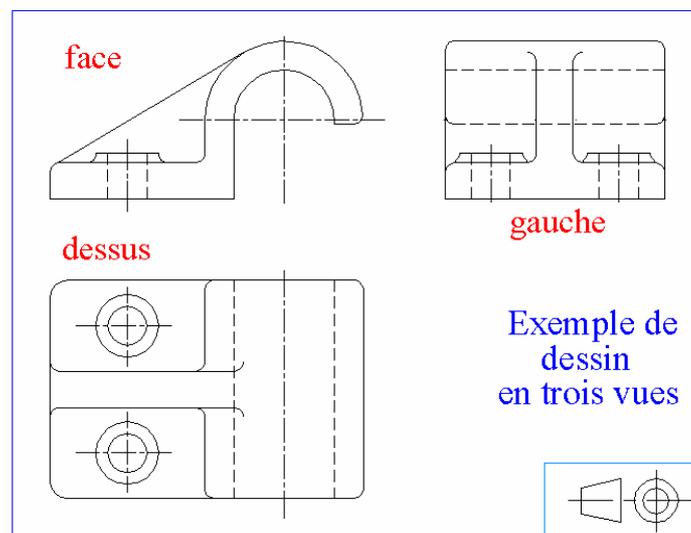
I. INTRODUCTION

Les dessins à vues multiples, basés sur les méthodes de projections orthogonales, sont le mode de communication le plus usuel du monde industriel et technologique. Ces dessins servent à définir les formes, les contours, les dimensions et les bases de réalisation des pièces ou objets. Ils peuvent être des dessins de définition ou de détail, destinés à définir une seule pièce, ou des dessins d'ensemble décrivant des systèmes, structures, sous-ensembles ou assemblages d'objets.

II. PROJECTIONS ORTHOGONALES : METHODE DU PREMIER DIEDRE

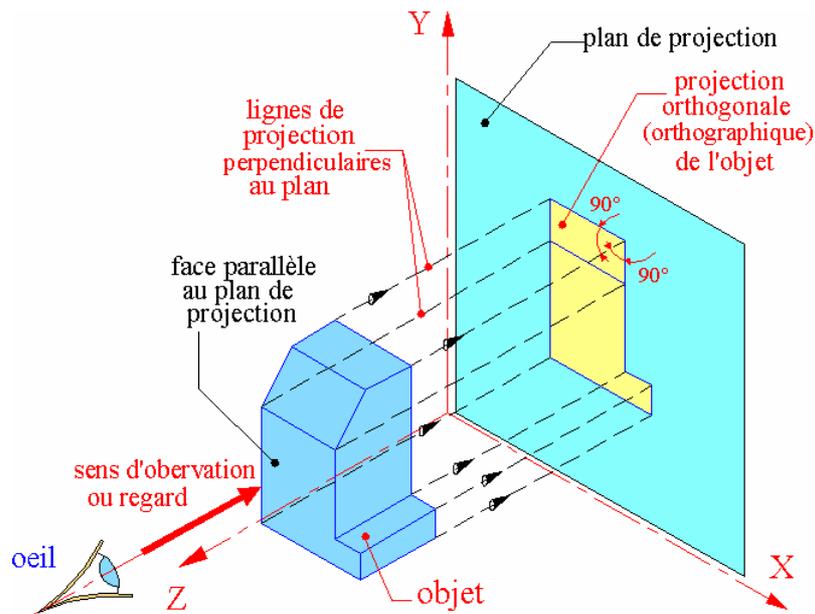
La représentation orthographique, obtenue par le système des projections orthogonales, est un moyen pour décrire et définir complètement les dimensions et les formes des pièces ou objets à partir de plusieurs vues planes (vues à deux dimensions ou "2D") qui sont toutes des projections de l'objet dans des directions à 90° les unes des autres.

Le dessin suivant présente, sans cotation, trois vues d'une pièce particulière.



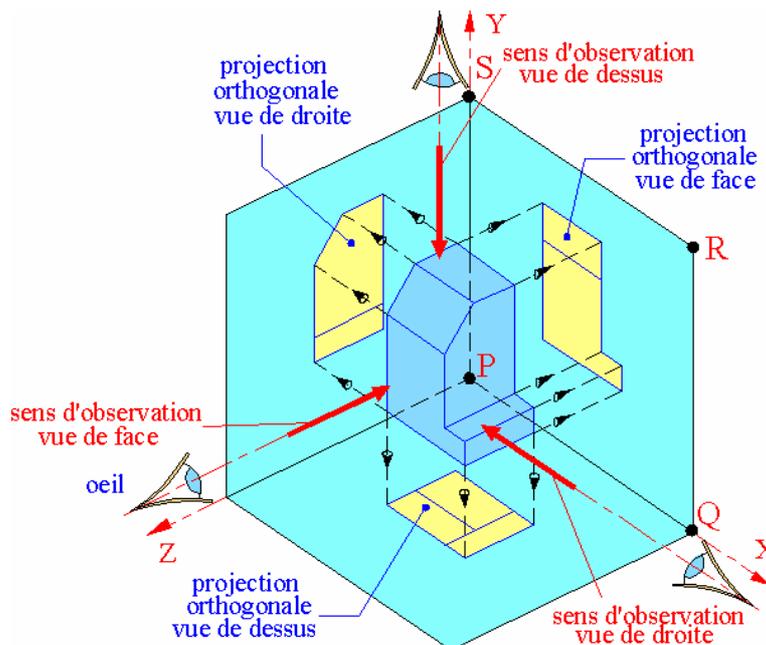
1. Principe des projections orthogonales :

Dans la méthode du premier dièdre, et pour toutes les vues envisagées, l'objet à représenter est placé entre l'observateur et le plan de projection. Les contours et formes de l'objet observé sont projetés orthogonalement dans le plan de projection (voir figure suivante).



2. Projections orthogonales : cas de 3 vues

L'objet à définir est représenté à partir de trois plans de projection orthogonaux entre eux.



L'observateur se place perpendiculairement à l'une des faces de l'objet, appelée vue de face. A partir de cette vue, sorte de vue principale, il est possible de définir deux autres vues ou projections orthogonales dans des directions à 90° les unes des autres, l'observateur pouvant se déplacer et observer l'objet perpendiculairement à chacune des faces.

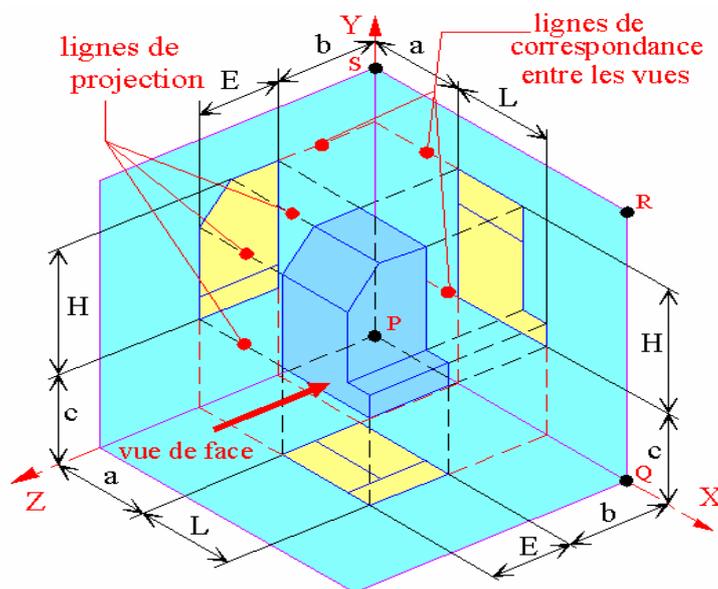
Après tracé, les vues contenues dans les plans de projection sont dépliées par rotation autour des arêtes (PS et QP) de la vue de face (PQRS) et ramenées dans le plan de celle-ci.

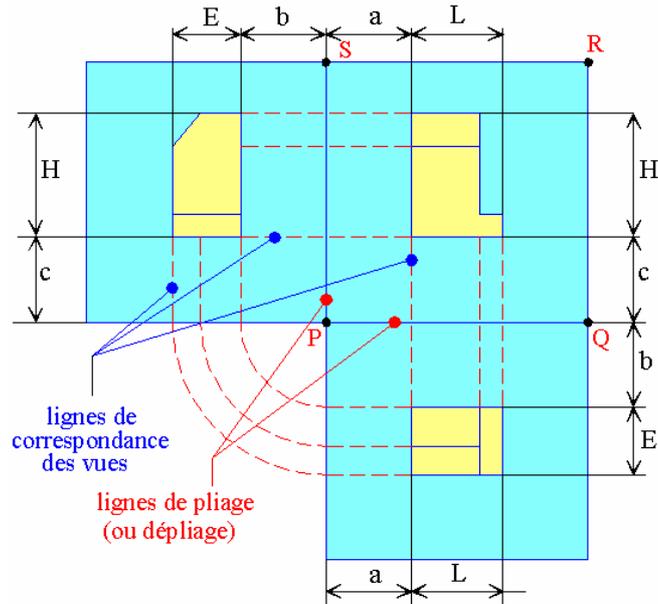
Après dépliage, les vues occupent les places suivantes :

- la vue de dessus est située au-dessous de la vue de face,
- la vue de droite est à gauche de la vue de face (une vue de gauche aurait été à droite de la vue de face).

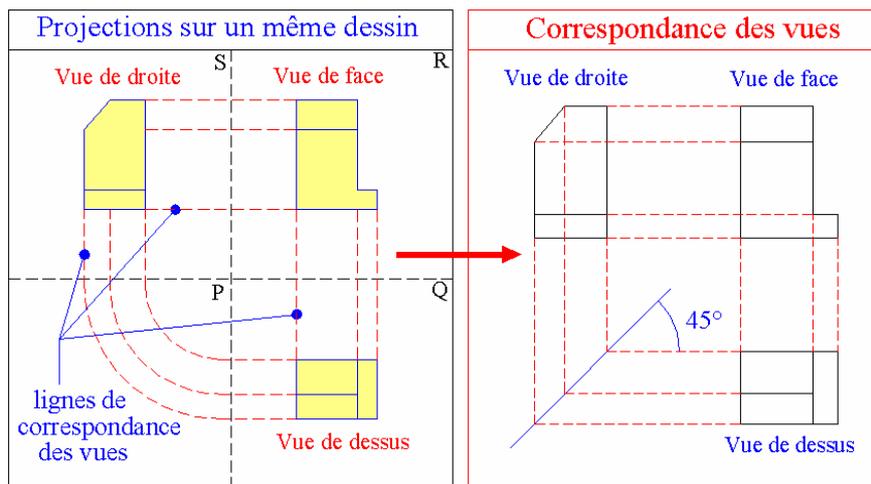
3. Correspondance des vues

Lorsque les vues sont tracées, chacune a quelque chose en commun avec les autres. Si la vue de face montre la largeur (L) et la hauteur (H) de l'objet, la vue de dessus montre la largeur (L) et l'épaisseur (E) et la vue de côté (vue de gauche ou de droite) la hauteur et l'épaisseur. (voir figures suivantes)





Les projections établies sont ensuite regroupées pour former un même dessin de l'objet en trois vues (vues de face, dessus et droite) toutes en correspondance (voir figures suivantes)

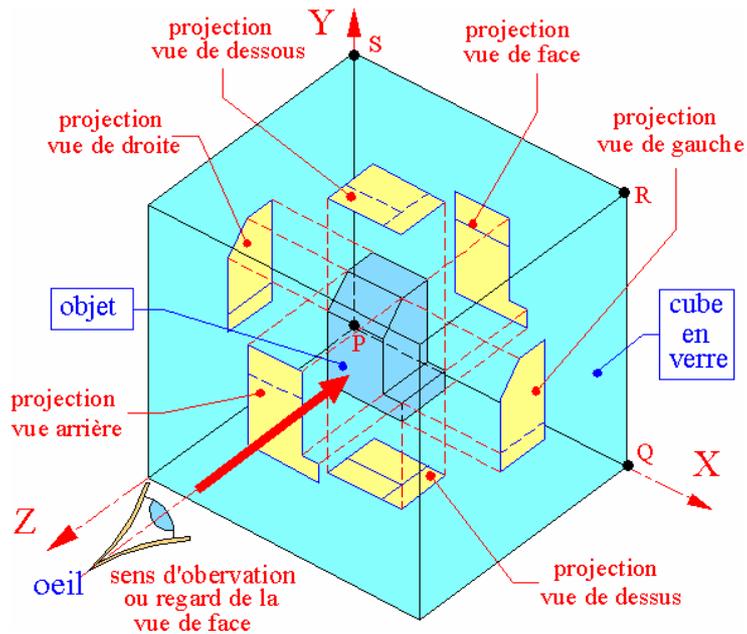


III. DISPOSITION NORMALISEE DES VUES :

La normalisation internationale utilise les principes déjà vues précédemment en les appliquant aux six projections orthogonales possibles d'un même objet.

L'objet est placé au centre d'une boîte de forme parallélépipédique dont les faces, en verre, matérialisent les différents plans de projections possibles. L'observateur, situé en dehors de la boîte, peut se déplacer et observer l'objet perpendiculairement à chacune des faces et définir six vues ou six projections possibles toutes en correspondance entre elles.

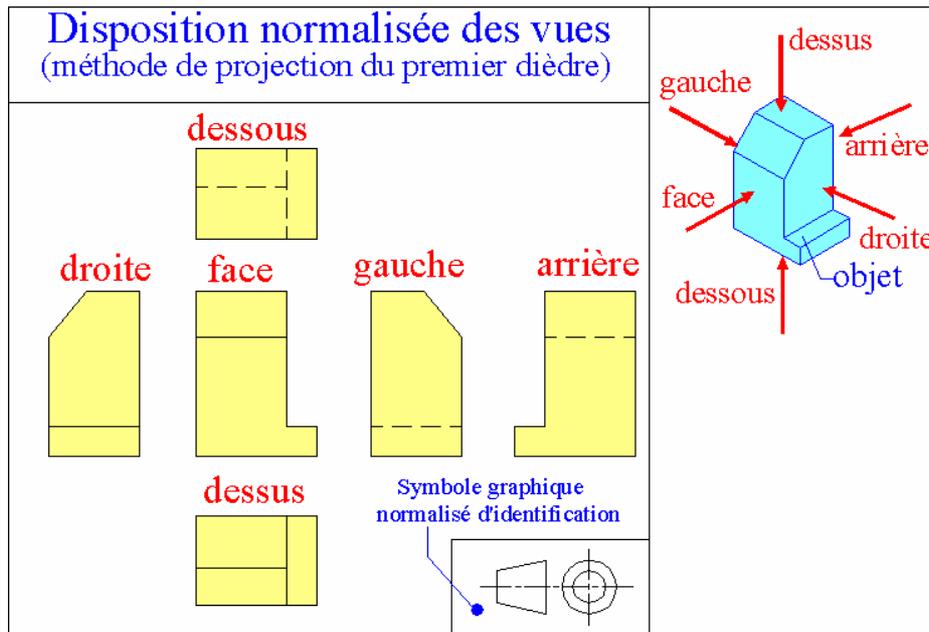
1. Disposition normalisée des vues



Les positions des différentes vues par rapport à la vue de face (après dépliage et rotation par rapport aux arêtes du plan PQRS de la vue de face) et dans le cas de la méthode du 1^{er} dièdre, sont les suivantes :

- la vue de dessus est placée au-dessous de la vue de face,
- la vue de dessous est située au-dessus de la vue de face,
- la vue de droite est à gauche de la vue de face,
- la vue de gauche est à droite de la vue de face,
- la vue arrière est placée indifféremment à droite de la vue de gauche (cas fréquent) ou à gauche de la vue de droite.

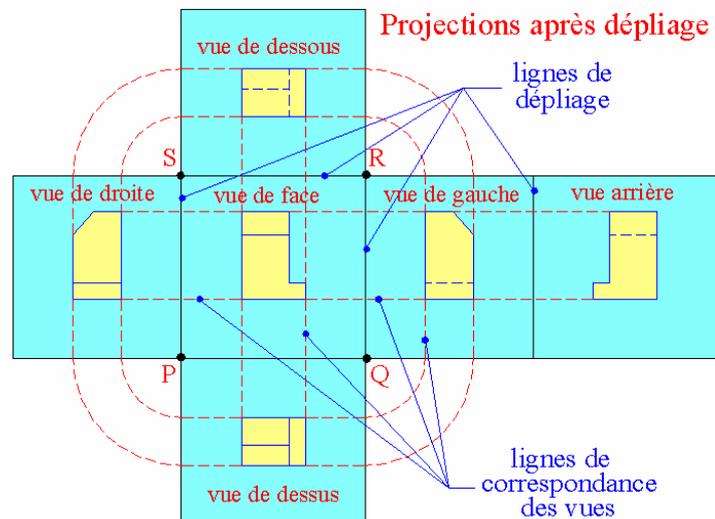
La figure suivante présente un exemple de pièce représentée avec 6 vues en respectant la disposition normalisée.

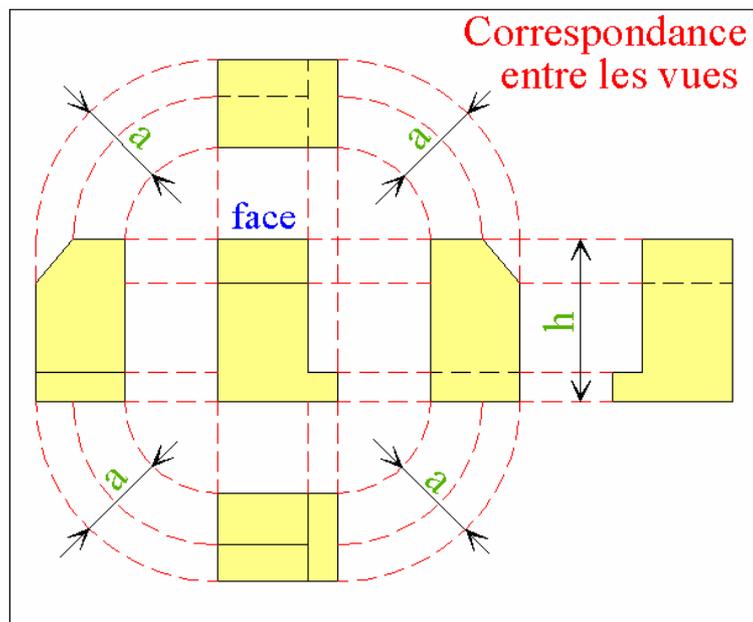
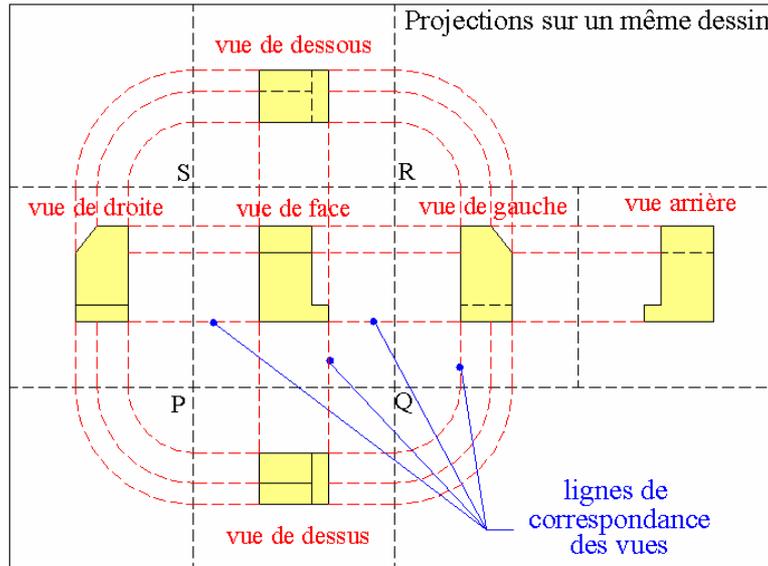


Remarque : plusieurs vues de face sont possibles, en règle générale c'est la vue la plus caractéristique qui est retenue, choisie parmi les six projections orthogonales possibles.

2. Correspondance des six vues

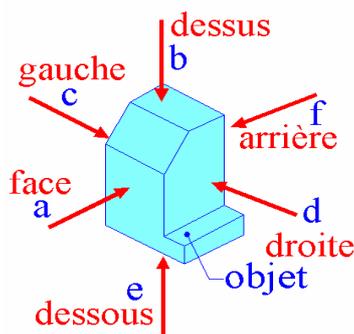
La figure suivante donne une idée sur la propriété de correspondance des 6 vues.





3. Désignation des directions d'observation et des projections- NF ISO 5456-2

La direction d'observation représente la direction suivant laquelle on observe l'objet à représenter. Cette direction est toujours perpendiculaire au plan de projection correspondant. Son origine étant située à l'infini, toutes les lignes de projection entre l'objet et le plan de projection sont parallèles entre elles. (voir exemple et tableau suivants)



Désignations normalisées - NF ISO 5456-2		
Direction d'observation (lettre normalisée)	Vue correspondante	Désignation de la vue (lettre normalisée)
a	Vue de face	A
b	Vue de dessus	B
c	Vue de gauche	C
d	Vue de droite	D
e	Vue de dessous	E
f	Vue d'arrière	F

V. CHOIX ET ORIENTATION DES VUES

C'est la première étape de tout dessin d'ensemble ou de définition à faire pour définir un objet.

1. Principes généraux

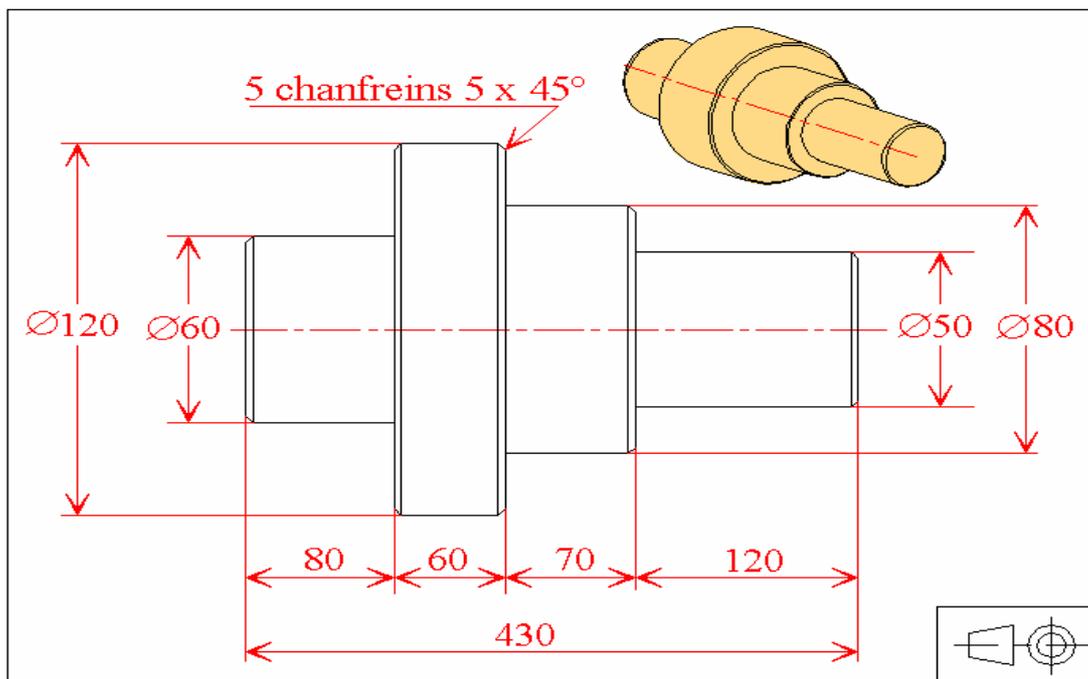
- Les vues retenues doivent toutes être correctement alignées et avoir une correspondance entre elles.
- La vue la plus caractéristique de l'objet à représenter est normalement choisie comme vue principale ou comme vue de face.
- La position des autres vues dépend de la méthode de projection retenue : méthode du 1^{er} dièdre (cas usuel en France et en Europe), méthode du 3^{ème} dièdre (fréquent aux USA, Canada...) ou méthode des flèches repérées.
- En pratique, les six vues sont rarement utilisées et le nombre des vues retenues (vues normales, coupes ou sections) doit être limité à ce qui est nécessaire mais suffisant pour définir l'objet sans ambiguïté et éviter les répétitions inutiles de détails.
- La vue arrière est rarement utilisée.
- En règle générale, choisir en priorité les vues donnant le maximum de clarté et présentant le moins de traits interrompus courts ou pointillés.

En dessin technique on rencontre essentiellement quatre familles de dessins multi-vues fonction de la complexité des objets à représenter : les dessins à une vue, ceux à deux vues, les dessins à trois vues et les cas où plus de trois vues sont nécessaires.

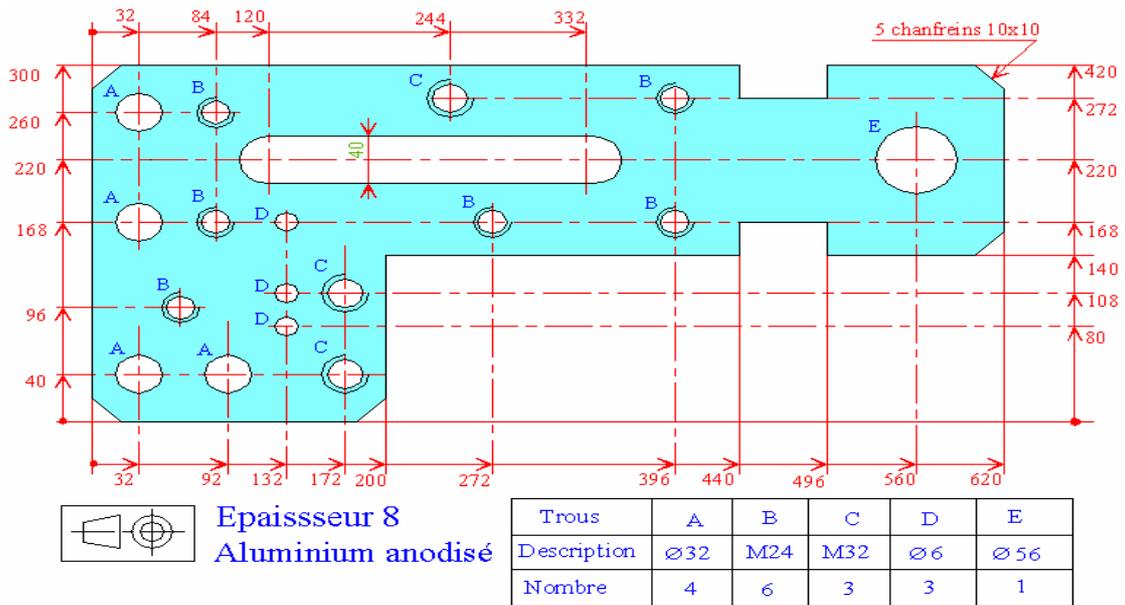
2. Les dessins à une vue

Une seule vue suffit en général pour représenter les pièces ou objets d'épaisseur constante (pièces découpées dans de la tôle...) ou certaines pièces de révolution comme les axes, arbres simples, coussinets, rondelles, visserie, etc. L'indication de l'épaisseur ou des diamètres est dans ce cas nécessaire à la définition.

Exemple 1 : axe



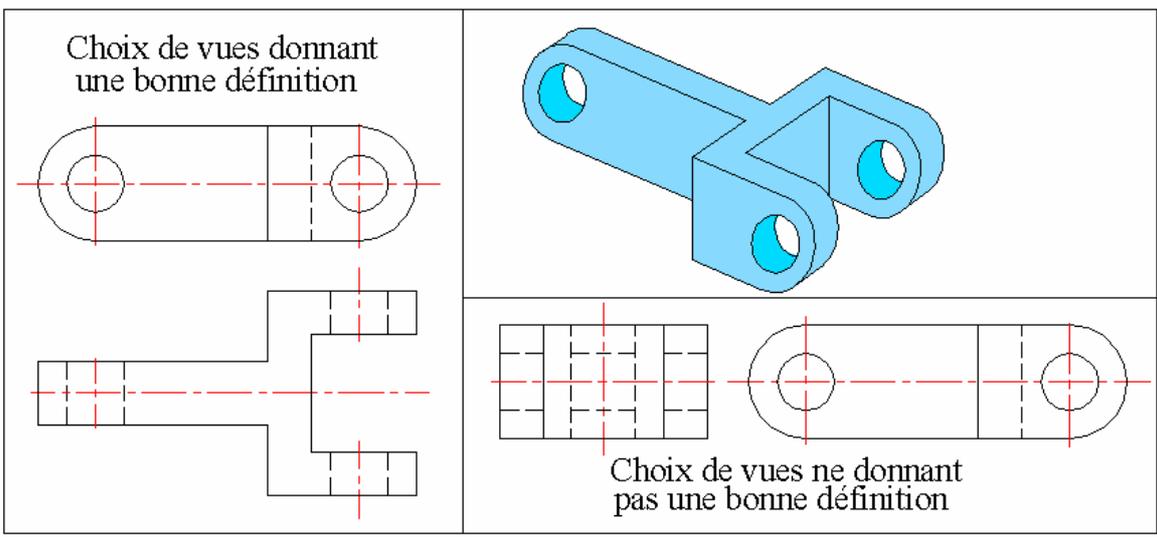
Exemple 2 : platine support



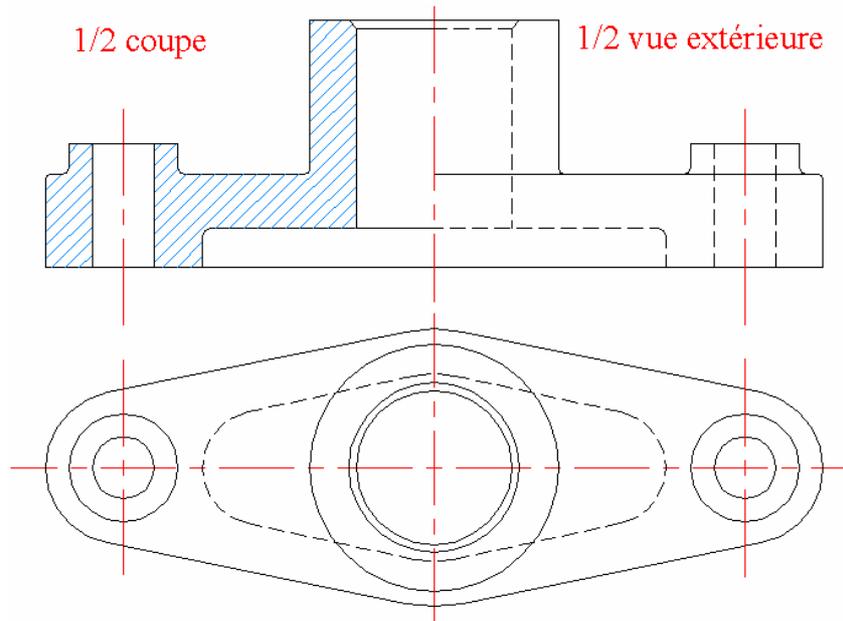
3. Les dessins à deux vues

Deux vues suffisent souvent pour représenter un grand nombre d'objets, exemple : pièces présentant un plan ou deux plans de symétrie. Les vues doivent être choisies de façon à montrer le maximum de détails et peuvent être alignées dans n'importe quelle position (horizontale ou verticale). Chacune des deux vues peut être considérée comme la vue de face de l'autre.

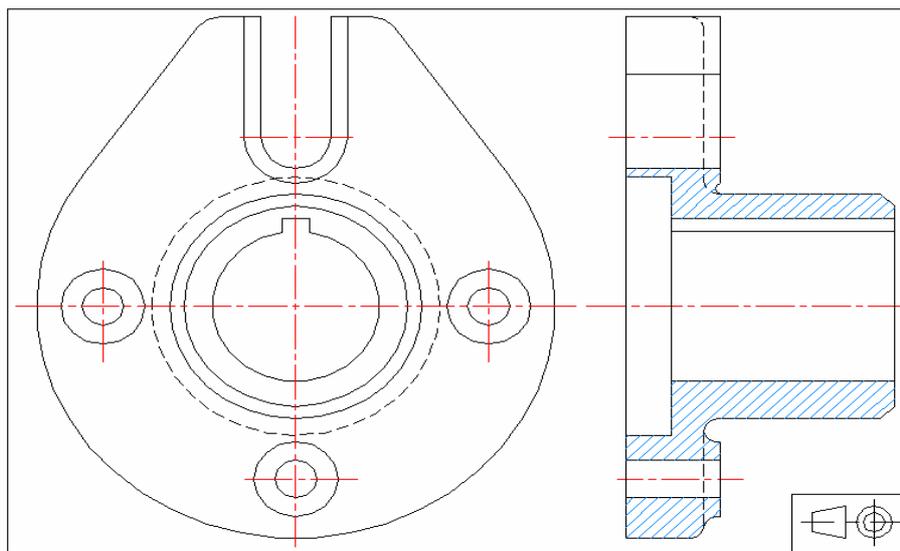
Exemple 1 : chape présentant un plan de symétrie longitudinal.



Exemple 2 : semelle présentant deux plans de symétrie.



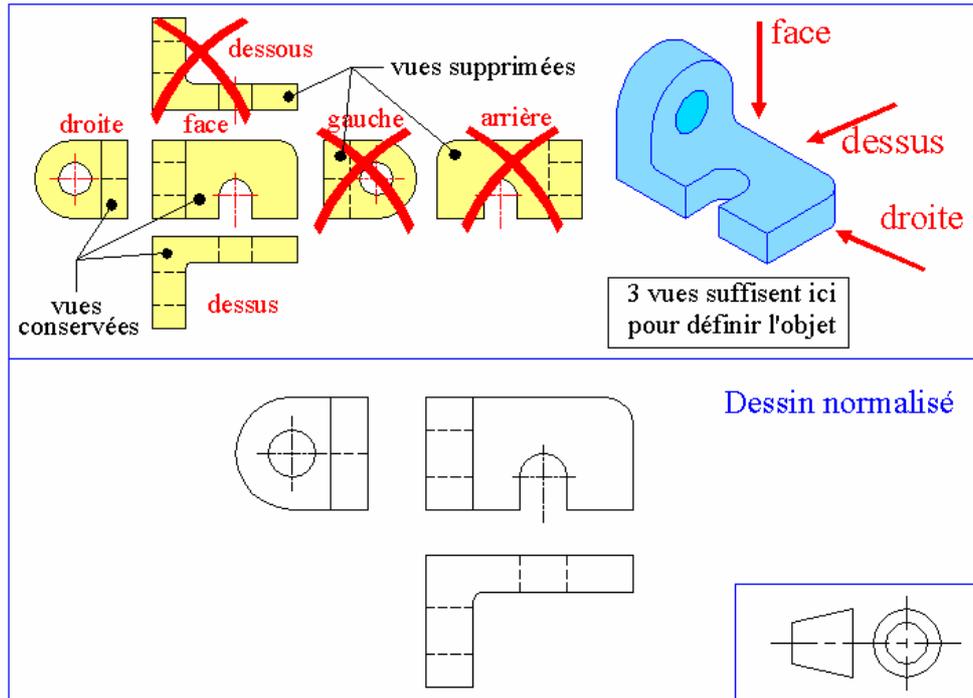
Exemple 3 : support présentant un plan de symétrie, la vue en coupe adoptée permet de mieux définir l'intérieur de l'objet.



4. Les dessins à trois vues

Même si deux vues peuvent être strictement suffisantes à la définition d'un objet, beaucoup de dessins, notamment les dessins d'ensemble, sont représentés en trois vues. Chaque vue est sélectionnée de façon à montrer une forme ou un détail qui ne peut pas être décrit, ou n'est pas clairement défini, par les autres vues. En dehors de la vue de face, les vues les plus couramment utilisées sont la vue de dessus (ou de dessous) et la vue de gauche (ou de droite).

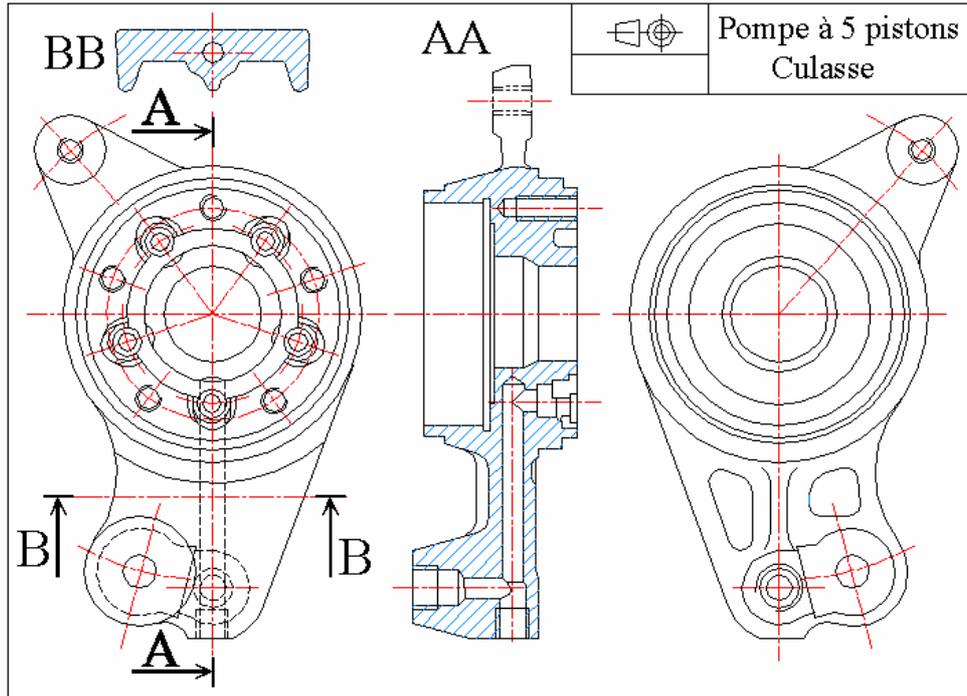
La figure suivante donne un exemple de pièce représentée en trois vues.



5. Les dessins ayant plus de trois vues

Lorsque la complexité l'exige, il faut parfois plus de trois vues pour définir ou décrire clairement les formes et les dimensions d'un objet. En plus des vues usuelles, les vues utilisées peuvent être des sections, des vues auxiliaires, etc.

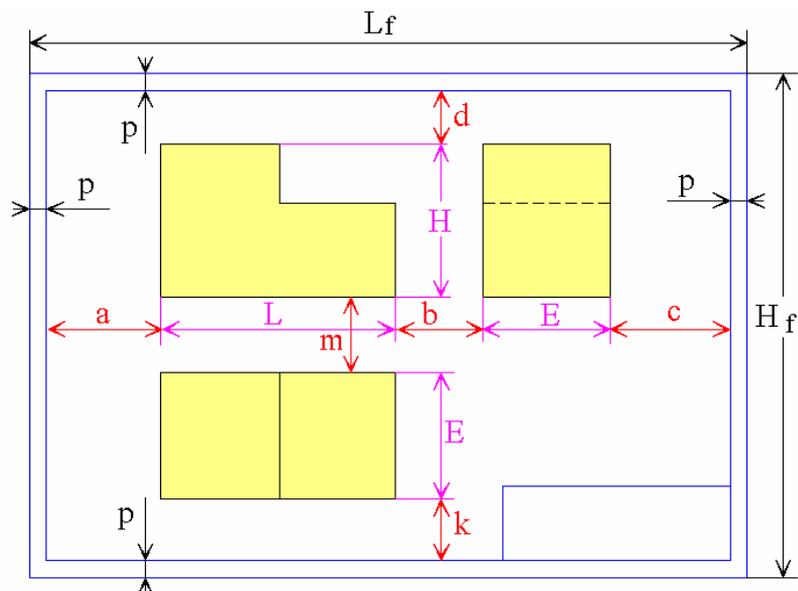
La figure suivante présente le dessin d'un culasse de pompe hydraulique en quatre vues.



VI. MISE EN PAGE DES DESSINS

Après avoir choisi le nombre de vues, l'étape suivante consiste à établir le format à utiliser, à sélectionner une échelle et à déterminer la place occupée par les vues, le cartouche, les éléments graphiques permanents, etc. Autrement dit, il faut faire la mise en page du dessin sachant qu'il doit y avoir assez de place pour les vues, la cotation et les renseignements utiles.

On présente ci dessous un exemple de mise en page dans le cas d'un dessin à trois vues



Pour déterminer la largeur du format (L_f), une méthode approximative consiste à ajouter la largeur avec l'épaisseur de l'objet (donne la largeur totale occupée par les vues) puis à ajouter des espaces supplémentaires, de préférence réguliers, pour séparer les vues (prévoir de la place pour la cotation) sans oublier les marges ou cadre en bordure du dessin. Même principe pour la hauteur du format (H_f) en ajoutant la hauteur et l'épaisseur de l'objet, les espaces entre vues et les marges.

Pour le dessin proposé les dimensions sont liées par les relations :

$$L_f = L + E + a + b + c + 2p$$

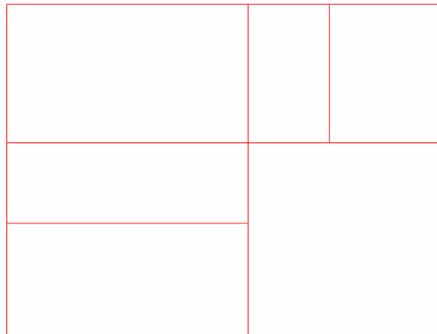
$$H_f = H + E + d + m + k + 2p$$

Les espacements a , b , c , d , m , k entre vues doivent prendre en compte une mise en page correcte et une place suffisante pour la cotation. Afin de respecter une certaine harmonie, il est possible de choisir $m = b$, $a = c$ et $d = k$; ou encore $a = b = c$ avec $d = m = k$; etc.

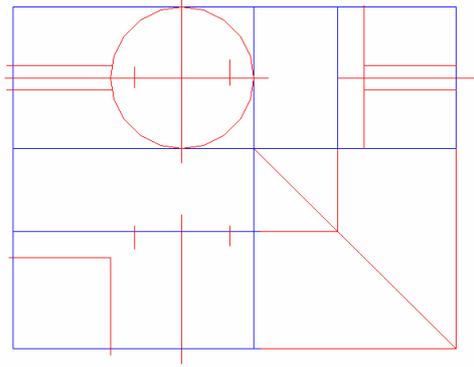
VII. CONSTRUCTIONS DES VUES, ORDRE DES TRACES

Qu'il s'agisse d'un dessin à deux vues ou plus, la procédure de tracé est sensiblement la même :

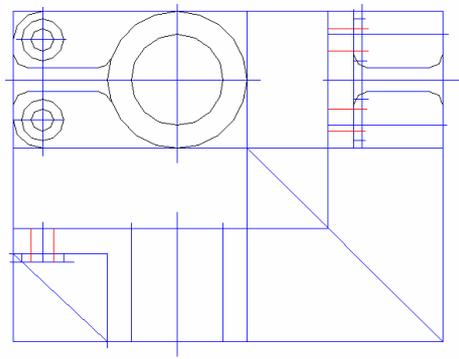
- 1) Compte tenu des dimensions d'encombrement de la pièce ou de l'objet (largeur, hauteur et épaisseur), choisir une échelle, déterminer les dimensions du format et faire la mise en page du dessin (espaces entre vues, etc. Voir paragraphe précédent).
- 2) Tracer (esquisse) l'encombrement, les limites et la position des vues.



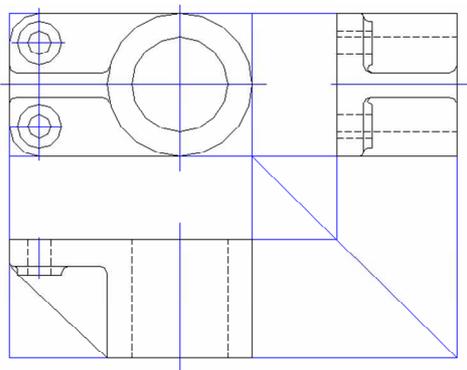
- 3) Tracer (esquisse) la position des formes principales ou éléments principaux du dessin de l'objet à représenter (formes importantes, axes principaux de symétrie...).
- 4) Tracer (esquisse) les contours et détails des formes principales précédentes. Utiliser la correspondance des vues pour dessiner les éléments d'une vue à l'autre.



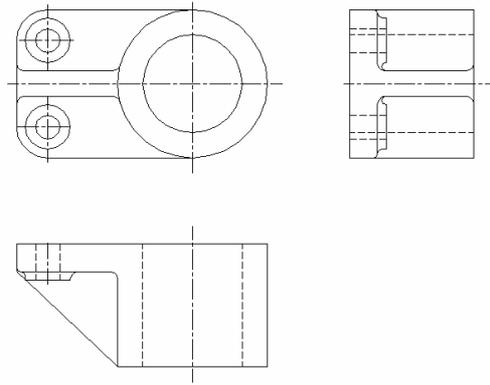
- 5) Tracer (esquisse) les formes arrondies (compas ou trace-cercles), les axes de symétrie des formes secondaires (trous, bossages, lamages...) et les derniers éléments du dessin.
- 6) Repasser ou faire les tracés définitifs (encre...) des arcs et des cercles.



- 7) Repasser ou faire les tracés définitifs du reste du dessin.



- 8) Finir les détails (axes...), supprimer ou gommer les lignes de construction.



9) Faire la cotation (non abordée ici, elle est l'objet d'un autre chapitre), remplir le cartouche (échelle, symbole de disposition des vues, titre...).

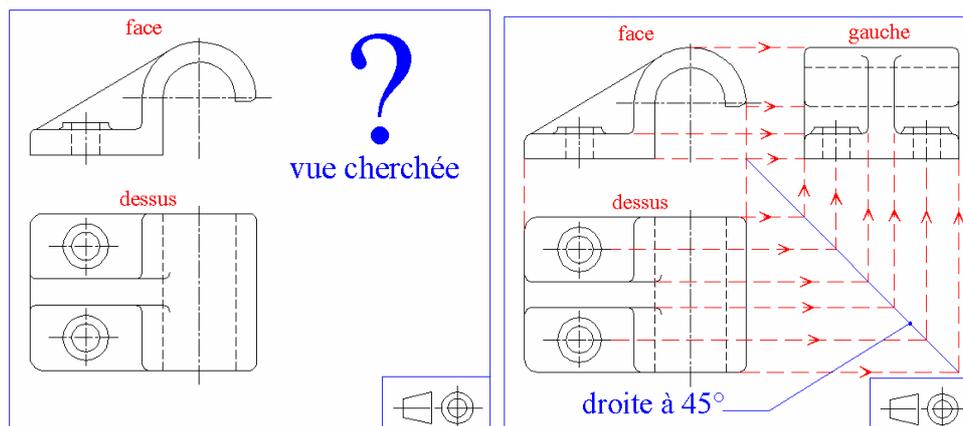
VIII. CONSTRUCTION D'UNE VUE SUPPLEMENTAIRE

Il existe plusieurs méthodes pour construire une vue supplémentaire à partir d'autres connues, la méthode de la droite à 45° est l'une de ces méthodes.

1. Méthode de la droite à 45°

La méthode de la droite à 45° évite les erreurs de transfert de dimensions (erreur de lecture à la règle...) et de positionnement des formes dans la vue à construire. Elle est facile à mettre en œuvre, et fonctionne avec des lignes de construction horizontales et verticales éliminées en fin de tracé.

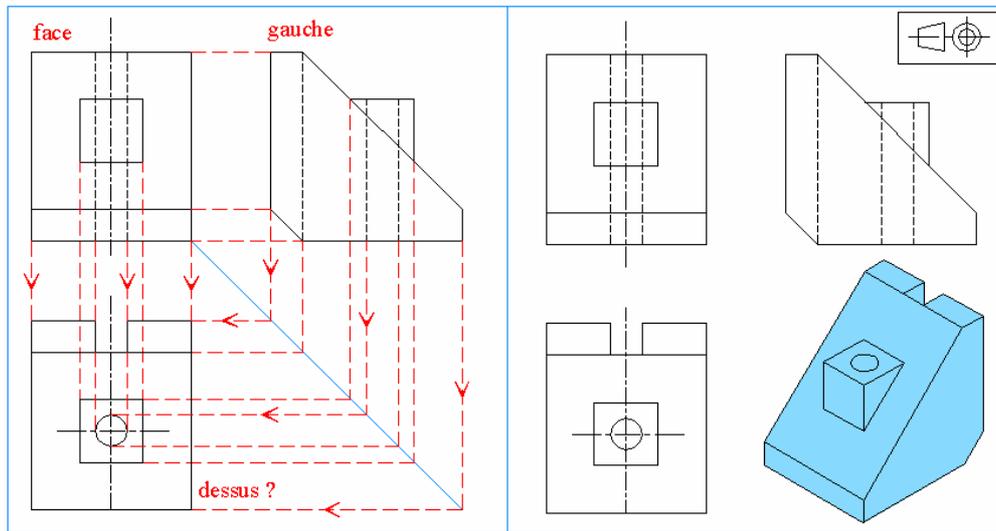
Exemple 1 : soit à déterminer la vue de gauche de l'objet proposé connaissant les vues de face et de dessus.



Après tracé des formes d'encombrement des vues de face et de dessus (ou de gauche), la droite est tracée à partir du coin bas droit de la vue de face dans une direction à 45°.

Les différentes formes de la vue de gauche sont obtenues pas à pas en prolongeant horizontalement les dimensions de la vue de face (donnent les hauteurs des formes) avec celles de la vue de dessus (donnent les épaisseurs) qui sont prolongées horizontalement jusqu'à la droite à 45° puis relevées verticalement à partir des points d'intersection.

Exemple 2 : soit à déterminer la vue de dessus connaissant les vues de face et de gauche.



IX. DESCRIPTION ET VISUALISATION DES FORMES, SURFACES ET CONTOURS

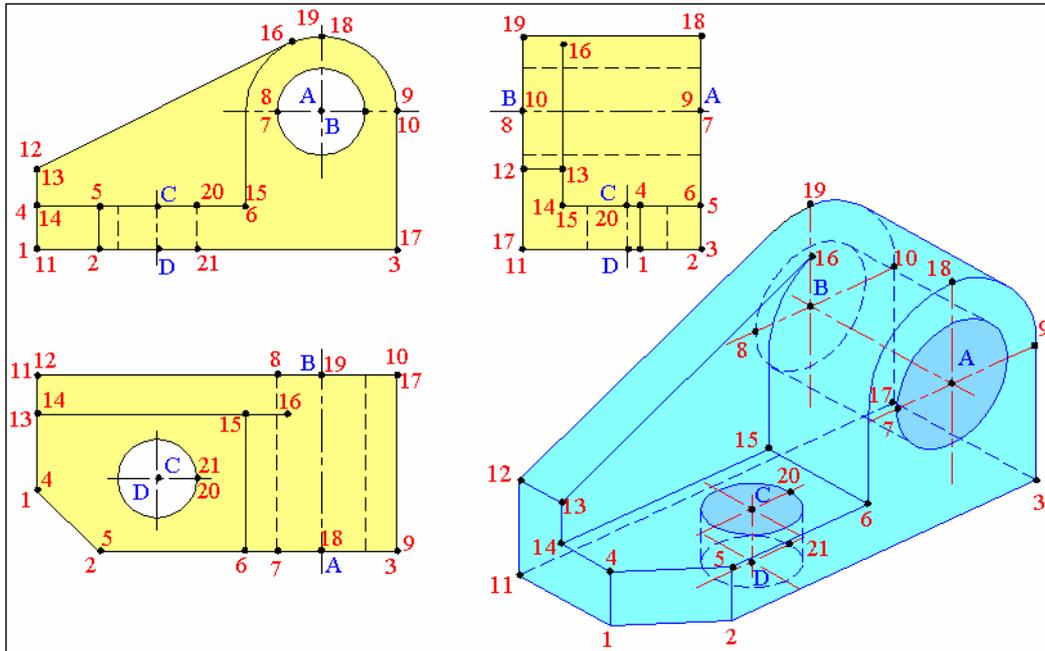
1. Introduction

Visualiser ou imaginer un objet dans l'espace (en 3D) à partir de plusieurs vues planes à deux dimensions ou 2D ("passage mental du plan à l'espace") est l'une des difficultés de l'apprentissage du dessin industriel.

Cette qualité, outil fondamental incomparable d'aide à la création, n'est pas innée et a besoin d'être développée à partir d'exercices suffisamment nombreux et répétitifs. Dans le domaine industriel, il est indispensable de connaître et comprendre toutes les représentations classiques tout en étant capable de passer de l'une à l'autre sans difficulté par la pensée.

La compréhension, l'interprétation ou le repérage des formes et contours peuvent être facilités par l'utilisation de chiffres ou de lettres.

Exemple : pour la pièce proposée en trois vues et en perspective, les différentes formes sont repérées par des chiffres (la nervure par 12, 13, 14, 15, 16...) et les axes par des lettres majuscules (A et B pour l'axe du trou horizontal...).



2. Compréhension des surfaces et contours des objets

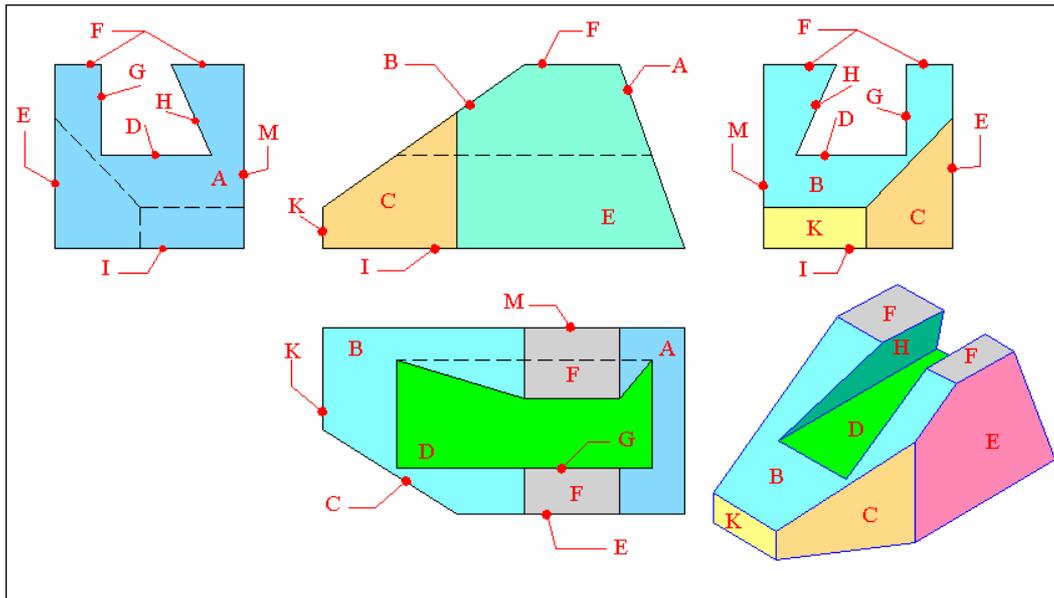
La visualisation et la compréhension commencent par l'identification, la comparaison et la localisation des différentes surfaces de l'objet qui apparaissent sur les vues en correspondance. Ces surfaces sont en général situées dans des plans différents et les arêtes ou contours dessinés en sont les frontières.

Propriétés de projection :

- *une surface, quelle que soit sa forme (polygone...), se projette suivant une surface de même forme ou suivant une arête (ligne) dans les vues projetées en correspondance.*
- *lorsque les arêtes d'un objet sont parallèles, elles restent parallèles entre elles dans les différentes projections ou vues de l'objet.*

Exemple :

Soit l'objet suivant proposé en quatre vues et en perspective.



Cette pièce présente 11 surfaces décrites ci dessous :

- Surface A** : face inclinée de l'objet, apparaît suivant une arête en vue de face et sous forme de surfaces apparentes dans les vues de dessus et de droite (ou elle y occupe toute la vue), n'apparaît pas sur la perspective choisie et n'est en vraie grandeur dans aucune vue projetée.
- Surface B** : face inclinée de l'objet opposée à A, apparaît suivant une arête en vue de face et sous forme de surfaces apparentes dans les vues de dessus et de gauche. Elle n'est en vraie grandeur dans aucune vue projetée.
- Surface C** : sorte de chanfrein, apparaît suivant une surface en vue de face et dans la vue de gauche et suivant une arête dans la vue de dessus. Surface cachée en vue de droite, elle n'est en vraie grandeur dans aucune vue projetée.
- Surface D** : fond de la rainure, elle apparaît en vraie grandeur et partiellement cachée dans la vue de dessus. Elle apparaît sous forme d'une arête dans les autres vues.
- Surface E** : face principale de l'objet, elle donne le plan de la vue de face et y apparaît en vraie grandeur. Elle apparaît sous forme d'une arête dans les autres vues.
- Surface M** : face arrière de l'objet, parallèle à E, apparaît sous forme d'une arête dans toutes les vues sauf la vue de face où, cachée, elle est délimitée par le contour extérieur de la vue.
- Surface F** : dessus de l'objet, apparaît en vraie grandeur vue de dessus et sous forme d'une arête dans les autres vues.

- **Surface G** : face ou côté droit de la rainure, apparaît en vraie grandeur mais cachée en vue de face, et sous forme d'une arête dans les autres vues.
- **Surface H** : face ou côté incliné de la rainure, apparaît sous forme de surface cachée en vue de face et de dessus et sous forme d'une arête dans les autres vues, elle n'est en vraie grandeur dans aucune vue projetée.
- **Surface I** : dessous de l'objet, apparaît en vraie grandeur, mais cachée, vue de dessus (elle est délimitée par le contour extérieur de la vue), et sous forme d'une arête dans les autres vues.
- **Surface K** : face de l'objet, apparaît en vraie grandeur vue de gauche, elle est une surface cachée vue de droite (en vraie grandeur) et est sous forme d'une arête dans les autres vues.

Remarques : en plus de l'identification des surfaces, il est important de voir comment celles-ci sont situées les unes par rapport aux autres. Par exemple E est parallèle à M et à G ; perpendiculaire à I, F, K et D. B et A sont inclinées par rapport à toutes les autres surfaces.

Les notions de parallélisme, de perpendicularité et d'inclinaison entre surfaces sont un des éléments essentiels de la visualisation des objets.

3. Surfaces planes et angles en vraie grandeur

a) Surfaces et contours en vraie grandeur

Toutes les surfaces parallèles aux plans de projection apparaissent automatiquement en vraie grandeur dans les vues correspondantes. Il en est de même pour toutes les figures, contours ou formes géométriques qui délimitent cette surface, lignes, arcs, cercles, etc.

Pour l'exemple proposé précédemment, la surface E apparaît en vraie grandeur vue de face ; K est en vraie grandeur vue de gauche ; F et G le sont en vue de dessus.

Inversement, si une surface est inclinée par rapport aux plans de projection, elle n'apparaîtra en vraie grandeur dans aucune vue. Pour l'exemple proposé c'est le cas des surfaces A, B, C et G.

b) Angles en vraie grandeur

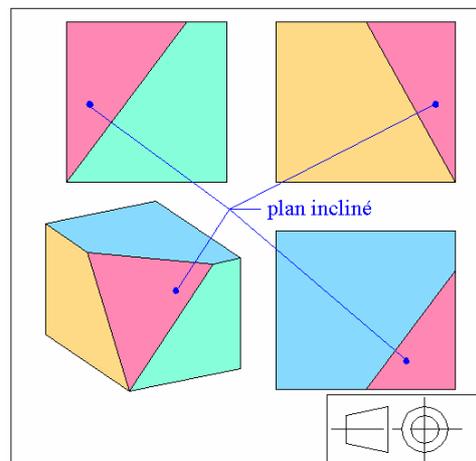
Lorsque les surfaces sont inclinées par rapport aux plans de projection, et à condition que ces surfaces soient perpendiculaires à l'un de ces plans, il est possible d'avoir l'angle d'inclinaison en vraie grandeur dans la vue qui correspond à ce plan.

Pour l'exemple précédent, les angles d'inclinaison des surfaces A et B apparaissent en vraie grandeur vue de face. L'angle d'inclinaison de H apparaît en vraie grandeur vue de gauche ou de droite et celui de C vue de dessus.

c) Surfaces obliques

Lorsque les surfaces sont inclinées par rapport aux trois plans principaux de projection (face, dessus et gauche), elles apparaissent sous des surfaces de même forme mais avec des distorsions dans les vues correspondantes et ne sont en vraie grandeur dans aucune vue.

Exemple :



4. Surfaces circulaires, cylindriques, sphériques et autres

a) Traits d'axes ou traits mixtes fins

A l'exception de certains arcs, congés ou arrondis, les surfaces courbes (cercles, sphères, cônes...) sont en général construites, positionnées, centrées et cotées à partir de traits d'axes ou traits mixtes fins. Les traits d'axes schématisent les lignes de symétrie, les axes de révolution, etc. Ils sont nécessaires dans la plupart des vues projetées et leur tracé déborde légèrement les limites de celles-ci

b) Surfaces circulaires

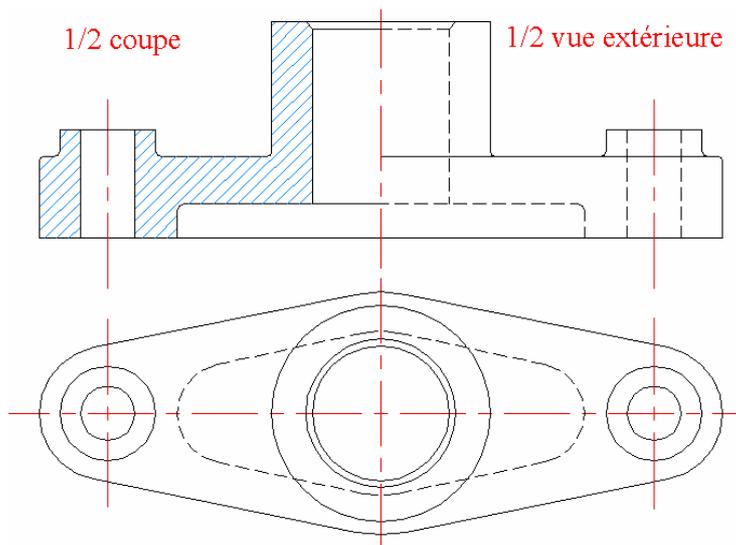
Les surfaces planes circulaires ou courbes en général se projettent suivant des surfaces analogues mais avec des distorsions. Les surfaces courbes peuvent être assimilées à des polygones ayant un grand nombre de côtés.

Par exemple, un cercle parallèle à un plan de projection apparaîtra en vraie grandeur dans la vue correspondante et sous forme d'arêtes dans les autres. Il apparaîtra sous forme d'ellipse s'il est incliné par rapport à ce même plan de projection.

c) Surfaces cylindriques

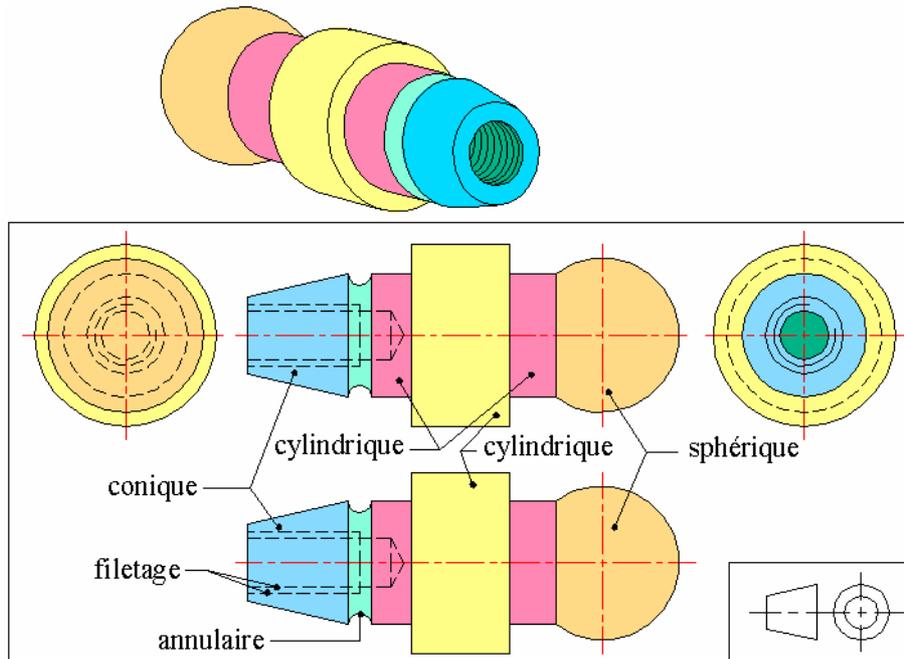
Une surface cylindrique, dont l'axe est perpendiculaire à l'un des plans de projection, apparaîtra sous forme d'un cercle dans la vue correspondante et sous forme de rectangles dans les autres.

L'exemple suivant présente le dessin d'un support qui se compose d'un corps cylindrique sur semelle avec deux bossages également cylindriques et trois trous.



d) Surfaces sphériques

Dans les six vues, elles se projettent suivant un cercle de même rayon égal au rayon de la sphère. Il en est de même pour toute projection dans n'importe quelle direction. (voir figure suivante)

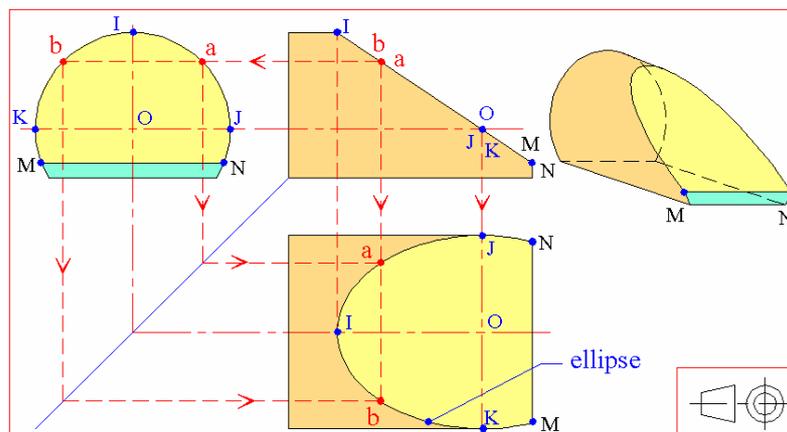


e) Surfaces elliptiques et autres

Les surfaces, quelle que soit leur forme initiale, conservent, en projection, une forme analogue mais avec des distorsions, ou se projettent suivant une arête. La détermination est généralement réalisée point par point en dessin manuel.

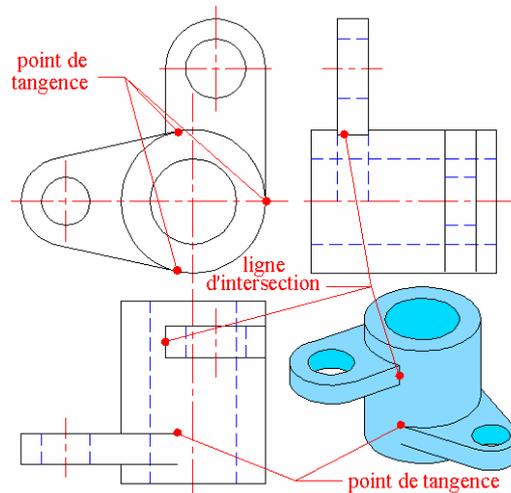
Exemple de détermination point par point

La courbe d'intersection entre un cylindre et un plan incliné est une ellipse. C'est le cas ici de la portion de cylindre proposée. L'ellipse apparaît sous forme de cercle tronqué en vue de droite, d'arête (IN) en vue de face et d'ellipse déformée en vue de dessus. La détermination point par point est réalisée comme indiqué.



f) Surfaces tangentes et points de tangence

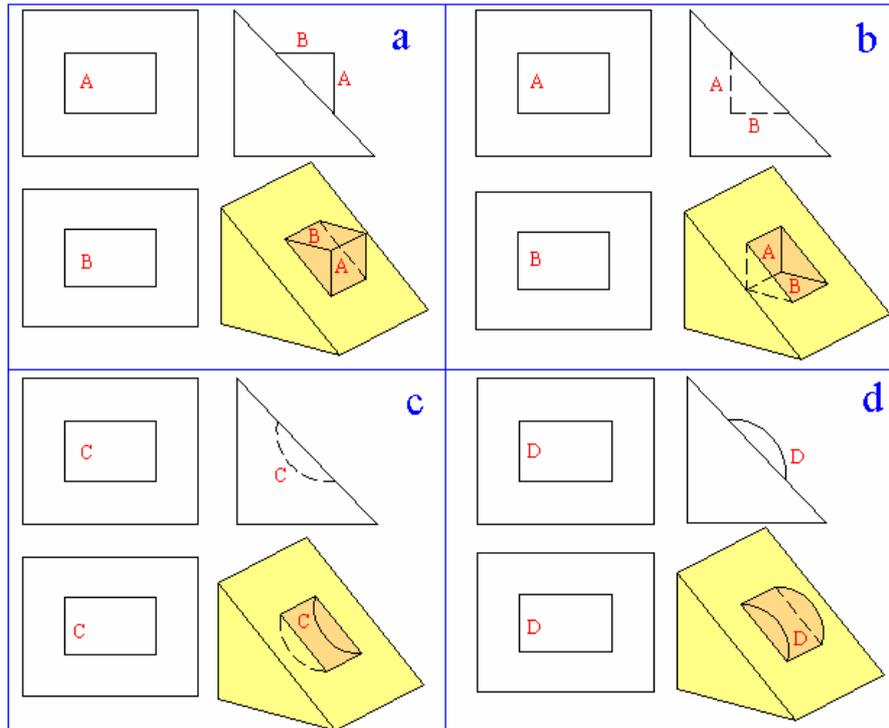
Lorsqu'une surface courbe est tangente à une surface plane, aucune arête n'apparaît à la frontière entre les deux surfaces. De ce fait, aucune ligne ne permet de différencier ces deux surfaces sur les vues projetées. En conséquence il est parfois nécessaire d'ajouter une vue supplémentaire pour définir clairement l'objet à représenter.



5. Interprétations possibles de vues identiques

De nombreuses surfaces différentes peuvent avoir exactement la même projection orthogonale. De la même manière, des objets différents peuvent présenter une ou même deux projections parfaitement identiques. Le dessinateur devra donc veiller à avoir un nombre de vues suffisant pour décrire sans ambiguïtés l'objet à représenter et éviter de multiples interprétations possibles.

Exemple : les quatre objets proposés ont exactement même vue de face et même vue de dessus, seule la vue de gauche, indispensable, permet de les différencier et de les interpréter.



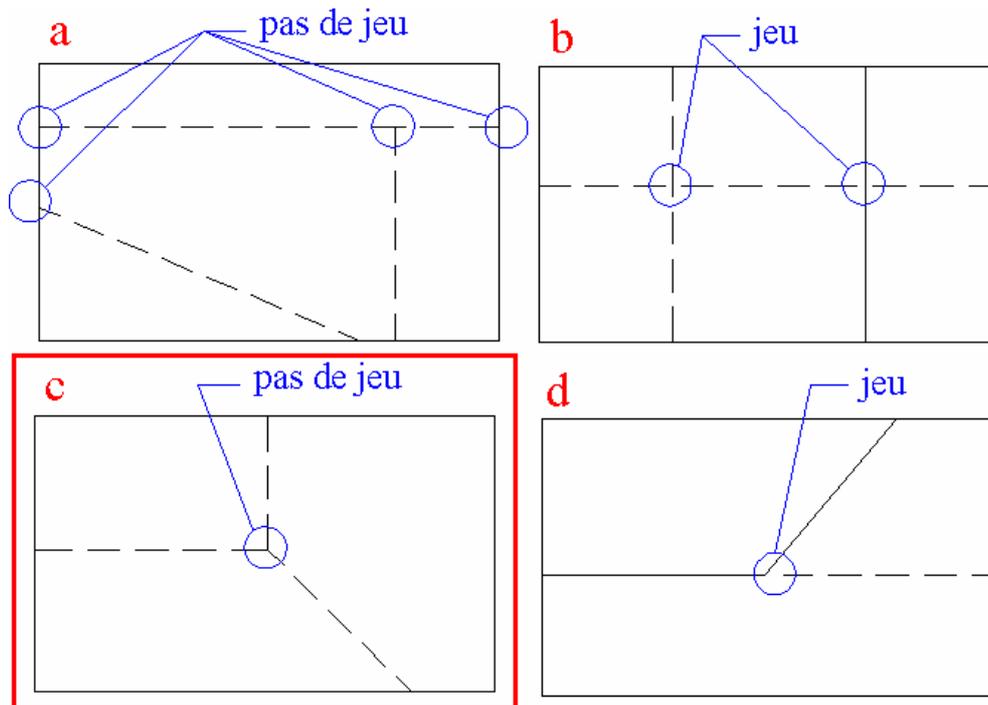
X. ARETES OU LIGNES CACHEES - PRIORITE DES TRAITS

1. Lignes cachées

Particulièrement utiles avec les vues ou projections extérieures (vues non coupées), elles représentent des parties cachées des objets : arêtes, contours, surfaces ou intersections non apparentes. Autrement dit, toutes les formes que l'observateur ne voit pas directement en projection et qu'il devine par transparence.

2. Normalisation et conventions permettant de clarifier les dessins :

- Les lignes cachées sont systématiquement tracées en traits interrompus courts (dans un but de simplification elles sont souvent appelées traits pointillés).
- A partir d'une ligne continue (ou d'un autre trait interrompu court), les traits interrompus courts démarrent par un tiret collé à cette ligne (sans jeu).
- S'ils prolongent une ligne continue, les traits interrompus courts démarrent par un tiret non collé à cette ligne (avec jeu).
- Si le trait interrompu court coupe une ligne continue ou un autre trait interrompu court, laisser de préférence un jeu de chaque côté de cette ligne.
- Si plusieurs traits interrompus courts partent du même point, ils commencent tous avec un tiret collé à ce point (sans jeu).



3. Omission des lignes cachées

En usage professionnel il est fréquent que les dessinateurs ne représentent pas tous les contours et parties cachées, notamment lorsque celles-ci ne sont pas nécessaires à la compréhension, ou si la définition des formes est suffisamment explicite dans les autres vues. De plus, cette omission permet de gagner du temps et évite de surcharger inutilement les dessins (définition plus claire des autres formes).

En usage scolaire, et tout particulièrement pour les débutants qui manquent d'expérience pour faire la différence entre ce qui est nécessaire et ce qui ne l'est pas, il est fortement conseillé de représenter toutes les parties cachées afin d'éviter toute définition incomplète.

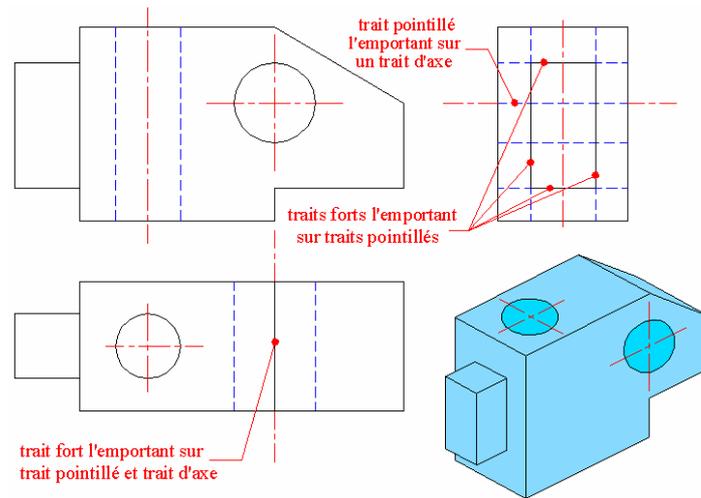
4. Prévalence ou priorité entre les types de traits

Si deux ou plusieurs traits de natures différentes coïncident ou se superposent, la normalisation impose l'ordre de prévalence ou de priorité suivant pour les tracés :

- 1) traits continus forts (arêtes et contours vus), ils l'emportent sur tous les autres traits,
- 2) traits interrompus fins ou forts (arêtes et contours cachés),
- 3) traits de plans de coupe (mixtes fins renforcés aux extrémités),
- 4) traits mixtes fins (axes de révolution et traces de plans de symétrie),
- 5) traits mixtes fins à deux tirets (lignes des centres de gravité, contours rabattus...),
- 6) traits continus fins (lignes d'attache de cotation...).

Par exemple, si un trait continu fort ("une arête vue") chevauche ou superpose un trait interrompu fin ("une arête cachée"), le trait continu fort a la priorité et doit être dessiné (le trait fort cache le trait interrompu fin).

Dans l'exemple proposé ci dessous, plusieurs traits forts, traits interrompus courts ("pointillés"), traits mixtes fins ("traits d'axes") se chevauchent et l'ordre de priorité indiqué est respecté.



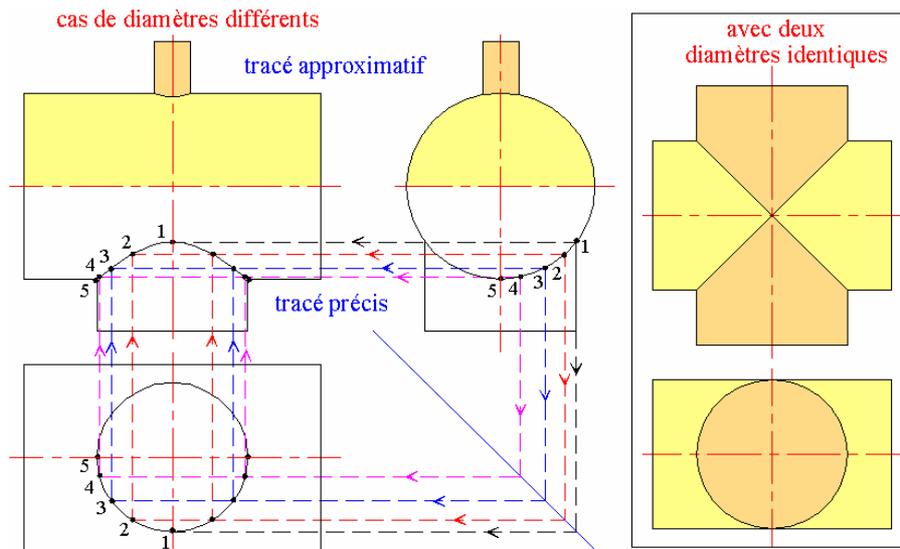
XI. INTERSECTION DE CYLINDRES

Lorsque deux surfaces cylindriques se rencontrent, une ligne d'intersection doit être déterminée.

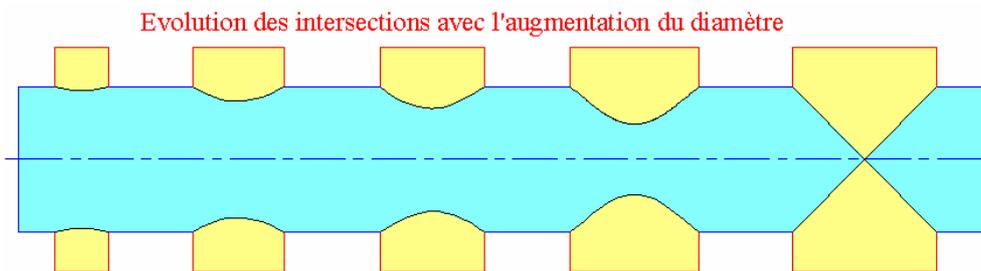
Si la ligne d'intersection doit être cherchée manuellement (dessin manuel ou CAO/DAO 2D), il est nécessaire d'utiliser les modes de représentation conventionnels par vues multiples, trois cas sont possibles :

- Les diamètres des deux cylindres sont identiques : l'intersection se réduit à deux segments perpendiculaires ou "en croix".
- Les diamètres des deux cylindres sont très différents : la courbe d'intersection peut être assimilée à un arc approximatif tracé manuellement sans recherche particulière.
- Les diamètres sont peu différents et un tracé précis est exigé : la ligne d'intersection doit être déterminée point par point.

1. Intersection de deux cylindres pleins

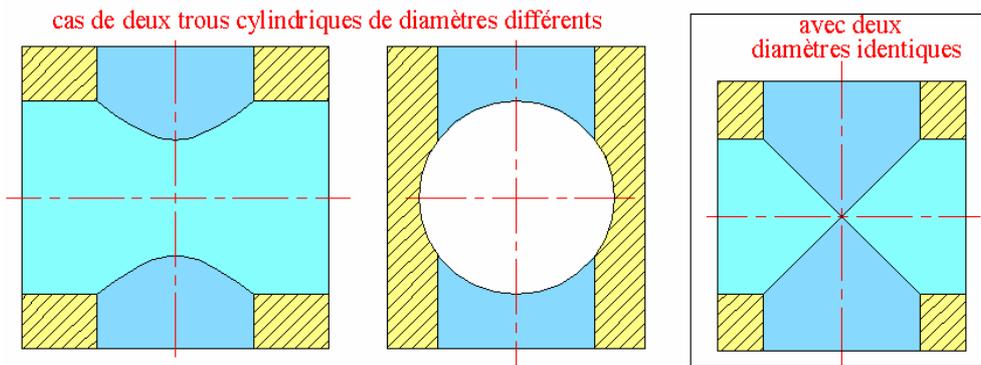


Evolution des intersections avec l'augmentation du diamètre.



2. Intersection de deux trous cylindriques

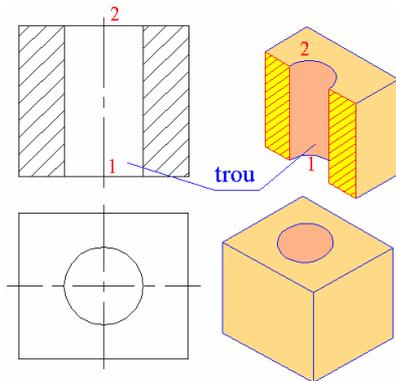
Exemple de vues en coupe des intersections :



Chapitre 3 :Formes usuelles

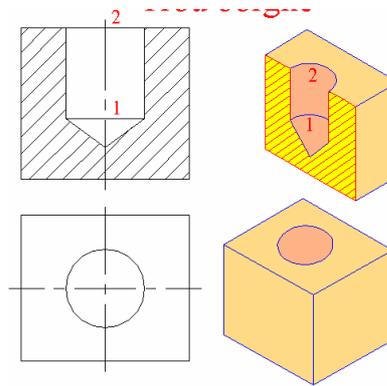
1. Trou débouchant

Un trou débouchant est un trou qui traverse de part en part, ou complètement, une pièce ou un objet.



2. Trou borgne

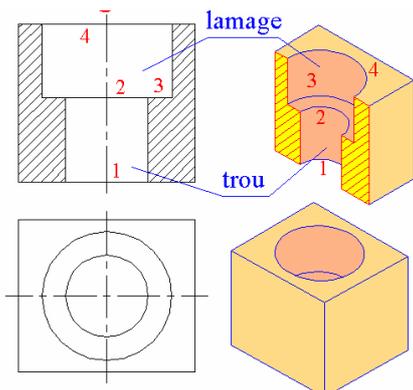
Un trou borgne est un trou qui ne perce pas complètement un objet et s'arrête



dans la matière.

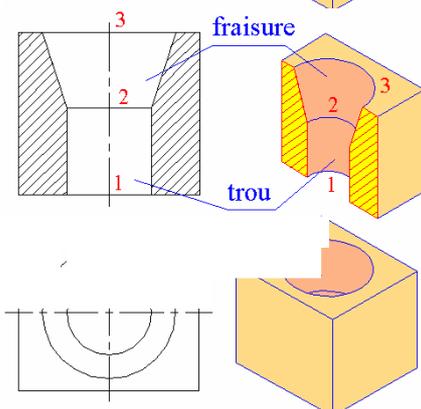
3. Lamage

Un lamage est un logement ou un petit alésage cylindrique, généralement usiné à l'orifice d'un trou, et destiné à servir de surface d'appui (rondelle...) ou à noyer un élément (tête de vis à 6 pans creux...).

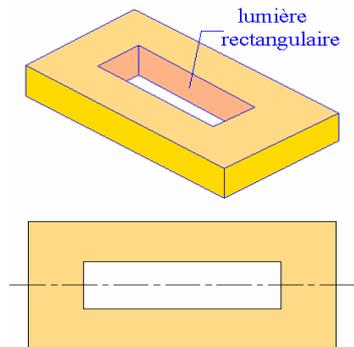


4. Fraisure

Une fraisure est un logement ou un alésage de forme conique, ou tronconique, usiné à l'orifice d'un trou et

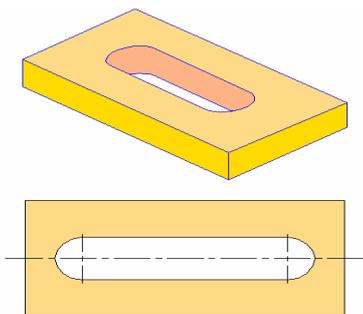


généralement destiné à recevoir la tête d'une vis à tête fraisée.



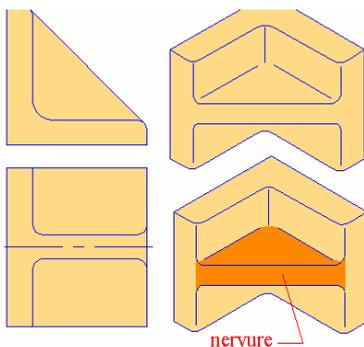
5. Lumière

Une lumière est un trou ou un orifice débouchant pouvant avoir des formes diverses (parallélépipédique...).



6. Trou oblong (boutonnière)

Un trou oblong est un trou qui est la somme ou la combinaison d'une lumière rectangulaire et de deux demi-cylindres.



7. Nervure

Une nervure est une forme saillante ou un renfort d'épaisseur sensiblement constante destinée à augmenter la résistance ou la rigidité d'une pièce ou d'un objet.

8. Evidement

Un évidement est une partie ou un vide laissé dans une pièce ou objet dans le but d'en diminuer le poids ou de réduire une surface d'appui (semelle...). (voir figures suivantes)

9. Alésage

Un alésage est un contour intérieur d'une pièce ou d'un objet, ayant une forme cylindrique ou conique, et destiné à recevoir un arbre, un roulement, un coussinet, etc...

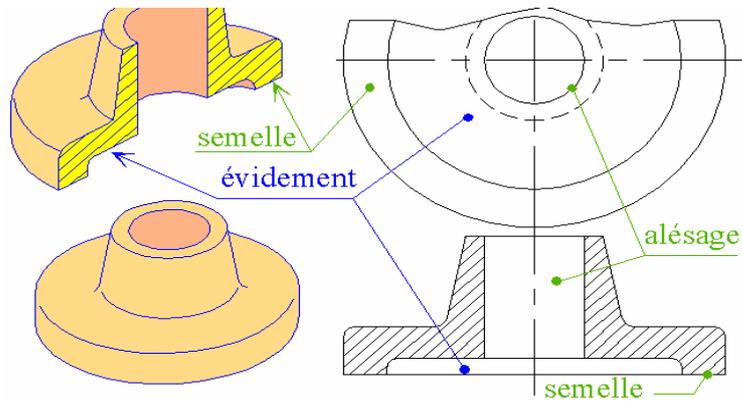
(voir figures suivantes)

10.Semelle

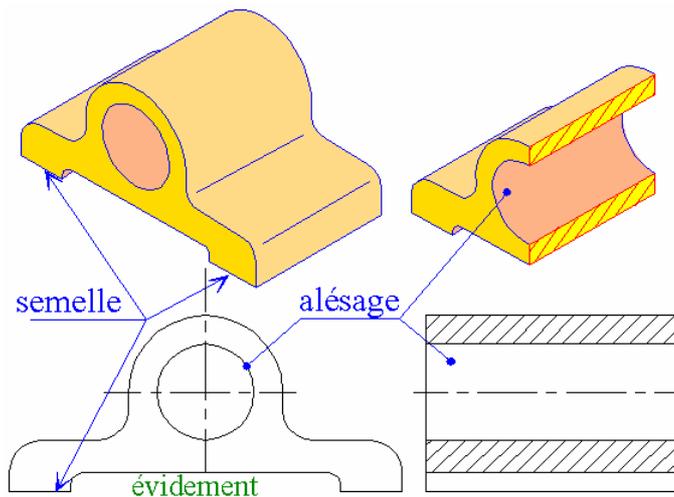
Une semelle est une surface le plus souvent plane servant d'appui à une pièce ou à un objet.

(voir figures suivantes)

Exemple 1 :



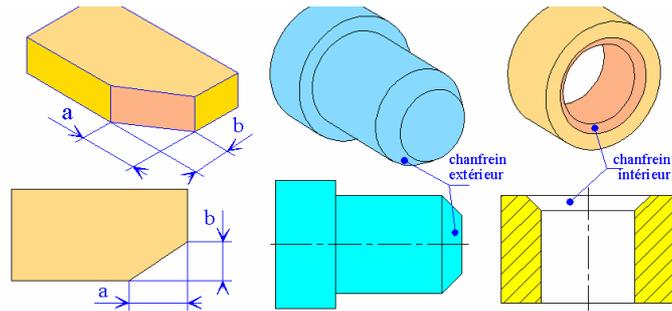
Exemple 2 :



11.Chanfrein

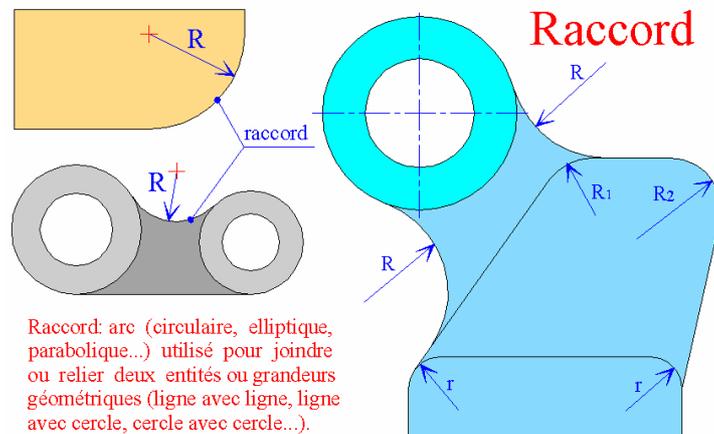
Un chanfrein est une petite surface oblique utilisée pour joindre ou relier deux autres surfaces.

Un chanfrein peut être extérieur ou intérieur, et dépend de deux paramètres a et b (ou une longueur plus un angle) et permet notamment de supprimer une arête vive.



12.Raccord

Un raccord est un arc (circulaire, elliptique, parabolique...) utilisé pour joindre ou relier deux entités ou grandeurs géométriques, exemples : une ligne avec une ligne, une ligne avec un cercle ou un arc, deux cercles, etc.



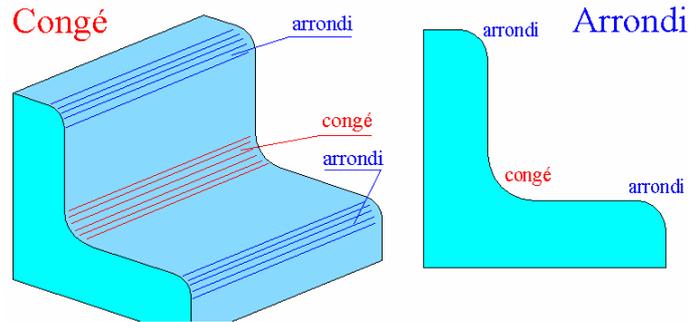
13.Arrondi

Un arrondi est une surface de raccordement arrondie réalisant la jonction entre deux autres surfaces formant un angle sortant ou une arête vive (généralement destiné à "casser" l'angle vif).

14.Congé

Un congé est une surface de raccordement réalisant la jonction entre deux autres surfaces formant un angle rentrant.

Exemple: petite équerre avec deux arrondis et un congé.



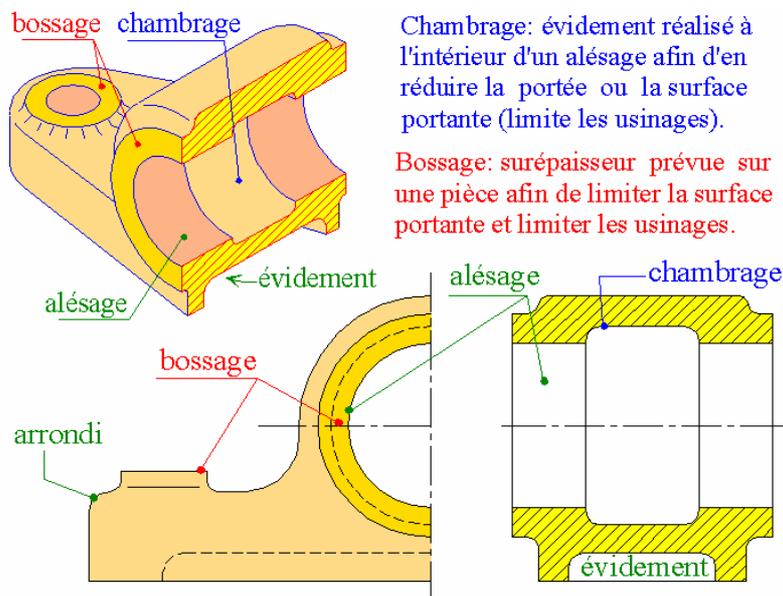
15. Chambrage

Un chambrage est un évidement particulier réalisé à l'intérieur d'un alésage afin d'en réduire la portée ou la surface portante (limite les usinages "cylindriques"). (voir figure suivante)

16. Bossage

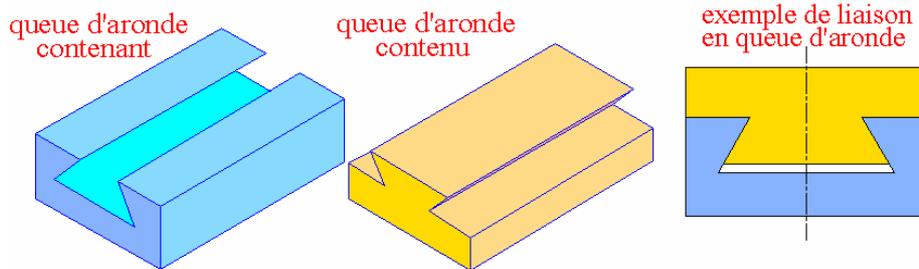
Un bossage est une surépaisseur prévue (souvent obtenue en fonderie) sur une pièce afin de limiter la surface portante et de limiter les usinages (sert d'appui à des éléments de fixation : vis...).

(voir figure suivante)



17. Queue d'aronde

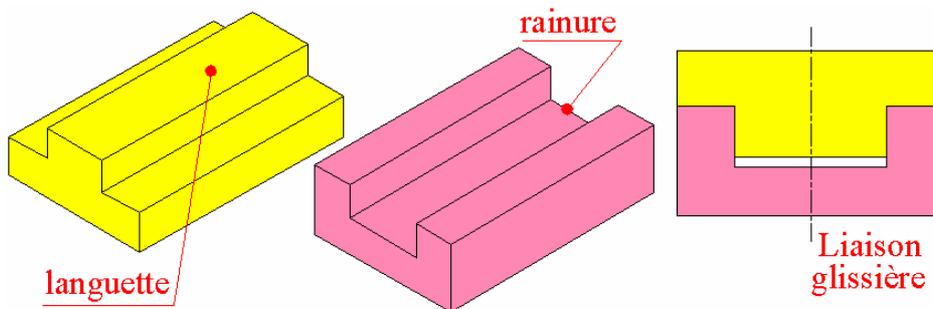
Une queue d'aronde peut être un assemblage collé du type tenon-mortaise ou une liaison glissière (l'une glisse par rapport à l'autre) en forme de trapèze.



18. Rainure et languette

Rainure : une rainure est une entaille (droite, circulaire...) de grande longueur réalisée dans une pièce et destinée à recevoir un tenon dans le cas d'un assemblage, ou une languette dans le cas d'une liaison glissière (guidage en translation).

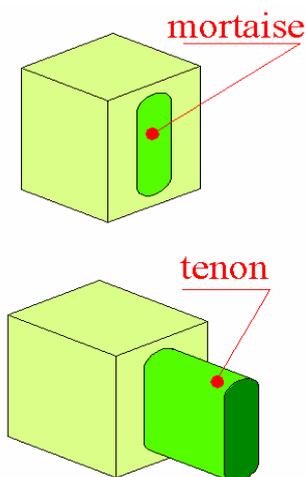
Languette : une languette est une forme (parallélépipédique...) permettant de réaliser une liaison glissière lorsqu'elle est associée avec une rainure.



19. Tenon et mortaise

Tenon : c'est la partie saillante d'un objet ou d'une pièce pouvant être logée dans une rainure ou une mortaise.

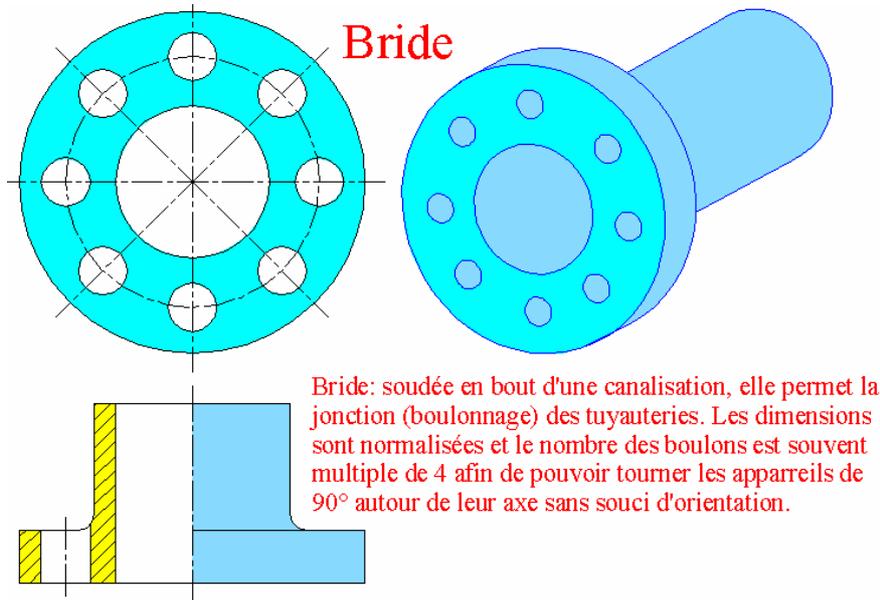
Mortaise : c'est la partie évidée d'un objet pouvant recevoir un tenon de même forme (permet de réaliser un assemblage tenon-mortaise).



20. Bride

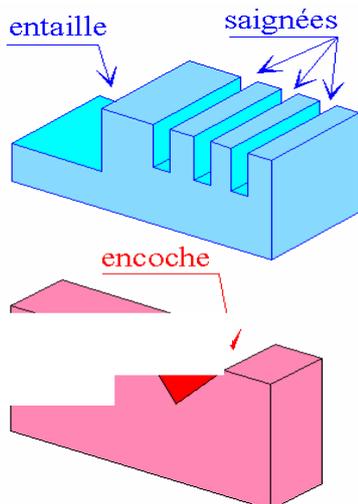
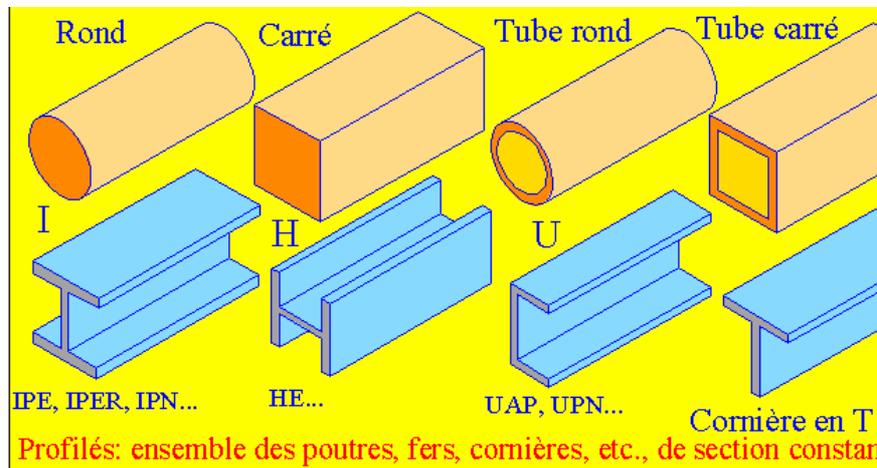
Une bride, généralement soudée en bout d'une canalisation, est un élément aux dimensions normalisées permettant la jonction par boulonnage des tuyauteries.

Remarque : le nombre des boulons est souvent un multiple de quatre afin de pouvoir tourner les appareils de 90° autour de leur axe sans souci d'orientation.



21.Profilés

Disponibles dans divers matériaux (aciers, alliages d'aluminium, plastiques...), les profilés sont des éléments de base standard ou normalisés disponibles commercialement et destinés à être transformés par divers procédés (soudés pour réaliser des structures, usinés en série...).



22.Entaille

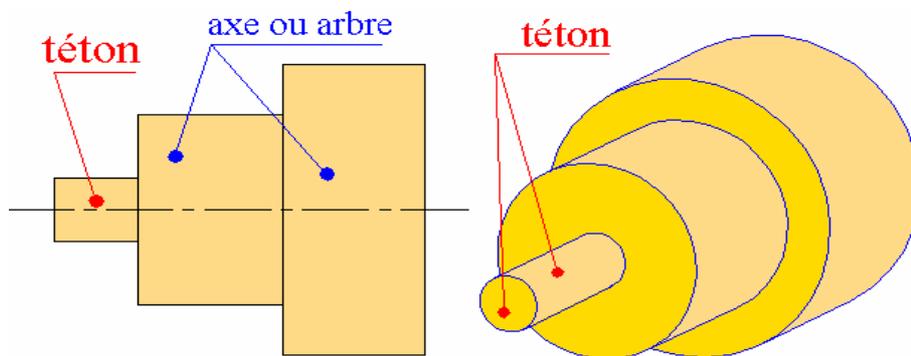
Entaille : suppression d'une partie conséquente d'un objet par usinage (fraisage...).

Encoche : entaille de petite taille.

Saignée : entaille profonde et de faible épaisseur.

23. Téton

Un téton est une partie saillante, généralement cylindrique et de petite taille, destinée à se loger ou s'emboîter dans la partie creuse d'un autre objet (rainure...).



24. Arbre

Un arbre est une pièce ou un objet constitué de parties ou tronçons cylindriques, parfois coniques, avec des particularités de formes comme : épaulements, chanfreins, collets, gorges, méplats, rainures de clavette, cannelures, etc.

Il est généralement utilisé pour assurer la transmission des mouvements de rotation (transmission de puissance ou de mouvements).

Un arbre est également appelé axe s'il est de petite taille.

Exemples : arbre moteur, arbre de transmission, arbre intermédiaire, arbre d'entrée, arbre de sortie...

25. Collet

Un collet est un anneau ou une couronne en saillie sur un arbre ou un axe.

26. Gorge

Une gorge est un dégagement de forme arrondie réalisée sur un arbre ou dans un alésage.

27. Embase

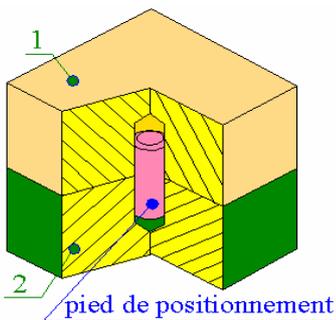
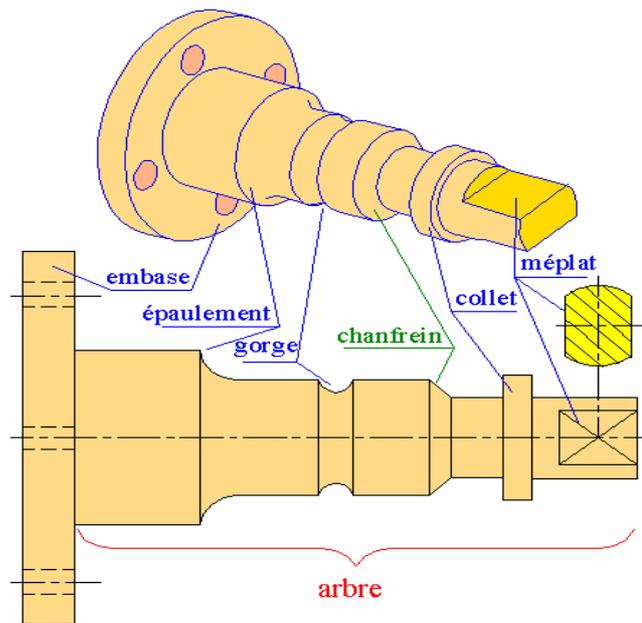
Une embase est une partie renforcée d'une pièce utilisée comme support.

28.Épaulement

Forme particulière d'un arbre, un épaulement est une surface d'appui obtenue par un brusque changement de section.

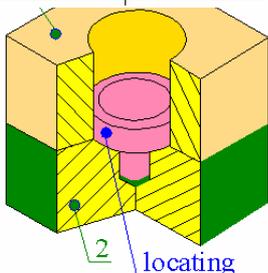
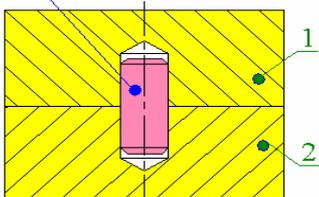
29.Méplat

Un méplat est une surface plane réalisée dans le flanc d'une pièce cylindrique ou conique.

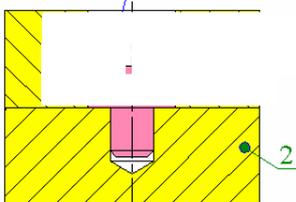


30.Pied de positionnement

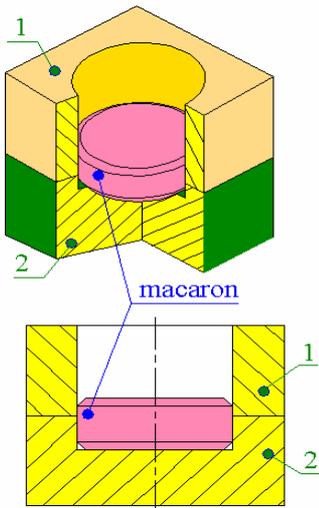
Un pied de positionnement, ou pied de centrage, est une goupille de dimensions normalisées (rectifiées, trempées ou cémentées) utilisée pour réaliser des positionnements ou des centrages précis (qualité 6 ou 7) entre objets (couvercle par rapport à bâti...).



31.Locating



Un locating est un organe de centrage ("sur la figure réalise le centrage de 1 par rapport à 2") constitué de deux cylindres parfaitement coaxiaux. Il est utilisé moins fréquemment que le pied de positionnement du paragraphe précédent.



32.Macaron

Un macaron est un organe de centrage particulier ("sur la figure réalise le centrage de 1 par rapport à 2") constitué d'un cylindre de faible épaisseur et de diamètre relativement grand. Il est utilisé moins fréquemment que le pied de positionnement.

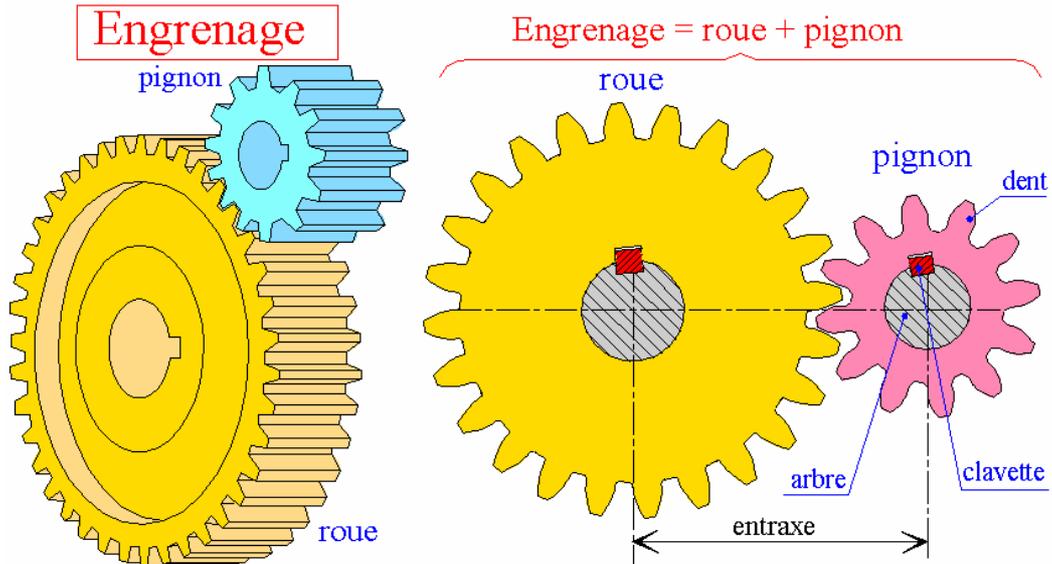
33.Engrenage

Un engrenage est l'ensemble de deux roues dentées engrenant l'une avec l'autre.

On appelle **pignon** la plus petite des deux roues d'un engrenage et **roue** la plus grande.

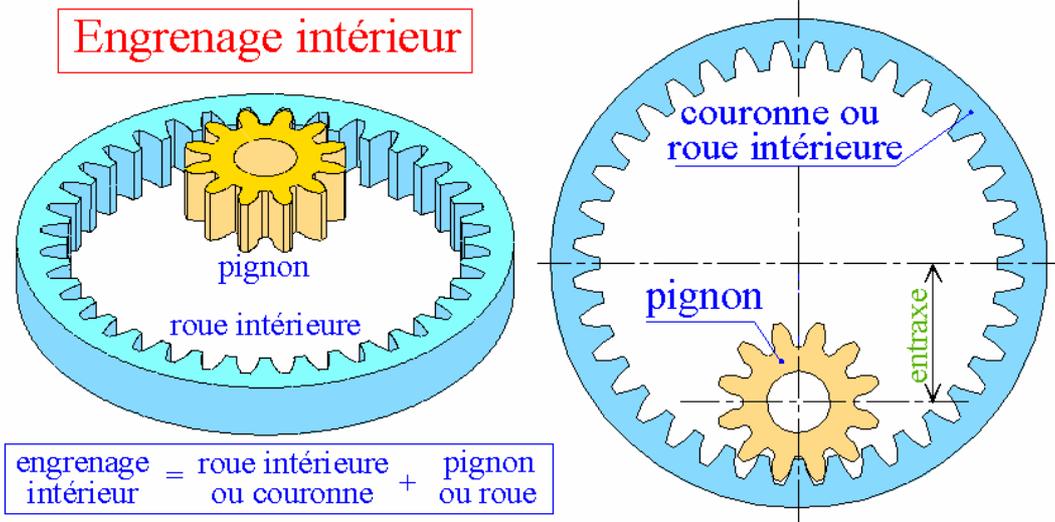
L'entraxe, précis dans le cas d'un engrenage, mesure la distance entre les axes des deux roues.

Le rapport entre les nombres de dents des deux roues caractérise le **rapport de l'engrenage** ou le **rapport de transmission**.

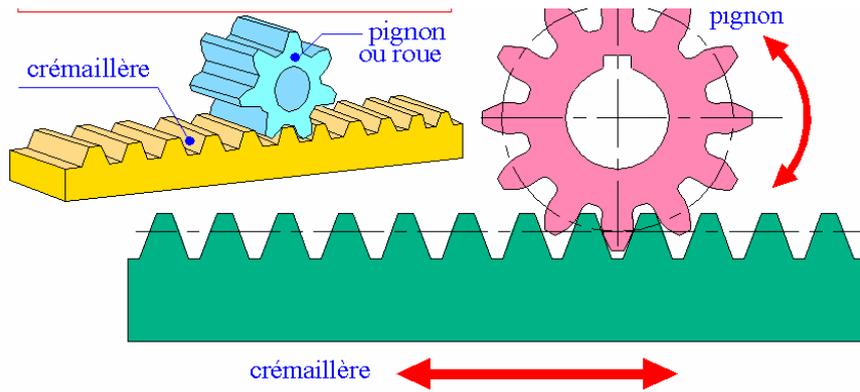


□ Engrenage intérieur

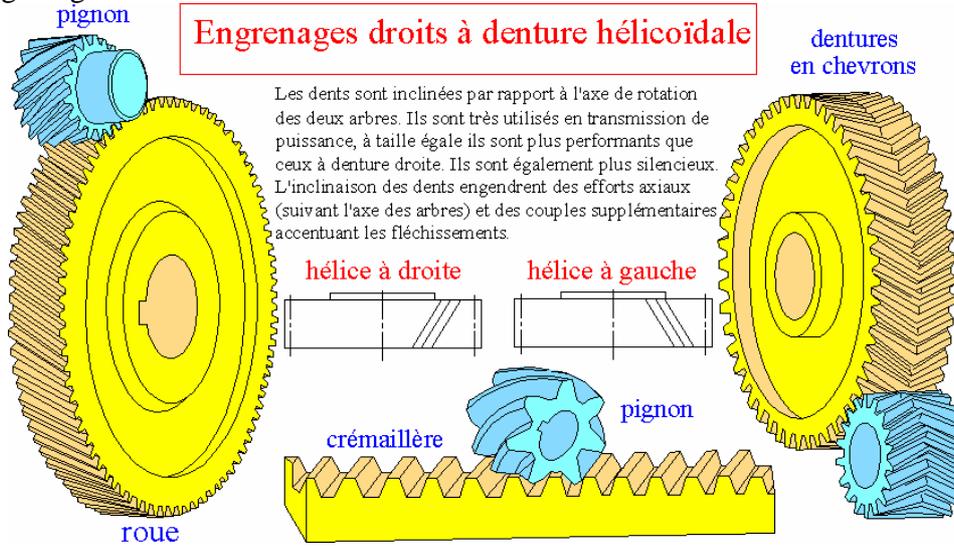
Un engrenage intérieur est un engrenage dont l'une des roues est une roue à denture intérieure ou couronne. Dans ce cas les deux roues tournent dans le même sens.



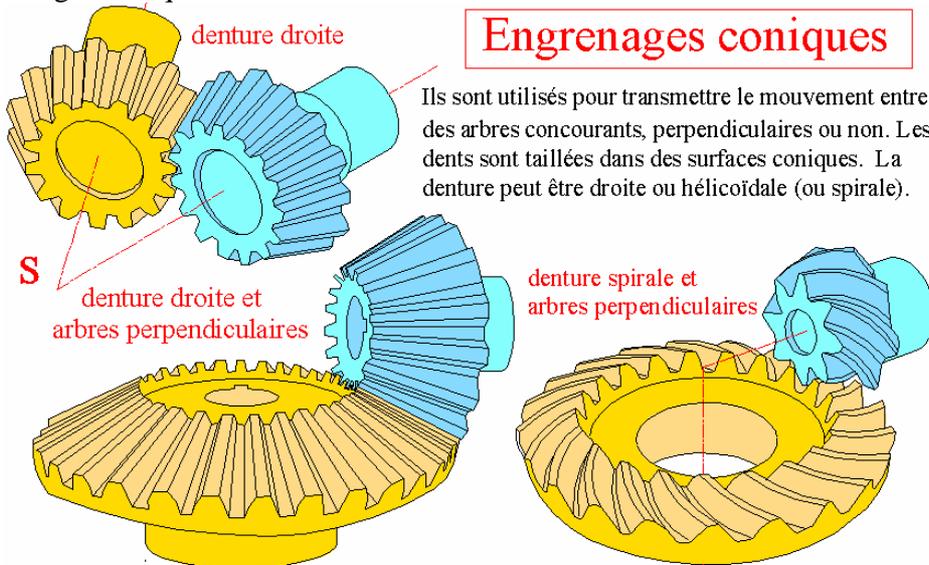
□ Engrenage pignon crémaillère



□ Engrenages à denture hélicoïdale



□ Engrenages coniques

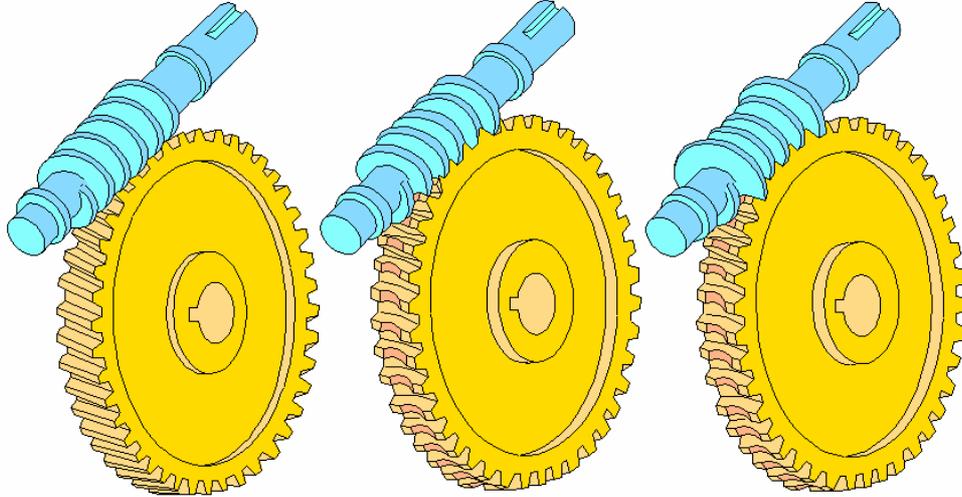


□ Engrenages à roue et vis sans fin

Vis sans fin
avec roue cylindrique

Vis sans fin tangente
avec roue creuse

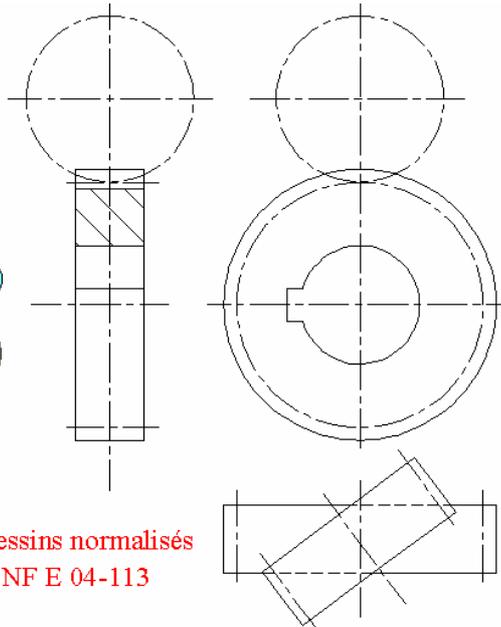
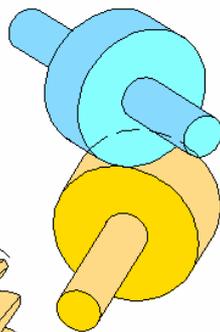
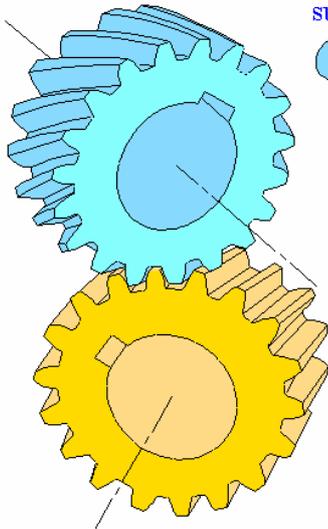
Vis sans fin globique
avec roue creuse



□ Engrenages gauches

Engrenages gauches

formes des
surfaces primitives



Dessins normalisés
NF E 04-113

CHAPITRE 4 : COUPE ET SECTIONS

I. INTRODUCTION

En mode de représentation normal, les formes intérieures d'un objet simple peuvent être décrites à partir des traits interrompus courts ("pointillés"), cependant la méthode devient vite complexe lorsque les contours intérieurs sont nombreux. Dans le cas des dessins d'ensemble, les tracés deviennent vite illisibles et l'identification des pièces impossible.

Pour de tels cas, les vues en coupe, également appelées "coupes", permettent une meilleure définition et une compréhension plus aisée des formes intérieures ou des divers composants.

Il existe plusieurs variantes de représentations répondant à des besoins différents. La plupart utilise un plan de coupe imaginaire qui coupe l'objet en deux, la partie avant (celle en arrière du plan de coupe) est supprimée afin de pouvoir observer et dessiner les formes intérieures. Les hachures, tracées en traits fins, matérialisent le plan de coupe et mettent en évidence les contours intérieurs.

Dans un dessin, une seule vue est concernée par une coupe, les autres vues restent en mode de représentation normal.

Lorsque le plan de coupe sectionne l'objet dans le sens de sa plus grande longueur, on parle de coupe longitudinale. Si la coupe est perpendiculaire à ce sens, la coupe est dite transversale.

II. COUPES

1. Principe

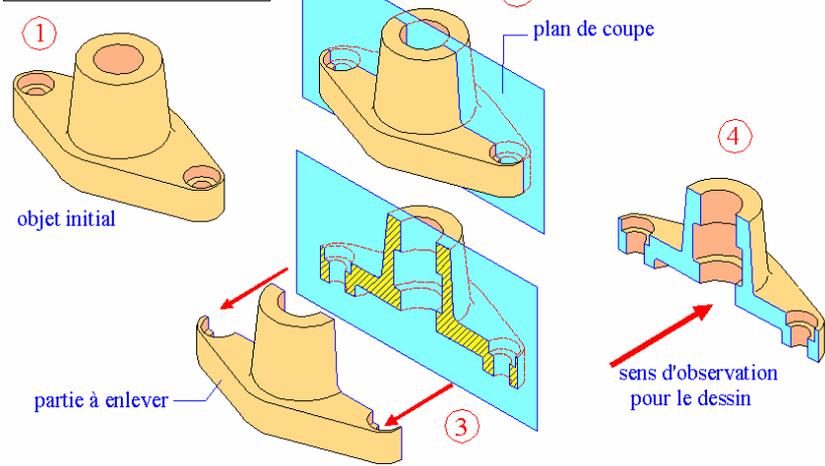
Dans ce mode de représentation, l'objet est coupé (analogie avec un fruit coupé au couteau). Les morceaux sont séparés. Le plus significatif est conservé.

L'observateur, le regard tourné vers le plan coupé, dessine l'ensemble du morceau suivant les règles habituelles. L'intérieur, devenu visible, apparaît clairement en trait fort.

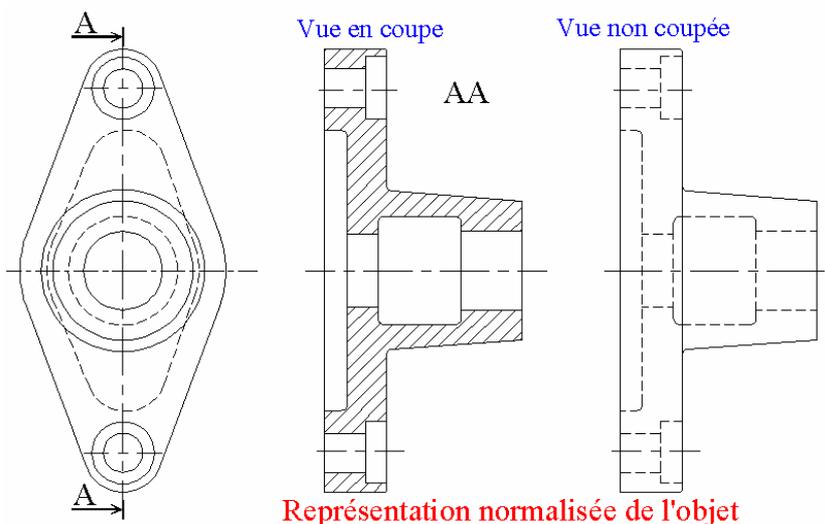
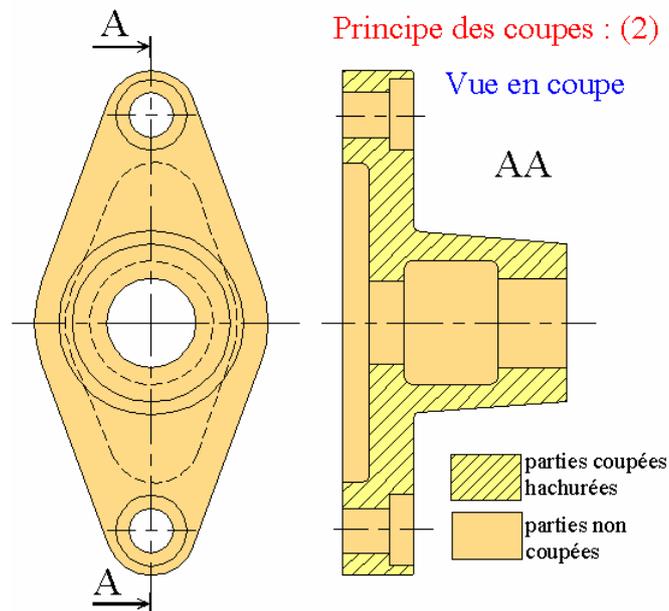
2. Règle

En général, on ne dessine pas les contours cachés, ou traits interrompus courts, dans les vues en coupe, sauf si ceux-ci sont indispensables à la compréhension.

COUPES: principe



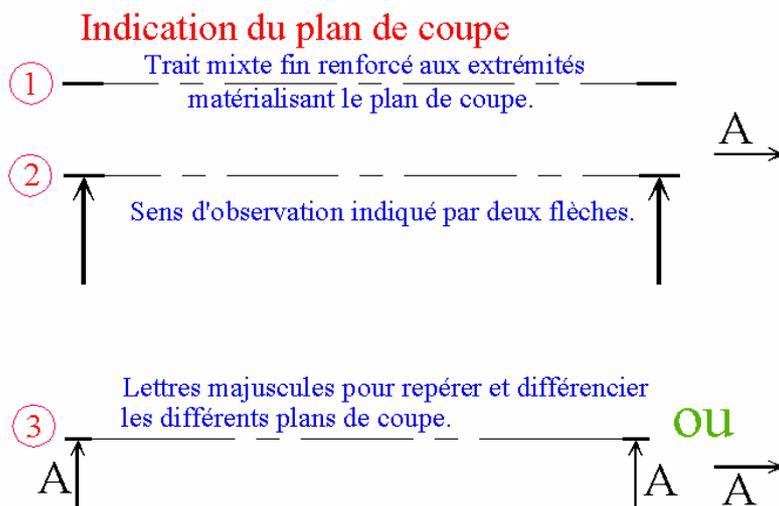
Principe des coupes : (2)



III. REGLES DE REPRESENTATIONS NORMALISEES

1. Plan de coupe

- Il est indiqué sur une vue adjacente.
- Il est matérialisé par un trait mixte fin renforcé aux extrémités par deux traits forts courts.
- Le sens d'observation est indiqué par deux flèches (en traits forts) orientées vers la partie à conserver.
- Deux lettres majuscules (AA, BB...) servent à la fois à repérer le plan de coupe et la vue coupée correspondante. Ces indications sont particulièrement utiles lorsque le dessin comprend plusieurs vues coupées ; s'il n'y a pas d'ambiguïté possible, elle sont parfois omises.

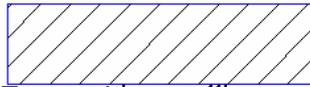


2. Règles concernant les hachures

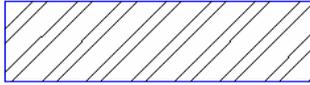
- Les hachures apparaissent là où la matière a été coupée.
- Elles sont tracées en trait continu fin et sont de préférence inclinées à 45° (cas d'un seul objet coupé) par rapport aux lignes générales du contour.
- Elles ne traversent pas ou ne coupent jamais un trait fort.
- Elles ne s'arrêtent jamais sur un trait interrompu court (ou contour caché).
- Le motif des hachures ne peut en aucun cas préciser la nature de la matière de l'objet coupé. Cependant, en l'absence de nomenclature, les familles de matériaux (métaux ferreux, plastiques, alliages légers...) peuvent être différenciées par les motifs d'emploi usuel.

- Motifs d'emploi usuel (NF E 04-520) :

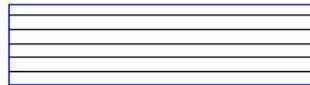
Hachures: motifs usuels (NF E 04-520)



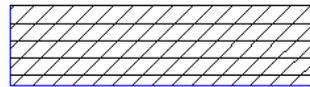
Tous matériaux et alliages, sauf éventuellement ceux prévus ci-après



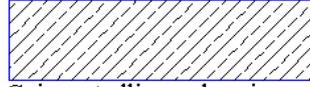
Métaux, alliages légers et maçonnerie creuse



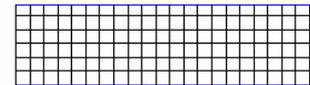
Antifricion et de façon générale toutes matières coulées sur une pièce



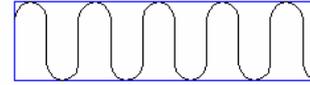
Plastiques, isolants et garnitures diverses



Cuivre et alliages de cuivre



Bobinages, électro-aimants



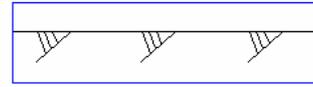
Isolant thermique



Bois en coupe longitudinale



Bois en coupe transversale



Sol naturel (meuble)



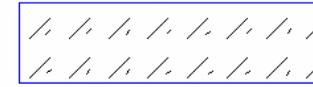
Béton de masse ou de propreté



Béton avec armatures



Pierre d'horlogerie



Pièces d'optique (NF S 10-008)

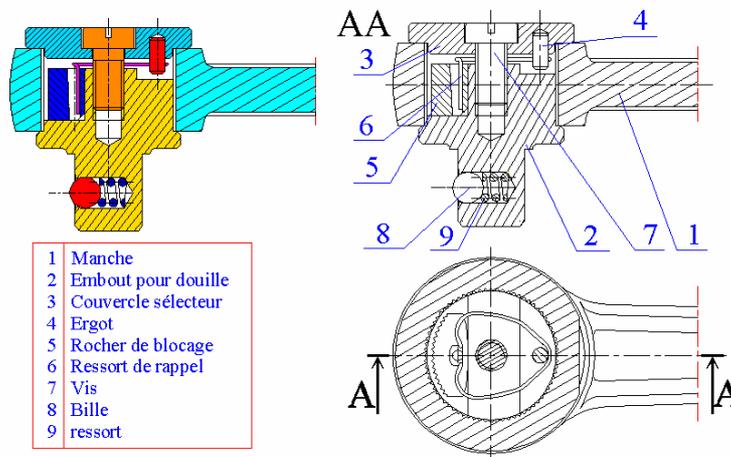
Règle lorsqu'il y a plusieurs vues en coupe du même objet :

Les différentes coupes d'une même pièce (parties, vues différentes...) doivent être hachurées d'une manière identique : même motif, même inclinaison, même intervalle, etc. Autrement dit, on conserve des hachures identiques d'une vue à l'autre.

Règle pour les dessins d'ensemble en coupe :

Pour les dessins d'ensemble en coupe, des pièces différentes doivent avoir des hachures différentes : orientation différente, espacements différents, inclinaisons différentes et au besoin motifs différents.

Exemple :

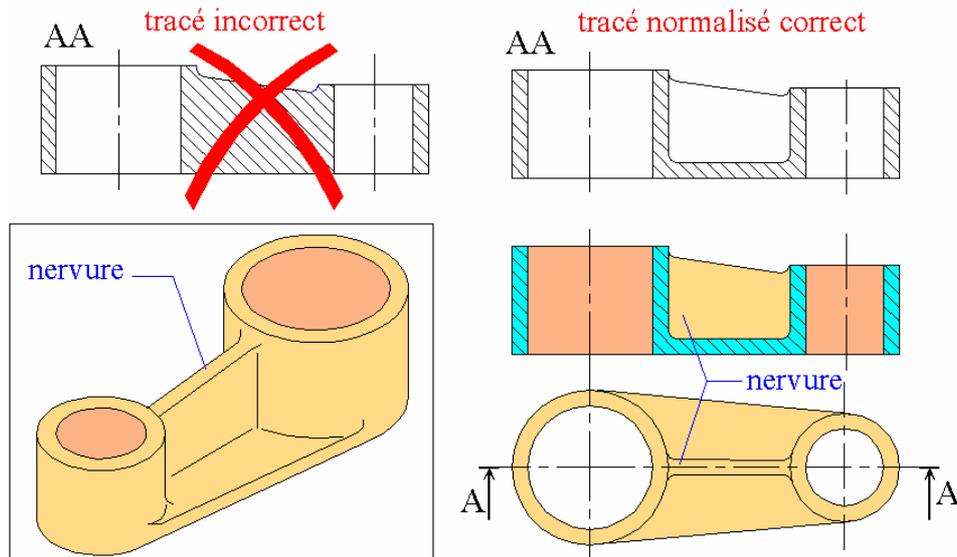


3. Règles complémentaires simplifiant la lecture des dessins

a) Règle 1

On ne coupe jamais les nervures lorsque le plan de coupe passe dans le plan de leur plus grande surface.

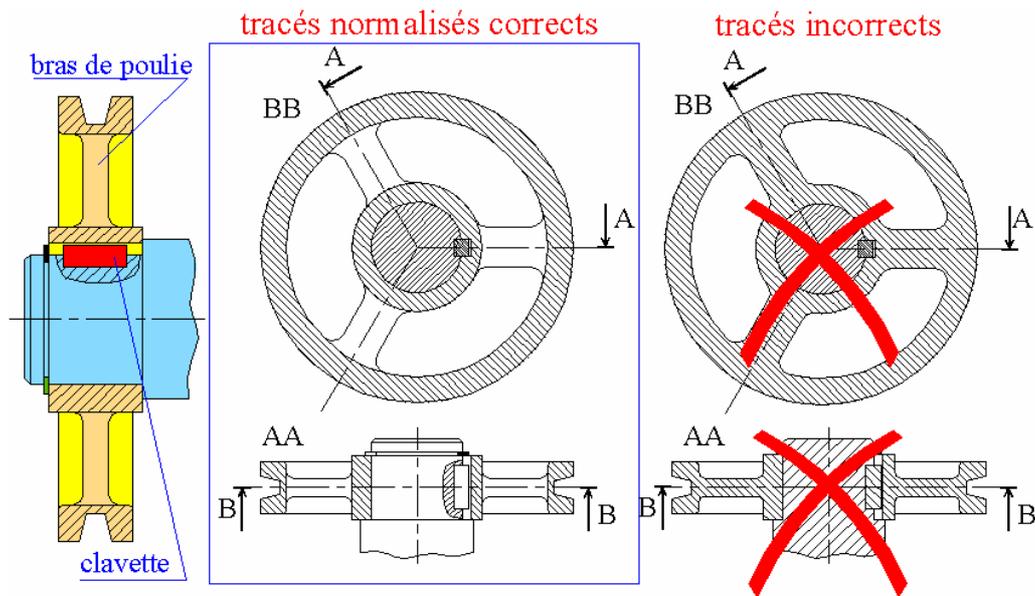
Exemple :

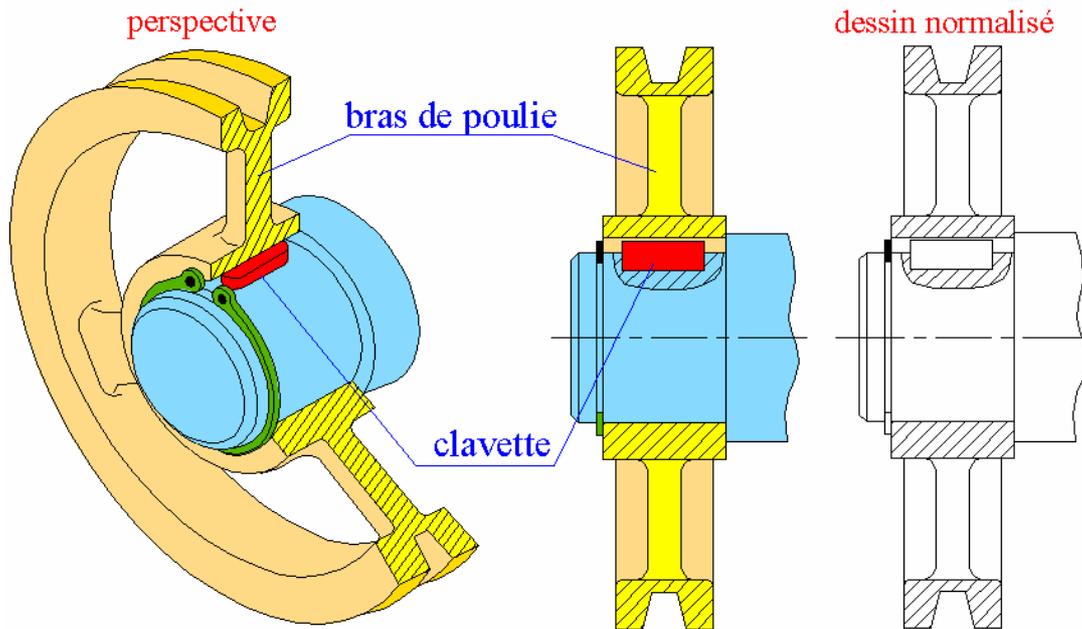


b) Règle 2

On ne coupe jamais les clavettes, arbres et bras de poulie, de volant ou de roue lorsque le plan de coupe passe dans le plan de leur plus grande surface.

Exemple : poulie montée en bout d'arbre avec clavette parallèle.

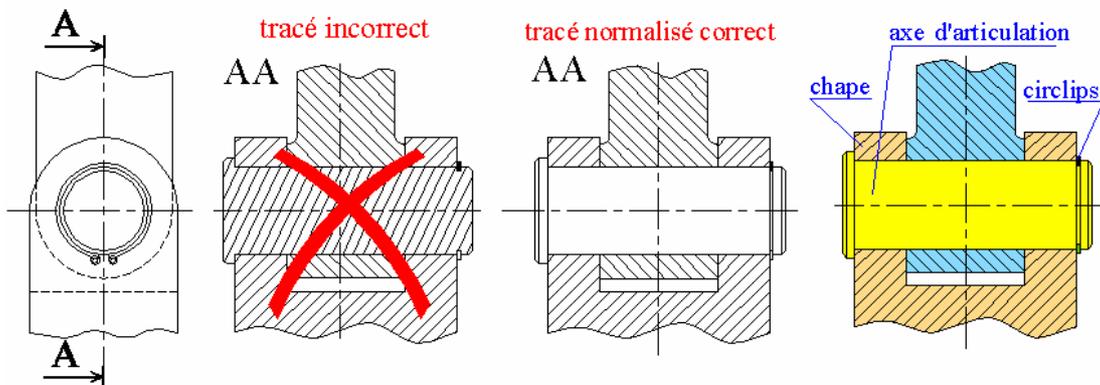




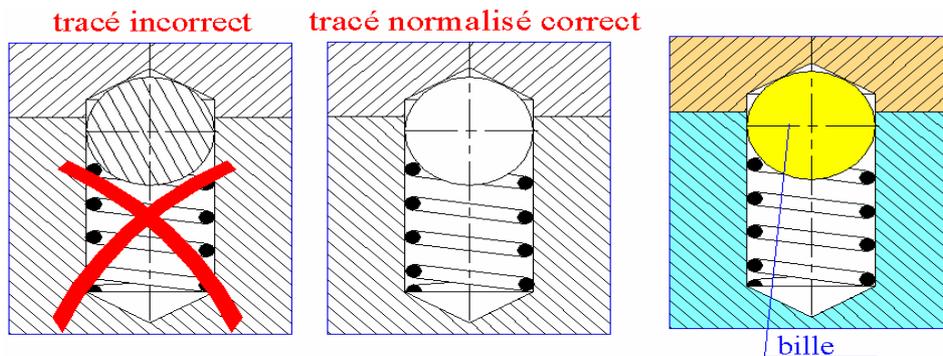
c) Règle 3

On ne coupe jamais les pièces de révolution pleines, cylindriques ou sphériques telles que axes, arbres, billes...

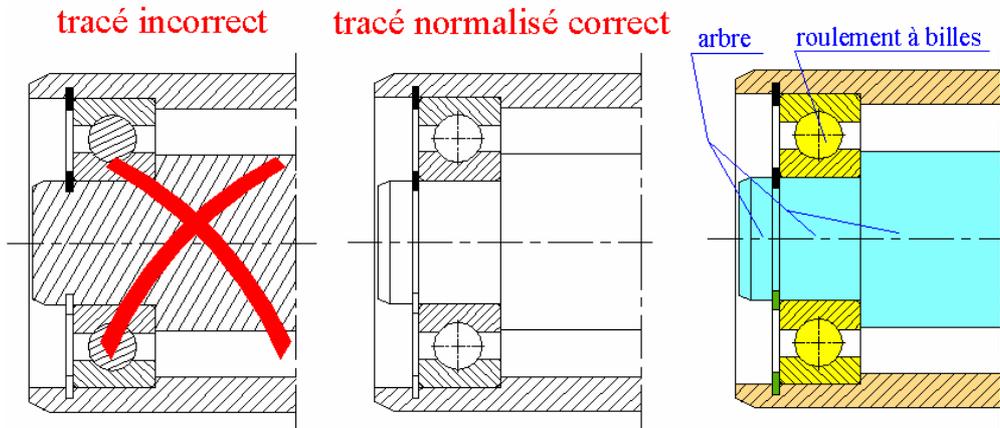
Exemple 1 : axes (l'axe de la liaison en chape proposée ne doit pas être hachuré).



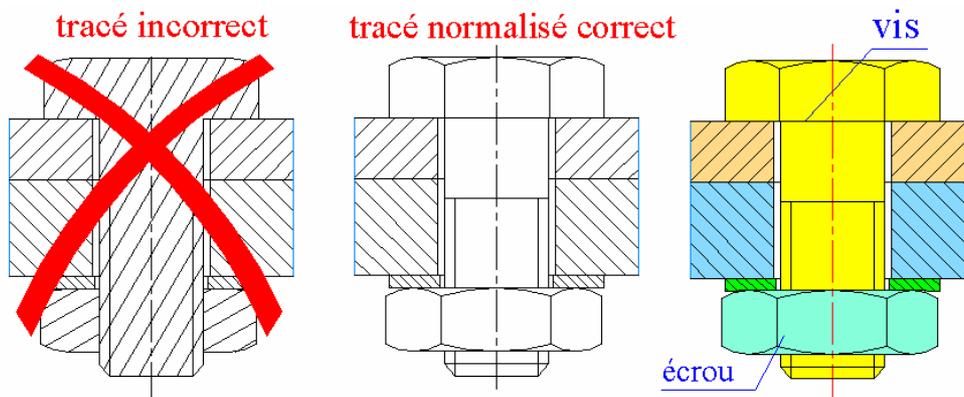
Exemple 2 : billes (la bille du montage ne doit pas être hachurée).



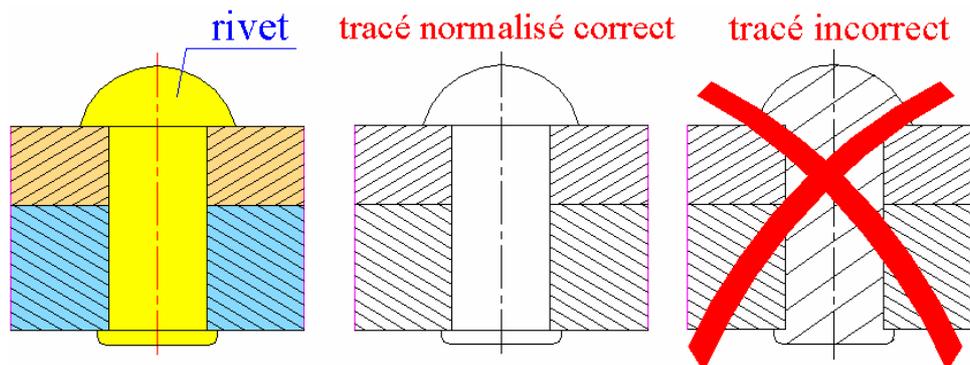
Exemple 3 : arbres et billes (pour l'exemple les billes du roulement et l'arbre ne doivent pas être hachurés).



Exemple 4 : vis (la tige de vis de l'assemblage ne doit pas être hachurée).



Exemple 5 : rivets (les diverses formes du rivet ne doivent être hachurées).



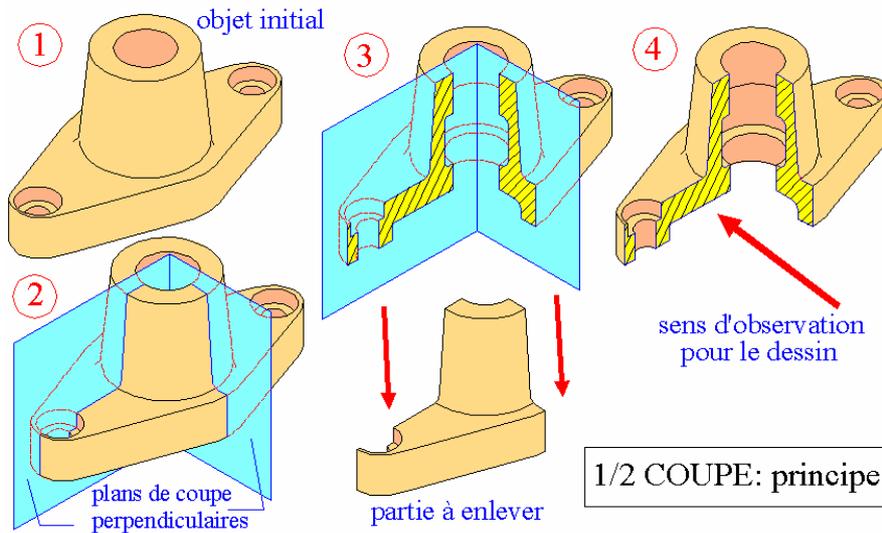
IV. DEMI-COUCPE

1. Principe

Dans ce mode de représentation, afin de définir les formes intérieures, la moitié de la vue est dessinée en coupe, alors que l'autre moitié reste en mode de représentation normal pour décrire

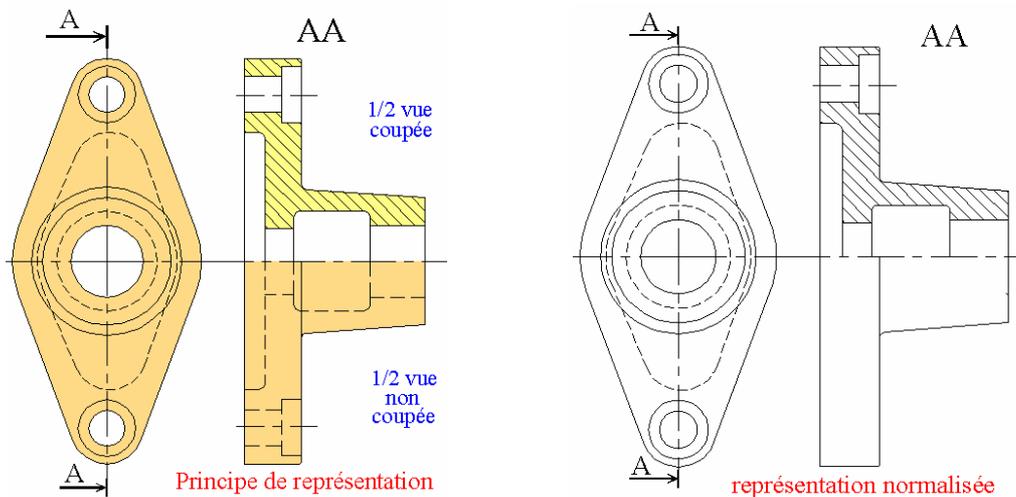
les formes et les contours extérieurs.

Remarque : ce mode de représentation est bien adapté aux objets ou ensembles symétriques.



2. Règles

Elles sont les mêmes que pour les coupes usuelles, l'indication du plan de coupe est inchangée. Les deux demi-vues sont toujours séparées par un axe de symétrie, trait mixte fin (ou trait d'axe) l'emportant sur tous les autres types de traits.



V. COUPES PARTIELLES

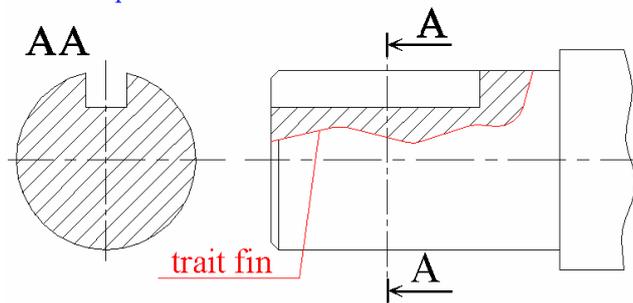
Elles permettent de définir uniquement quelques détails du contour intérieur d'un objet.

Elles évitent les nombreux tracés inutiles qui seraient engendrés par le choix d'une coupe complète.

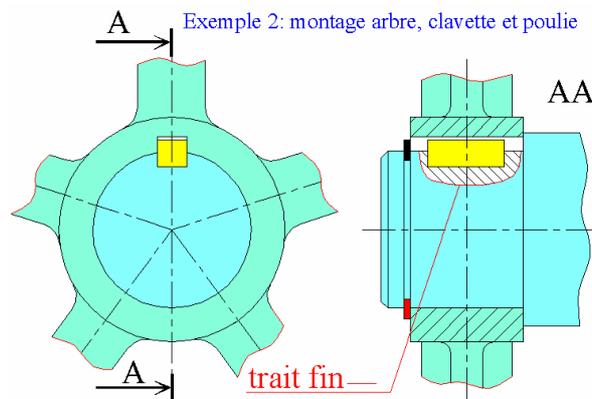
L'indication du plan de coupe est inutile dans ce cas.

Un trait fin sert de limite aux hachures.

Exemple 1 : rainure de clavette usinée dans un arbre.



Exemple 2 : ensemble arbre, poulie et clavette.



VI. COUPES BRISEES

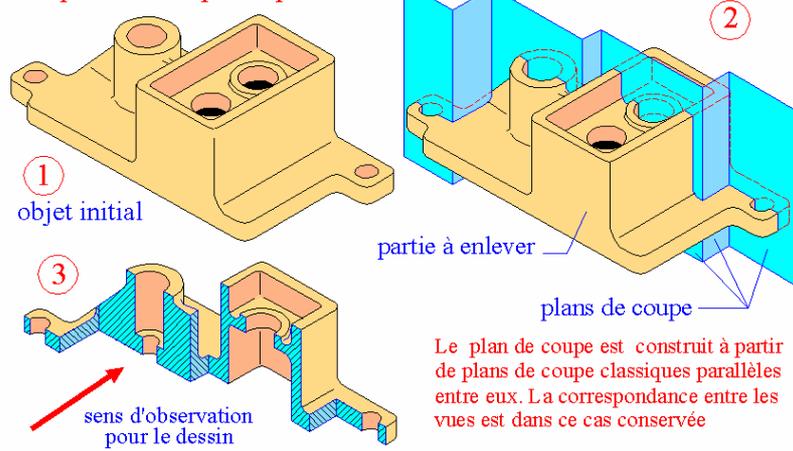
Les coupes brisées sont utilisées avec des objets présentant des contours intérieurs relativement complexes. Elles apportent un grand nombre de renseignements et évitent l'emploi de plusieurs coupes normales. Le plan de coupe brisée est construit à partir de plusieurs plans de coupe usuels.

1. Coupe brisée à plans parallèles

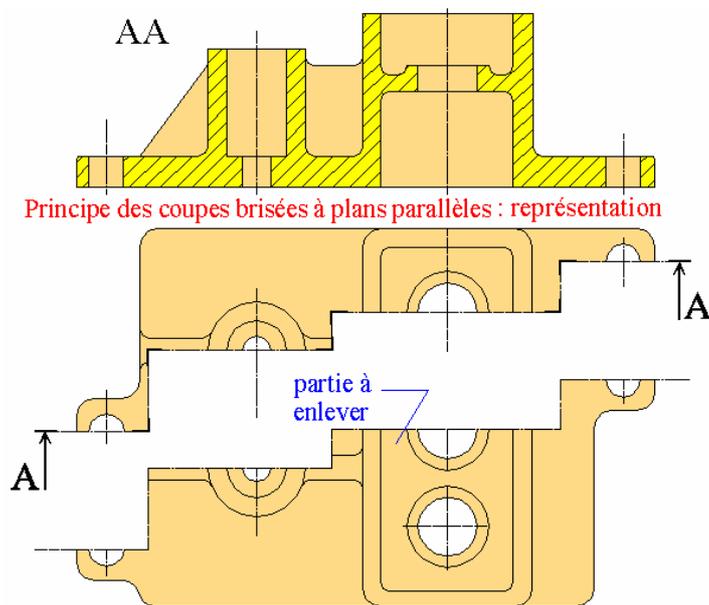
Le plan de coupe est construit à partir de plusieurs plans de coupe classiques parallèles entre eux. Pour ce cas la correspondance entre les vues est conservée.

Principe :

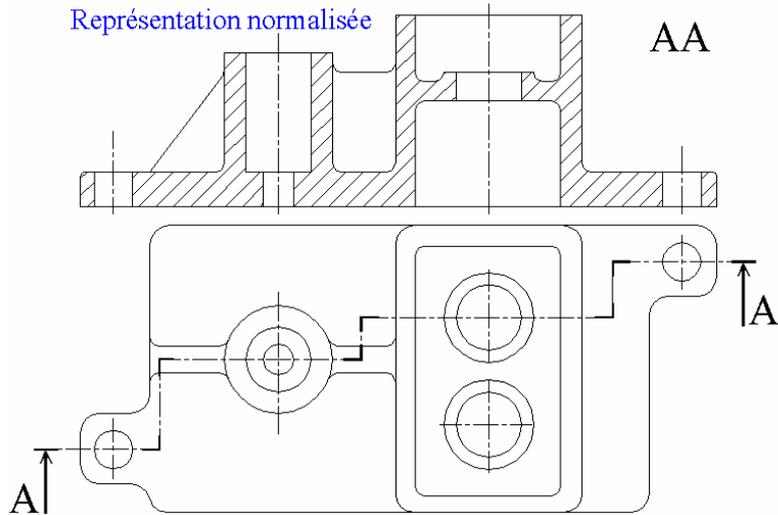
Coupe brisée à plans parallèles



Principe de représentation :



Représentation normalisée :



2. Coupe brisée à deux plans sécants ou à plans obliques

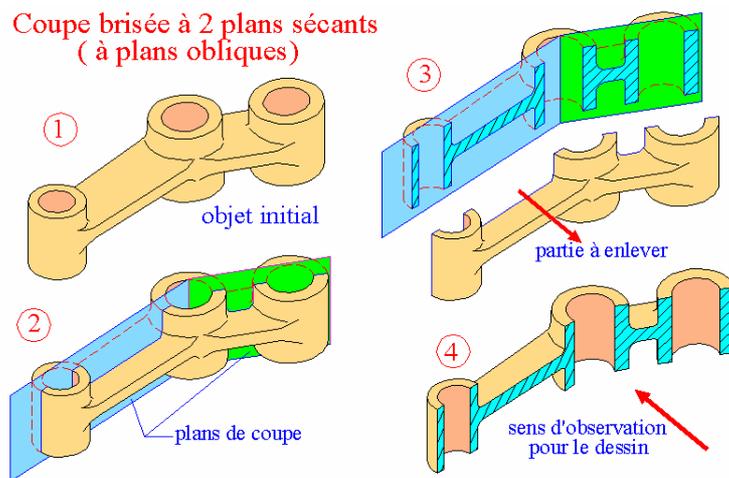
Le plan de coupe est constitué de deux plans sécants.

La vue coupée est obtenue en ramenant dans un même plan tous les tronçons coupés des plans de coupe successifs.

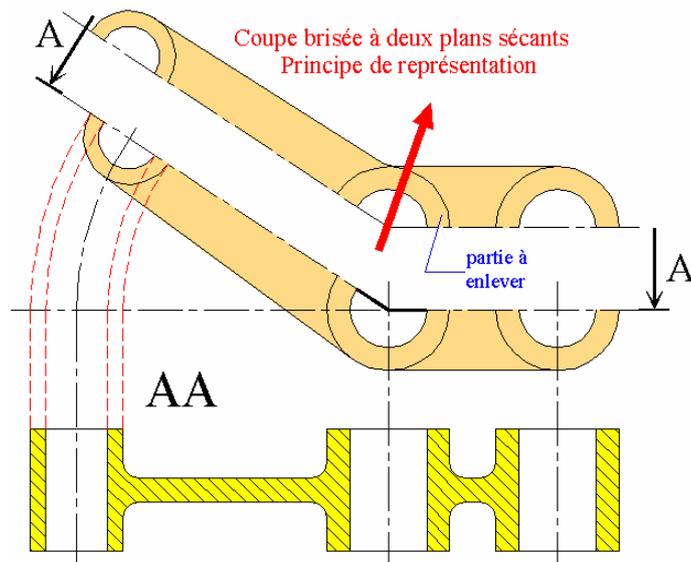
La correspondance entre les vues n'est que partiellement conservée.

Les discontinuités du plan de coupe (arêtes ou angles) ne sont pas représentées.

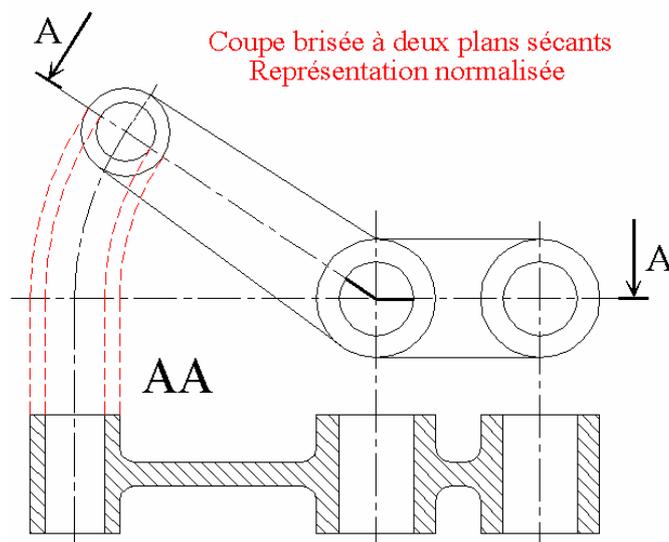
Principe :



Principe de représentation :



Représentation normalisée :



3. Coupe brisée à plans successifs

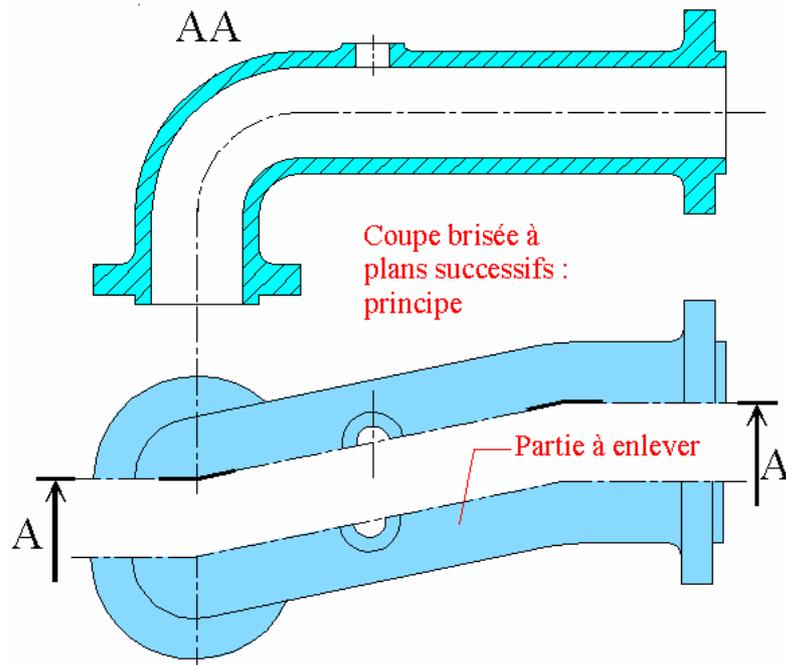
Les plans de coupe, concourants par deux, se succèdent les uns derrière les autres.

La correspondance entre les vues est conservée.

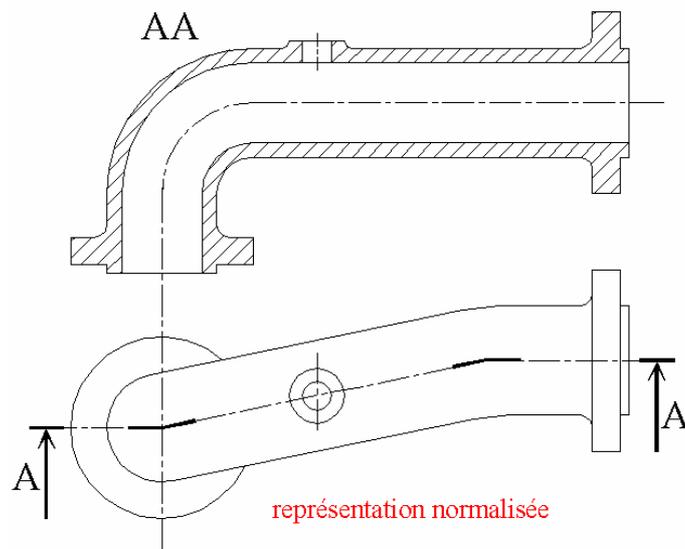
Les discontinuités du "plan de coupe" (arêtes ou angles) ne sont pas représentées.

Pour l'exemple proposé, et pour simplifier la représentation, le bossage et l'alésage sont représentés perpendiculairement au plan de coupe.

Principe :



Représentation normalisée :



VII. SECTIONS

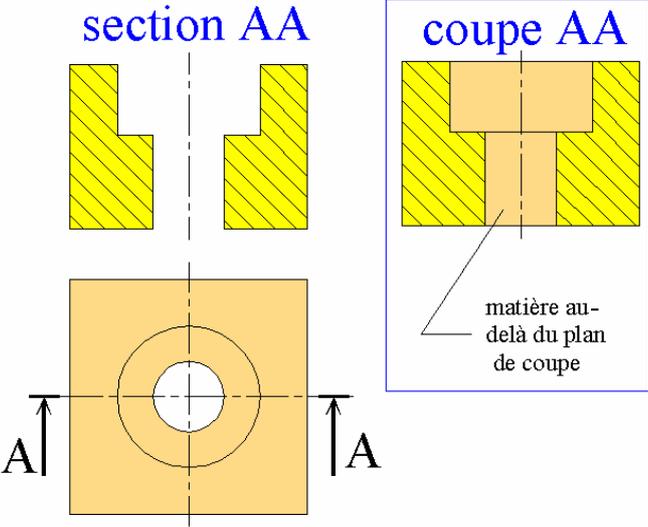
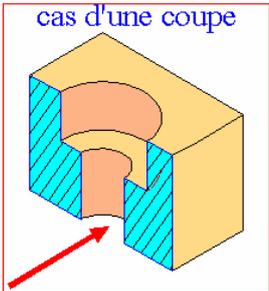
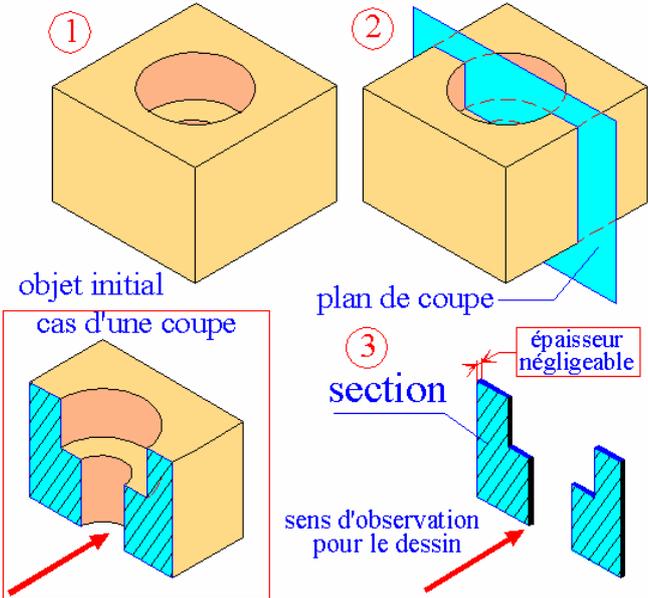
On peut les considérer comme des vues complémentaires ou auxiliaires. Elles se présentent comme une variante simplifiée des vues en coupe et permettent de définir avec exactitude une forme, un contour, un profil en éliminant un grand nombre de tracés inutiles.

Les sections sont définies de la même manière que les coupes : plan de coupe, flèches, etc.

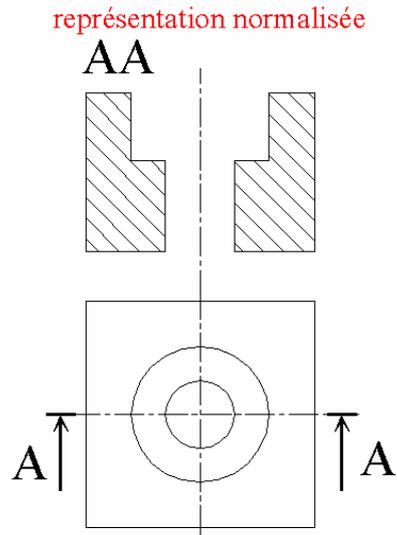
1. Principe

Dans une coupe normale toutes les parties au-delà du plan de coupe sont dessinées. Dans une section, seule la partie coupée est dessinée, là où la matière est réellement coupée ou sciée.

Principe :

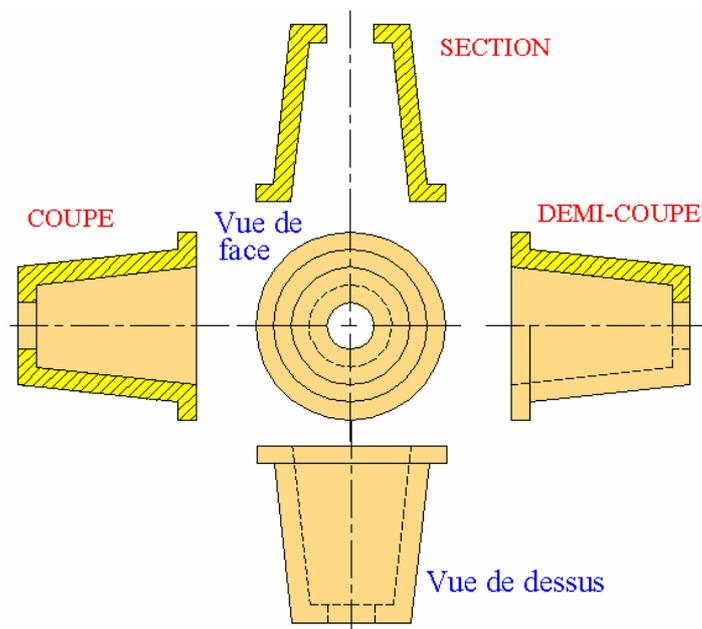


Représentation normalisée :



2. Comparaison entre coupe, demi-coupe et section

Dans une section, seule la partie coupée est dessinée, là où la matière est réellement coupée.
 Dans une coupe, en plus de la partie coupée, toutes les parties visibles au-delà du plan de coupe sont dessinées. Dans une demi-coupe, seule une moitié de vue est dessinée en coupe, l'autre moitié reste en mode de représentation normal.



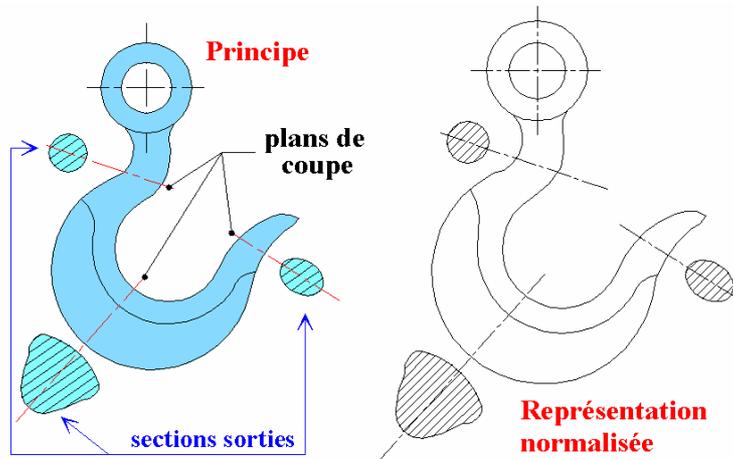
VIII. SECTIONS SORTIES ET SECTIONS RABATTUES

1. Sections sorties

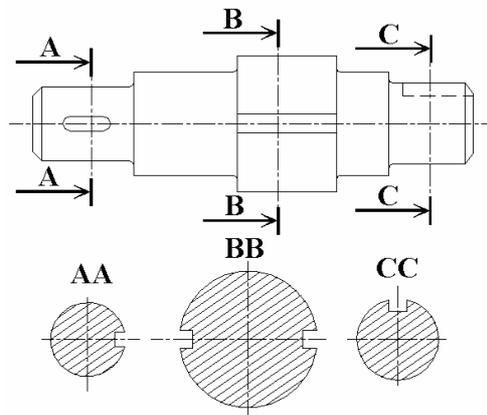
Ce sont des sections particulières. Les contours sont dessinés en trait continu fort.

Elles peuvent être placées :

- près de la vue et reliées à celle-ci au moyen d'un trait mixte fin ("trait d'axe").

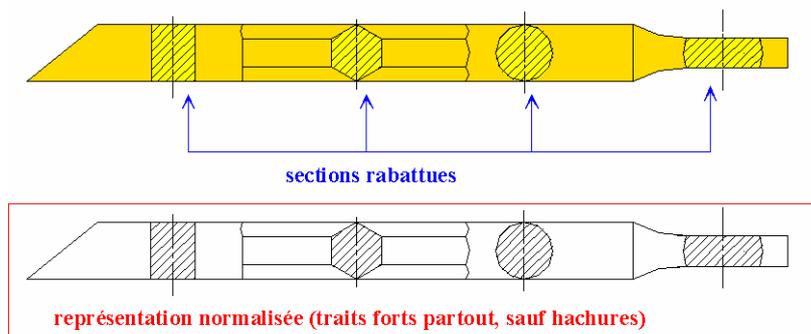


- ou dans une autre position avec éléments d'identification (plan de coupe, sens d'observation, lettres).



2. Sections rabattues

Ce sont des sections particulières dessinées en trait continu fin directement sur la vue choisie. Les indications (plan de coupe, sens d'observation, désignation) sont en général inutiles. Pour plus de clarté, il est préférable d'éliminer ou "gommer" les formes de l'objet vues sous la section.



CHAPITRE 5 : REPRESENTATION DES ELEMENTS FILETES

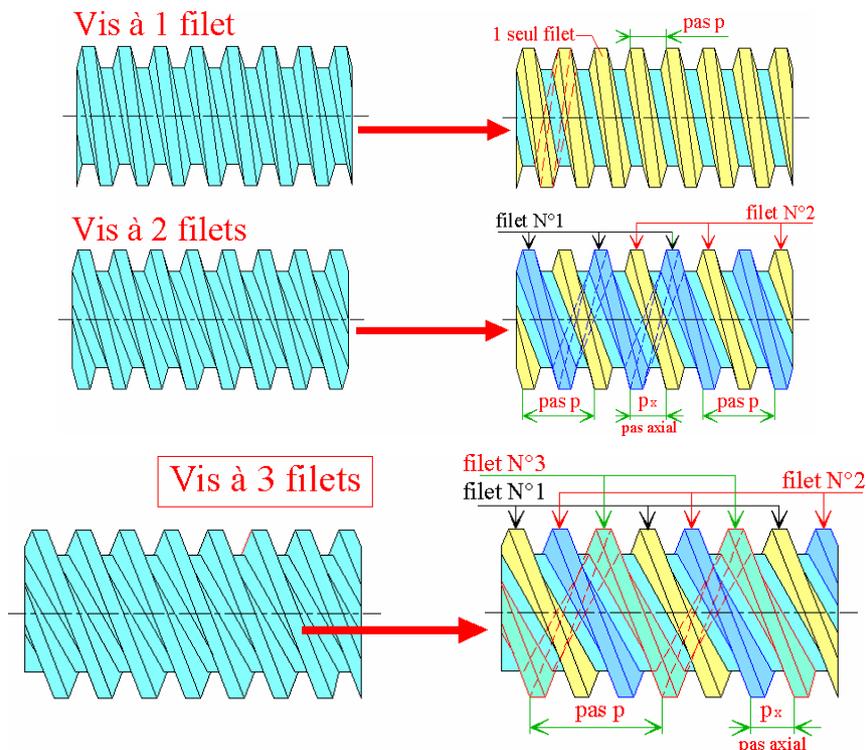
I. INTRODUCTION

D'un point de vue industriel et commercial, la connaissance des filetages et des éléments filetés est importante. Une quantité innombrable d'assemblages démontables sont réalisés au moyen de la visserie boulonnerie. Tous ces éléments sont interchangeables, facilement disponibles dans des milliers de références (les fabricants proposent de nombreux catalogues), normalisés internationalement et économiques. Ils peuvent sans difficulté être fabriqués à la demande et sur mesure avec une grande précision et une grande qualité.

Les filetages sont également utilisés comme organe de manœuvre pour transmettre le mouvement et l'énergie (vis de manœuvre, vis pour la robinetterie industrielle...). Il existe des vis à billes fonctionnant sans frottement pour des applications exigeantes (commande numérique...).

II. GENERALITES

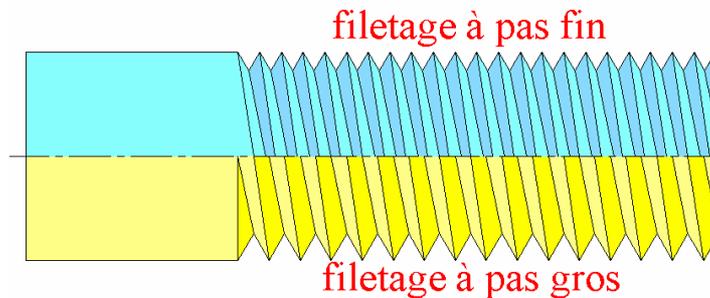
1. Vis à 1, 2 ou plusieurs filets - Pas (p) et pas axial (p_x)



Pas (p) : il représente la distance, mesurée parallèlement à l'axe, entre deux sommets de filets consécutifs.

Pas axial (p_x) : il représente la distance parcourue, mesurée parallèlement à l'axe, par la vis lorsque celle-ci tourne d'un tour ou fait une révolution. Pour une vis à un filet, le pas axial est égal au pas ($p_x=p$) ; pour une vis à deux filets, il est égal à deux fois la valeur du pas ($p_x=2.p$) et pour une vis à n filets, n fois la valeur du pas ($p_x = n.p$).

2. Formes des filets, filetage à pas gros et à pas fin



Le pas gros est de loin le plus courant en visserie boulonnerie.

Les pas fins sont utilisés dans le cas de filetages sur tube mince, d'écrous de faibles hauteurs, de chocs ou de vibrations et lorsque les constructions sont coûteuses.

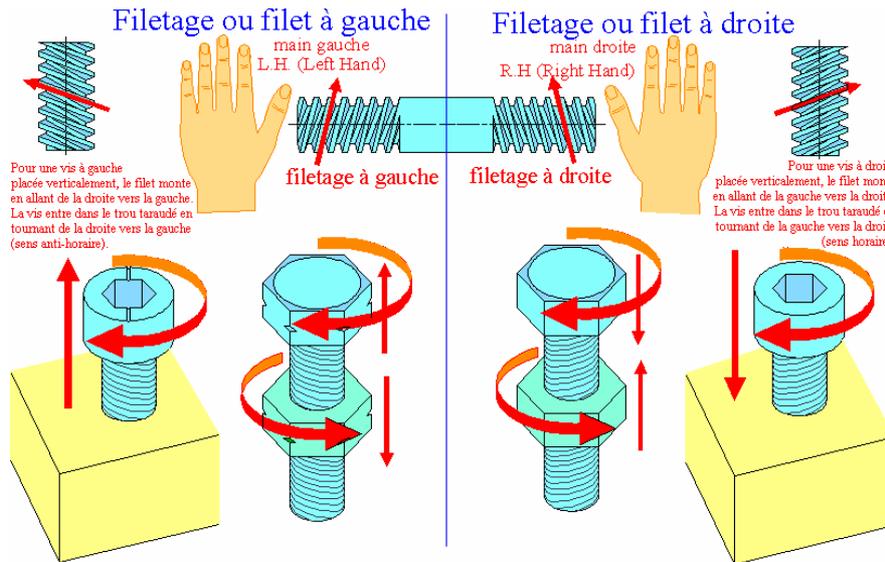
Les filets peuvent être de forme triangulaire (usuel en visserie boulonnerie), trapézoïdale (vis de manœuvre), carrée ou ronde.

3. Filetage à droite et filetage à gauche

Le filetage (ou filet) à droite est le plus courant, notamment en visserie boulonnerie, le filetage à gauche est d'un emploi assez exceptionnel.

Filetage (ou filet) à droite : une vis ayant un (ou plusieurs) filet à droite entre dans son trou taraudé si on la tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Un écrou se rapproche de la tête de vis si on le tourne dans le même sens. Si la vis est placée verticalement on observe que le filet s'enroule et monte en allant de la gauche vers la droite. Si la vis est placée horizontalement, l'inclinaison du filet correspond à celle du pouce de la main droite. Le filet à droite est souvent repéré (normes) par les lettres RH (Right Hand).

Filetage à gauche : c'est l'inverse du cas précédent. Une vis avec filetage à gauche sort de son trou taraudé si on la tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Un écrou s'écarte de la tête si on le tourne dans le même sens. Si la vis est placée verticalement on observe que le filet s'enroule et monte en allant de la droite vers la gauche. Si la vis est disposée horizontalement, l'inclinaison du filet correspond à celle du pouce de la main gauche. Le filet à gauche est souvent repéré (normes) par les lettres LH (Left Hand).



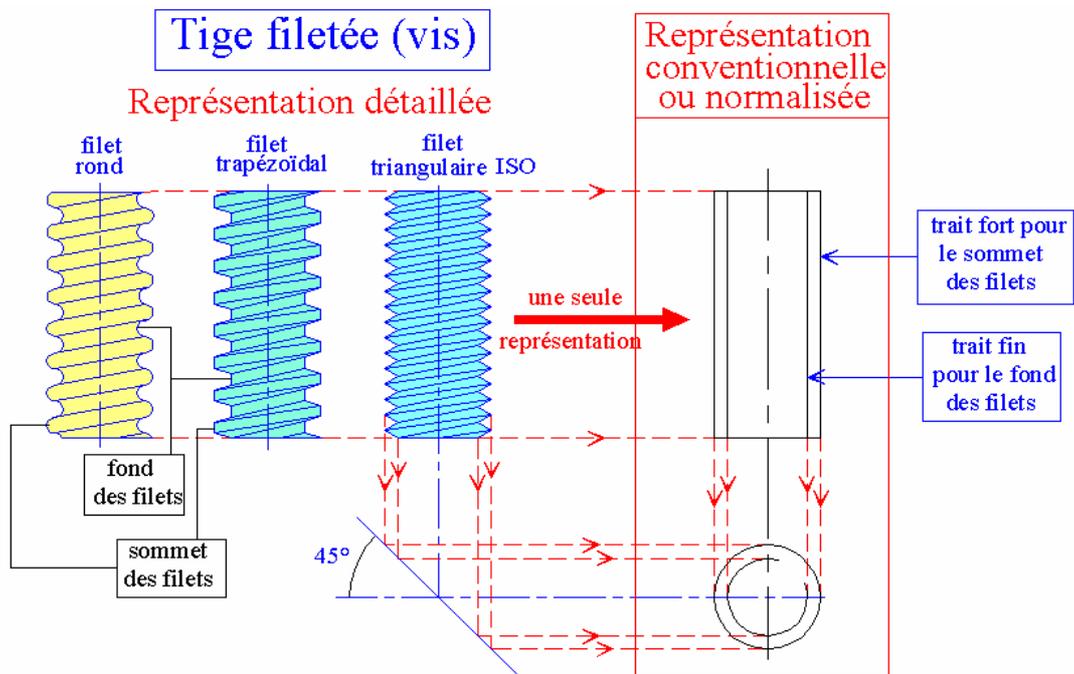
III. REPRESENTATIONS NORMALISEES OU CONVENTIONNELLES DES FILETAGES - NF EN 6410-1

1. Représentation normalisée des filets

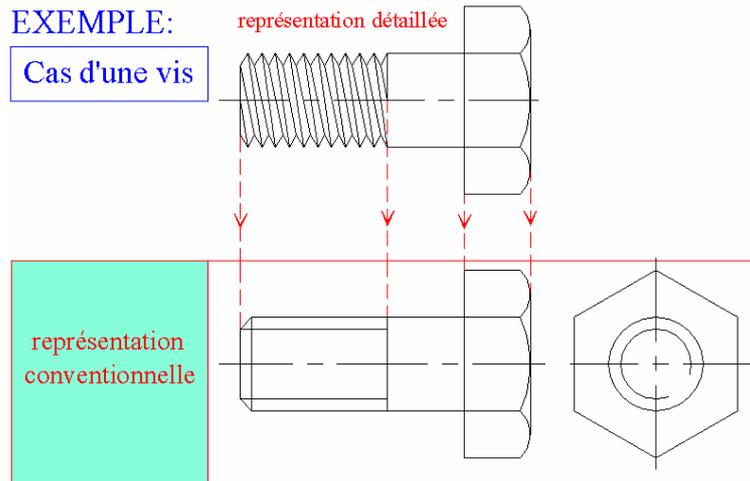
Principe : le sommet des filets est limité par un trait fort et le fond par un trait continu fin.

La distance entre les deux traits varie de 0,7 à 1,5 mm selon les dimensions.

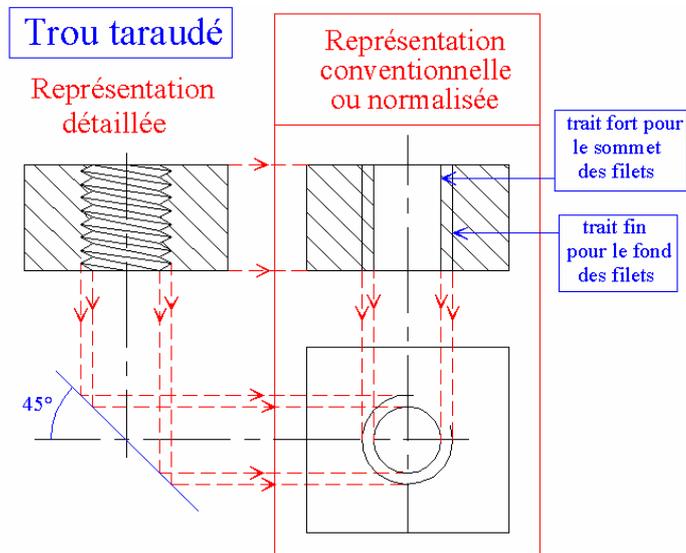
a) Représentation des tiges filetées



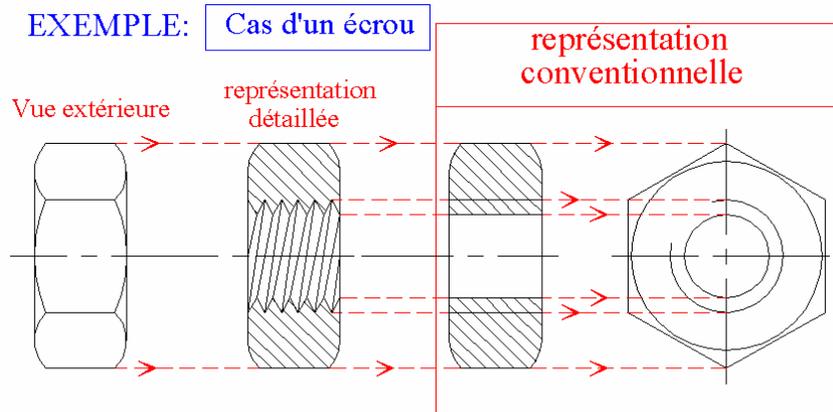
Exemple : représentation d'une vis H



b) Représentation des trous taraudés



Exemple : représentation d'un écrou H

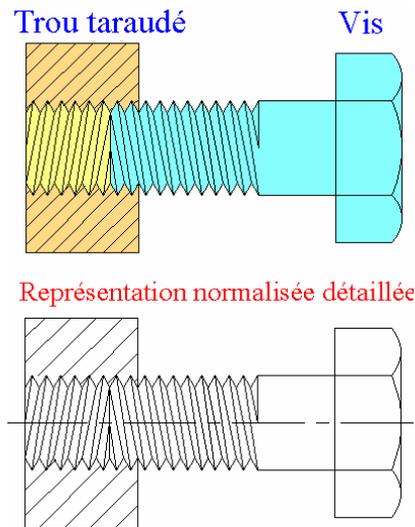


2. Représentation détaillée des filetages

La représentation détaillée des filetages, fait apparaître le dessin des filets. Cette représentation est utilisable pour illustrer des pièces isolées ou assemblées dans certains documents techniques (catalogues, publicité, documents divers pour non-techniciens...).

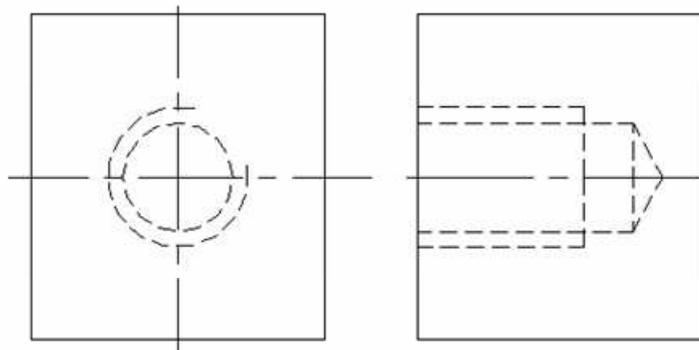
Les hélices peuvent être représentées par des lignes droites et il n'est pas nécessaire de dessiner exactement à l'échelle le pas et le profil du filetage.

Exemple :



3. Représentation des filetages cachés

Dans le cas des filetages cachés (formes intérieures...), les sommets des filets, les fonds de filets et les limites du filetage sont représentés par des traits interrompus fins.

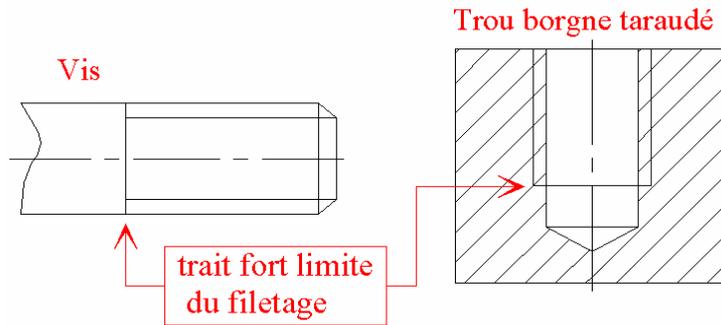


4. Représentation de la limite des filetages

a) Cas des filetages complètement formés

La limite du filetage doit être indiquée par un trait continu fort tracé jusqu'aux traits définissant le diamètre extérieur du filetage (ou trait interrompu fin si le filetage est caché).

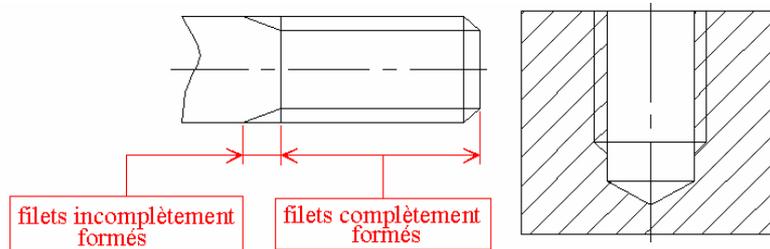
Exemple :



b) Cas de filetages incomplètement formés

En plus du trait continu fort précédent, deux petits traits continus fins inclinés doivent être ajoutés pour représenter les filets incomplètement formés.

Exemple : représentation des filets des goujons à fond de filet.

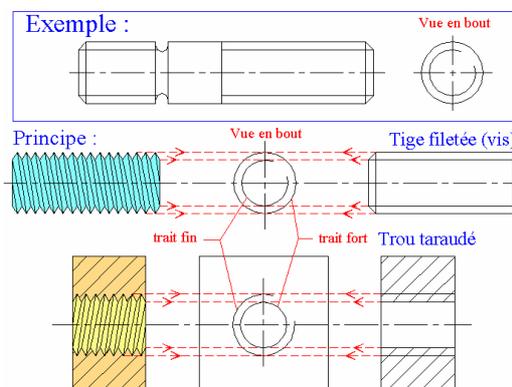


5. Vue en bout des filetages

La vue en bout des filetages comprend un cercle en trait continu fort pour le sommet des filets et une portion de cercle (environ les $\frac{3}{4}$) en trait continu fin pour le fond des filets. Ce dernier est situé :

- à l'intérieur du cercle en trait fort dans le cas des vis,
- à l'extérieur du cercle en trait fort dans le cas des trous taraudés.

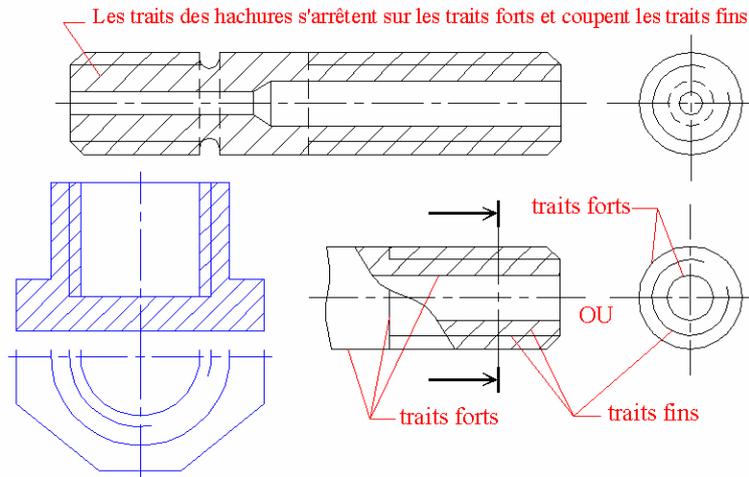
Exemple :



6. Vue en coupe des filetages

Règle : les traits des hachures s'arrêtent sur les traits forts et coupent les traits fins.

Exemple :



IV. COTATION DES FILETAGES

1. Indications de cotation et désignation du filetage

Les dimensions et le type de filetage doivent être indiqués et désignés suivant les spécifications des normes internationales.

La désignation doit comporter les points suivants :

- l'abréviation du type : M (pour filet triangulaire ISO), G (pour pas du gaz), Tr (pour filet trapézoïdal), etc.,
- le diamètre nominal ou la grandeur,
- si nécessaire : le pas hélicoïdal (L) ; le pas du profil (P) ; le sens de l'hélice (LH si le filetage est à gauche, RH s'il est à droite) ; la classe de tolérance ; la longueur en prise (S = courte, L = longue, n = normale) ; le nombre de filets.

Exemples d'indication :

M20 x 2 - 6G/6h - LH

M20 x L3 - P1,5 - 6H - S

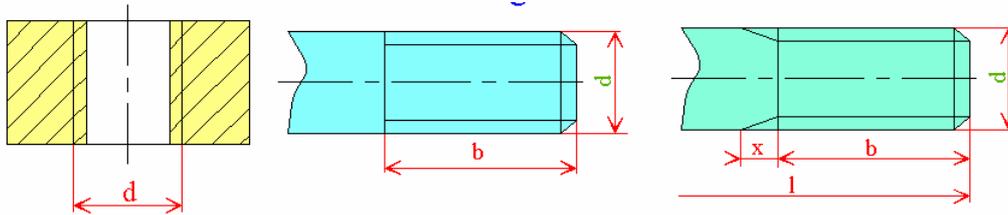
G 1/2A

Tr 40 x 7

2. Cotation du diamètre et de la longueur

Le diamètre d se réfère toujours au sommet des filets pour un filetage extérieur (ou vis), et au fond des filets pour un filetage intérieur (ou trou taraudé).

La longueur à prendre en compte est celle des filets complètement formés (cote b), sauf si le filet est incomplètement formé (cote b et x , cas d'un goujon).

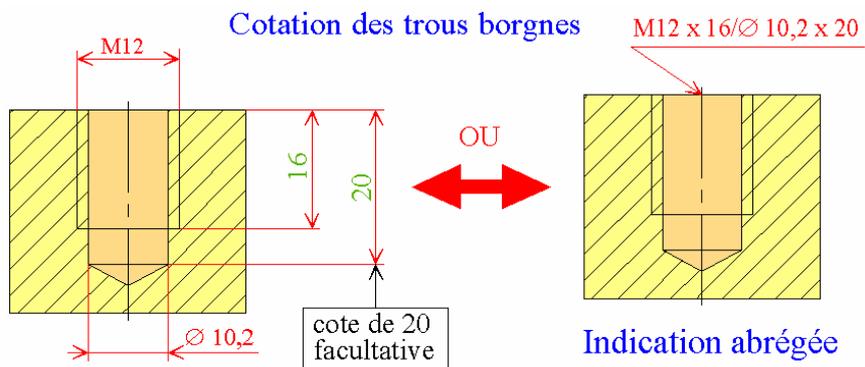


3. Cotation des trous borgnes

Pour un trou borgne, la profondeur du trou de perçage (cote 20 de l'exemple proposé) peut être omise.

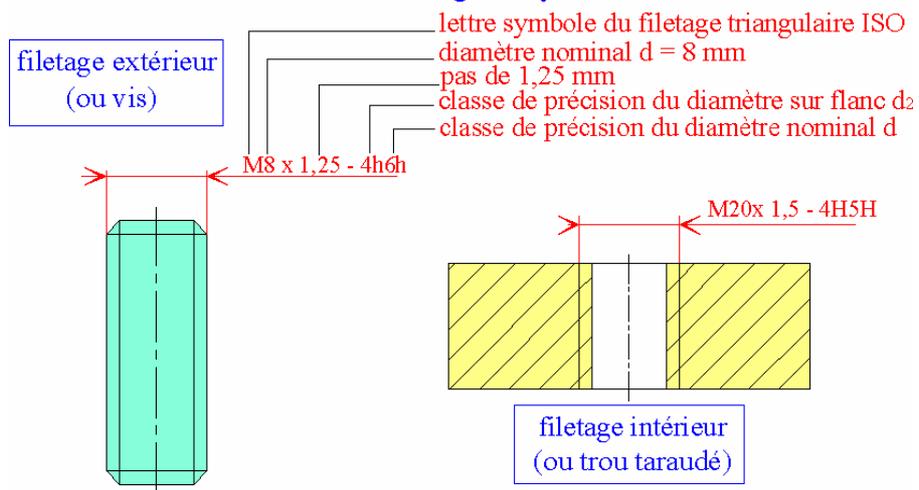
Si elle n'est pas indiquée, elle doit être égale à 1,25 fois la longueur du filetage (cote de 16).

Une indication en abrégé peut aussi être utilisée.

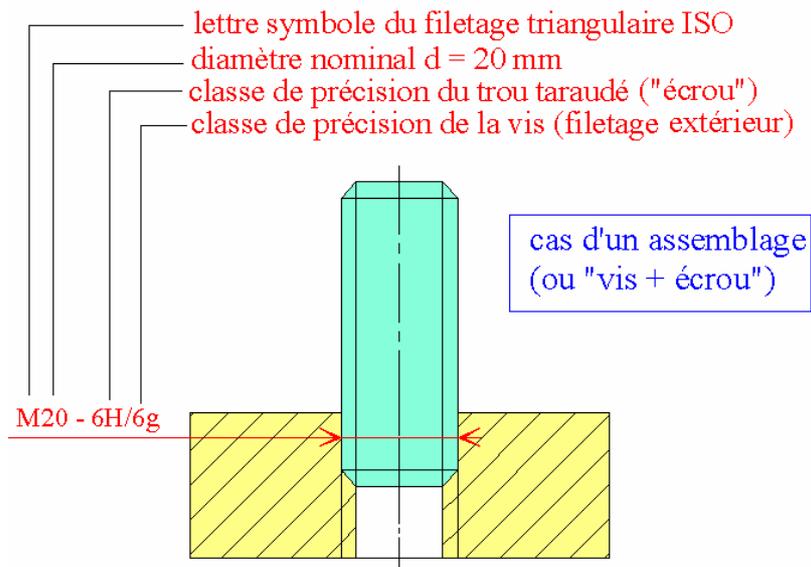


4. Cotation des filetages - Système ISO de tolérance

Cotation des filetages - système ISO de tolérances



Cotation des filetages - système ISO de tolérances

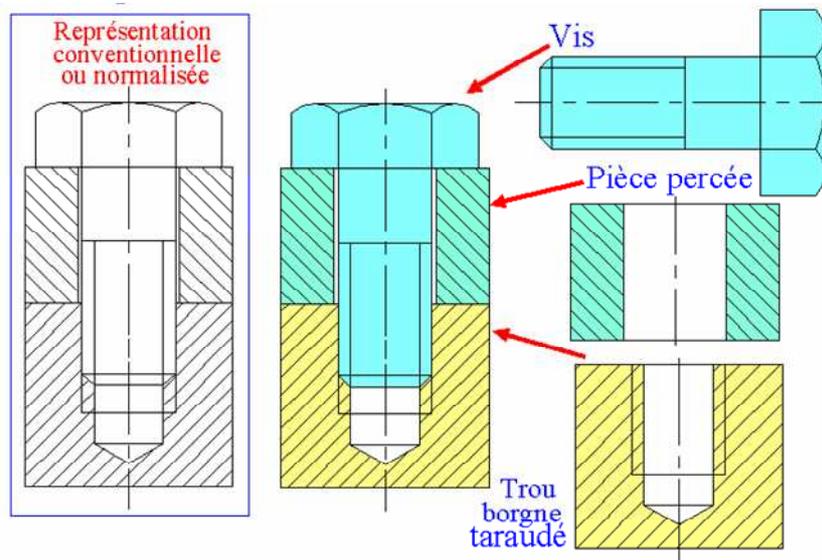


V. ASSEMBLAGE DES PIÈCES FILETÉES

1. Règle de dessin

Lorsqu'il y a assemblage de deux pièces filetées complémentaires, vis avec son écrou par exemple, la représentation ou le dessin des filetages extérieurs (vis...) l'emporte ou cache toujours la représentation des filetages intérieurs (écrou, trou taraudé..).

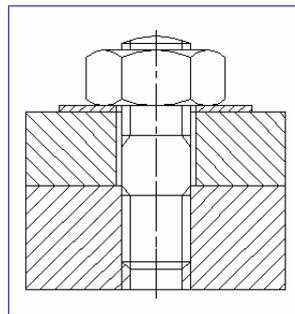
Exemple 1 : montage d'une vis dans un trou borgne taraudé



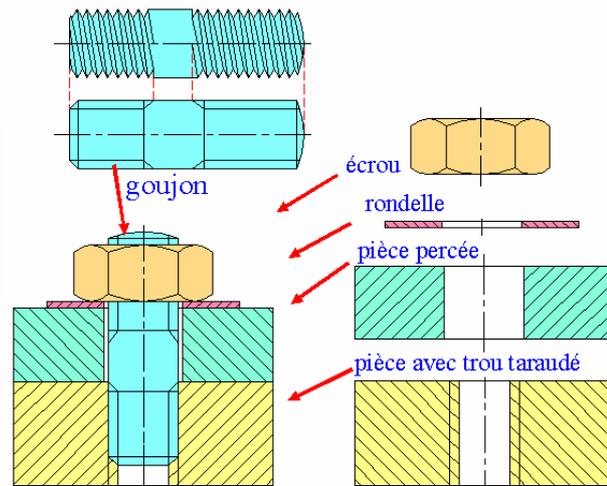
Exemple 2 : montage d'un goujon à fond de filet

Exemple 2:

Montage d'un goujon à fond de filet

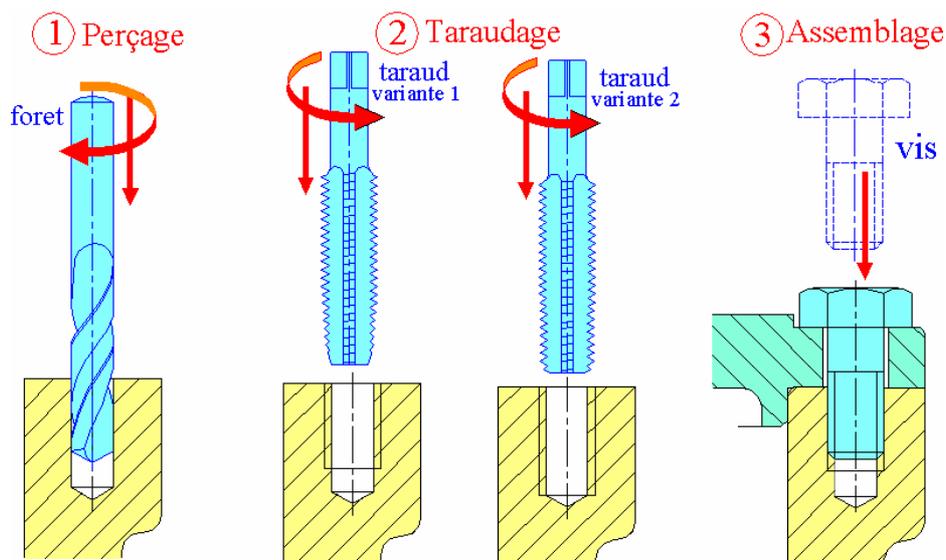


Représentation normalisée



2. Principe de réalisation d'un assemblage vissé

La réalisation d'un trou taraudé exige un perçage préalable avec foret suivi d'une opération de taraudage qui permet de former le filetage intérieur.



a) Taraudage manuel

Le taraudage manuel est généralement pratiqué sur des pièces unitaires (fabriquées à l'unité ou en petit nombre) ou dans le cadre d'opérations de maintenance. Le taraudage, ou filetage intérieur, est obtenu, après perçage, par un outil de forme de dimensions normalisées appelé "taraud".

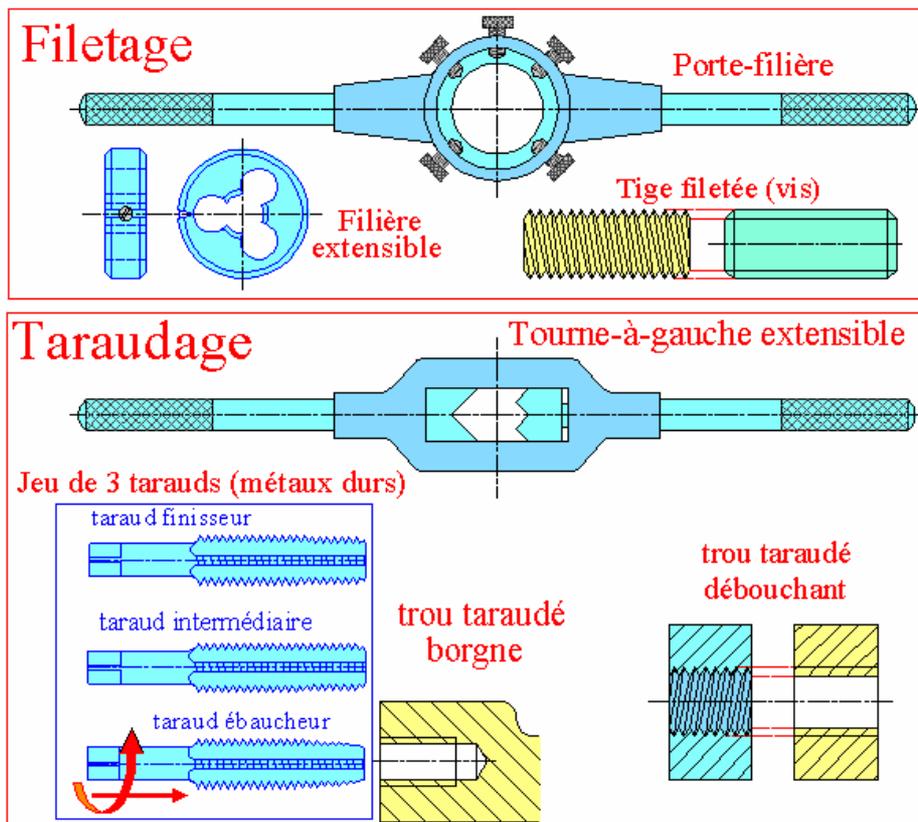
Principaux éléments :

- Diamètre de perçage (ou diamètre du foret) :

$$\text{diamètre de perçage} = \text{diamètre nominal} - \text{valeur du pas}$$

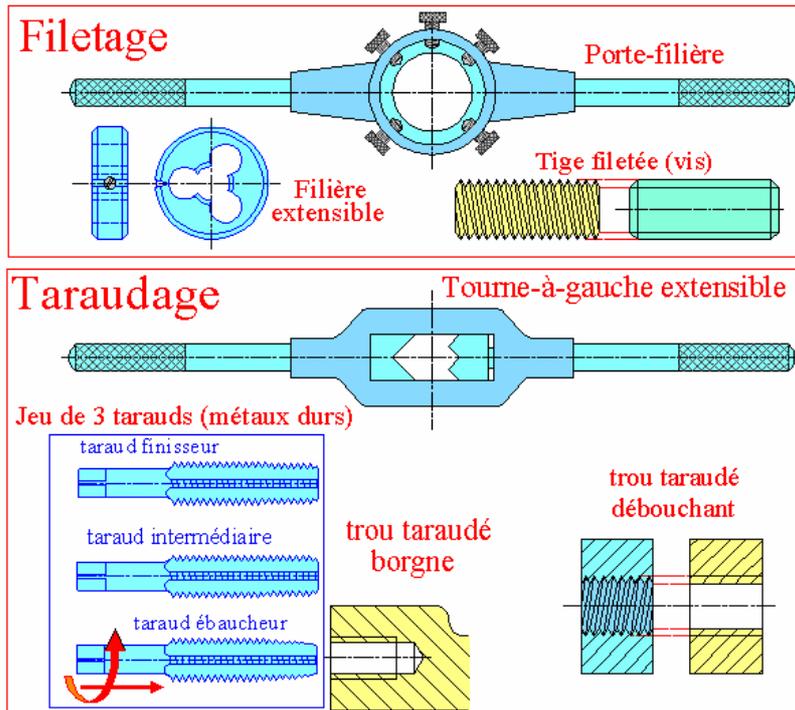
- Tarauds :

Le plus souvent, les tarauds sont des outils de forme en acier super rapide HSS (242 daN/mm²). Pour réaliser un même diamètre nominal (cas usuel de 3 à 20 mm) il faut un jeu de deux (métaux tendres) ou trois tarauds (métaux plus durs) complémentaires ayant chacun un ordre de passage à respecter. Pour chaque diamètre nominal (normalisé ISO) existe un jeu de tarauds correspondants. L'entraînement en rotation de chaque taraud est réalisé par un deuxième outil appelé "tourne à gauche" (il existe d'autres outils).

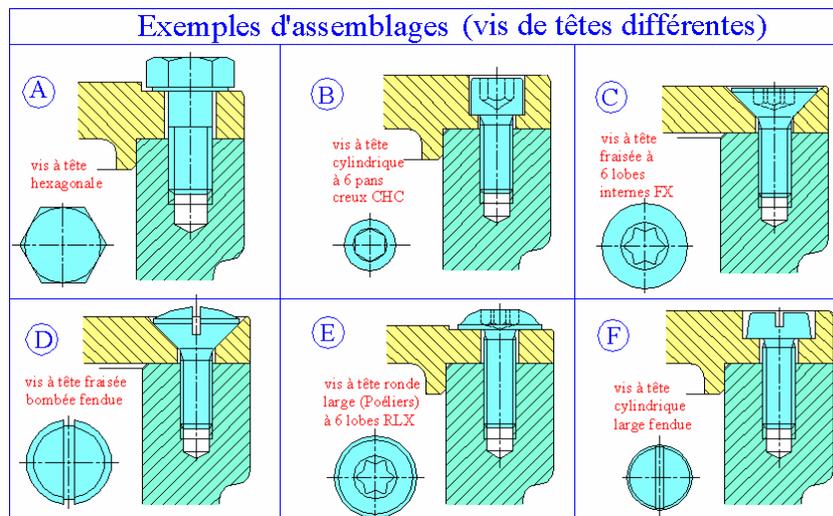


b) Filetage manuel

Complémentaire du taraudage manuel, c'est une opération qui consiste à réaliser un filetage extérieur ("type vis") sur une tige ou un axe cylindrique. Pour les petits diamètres (cas usuel de 3 à 18 mm), l'outil de forme généralement utilisé, en acier HSS (242 daN/mm²) s'appelle "filière". L'outil se monte dans un porte filière (l'équivalent du "tourne à gauche").



3. Exemples d'assemblages avec des têtes de vis différentes



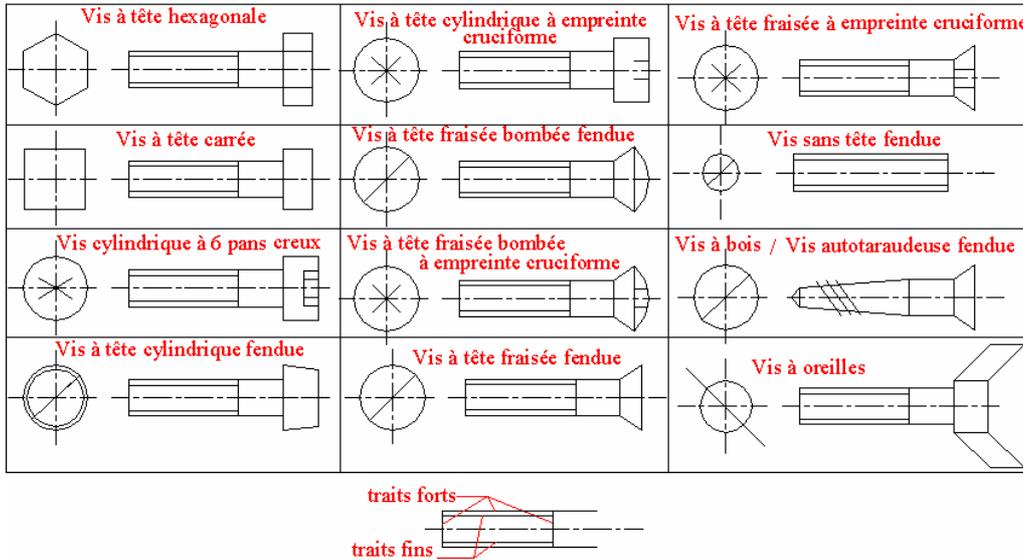
VI. REPRESENTATION SIMPLIFIEE DES VIS, ECROUS, FILETAGES

Les représentations simplifiées normalisées (NF EN ISO 6410-3) indiquées sont applicables dans le cas où il n'est pas nécessaire de montrer la forme exacte des éléments. Exemple : dessin d'assemblage, etc.

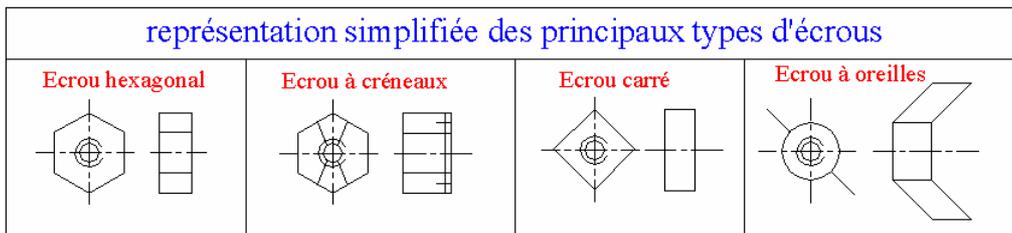
Des combinaisons des éléments proposés peuvent être utilisées.

1. Représentation simplifiée des vis

Représentation simplifiée des principaux types de vis et écrous



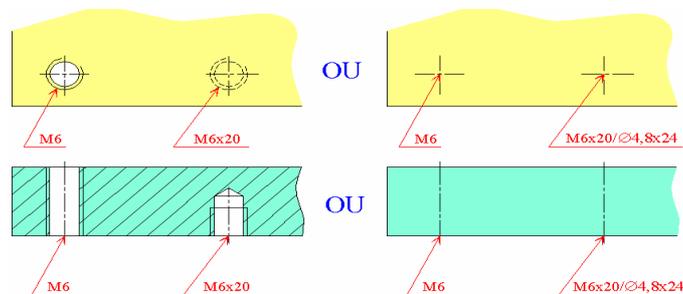
2. Représentation simplifiée des écrous



3. Représentation simplifiée des trous filetés

Il est possible de simplifier la représentation des trous filetés si le diamètre est inférieur ou égal à 6 mm, ou s'il y a un ensemble de trous ou de filetages de même type et de même dimension.

La représentation doit utiliser une ligne repère dirigée vers l'axe du trou et terminée par une flèche. Toutes les caractéristiques nécessaires doivent être indiquées.



Chapitre 6 : Perspectives

I. INTRODUCTION

Industriellement, les perspectives sont régulièrement utilisées pour transmettre des informations ou des idées à un large éventail de personnes qui n'ont pas nécessairement les aptitudes à lire et à interpréter les dessins multi-vues basés sur les projections orthogonales.

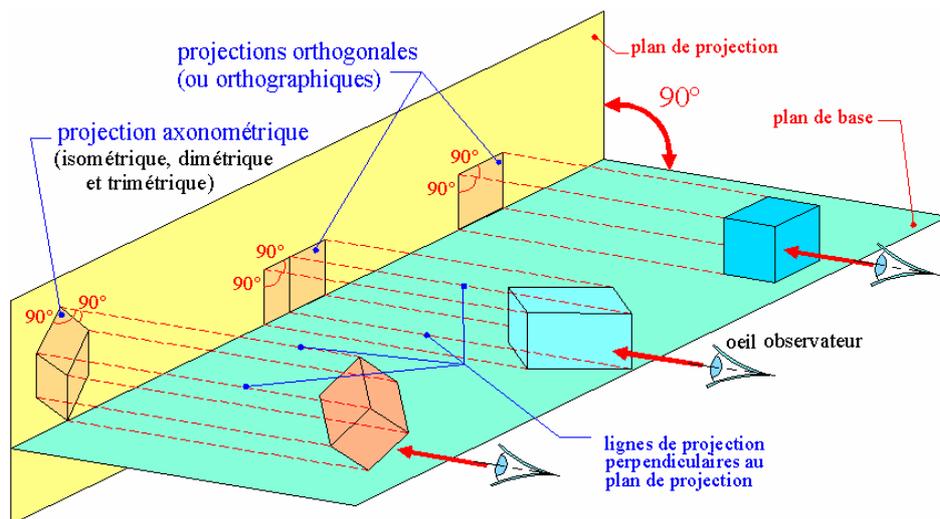
Si elles sont faciles à lire et à interpréter, les perspectives ne permettent pas de définir les objets de manière aussi précise que les vues orthogonales. La plupart des représentations présentent des distorsions modifiant plus ou moins la réalité. Le temps nécessaire pour les réaliser est plus long que celui exigé pour les vues orthogonales. Enfin, la plupart des lignes ou formes, ne peuvent pas être mesurées directement ("à la règle") et une cotation détaillée est difficile, sinon impossible.

II. PERSPECTIVES AXONOMETRIQUES

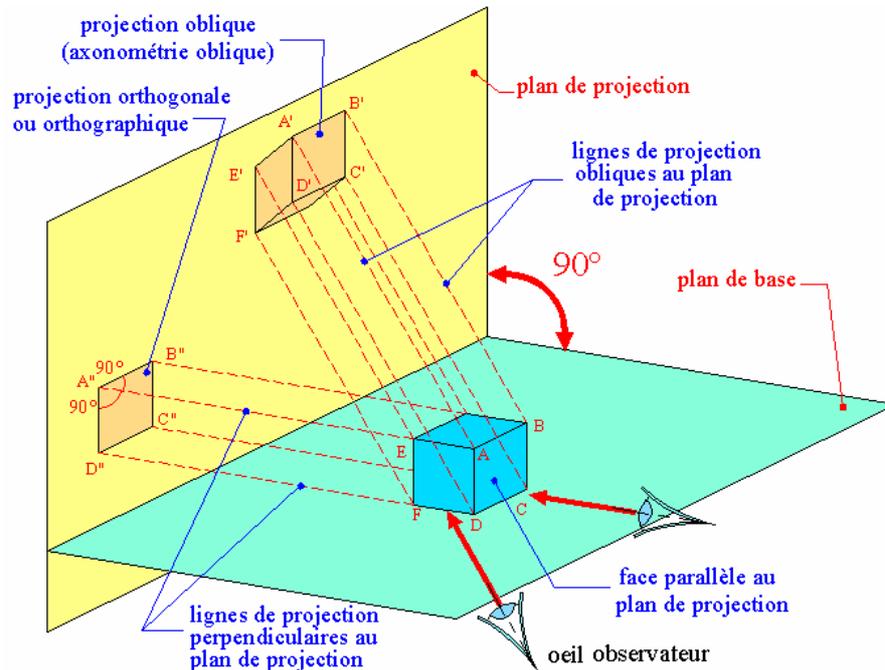
Elles sont souvent utilisées industriellement pour communiquer des idées, aider à la compréhension ou pour présenter des réalisations.

Dans les perspectives axonométriques (parfois appelées "perspectives parallèles"), le centre de projection ou point de vue, autrement dit "l'œil de l'observateur", est rejeté à l'infini et les rayons ou lignes de projections sont toutes parallèles entre elles. Deux familles principales :

- Les lignes de projection, parallèles, sont toutes perpendiculaires ou orthogonales au plan de projection, c'est le cas des perspectives isométrique, dimétrique et trimétrique.



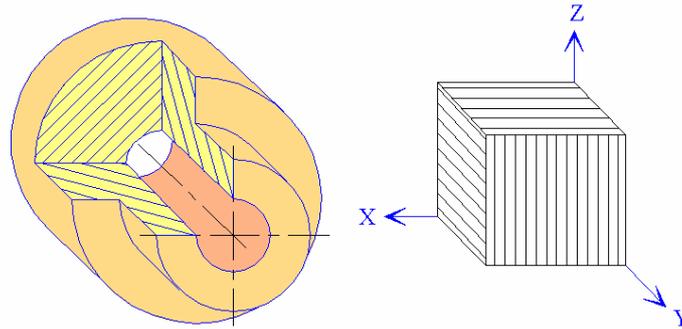
- Les lignes de projections, parallèles, sont toutes inclinées par rapport au plan de projection, c'est le cas des perspectives oblique, cavalière et planométrique.



1. Principales règles et recommandations normalisées (NF ISO 5456-3)

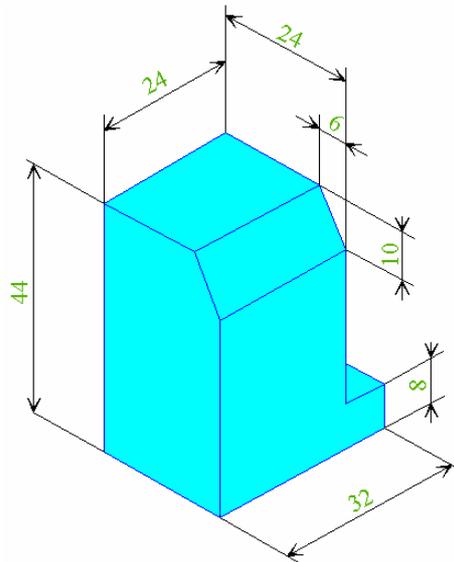
Les règles et recommandations indiquées sont applicables à toutes les représentations axonométriques développées dans les paragraphes suivants.

- Les faces principales ou significatives de l'objet doivent être positionnées de façon à être mises en valeur.
- Les axes et traces de plans de symétrie de l'objet ne doivent pas être dessinés, sauf nécessité.
- Il est préférable de ne pas dessiner les contours et arêtes cachés ("éviter le pointillé").
- Les hachures pour pièces coupées doivent être dessinées de préférence à 45° en tenant compte des axes et contours.



- La cotation doit être évitée en représentation axonométrique. Si elle est nécessaire, utiliser les mêmes règles générales de disposition que celles employées pour les projections orthogonales.

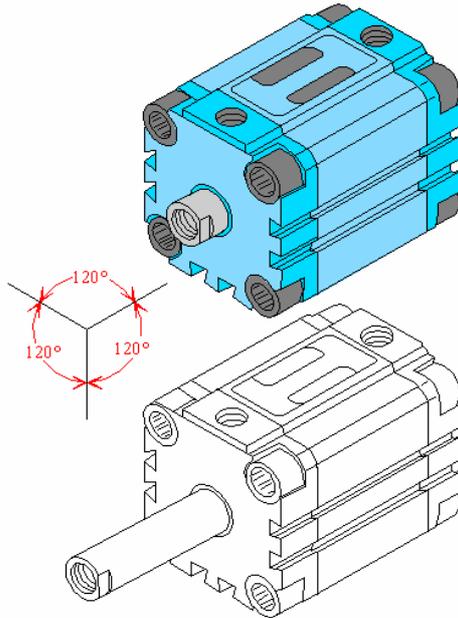
Exemple : objet en perspective isométrique avec cotation générale.



2. Axonométrie ou perspective isométrique

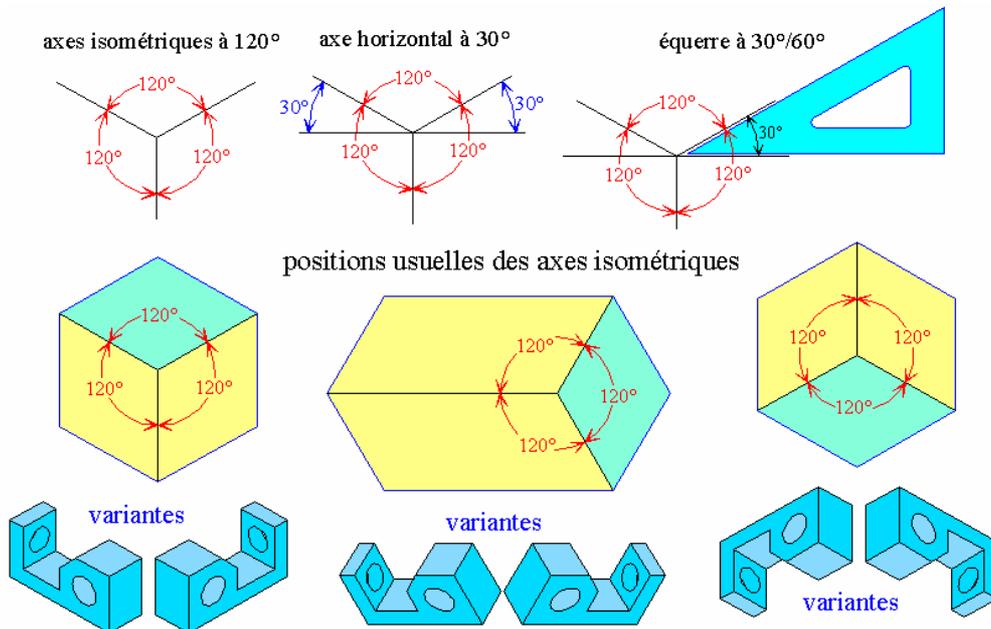
Assez facile à mettre en œuvre, présentant un assez bon rendu, l'axonométrie ou perspective isométrique est régulièrement utilisée industriellement.

Exemple : dessin de vérin pneumatique en perspective isométrique destiné à illustrer un catalogue commercial de composants.



a) Perspective isométrique, propriétés et caractéristiques

Après projection orthogonale de l'ensemble, les axes X, Y et Z donnent, dans le plan de projection, trois axes isométriques X', Y' et Z' situés à 120° les uns des autres.

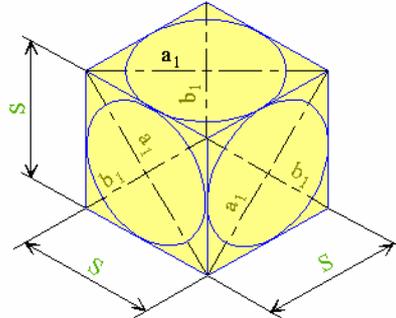


Propriétés :

- La perspective isométrique donne la même importance visuelle aux trois faces d'un cube projeté.

- Trois segments de longueur égale à un, mesurée sur les axes X, Y et Z, se projettent orthogonalement en trois segments égaux de longueurs 0,816 dans le plan de projection.

Perspective isométrique

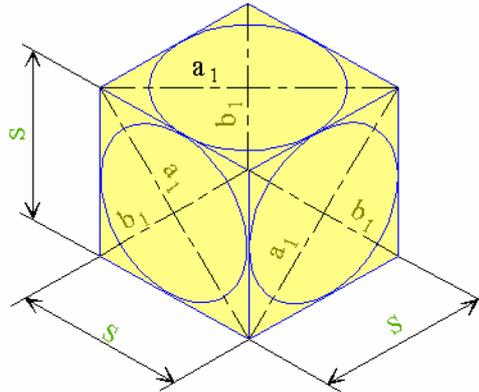


$S = 0,816 \times \text{dimension réelle}$ $a_1 \text{ en vraie grandeur}$ $b_1 = 0,58 \times \text{dimension réelle}$
--

b) Dessin isométrique

Dans le but de faciliter les tracés et les reports d'échelle, les dessinateurs préfèrent les dessins isométriques aux perspectives isométriques. Pour les dessins, les longueurs mesurées sur les axes X, Y et Z sont prises en vraie grandeur (échelle 1 au lieu de 0,816), ce qui revient à agrandir l'objet de 1,225 (ou $1/0,816$).

Dessin isométrique



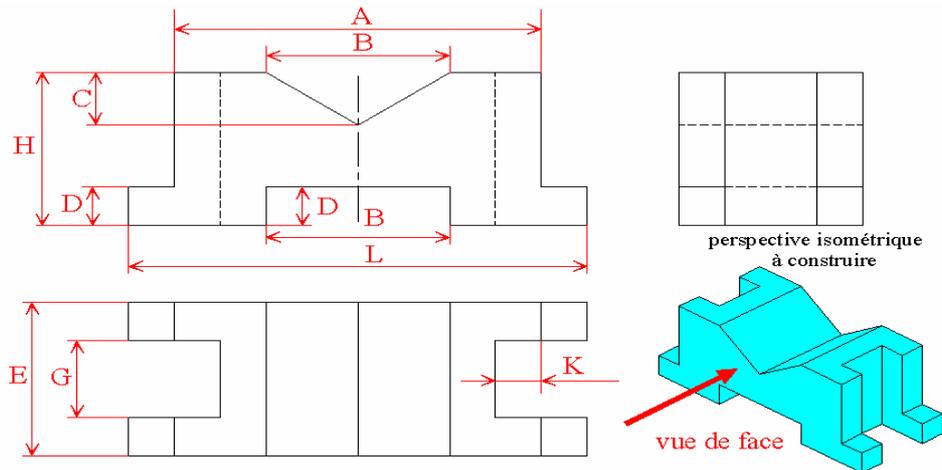
$S \text{ en vraie grandeur}$ $a_1 = 1,22 \times \text{dimension réelle}$ $b_1 = 0,71 \times \text{dimension réelle}$

Propriétés :

- Toutes les lignes mesurées sur, ou parallèlement aux trois axes isométriques de référence, sont dessinées en vraie grandeur ou à la même échelle (facteur d'échelle de 1).

Exemple de construction :

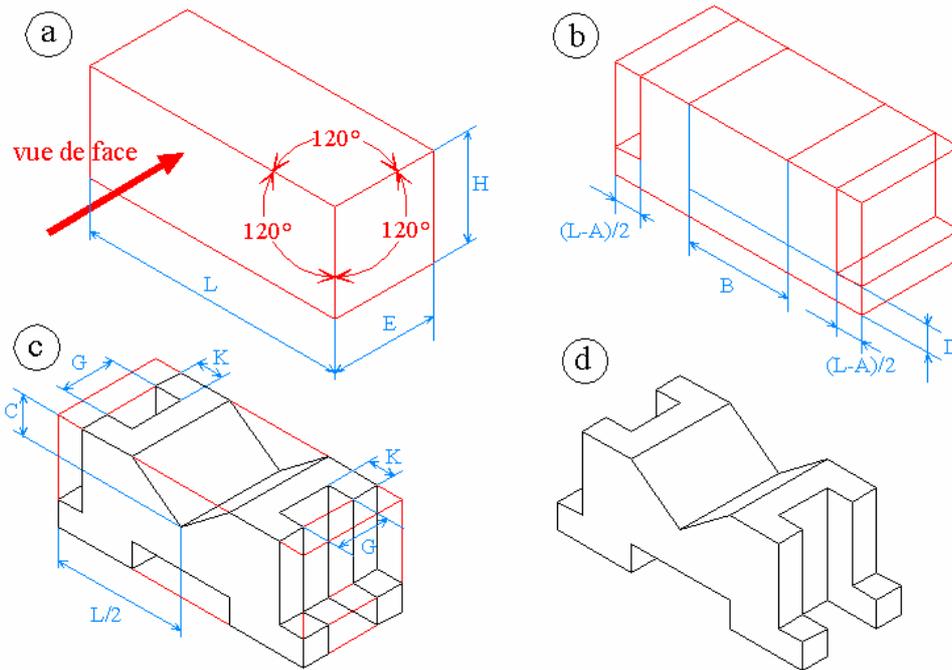
Soit à dessiner en dessin isométrique l'objet défini par les trois vues orthogonales proposées.



Principales étapes de construction :

Après choix de la vue de face, on remarquera que les dimensions de l'objet A , B , L , D , H , C , E , G et K sont toutes reportées en vraie grandeur.

- Etape 1 : dessiner la forme ("parallélépipède enveloppe : $L \times H \times E$ ") générale de l'objet ou son volume enveloppe.
- Etape 2 : tracer ("sous forme d'esquisse") les parties et éléments principaux de l'objet.
- Etape 3 : tracer ("esquisse") les formes secondaires de l'objet.
- Etape 4 : repasser ou finir les tracés. Eliminer ou gommer les lignes de construction.



c) Tracé des cercles et des arcs contenus dans les plans isométriques

Le tracé des cercles et arcs contenus dans les plans isométriques peut être réalisé par la méthode point par point, par un trace-ellipses isométriques en dessin manuel ou encore par la méthode approximative des quatre centres.

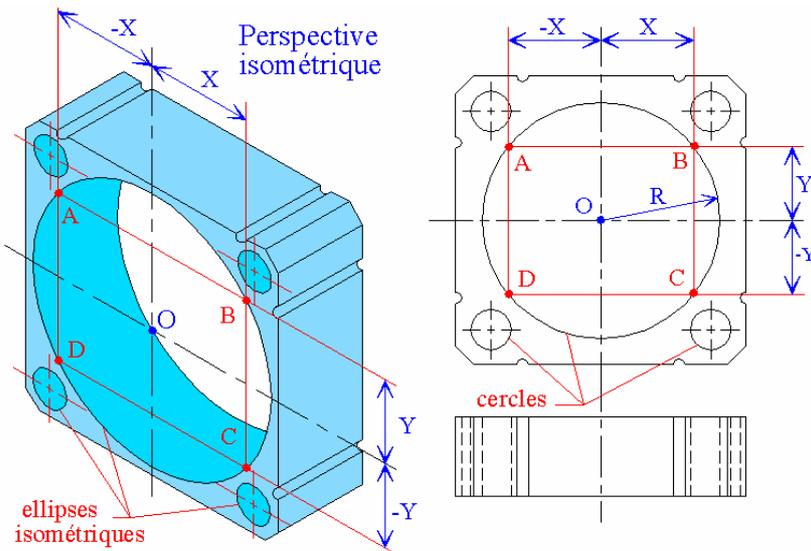
i) tracé des cercles

□ Méthode de tracé point par point

Principe : les points sont d'abord repérés sur les vues orthogonales à partir de leurs coordonnées X et Y puis transférés sur la perspective en utilisant les échelles de dimensions.

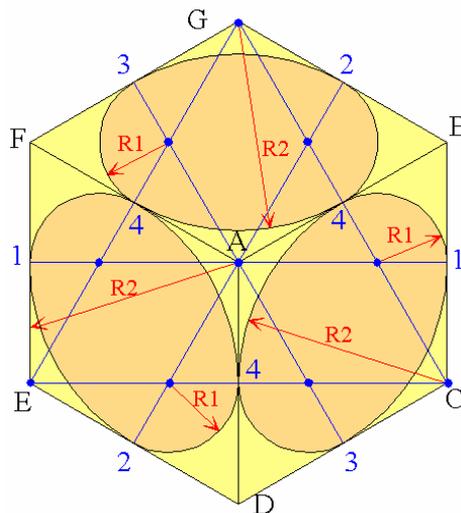
Le cercle de centre O et de rayon R donné en vue de face peut ainsi être tracé point par point.

Le point B à pour coordonnées X et Y. Ces coordonnées se reportent en vraie grandeur sur la perspective isométrique. Les points A, C et D sont des points symétriques. L'opération devra être répétée autant de fois que nécessaire pour obtenir le dessin complet de l'ellipse.



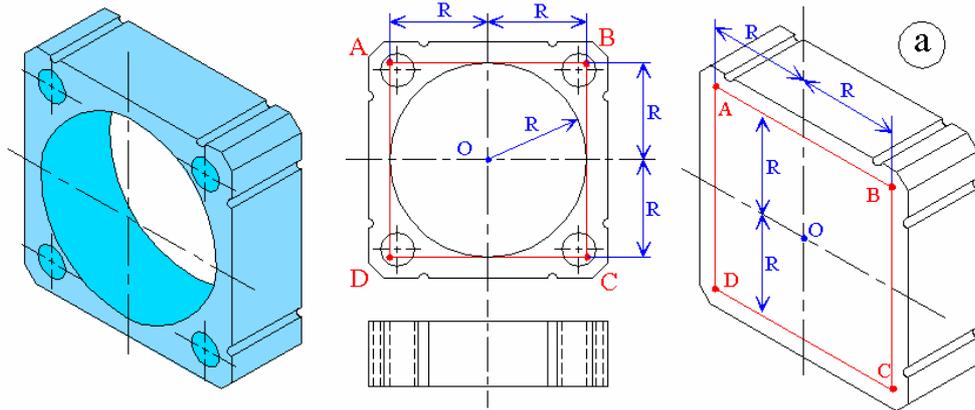
□ **Méthode approximative des quatre centres :**

Principe : la méthode permet un tracé approché des ellipses au moyen de quatre arcs de cercle.

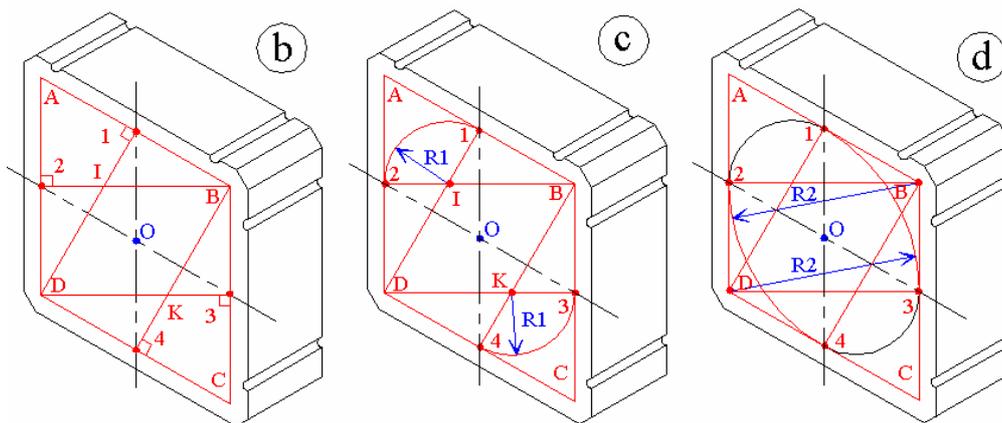


Exemple de tracé : reprenons l'objet de l'exemple précédent et traçons, avec cette méthode, le cercle de centre O et de rayon R donné en vue face.

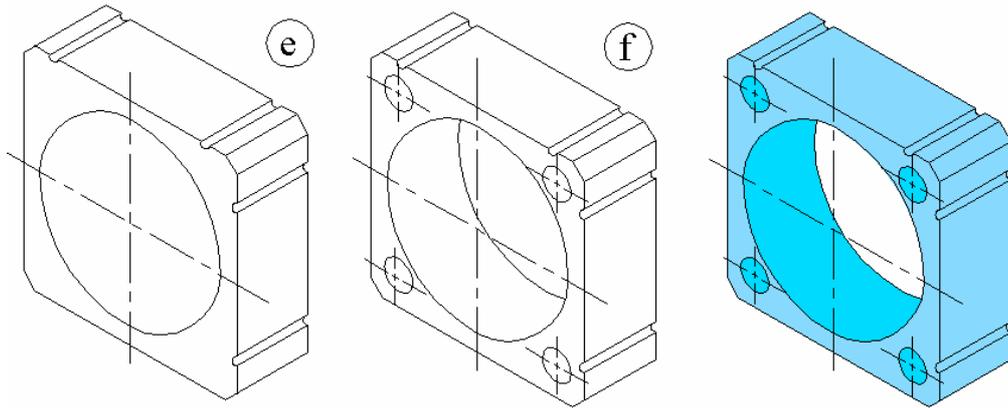
- Etape 1 : tracé du carré (A, B, C, D) enveloppant le cercle, centré en O et de côté $2R$, à la fois en vue de face et sur la perspective.



- Etape 2 : tracé des droites (1, D), (3, D), (4, B) et (2, B) respectivement perpendiculaires aux côtés AB, BC, CD et DA. Les points 1, 3, 4 et 2 sont aussi les milieux de ces mêmes côtés.
- Etape 3 : tracé des arcs (1,2) et (3,4) de rayons R1 et de centres I et K.
- Etape 4 : tracé des arcs (2,4) et (3,1) de rayons R2 et de centres B et D.

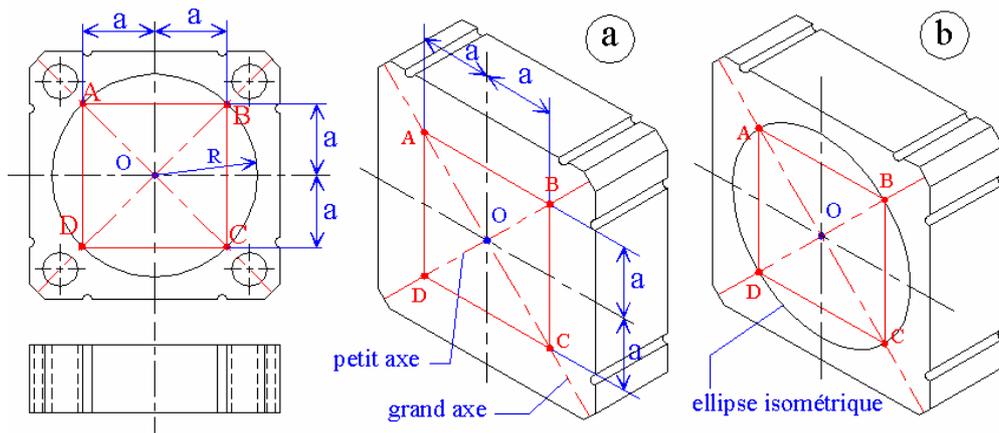


- Etape 5 : repasser ou finir les tracés, éliminer ou gommer les constructions.



□ **Utilisation d'un trace-ellipses**

L'utilisation d'un trace-ellipses nécessite la connaissance du centre de l'ellipse (O), celle du grand axe, du petit axe, d'un point de l'ellipse sur le grand axe (A ou C) et d'un point sur le petit axe (B ou D).

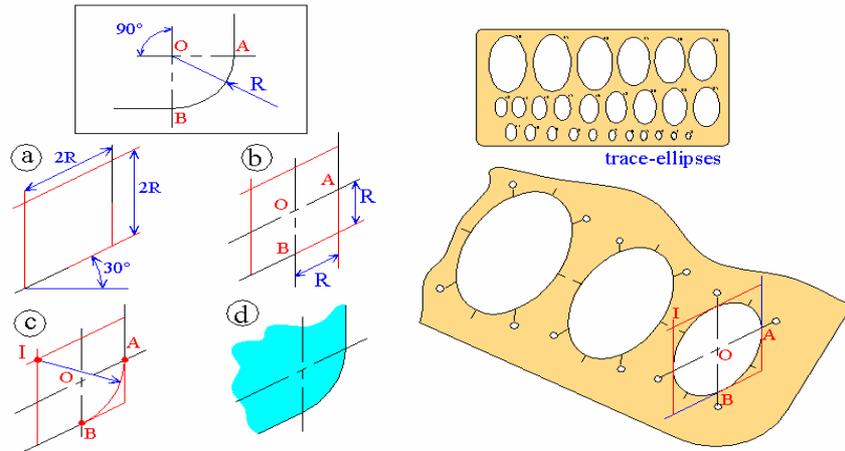


ii) Tracé d'un arc

Exemple : soit à dessiner un arc AB reliant ("en vue de face") une ligne horizontale et une ligne verticale.

- Etape 1 : en perspective, tracé de deux directions parallèles à la distance $2R$ des deux lignes connues à raccorder.
- Etape 2 : tracé de deux droites parallèles à la distance R et repérage des points A et B extrémités de l'arc.
- Etape 3 : tracé (au compas...) de l'arc cherché à partir du centre I, rayon IA ou IB.
- Etape 4 : repasser les tracés, éliminer ou gommer les constructions.

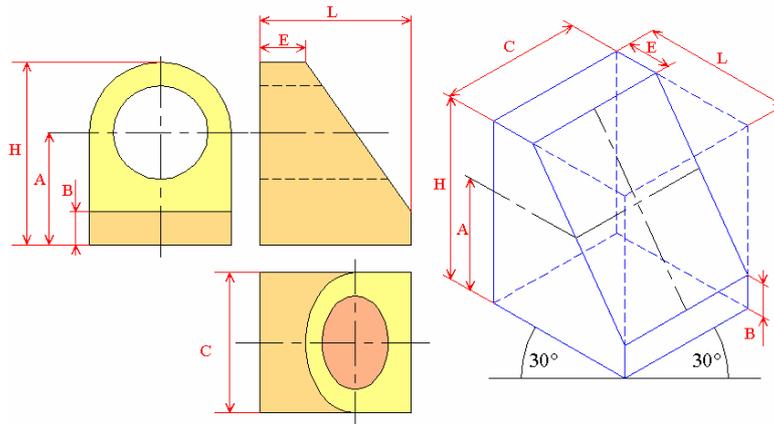
Remarque : en dessin manuel, le tracé peut être réalisé directement avec un trace-ellipse.



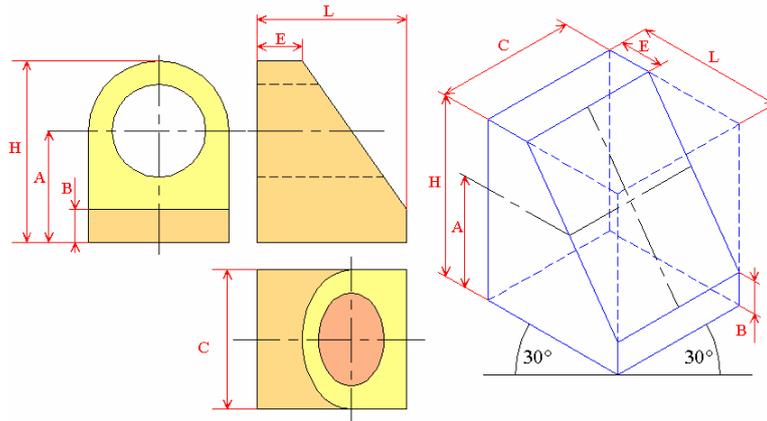
d) Tracé des cercles et surfaces courbes non contenus dans un plan isométrique

Lorsque les cercles, arcs et courbes complexes ne sont pas contenus dans un plan isométrique, les tracés en perspective doivent être réalisés point par point par report des dimensions.

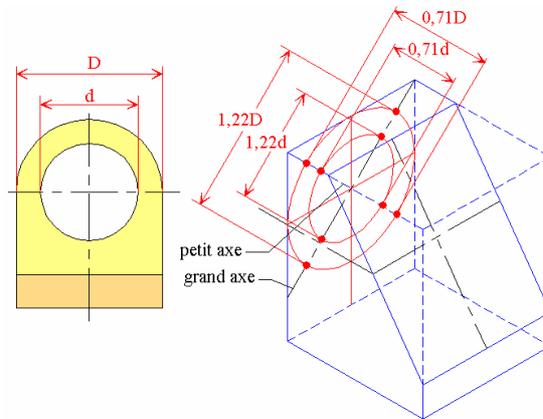
Exemple : soit à tracer le "dessin isométrique" de l'objet proposé en trois vues orthogonales.



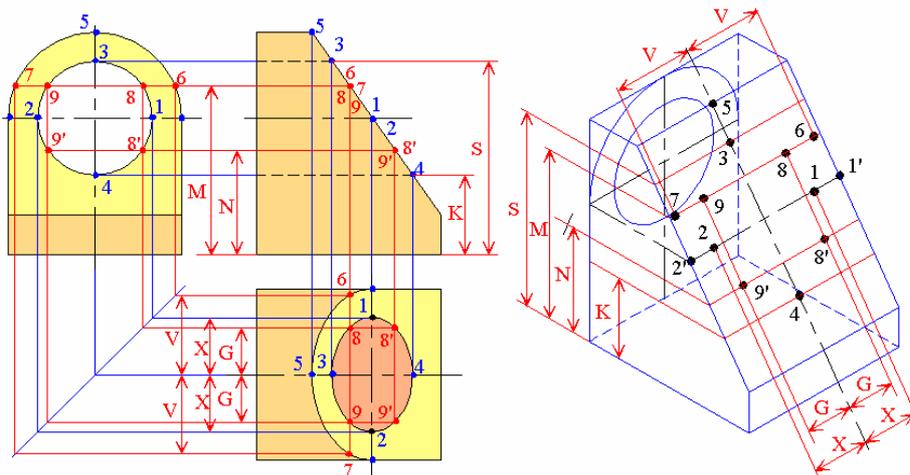
- Etape 1 : choix de la face principale, mise en place du volume enveloppe de l'objet et des principaux axes de symétrie.



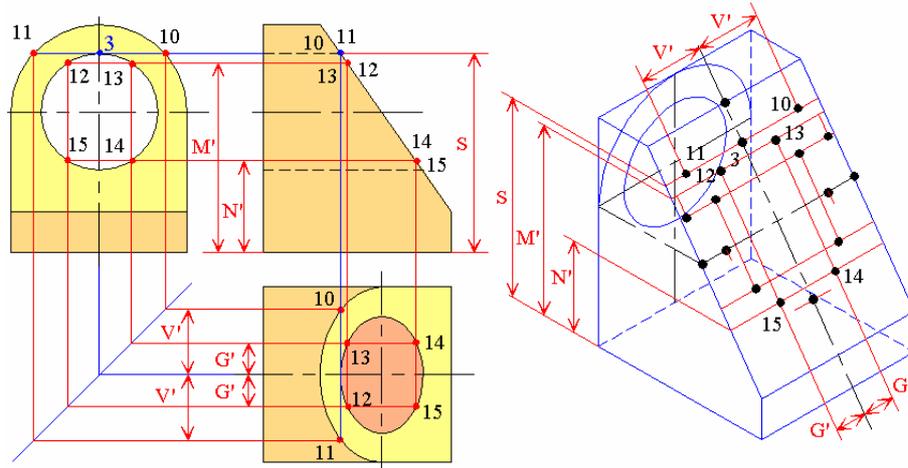
- Etape 2 : détermination des ellipses isométriques appartenant à la face côté gauche de l'objet. Le principe de détermination est détaillé au paragraphe précédent.



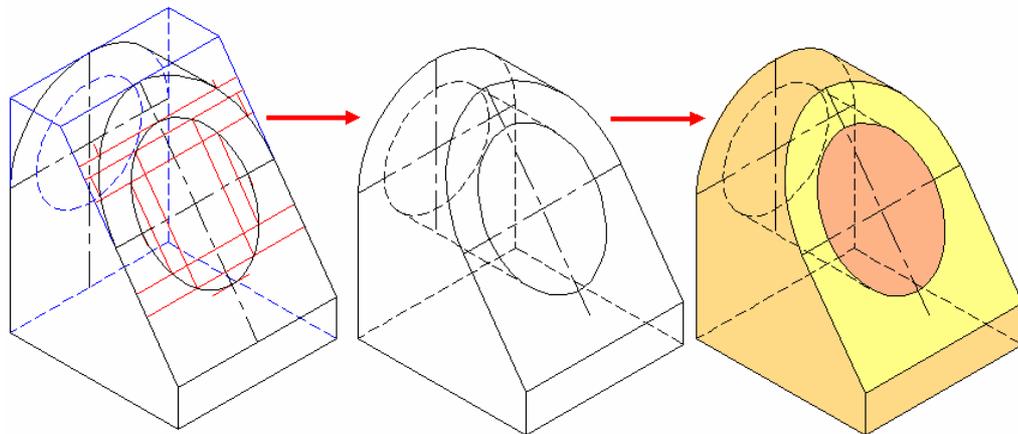
- Etape 3 : détermination des principaux points des cercles et arcs appartenant au plan incliné de l'objet. Les chiffres indiqués servent à repérer les points de construction.



- Etape 4 : au besoin, détermination de points supplémentaires nécessaires permettant d'affiner les tracés.



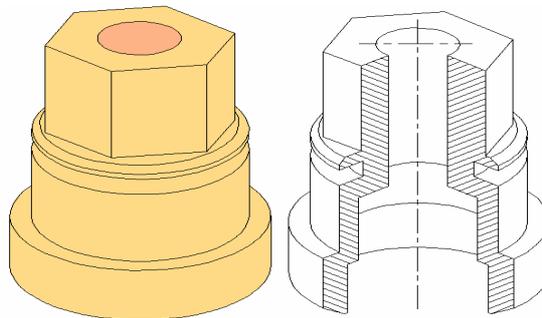
□ Etape 5 : Repasser ou finir les tracés. Supprimer ou gommer les constructions.



e) Cas des objets coupés

Les hachures pour pièces coupées doivent être dessinées de préférence à 45° en tenant compte des axes et contours.

Exemple : objet représenté en demi-coupe (quart coupé).

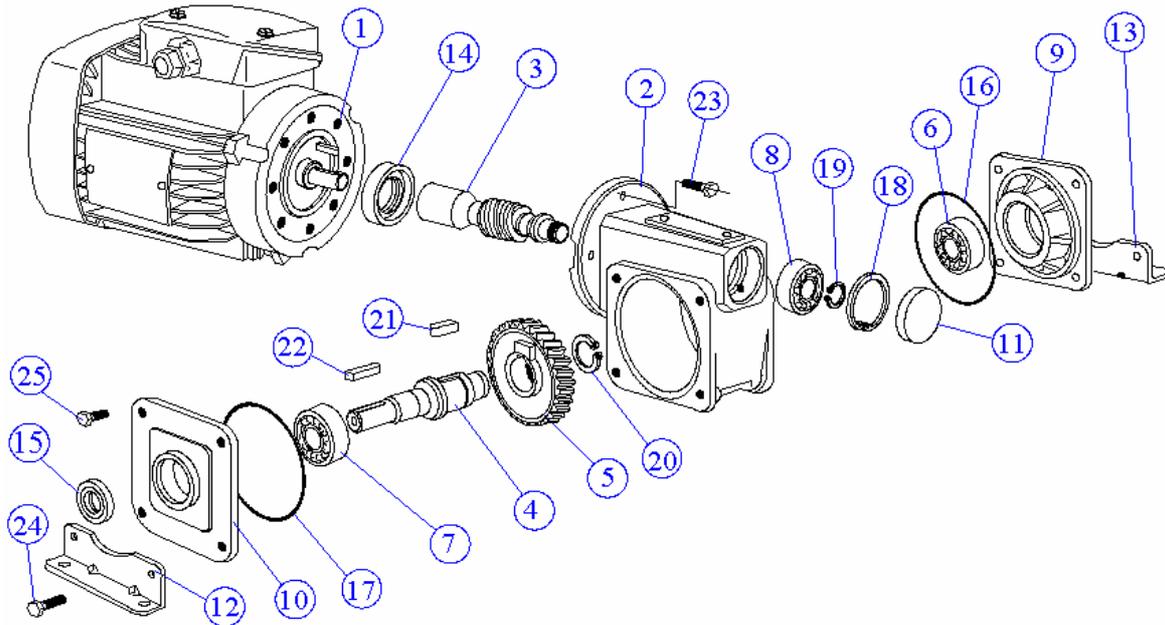


3. Axonométrie ou perspective dimétrique

Les perspectives dimétriques sont utilisées lorsqu'une vue de l'objet est de première importance et qu'elle doit être mise en valeur.

Elles demandent plus de travail que les précédentes, le nombre des échelles à utiliser et des types d'ellipses possibles est dans ce cas multiplié par deux.

Exemple 2 : vue éclatée d'un moto-réducteur à roue et vis sans fin destiné à un catalogue de pièces détachées.

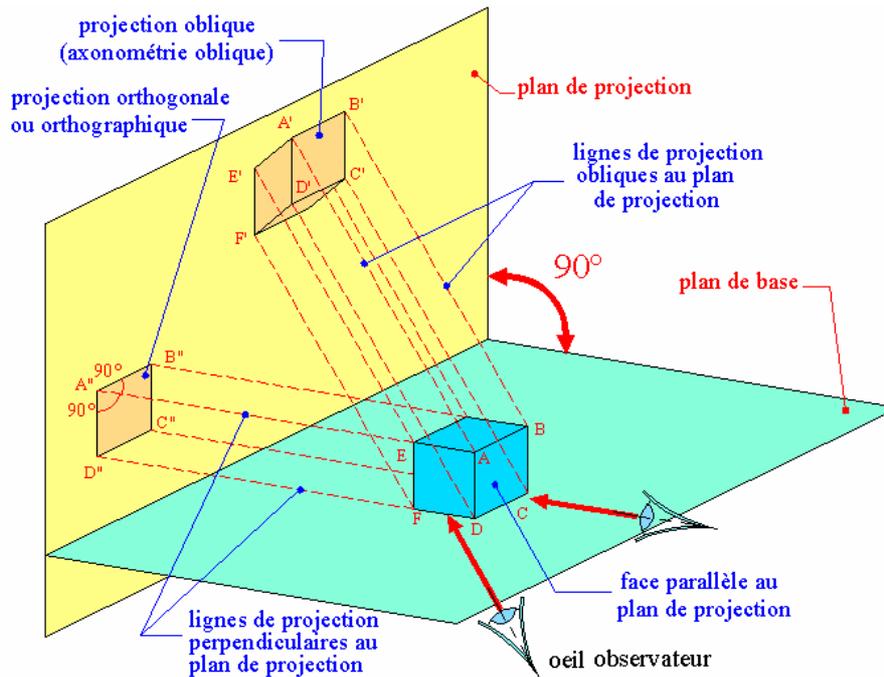


4. Axonométries ou perspectives obliques

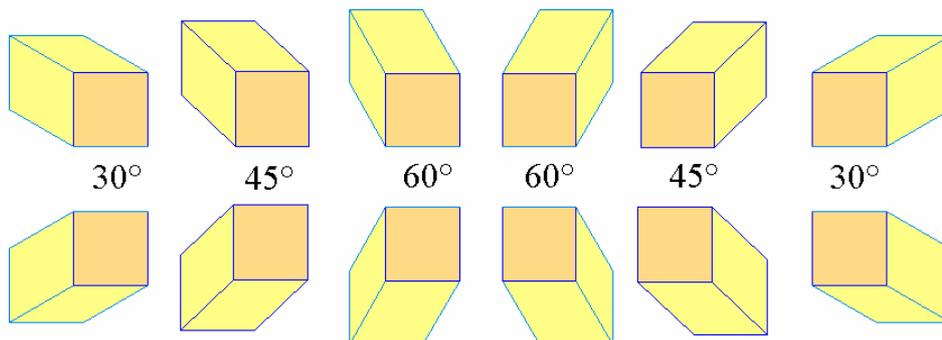
Ce sont les perspectives les plus faciles à réaliser mais aussi celles qui présentent les plus grandes distorsions.

Principe : dans ce mode de représentation, le plan de projection est parallèle à la face principale de l'objet. La projection n'est plus orthogonale comme dans les cas précédents, mais oblique. Les lignes de projection, parallèles entre elles, sont toutes inclinées par rapport au plan de projection.

Particularité notable : la face principale (à deux axes de coordonnées, X et Z par exemple) se projette en vraie grandeur, sans distorsion. La direction du troisième axe (Y) et son échelle sont laissées au choix du dessinateur.



Exemples de dispositions :



a) Axonométrie ou perspective cavalière spéciale

Dans ce type d'axonométrie oblique, le plan de projection est vertical et la projection du troisième axe de coordonnées est choisie par convention à 45° .

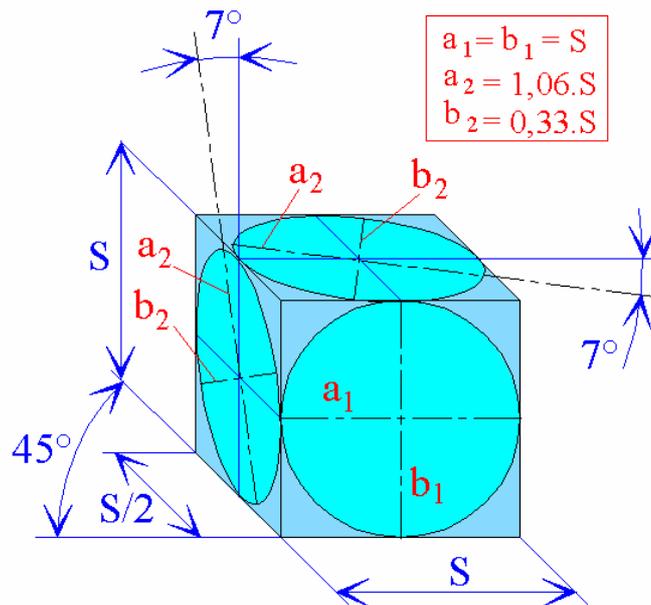
Les trois échelles sur les axes X, Y et Z projetés sont les mêmes (1 : 1 : 1). Autrement dit, les dimensions mesurées sur ou parallèlement à ces axes sont reportées en vraie grandeur.

Très simple à dessiner, la perspective cavalière spéciale, rend la cotation possible mais crée une forte distorsion des proportions selon l'axe incliné.

b) Perspective cavalière

Historiquement, c'est la plus ancienne des perspectives, utilisée au Moyen Age pour les édifices militaires (châteaux forts...), elle fut employée en cartographie jusqu'au XIX^{ème} siècle.

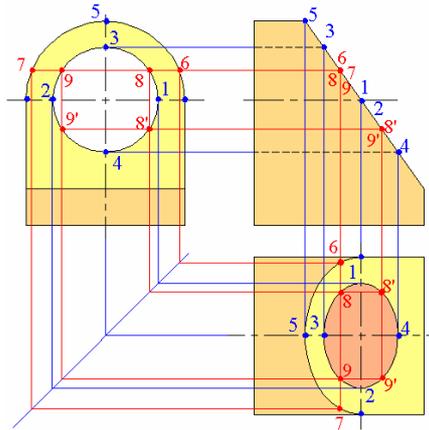
Caractéristiques : de toutes les perspectives obliques, c'est la plus utilisée. Elle est identique à la perspective cavalière spéciale (axe incliné à 45°), seule différence l'échelle de report sur l'axe incliné est dans le rapport de 0,5 (échelle 1/2) ; ce qui amène de meilleures proportions et un meilleur rendu à la représentation finale.



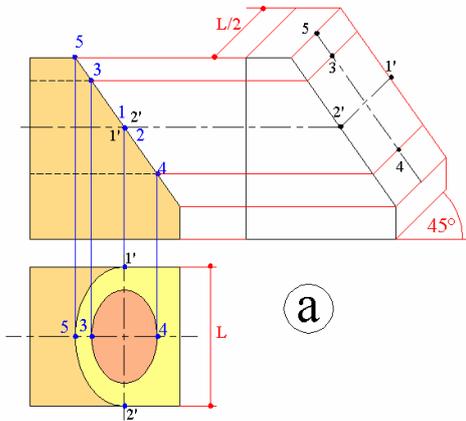
□ **Tracé des cercles et surfaces courbes non contenus dans le plan principal**

Principe : le tracé est généralement réalisé point par point, sauf cas particulier permettant l'utilisation d'un trace-ellipses.

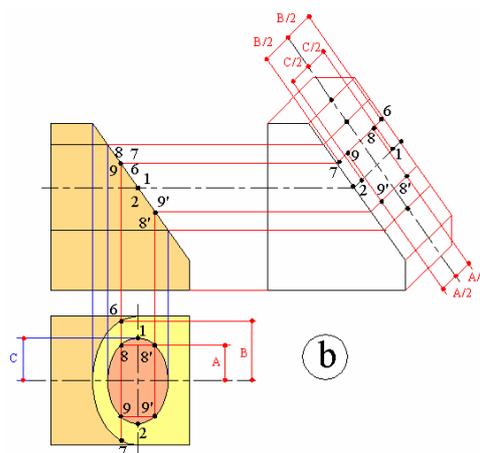
Exemple : soit à tracer en perspective cavalière l'objet proposé en trois vues orthogonales. Les chiffres indiqués servent à repérer les points de construction.



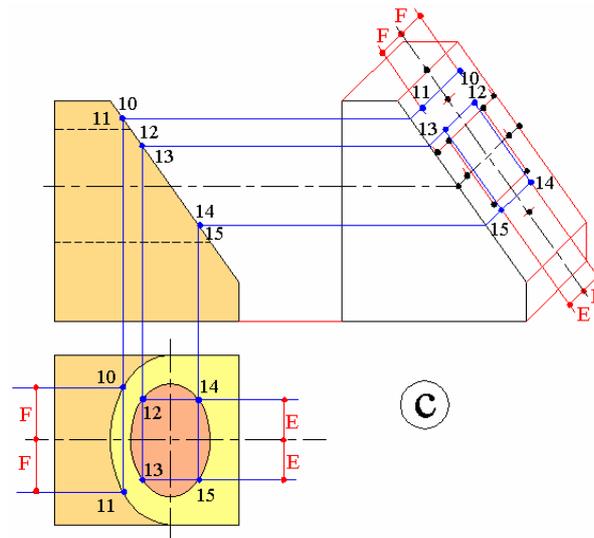
- Etape 1 : choix de la face principale, mise en place du volume enveloppe de l'objet et des principaux axes de symétrie.



- Etape 2 : détermination des points principaux des surfaces courbes appartenant au plan incliné.



- Etape 3 : détermination des points supplémentaires nécessaires pour affiner les tracés.



- Etape 4 : Tracé des courbes reliant les divers points obtenus et suppression des constructions.

Détermination point par point du profil courbe de la face côté gauche de l'objet à partir du profil du plan incliné obtenu (en reportant la longueur H des génératrices successives).

