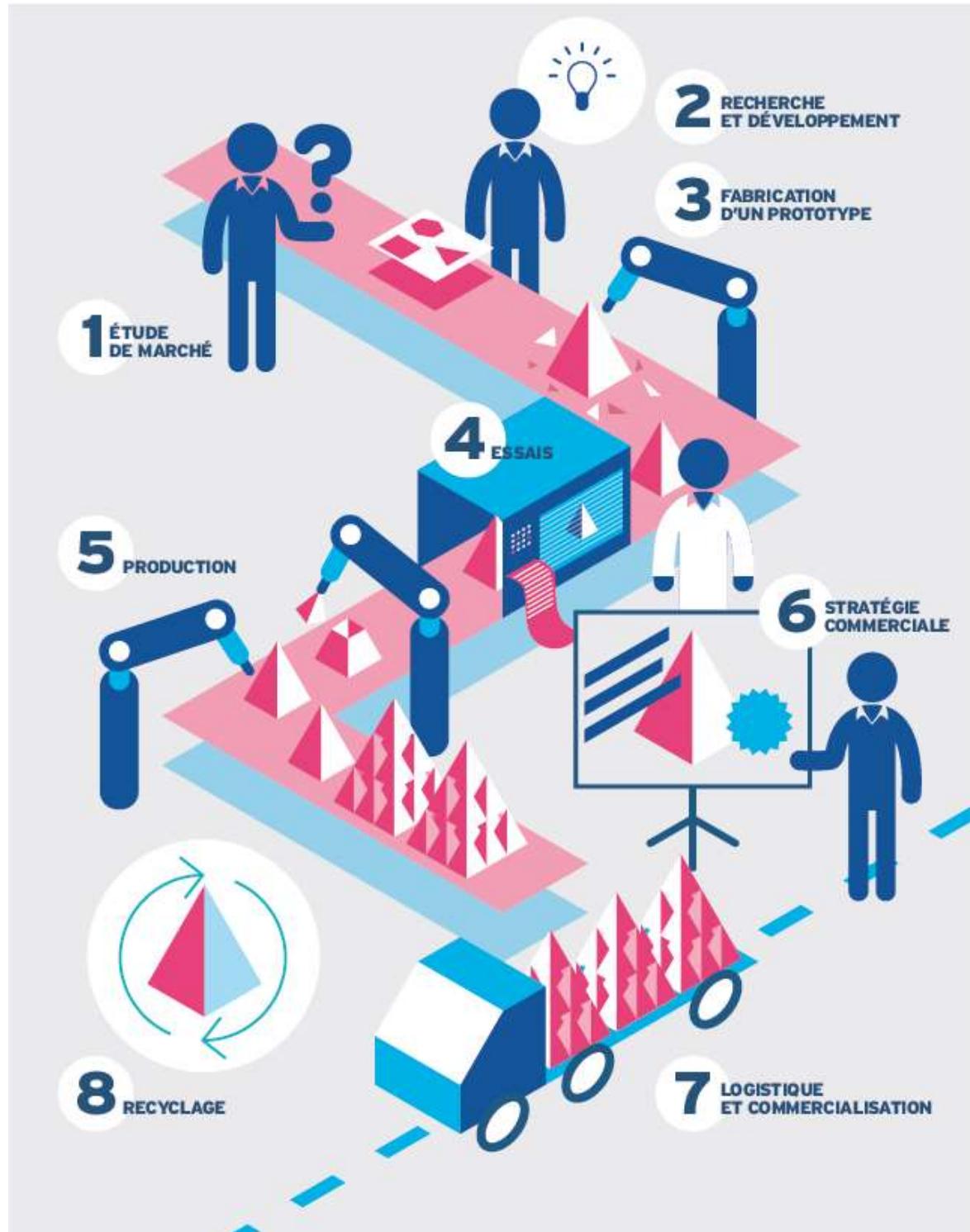
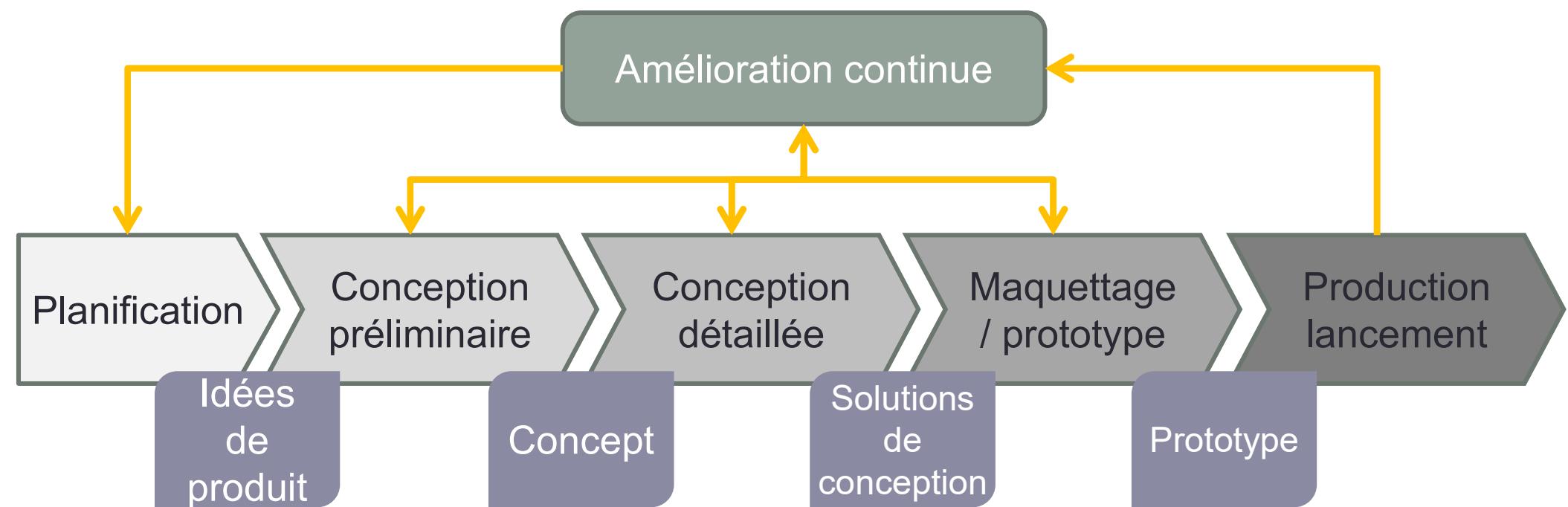


LA COMMUNICATION TECHNIQUE

Langage et normalisation



Processus de réalisation



Pourquoi la nécessité de langages spécifiques ?

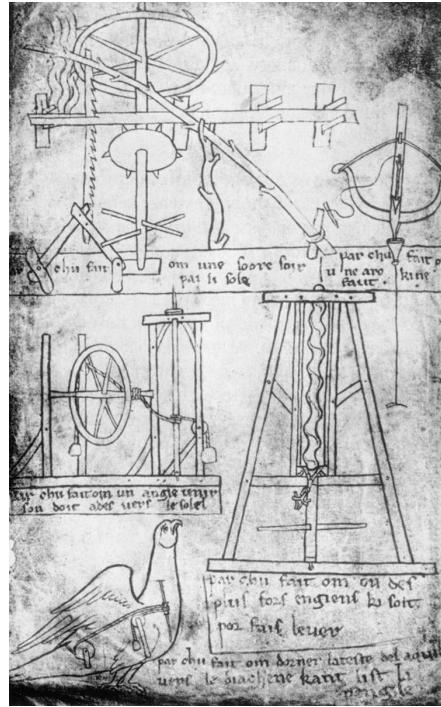
- Parce que le dialogue est indispensable entre les différents acteurs du processus de réalisation
- Parce qu'il faut formaliser des idées et des concepts
- Parce qu'il faut rédiger des documents contractuels

Il n'y a pas un langage adapté mais plusieurs en fonction de l'étape de la vie du produit et des protagonistes.

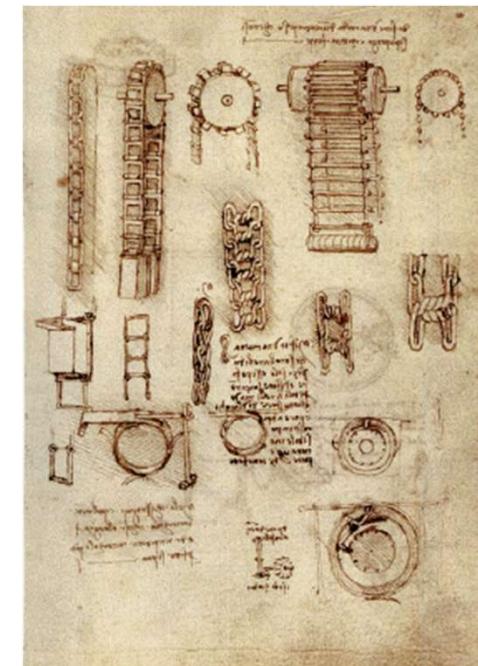
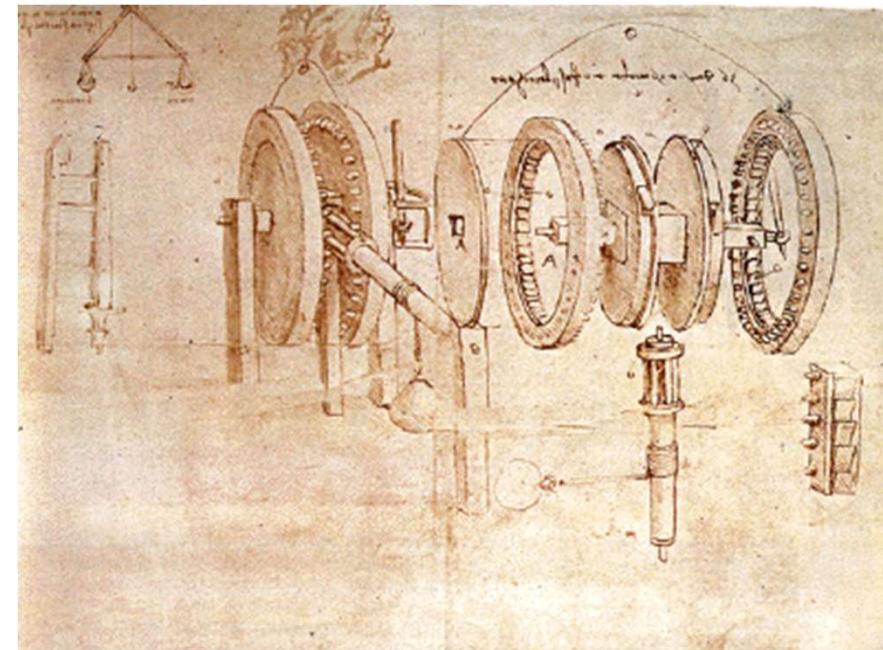


Le croquis de principe

Villard de Honnecourt XIII°s



Léonard de Vinci XVI°s



Le croquis de principe

- Souvent élaboré à main levée
- À titre d'aide mémoire plus que d'outil de communication
- Document non normalisé
- Document non contractuel



LE SCHÉMA CINÉMATIQUE

Le schéma cinématique

- Un schéma cinématique a pour but de représenter un mécanisme en le réduisant aux mouvements relatifs possibles entre les différents ensembles de pièces qui le constitue.

On parle souvent pour ces ensembles de pièces de « classes d'équivalence » ou d' « ensembles cinématiquement liés ».



À quoi sert le schéma cinématique ?

- En tant qu'outil permettant de décrire le fonctionnement d'un mécanisme
- En tant que représentation graphique permettant de modéliser facilement les actions mécaniques transmissibles par chacune des liaisons en vue de réaliser une étude de statique ou de dynamique.
- En tant que document de travail destiné à réaliser les constructions graphiques nécessaires lors d'une étude de cinématique , à déterminer la nature et le tracé des trajectoires, des vecteurs vitesses de certains points particuliers.



Le schéma cinématique

C'est le contact entre deux classes d'équivalence qui induit la présence d'une liaison.

La nature de ces liaisons détermine le nombre et la nature des mouvements possibles entre classes d'équivalence.

Il existe 11 liaisons normalisées.



Le schéma cinématique

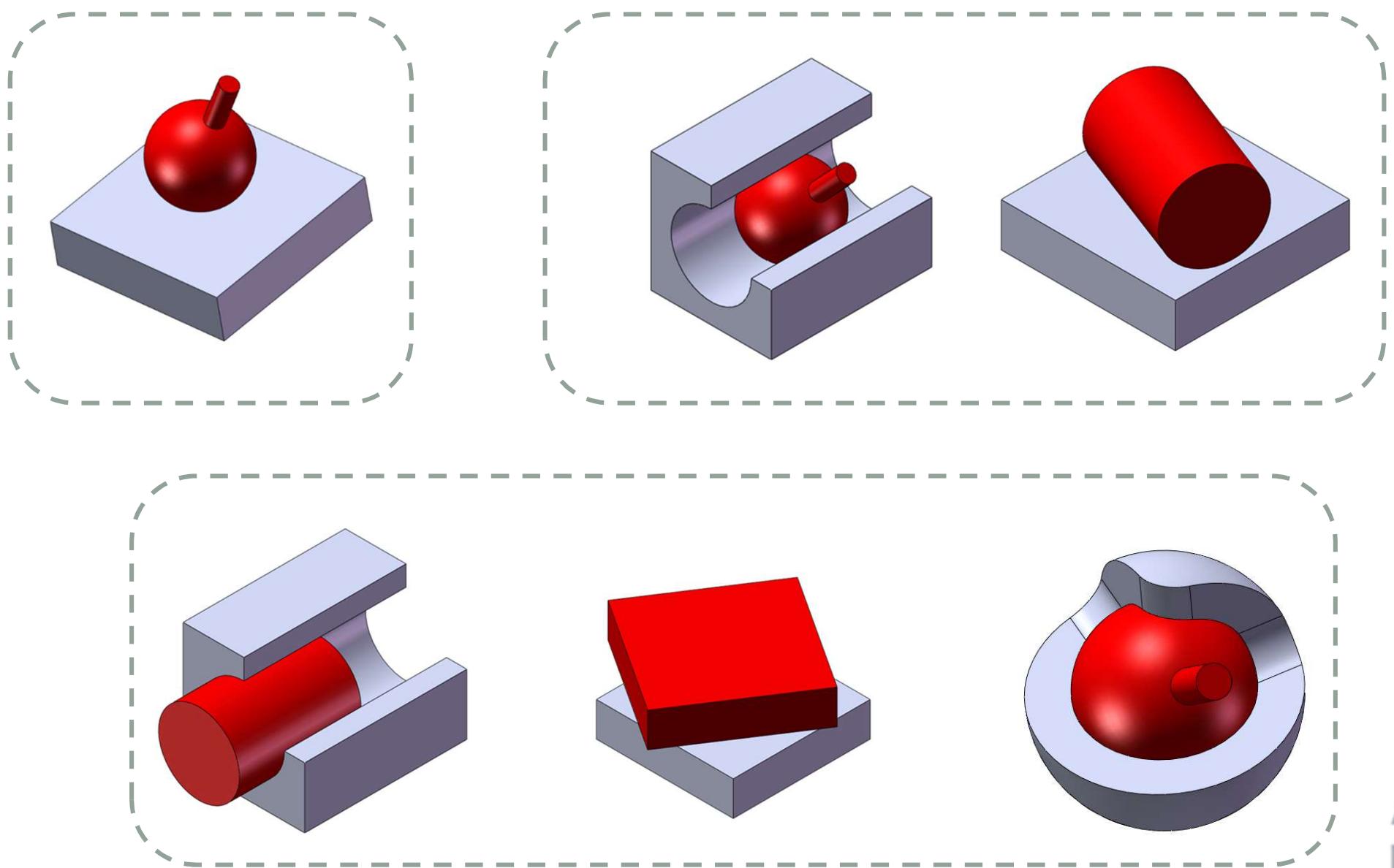
On distingue des autres schémas le schéma cinématique minimal qui impose la présence d'au plus une liaison normalisée entre deux classes d'équivalence.

La représentation des liaisons est définie par les normes françaises NF04015 et internationales ISO3952.

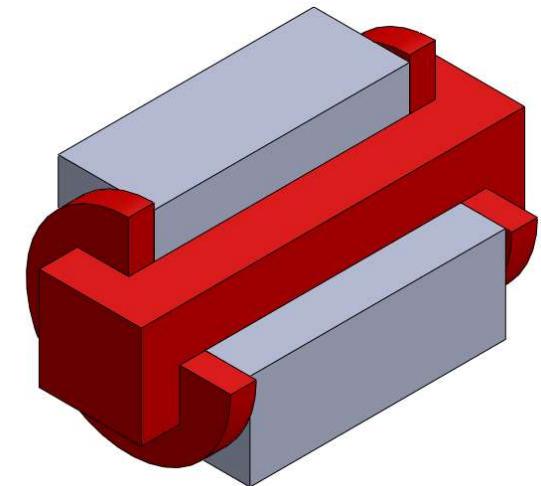
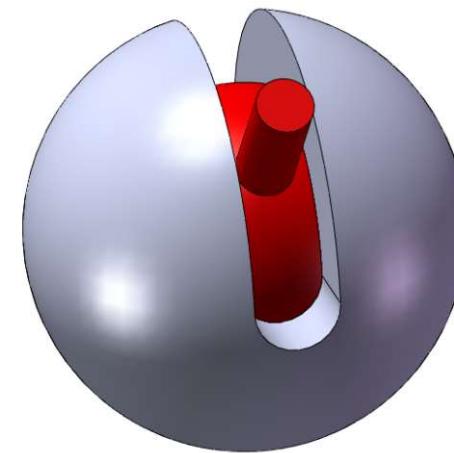
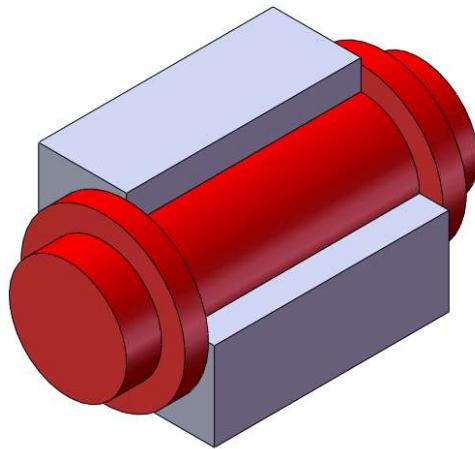
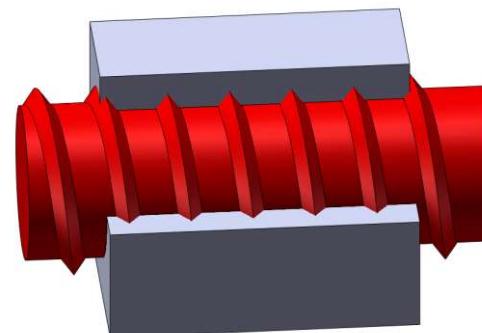
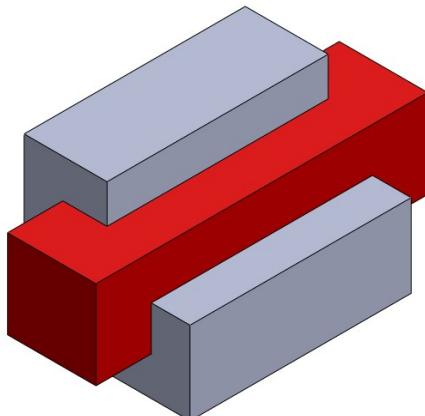
On distingue parfois parmi ces liaisons normalisées les liaisons dites élémentaires et les liaisons dites composées.



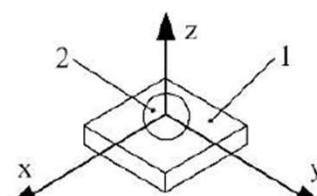
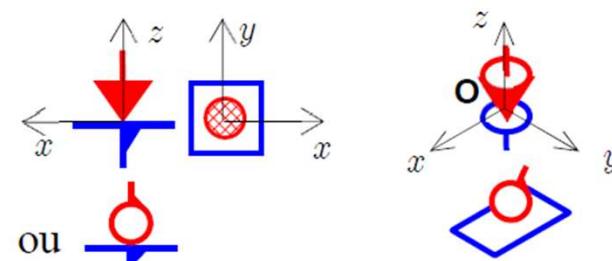
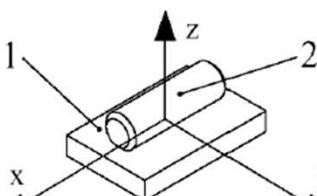
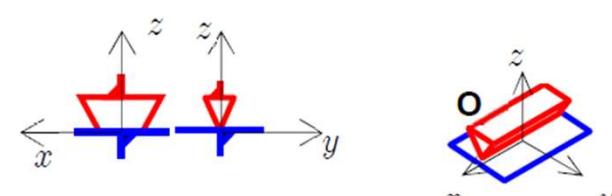
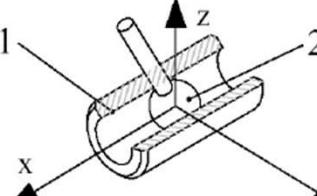
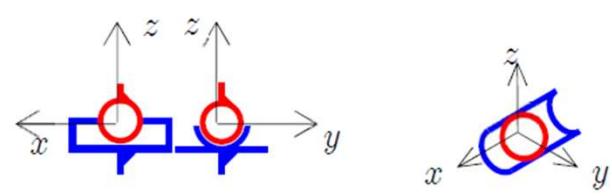
Liaisons élémentaires



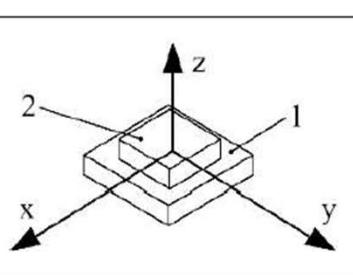
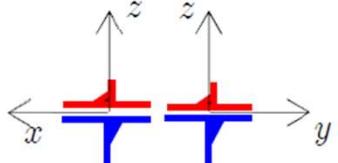
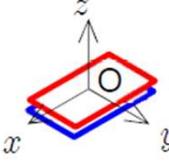
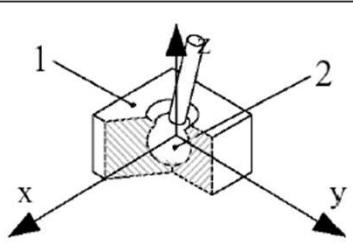
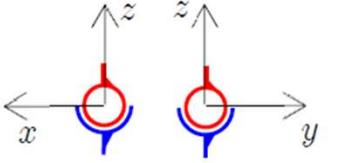
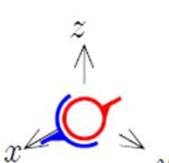
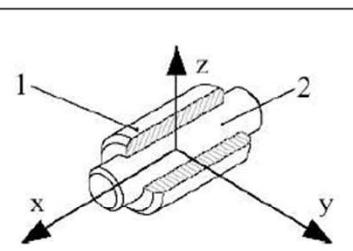
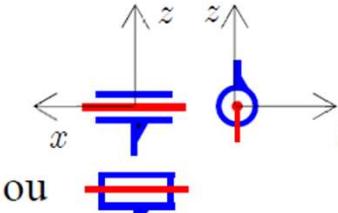
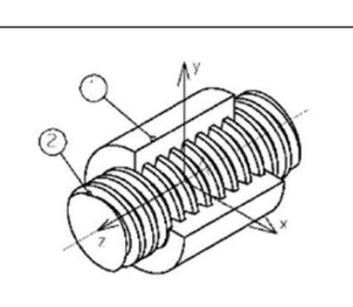
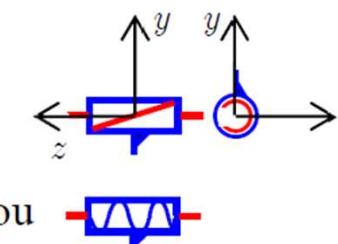
Liaisons composées



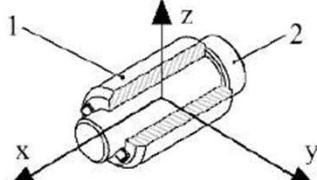
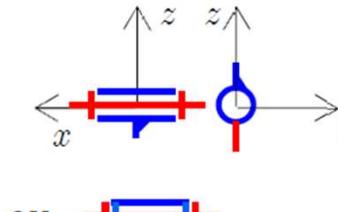
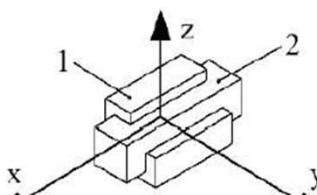
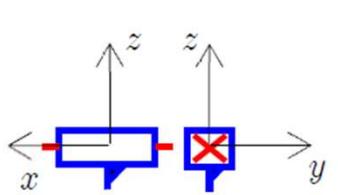
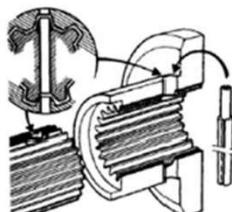
Liaisons normalisées

Nom de la liaison	Exemple	Schématisation normalisée	Degrés de liberté	Torseur des A.M transmissibles.						
Ponctuelle de normale (O, \vec{z})			<table border="1"><tr><td>Tx</td><td>Rx</td></tr><tr><td>Ty</td><td>Ry</td></tr><tr><td>0</td><td>Rz</td></tr></table>	Tx	Rx	Ty	Ry	0	Rz	$\{\mathfrak{S}_{2 \rightarrow 1}\} = \begin{pmatrix} Z\vec{z} \\ \vec{0} \end{pmatrix}_o$
Tx	Rx									
Ty	Ry									
0	Rz									
Linéaire rectiligne de normale (O, \vec{z}) et d'axe (O, \vec{x})			<table border="1"><tr><td>Tx</td><td>Rx</td></tr><tr><td>Ty</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>Rz</td></tr></table>	Tx	Rx	Ty	0	0	Rz	$\{\mathfrak{S}_{2 \rightarrow 1}\} = \begin{pmatrix} Z\vec{z} \\ M\vec{y} \end{pmatrix}_o$
Tx	Rx									
Ty	0									
0	Rz									
Linéaire annulaire d'axe (O, \vec{x})			<table border="1"><tr><td>Tx</td><td>Rx</td></tr><tr><td>0</td><td>Ry</td></tr><tr><td>0</td><td>Rz</td></tr></table>	Tx	Rx	0	Ry	0	Rz	$\{\mathfrak{S}_{2 \rightarrow 1}\} = \begin{pmatrix} Y\vec{y} + Z\vec{z} \\ \vec{0} \end{pmatrix}_o$
Tx	Rx									
0	Ry									
0	Rz									

Liaisons normalisées

Appui plan de normale (O, \vec{z})		 	<table border="1" data-bbox="1332 437 1622 600"> <tr> <td>Tx</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Ty</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Rz</td> </tr> </table>	Tx	0	Ty	0	0	Rz	$\{\mathfrak{S}_{2-1}\} = \begin{Bmatrix} Z\vec{z} \\ L\vec{x} + M\vec{y} \end{Bmatrix}_o$
Tx	0									
Ty	0									
0	Rz									
Rotule de centre O		 	<table border="1" data-bbox="1332 691 1622 855"> <tr> <td>0</td> <td>Rx</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Ry</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Rz</td> </tr> </table>	0	Rx	0	Ry	0	Rz	$\{\mathfrak{S}_{2-1}\} = \begin{Bmatrix} X\vec{x} + Y\vec{y} + Z\vec{z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_o$
0	Rx									
0	Ry									
0	Rz									
Pivot glissant d'axe (O, \vec{x})		 ou 	<table border="1" data-bbox="1332 953 1622 1116"> <tr> <td>Tx</td> <td>Rx</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	Tx	Rx	0	0	0	0	$\{\mathfrak{S}_{2-1}\} = \begin{Bmatrix} Y\vec{y} + Z\vec{z} \\ M\vec{y} + N\vec{z} \end{Bmatrix}_o$
Tx	Rx									
0	0									
0	0									
Hélicoïdale d'axe (O, \vec{z})		 ou 	<table border="1" data-bbox="1332 1230 1622 1393"> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Tz←</td> <td>→Rz</td> </tr> </table>	0	0	0	0	Tz←	→Rz	$\{\mathfrak{S}_{2-1}\} = \begin{Bmatrix} X\vec{x} + Y\vec{y} + Z\vec{z} \\ L\vec{x} + M\vec{y} + N\vec{z} \end{Bmatrix}_o$ Avec $N = \frac{p}{2\pi} Z$ (liaison parfaite)
0	0									
0	0									
Tz←	→Rz									

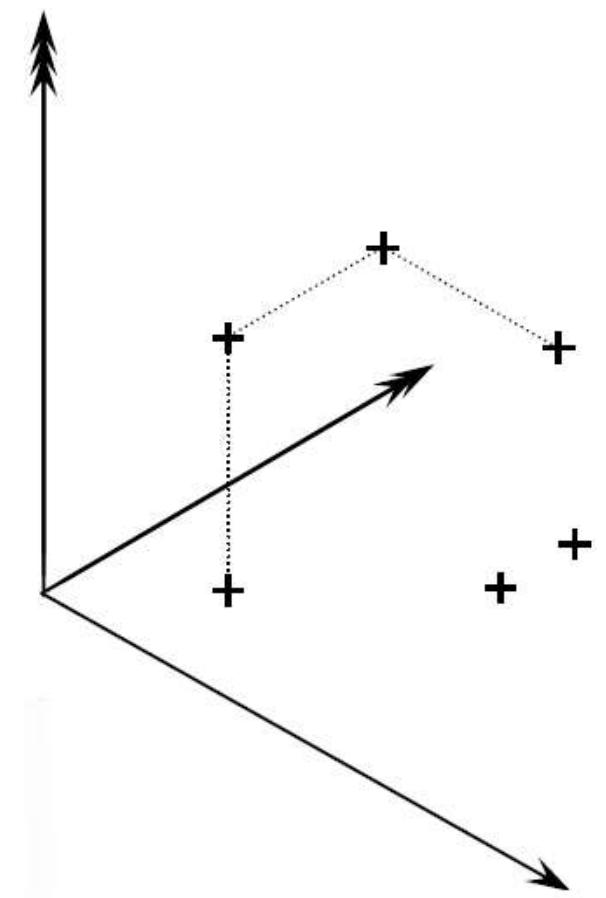
Liaisons normalisées

Pivot d'axe (O, \vec{x})		 ou 	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>Rx</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	Rx	0	0	0	0	$\{\mathfrak{I}_{2-1}\} = \begin{Bmatrix} X\vec{x} + Y\vec{y} + Z\vec{z} \\ M\vec{y} + N\vec{z} \end{Bmatrix}_o$
0	Rx									
0	0									
0	0									
Glissière d'axe (O, \vec{x})			<table border="1"> <tr><td>Tx</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	Tx	0	0	0	0	0	$\{\mathfrak{I}_{2-1}\} = \begin{Bmatrix} Y\vec{y} + Z\vec{z} \\ L\vec{x} + M\vec{y} + N\vec{z} \end{Bmatrix}_o$
Tx	0									
0	0									
0	0									
Encastrement			<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	0	0	$\{\mathfrak{I}_{2-1}\} = \begin{Bmatrix} X\vec{x} + Y\vec{y} + Z\vec{z} \\ L\vec{x} + M\vec{y} + N\vec{z} \end{Bmatrix}_o$
0	0									
0	0									
0	0									

Élaborer un schéma cinématique

Étape 1

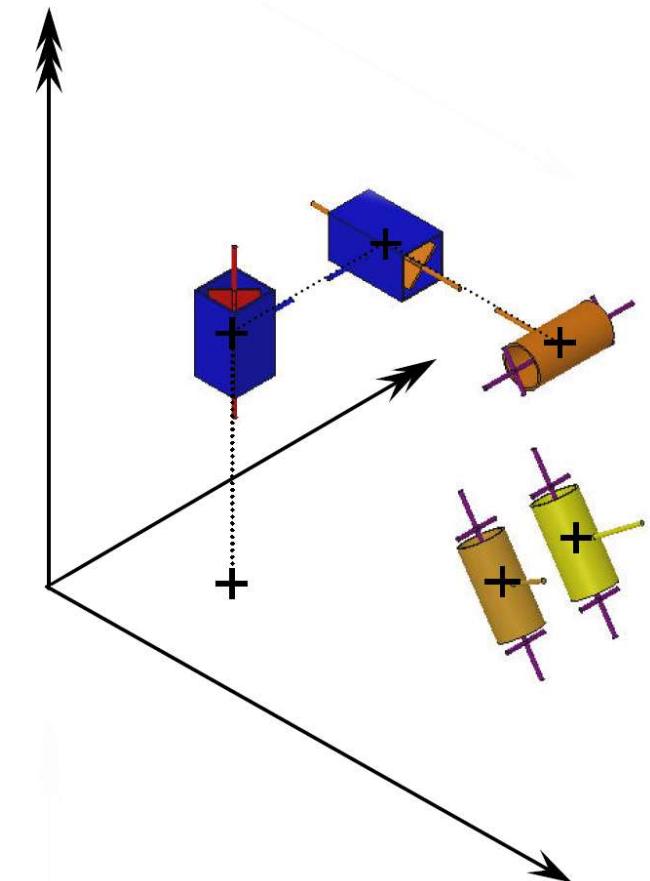
Positionner les centres des liaisons en respectant les positions relatives des éléments du système.



Élaborer un schéma cinématique

Étape 2

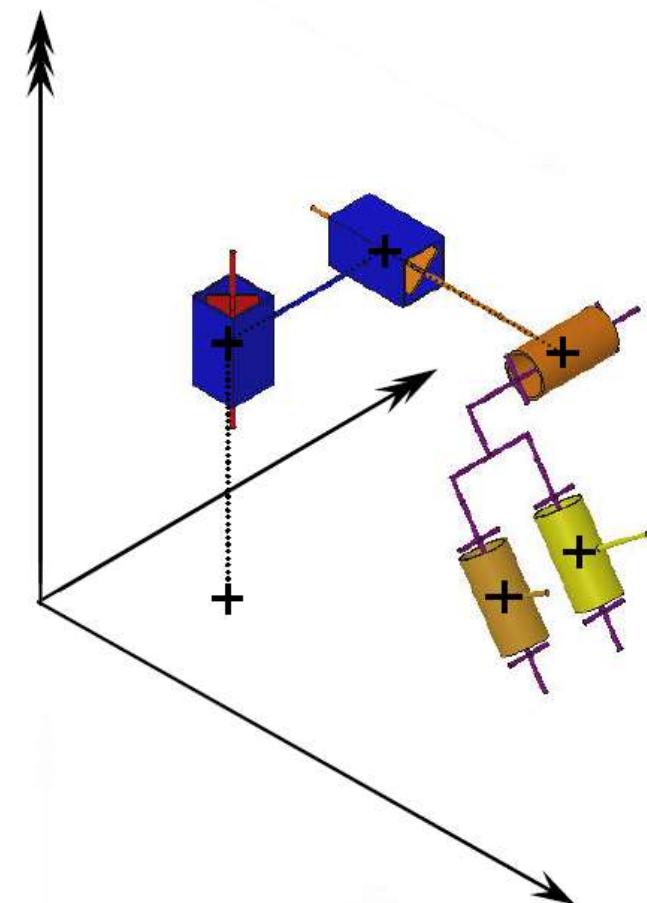
Positionner les liaisons en utilisant les couleurs et en tenant compte des axes.



Élaborer un schéma cinématique

Étape 3

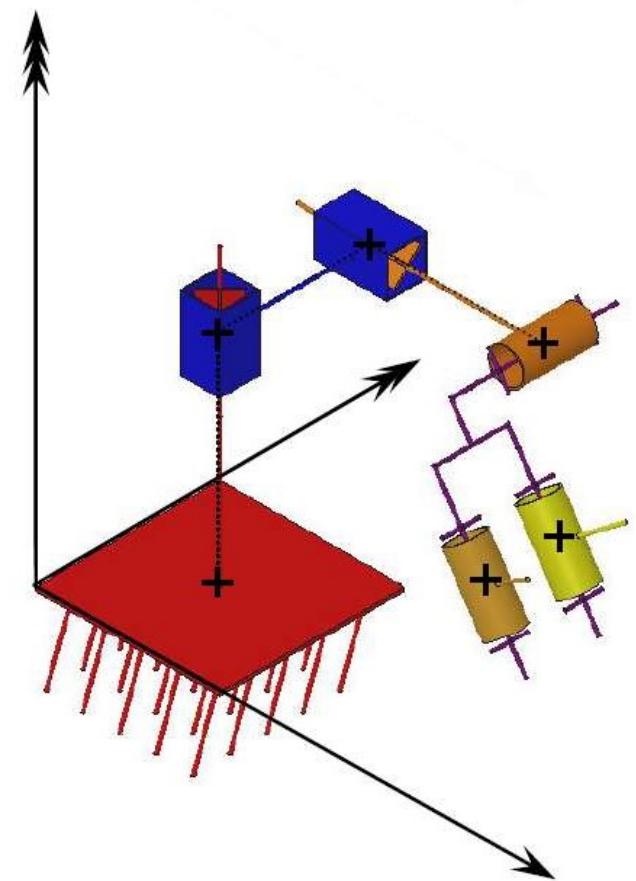
Relier les liaisons (relier les différentes couleurs).



Élaborer un schéma cinématique

Étape 4

Ajouter la masse à la pièce de référence (pièce fixe).



Principaux types de schémas de conception mécanique

Graphe de structure
du produit

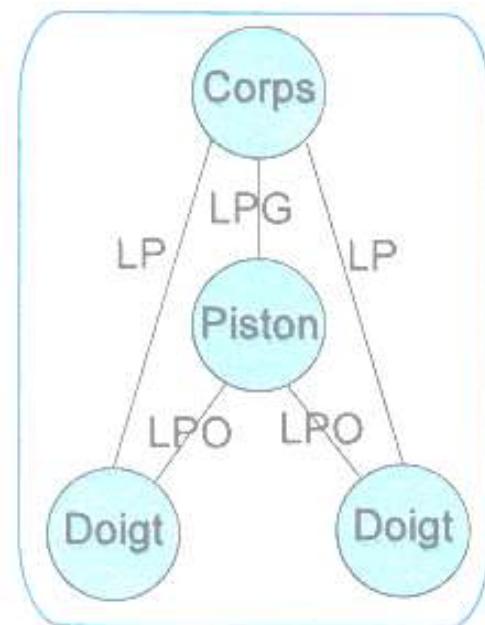


Schéma
d'architecture

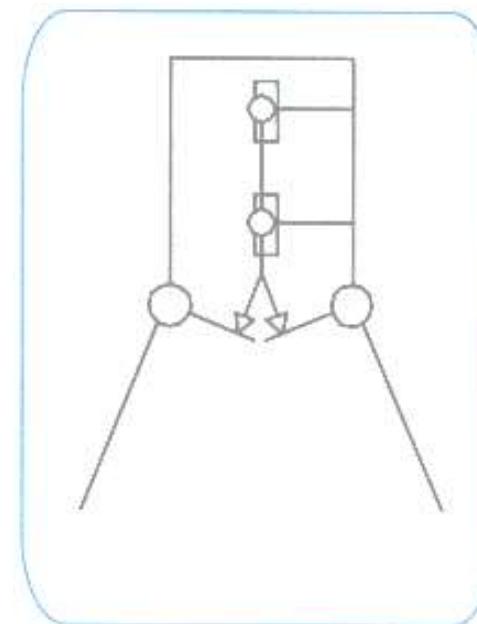


Schéma
technologique

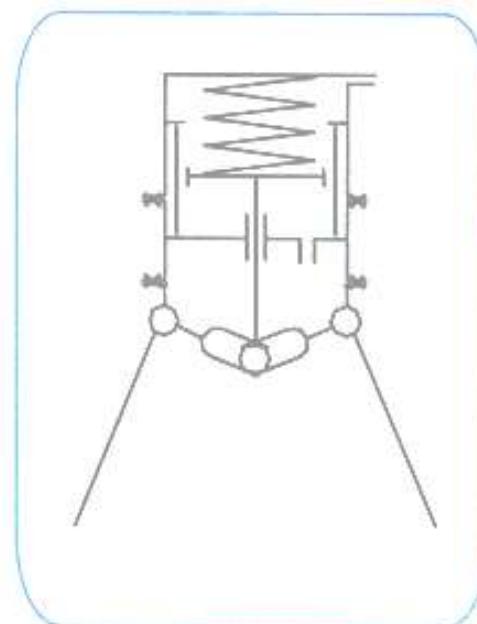
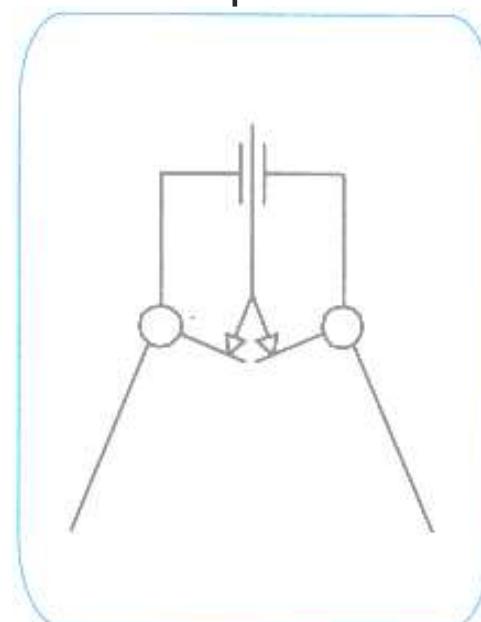


Schéma
cinématique minimal



MODÉLISATION DES SURFACES RÉELLES DE CONTACT

Surfaces réelles de contact

Les 11 liaisons élémentaires s'appuient sur des solides à la géométrie parfaite.

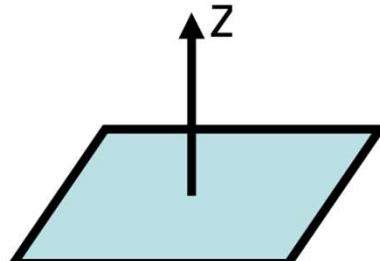
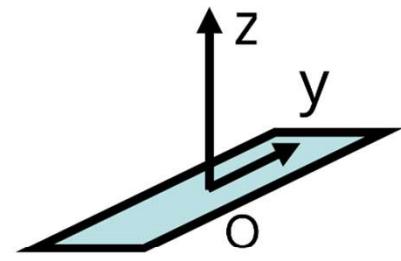
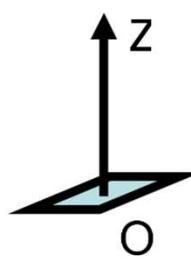
Les zones communes entre classes d'équivalence peuvent alors être ponctuelles, linéiques ou surfaciques.

En considérant des solides réels, seul le contact surfacique est possible.

Le choix des liaisons à contact ponctuel ou linéique constitue un travail de **modélisation** basé sur une appréciation de la taille des contacts par rapport aux dimensions du mécanisme.

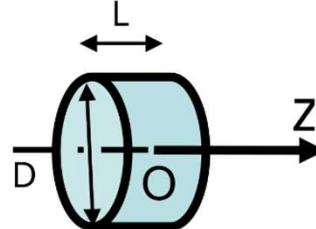
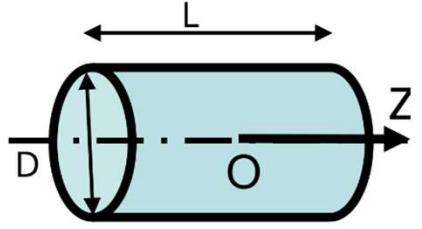


Surfaces réputées planes

Type de surface	Dimensions (par rapport aux autres surfaces de MIP et au mécanisme)	Représentation	Modèle cinématique associé	Nbre de ddl supprimés
Surface plane de normale Z	importantes		Appui plan de normale Z	3
	Une dimension prépondérante		Linéaire rectiligne de normale Z Et d'axe (O, y)	2
	Faibles dimensions		Ponctuelle de normale (O, z)	1



Surfaces réputées cylindriques

Type de surface	Dimensions (pour un jeu usuel)	Représentation	Modèle cinématique associé	Nbre de ddl supprimés
Surface cylindrique d'axe (O, z)	$\frac{L}{D} \leq 0.7 - 0.8$		Linéaire annulaire d'axe (O, z)	2
	$\frac{L}{D} \geq 1.5$		Pivot glissant d'axe (O, z)	4



LES BASES DU DESSIN TECHNIQUE

Le dessin technique normalisé

Le dessin technique permet une représentation en 2D du modèle géométrique associé à une pièce ou un ensemble de pièces.

Ce passage du réel à une représentation plane s'appuie sur la notion de projection sur un plan suivant une direction donnée.

Il s'appuie sur un code normalisé :

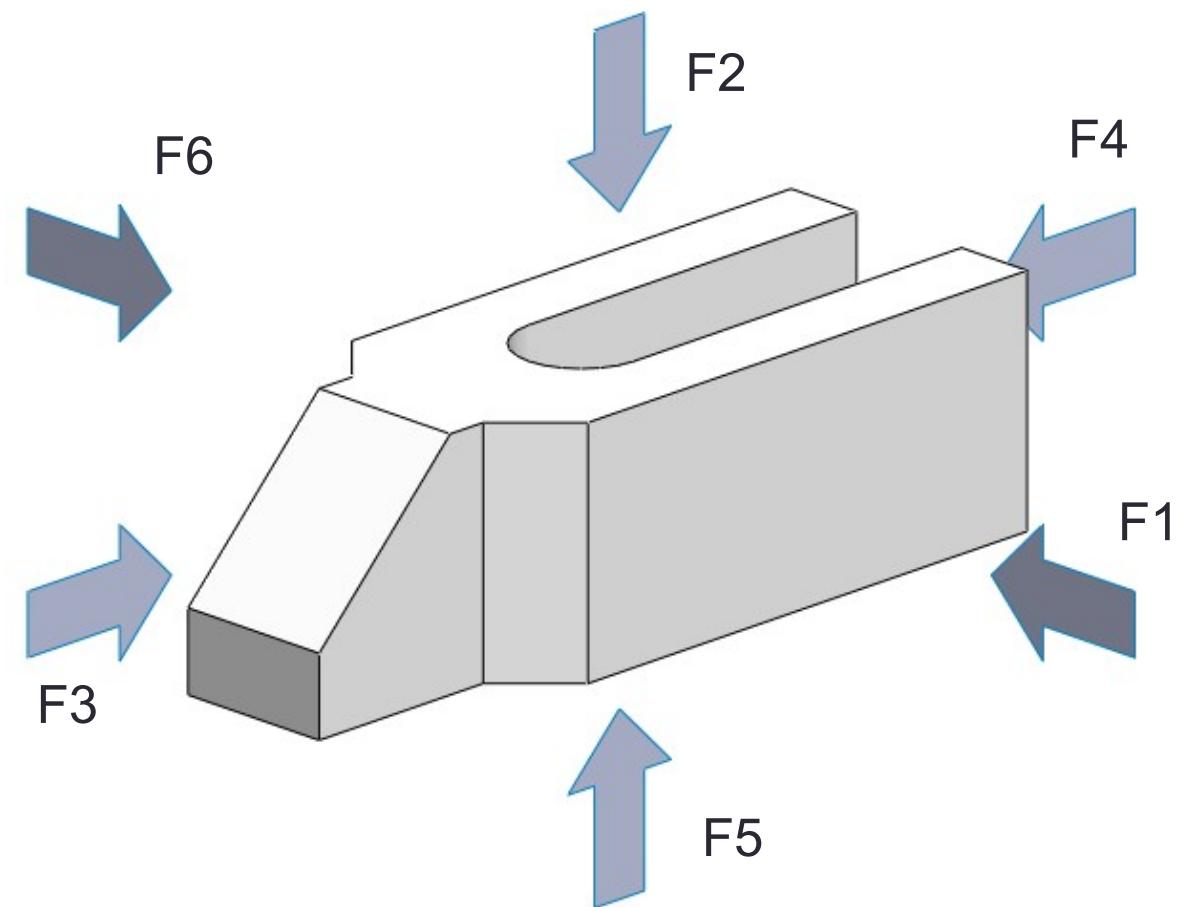
- La représentation en projection orthogonale (NFE 04-506, NFE 04-520, ISO 128)
- La représentation en perspective (NFE 04-6108)

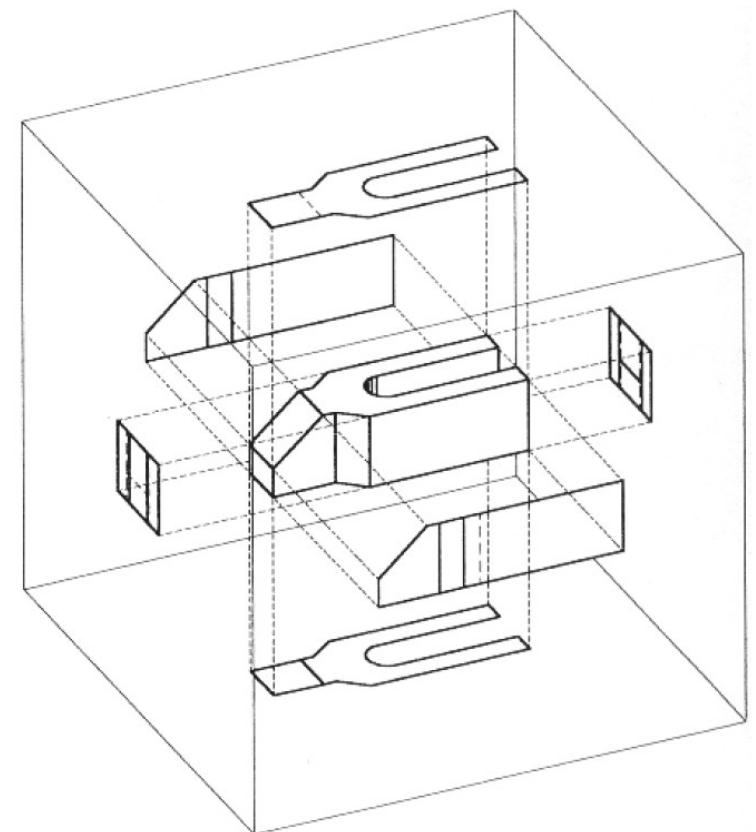
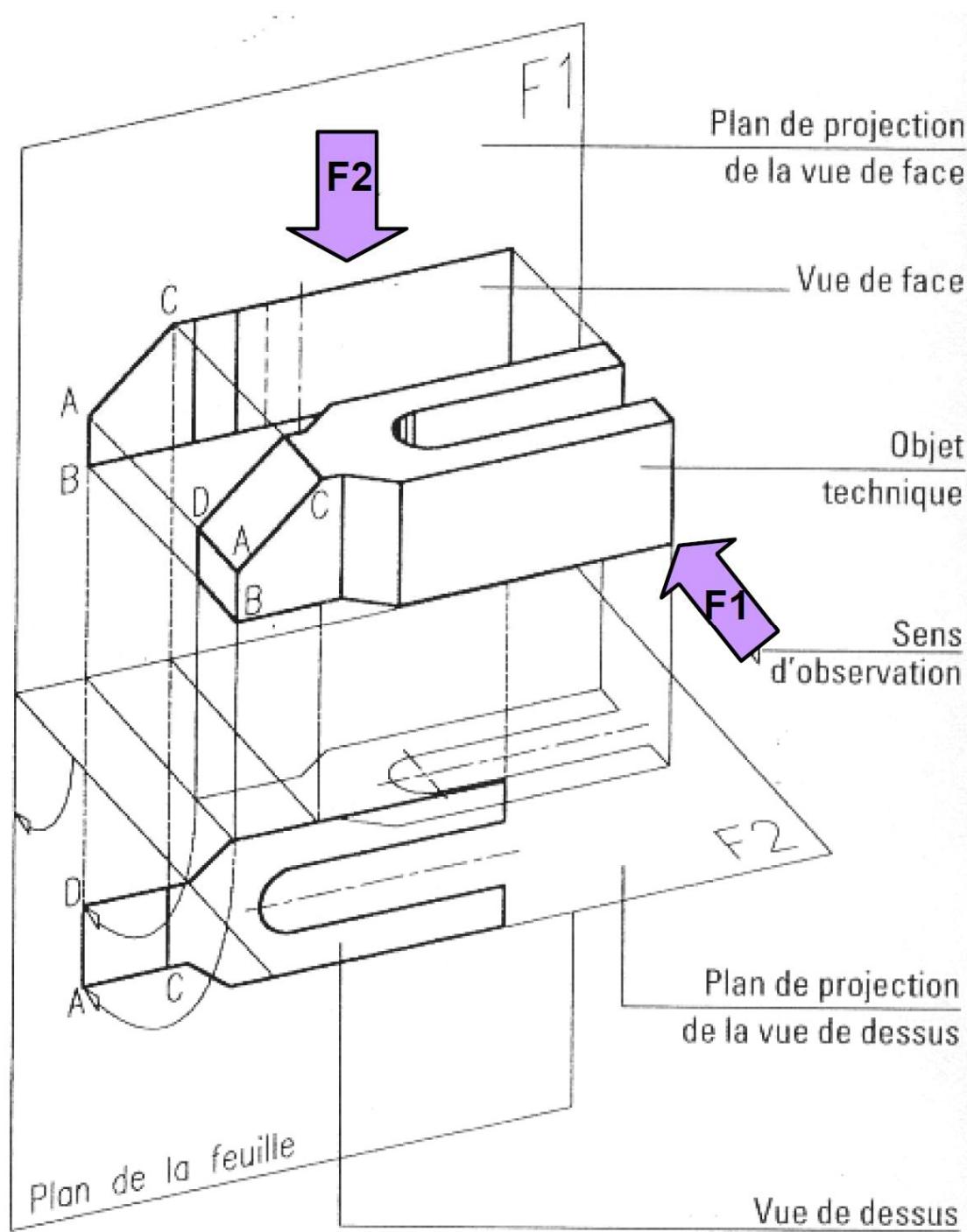


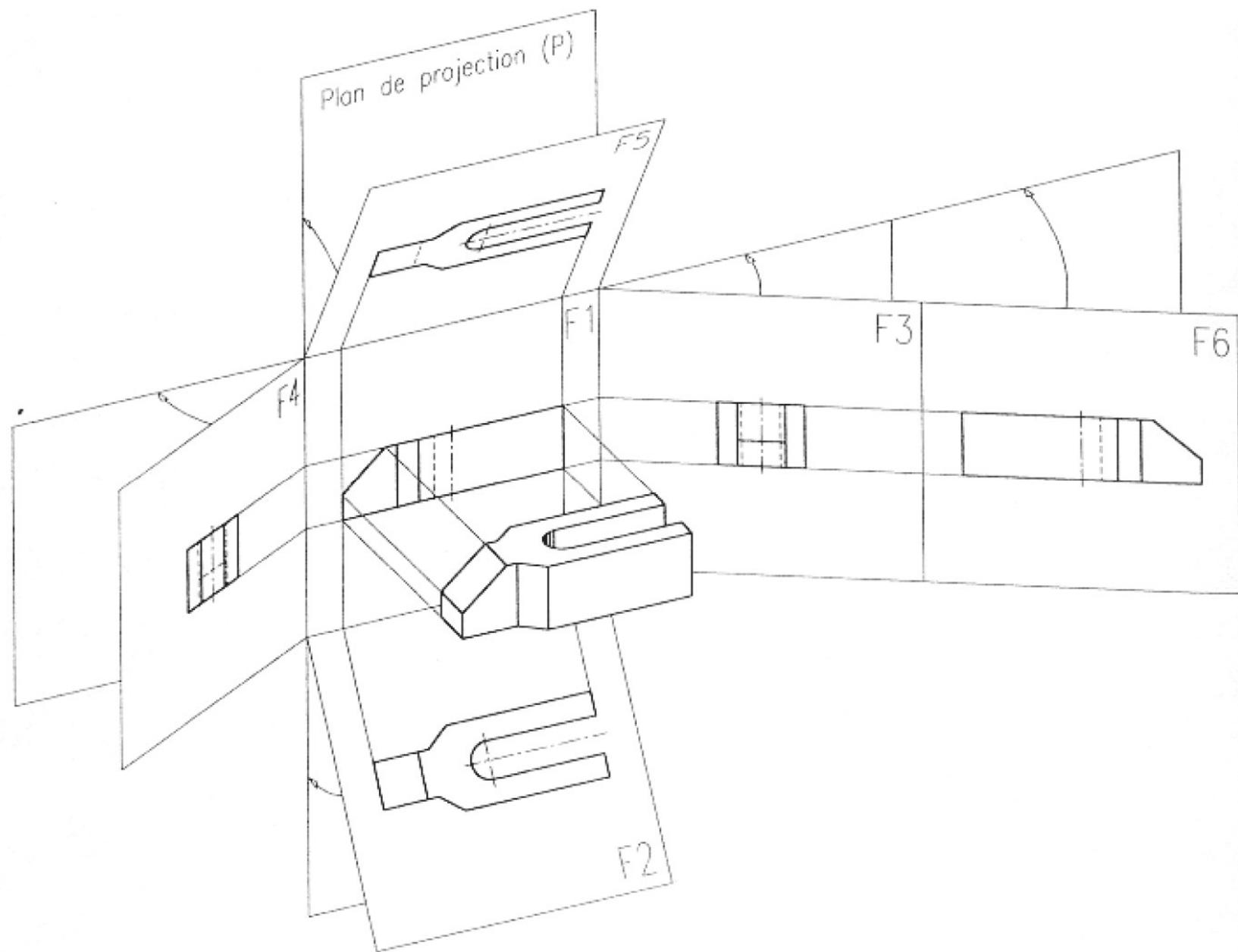
La représentation en projection orthogonale

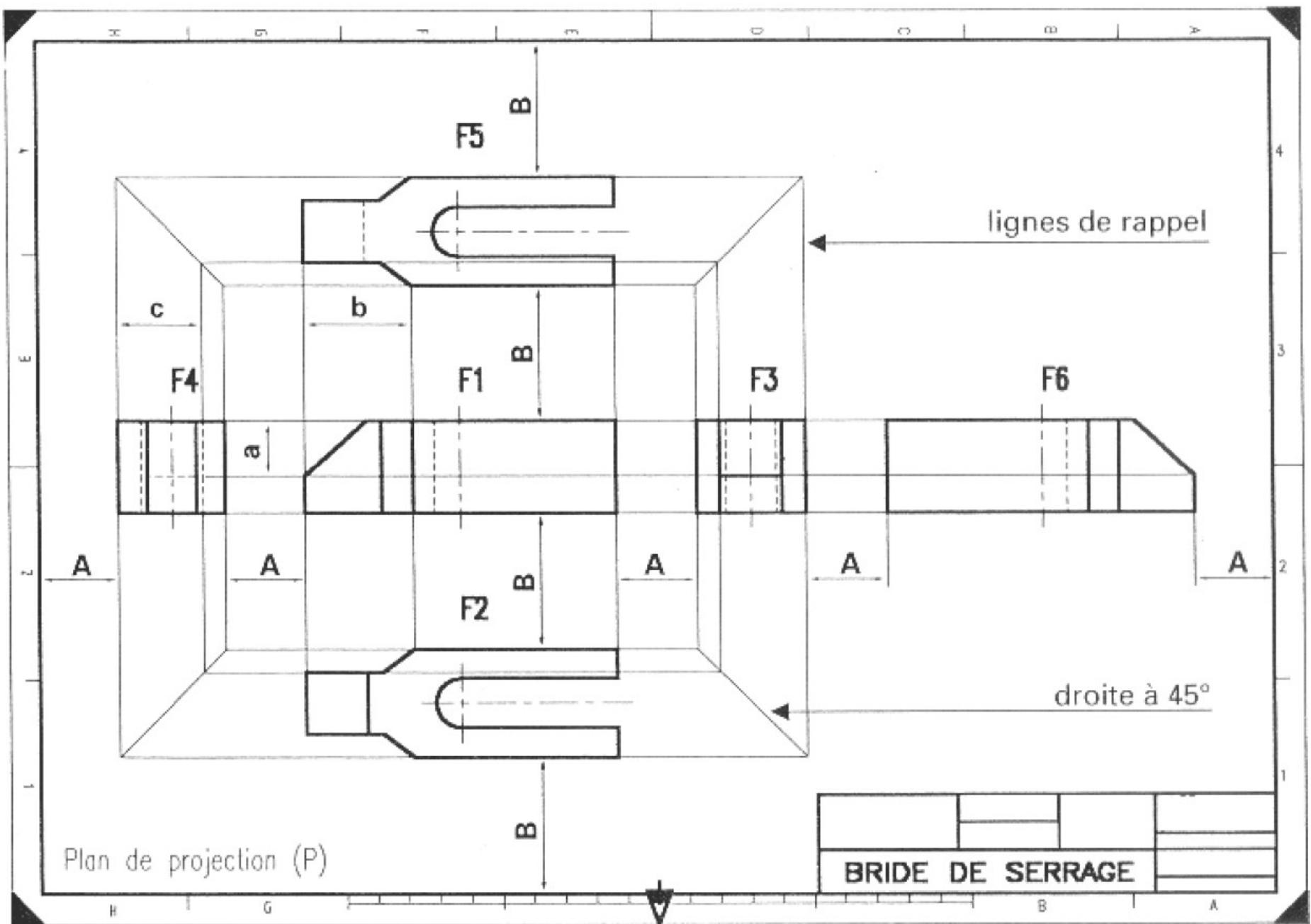
- Comme l'illustre la figure ci-dessous, chaque projection sur un plan dans une direction donnée fournit une représentation 2D appelée vue.

F1 : Vue de face
F2 : Vue de dessus
F3 : Vue de gauche
F4 : Vue de droite
F5 : Vue de dessous
F6 : Vue de derrière









LES COUPES ET SECTIONS

COUPES: principe

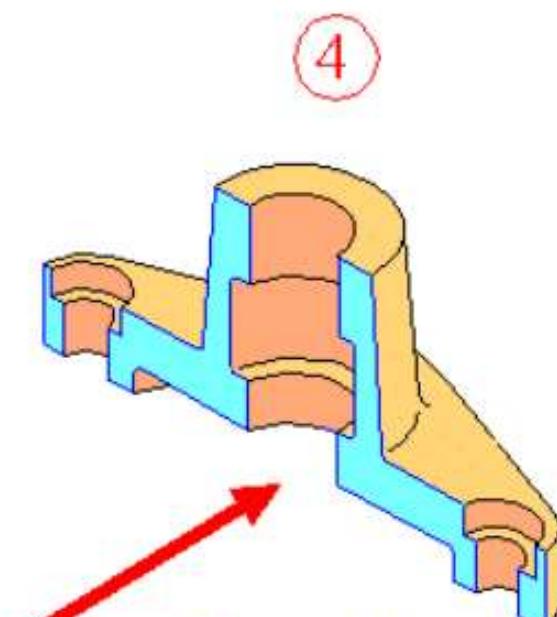
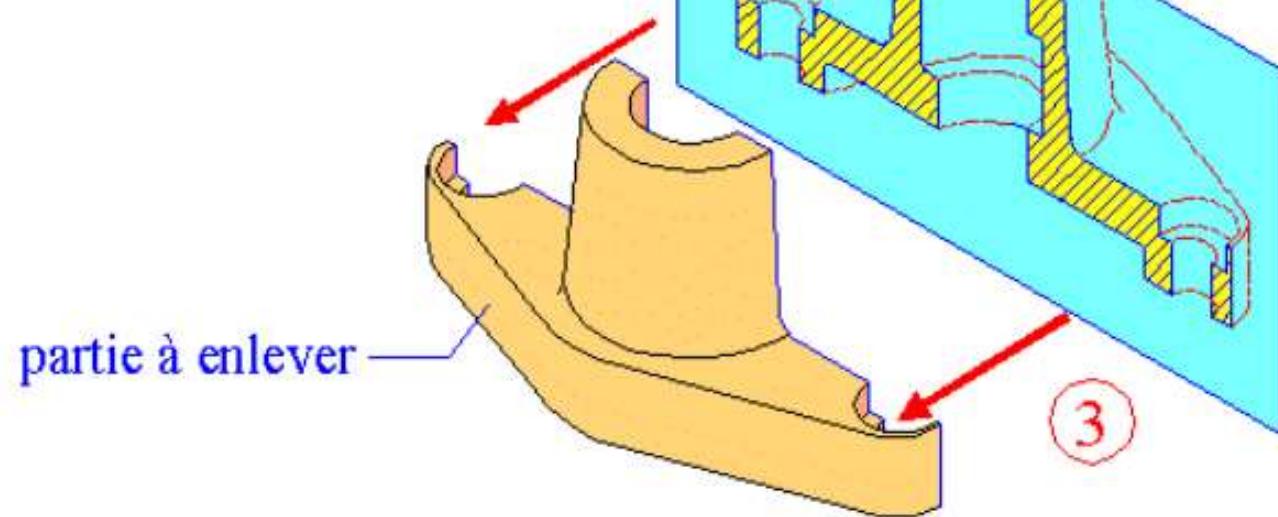
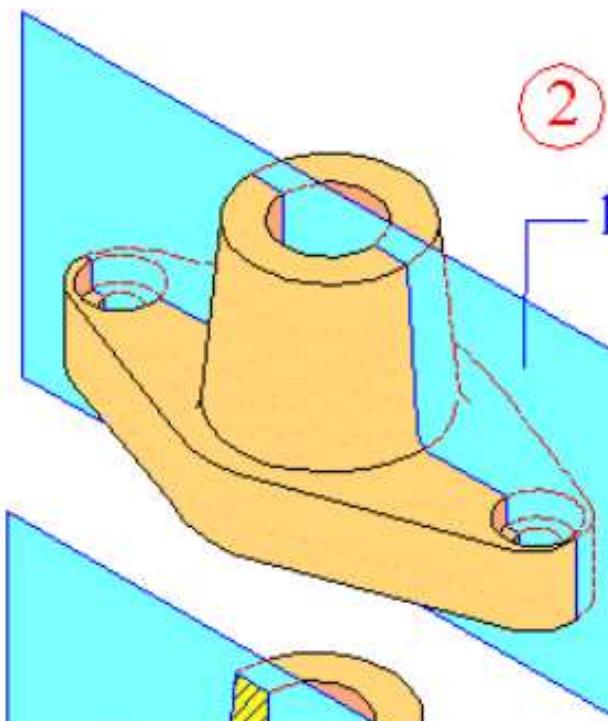
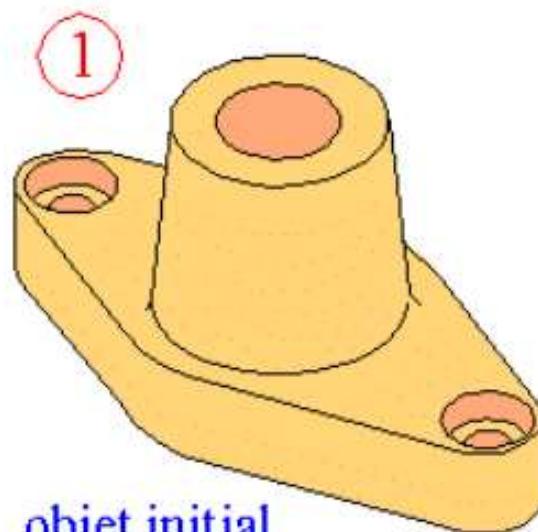
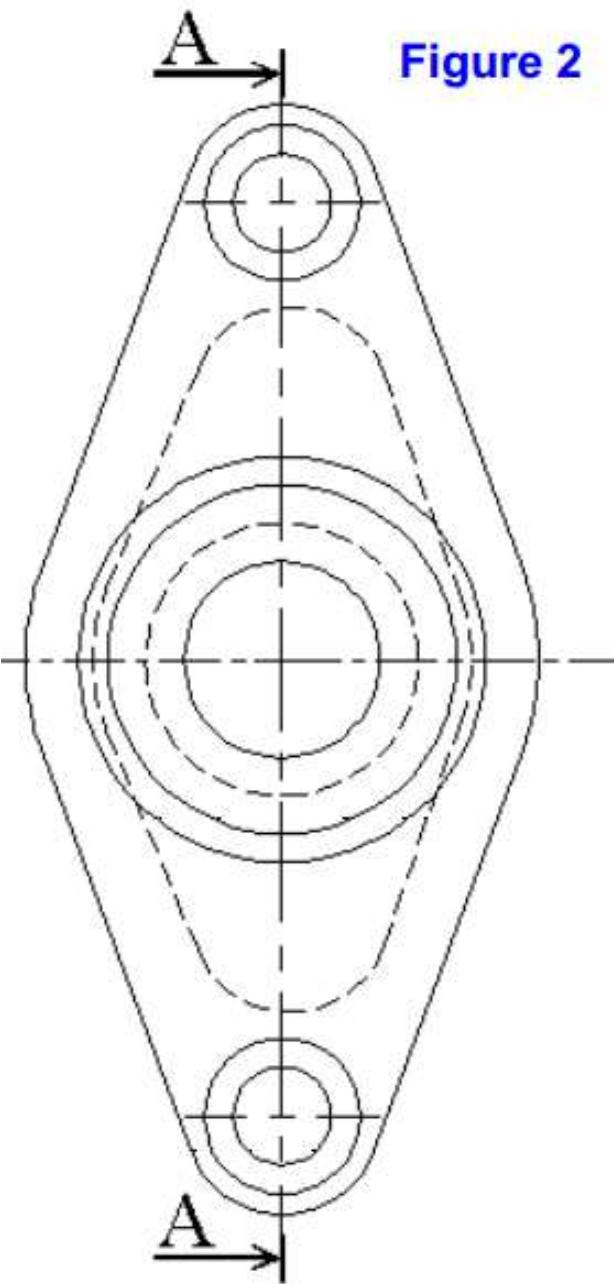
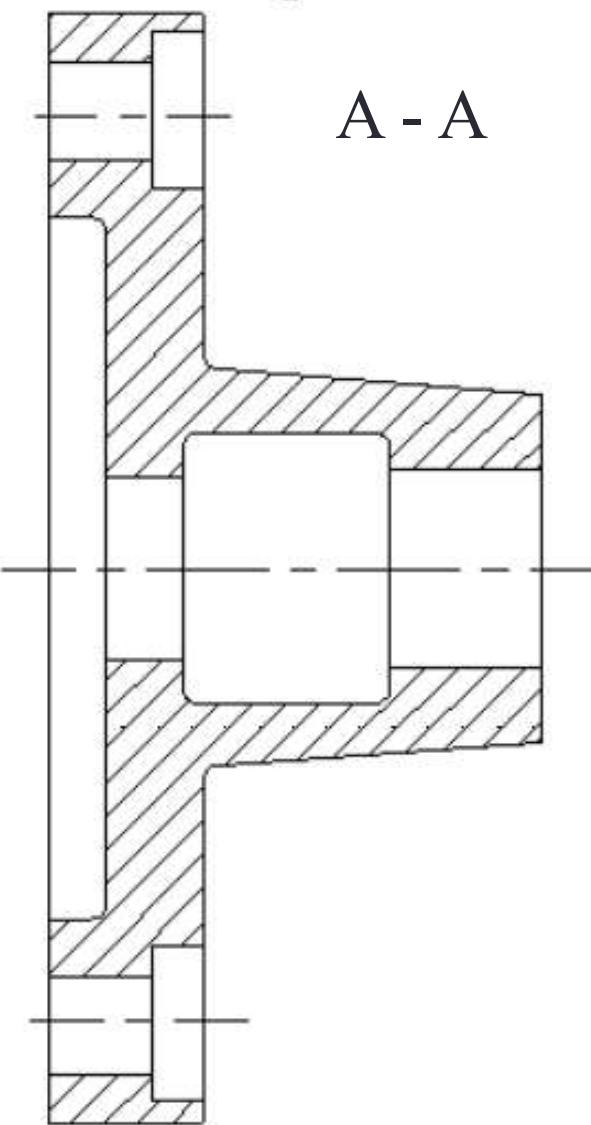


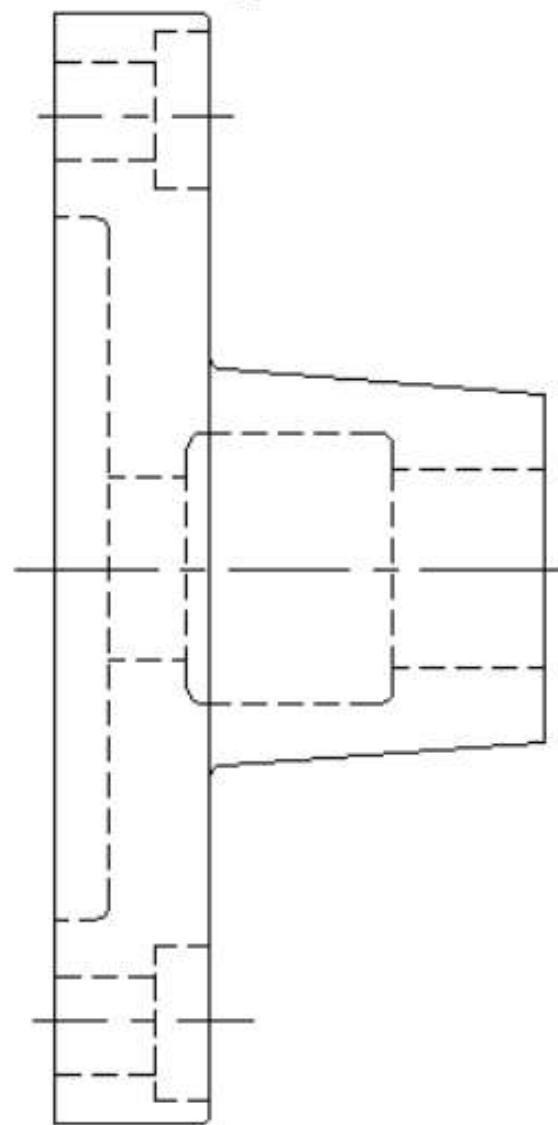
Figure 1



Vue en coupe

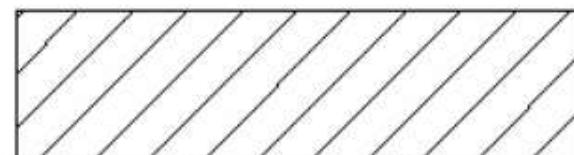


Vue non coupée

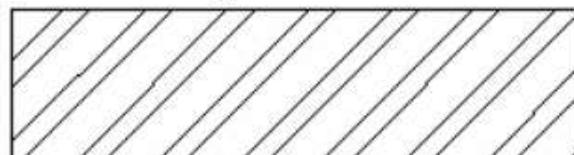


Représentation normalisée de l'objet

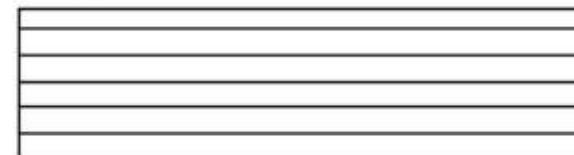
Hachures: motifs usuels (NF E 04-520)



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



Métaux, alliages légers et
maçonnerie creuse



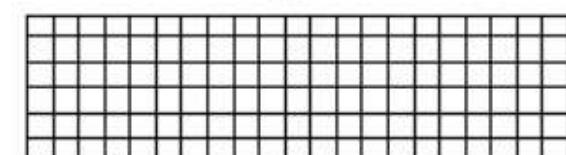
Antifriction et de façon
générale toutes matières
coulées sur une pièce



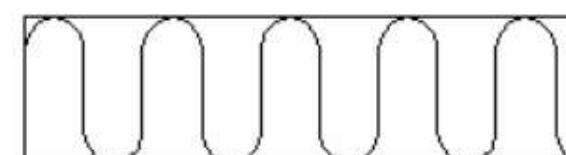
Plastiques, isolants et
garnitures diverses



Cuivre et alliages de cuivre



Bobinages, électro-aimants



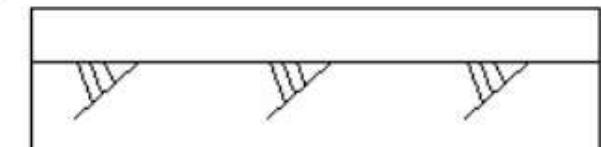
Isolant thermique



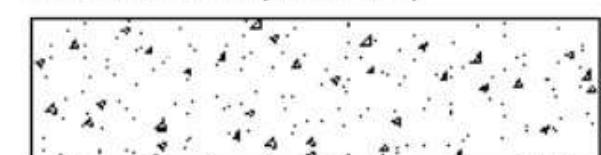
Bois en coupe longitudinale



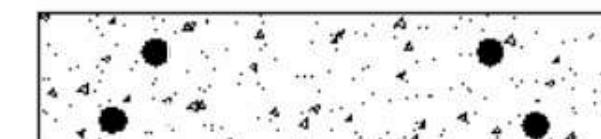
Bois en coupe transversale



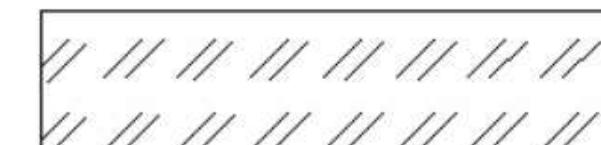
Sol naturel (meuble)



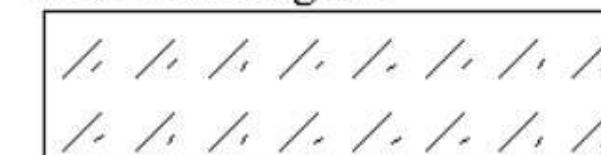
Béton de masse ou de propreté



Béton avec armatures

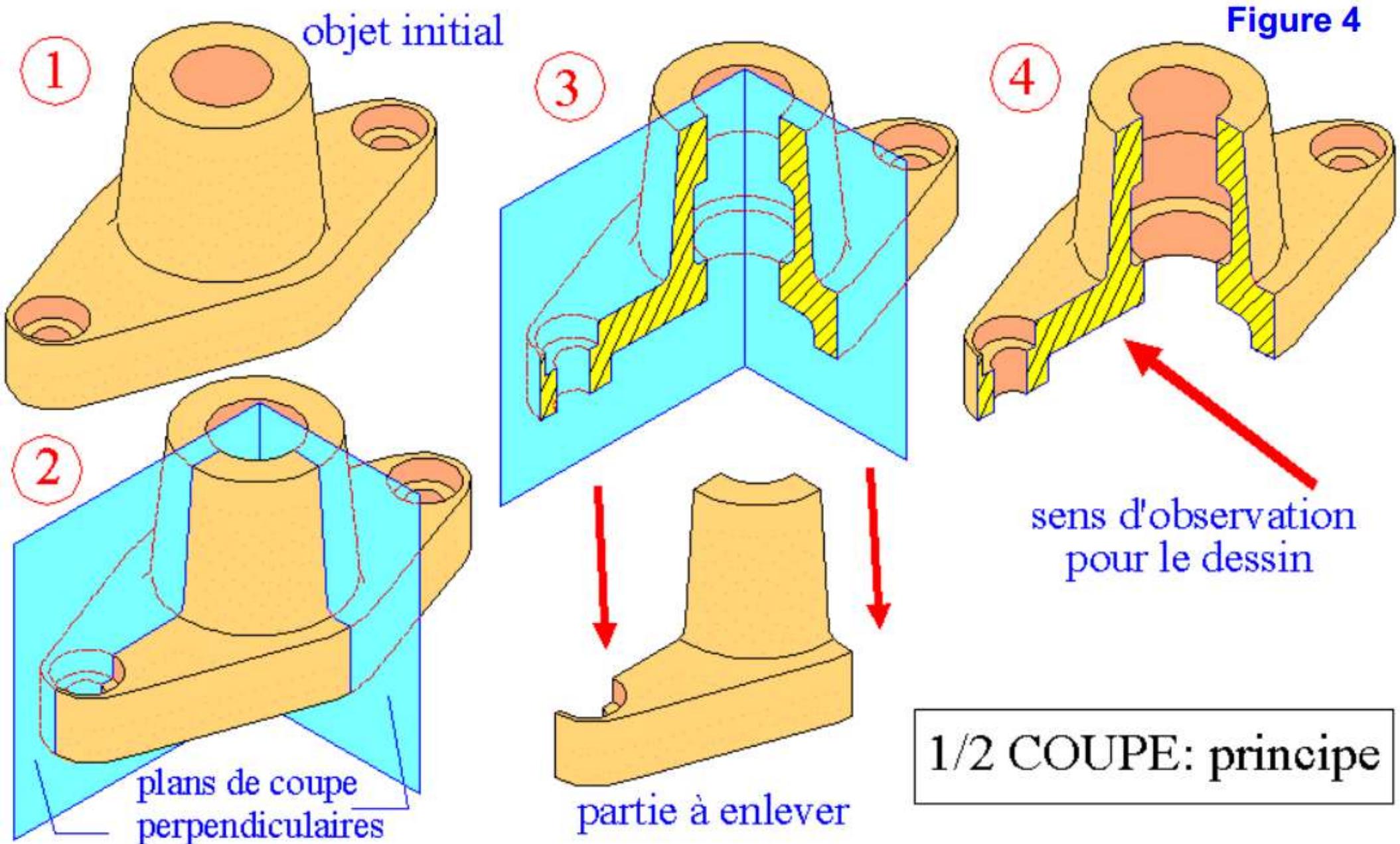


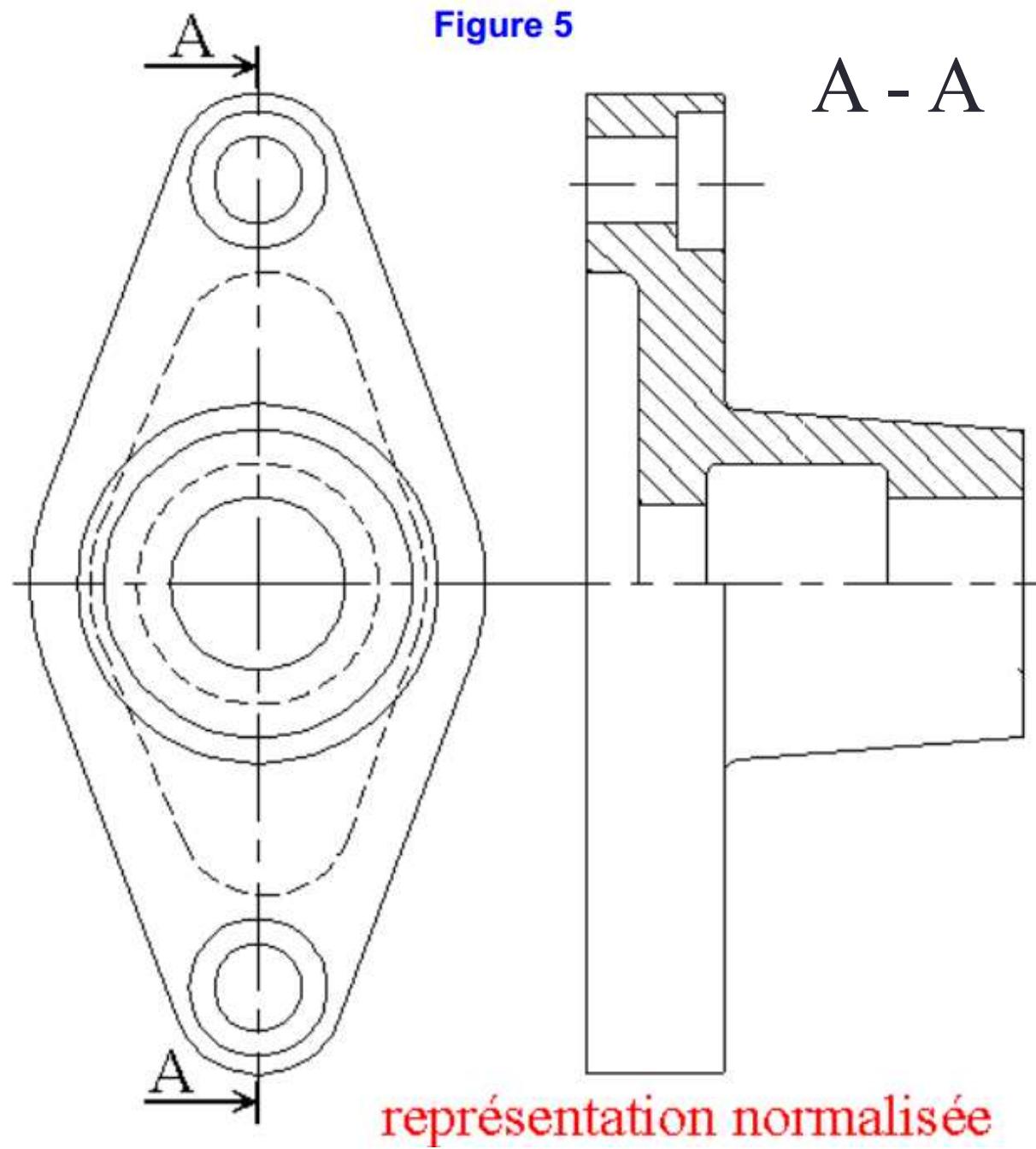
Pierre d'horlogerie



Pièces d'optique (NF S 10-008)

Figure 3





Exemple 1: rainure de clavette dans un arbre

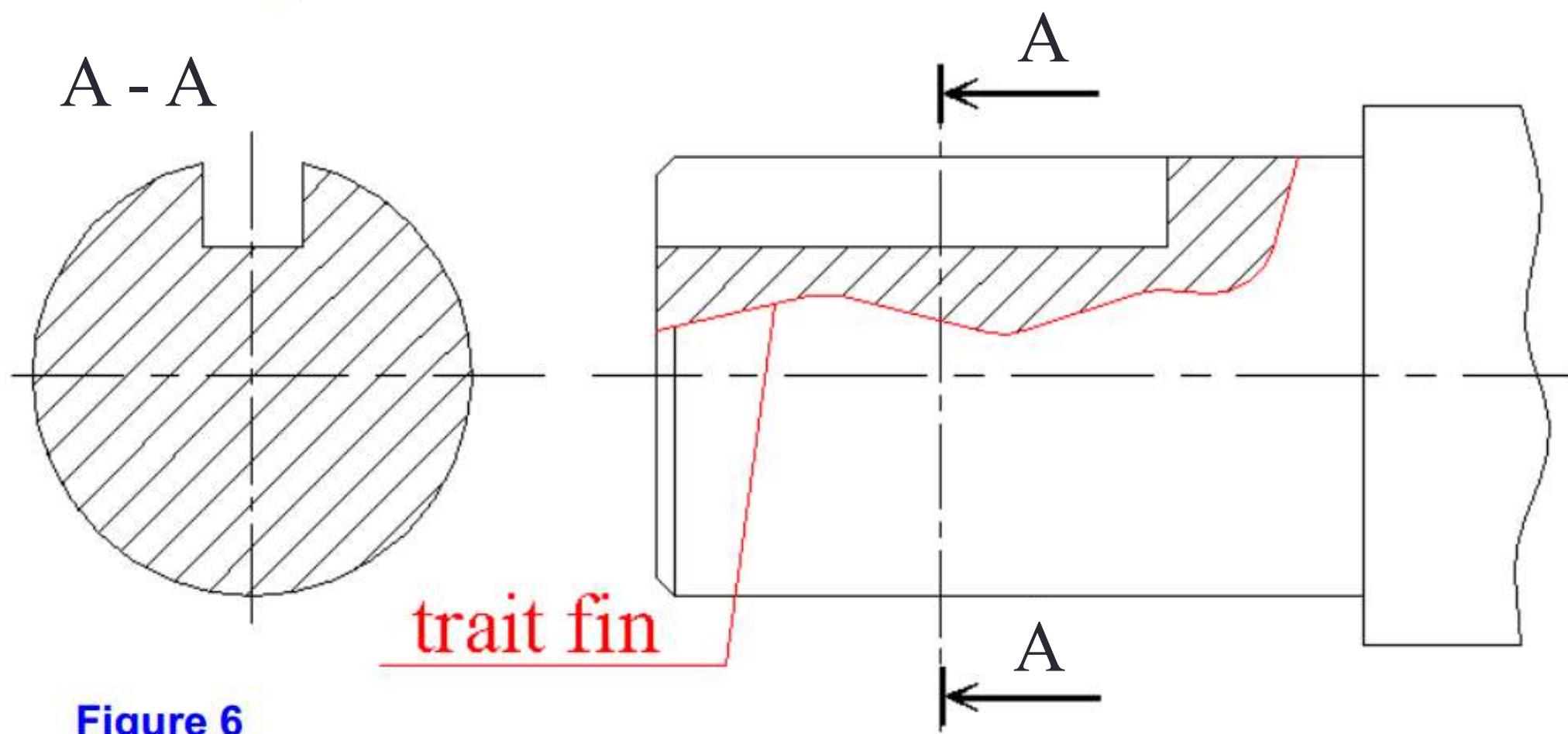
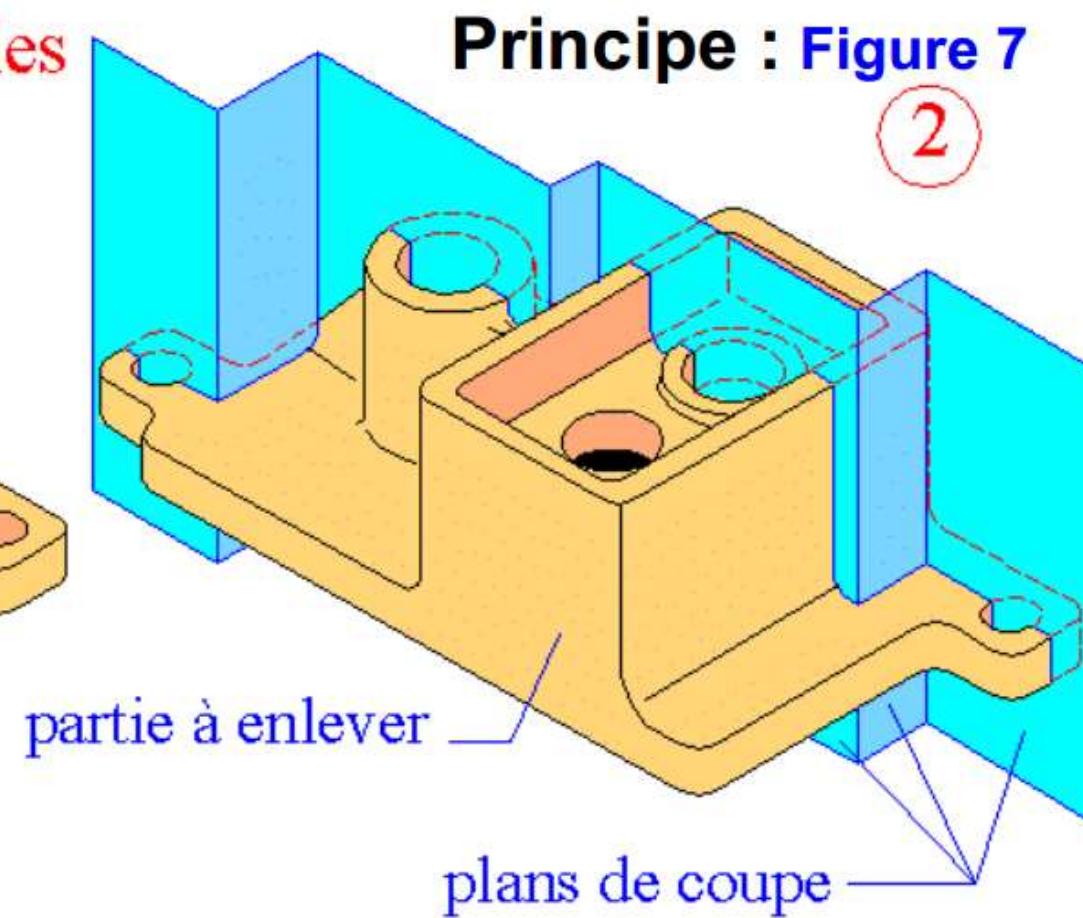
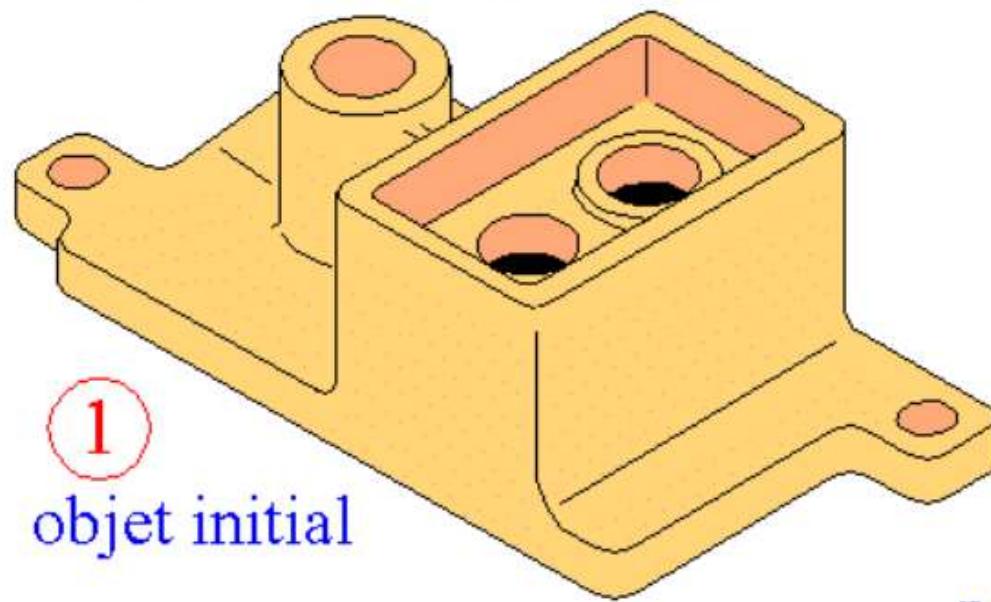
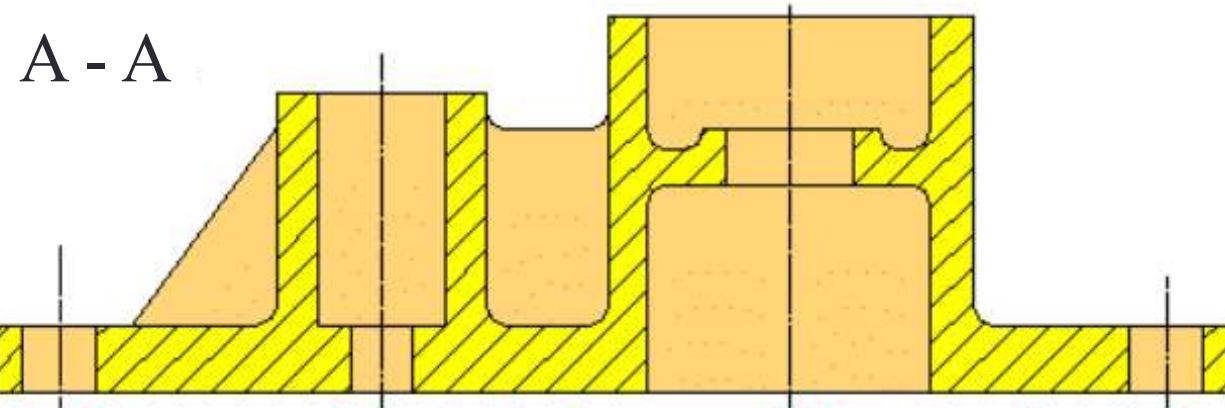


Figure 6

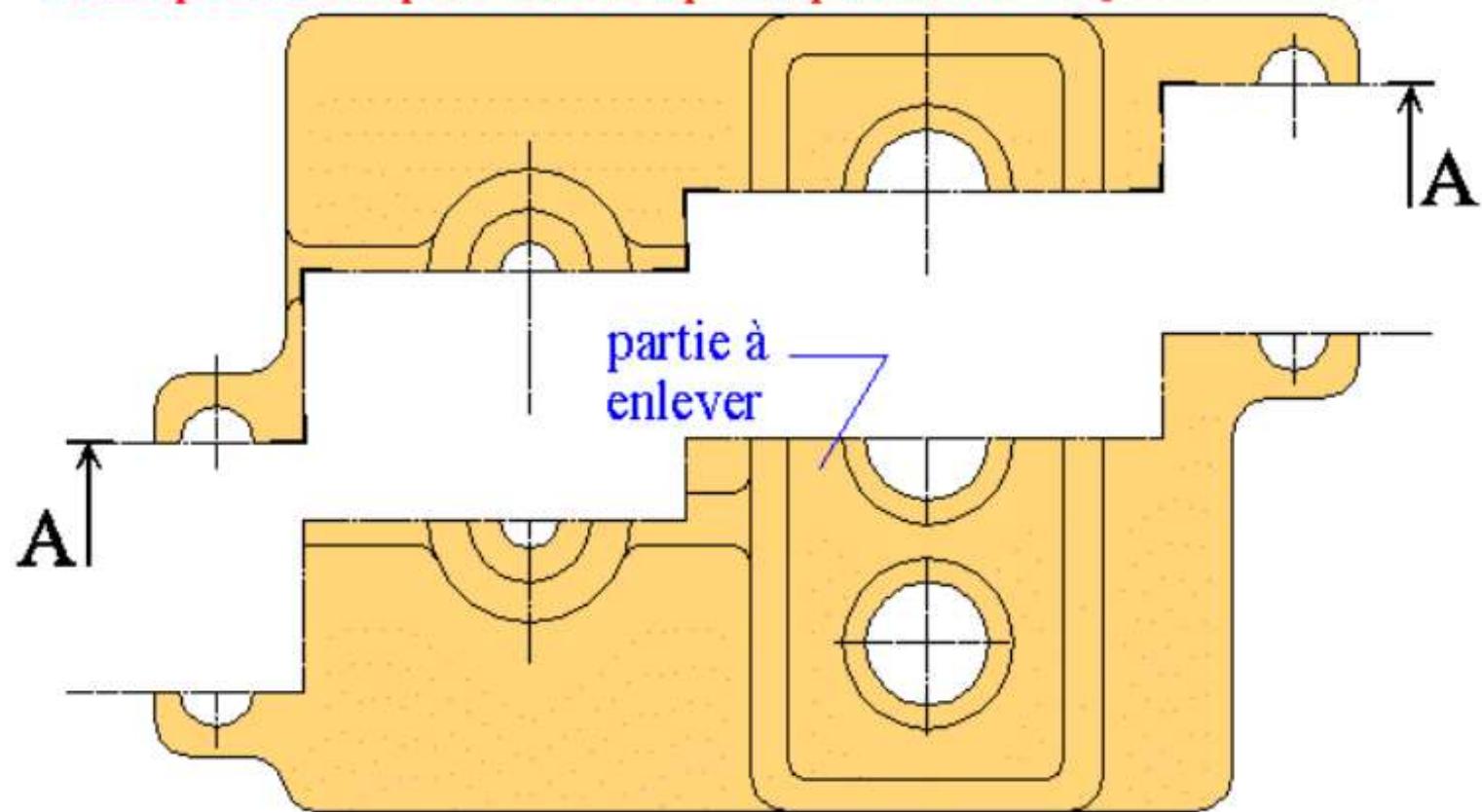
Coupe brisée à plans parallèles



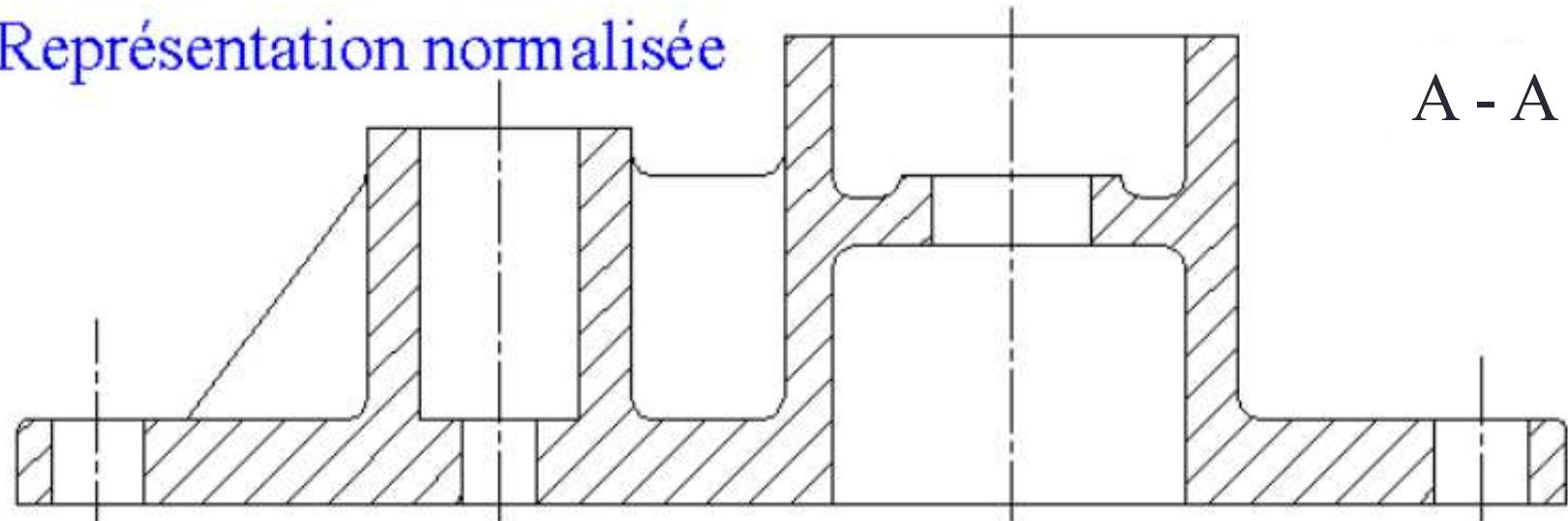
Le plan de coupe est construit à partir de plans de coupe classiques parallèles entre eux. La correspondance entre les vues est dans ce cas conservée



Principe des coupes brisées à plans parallèles : représentation

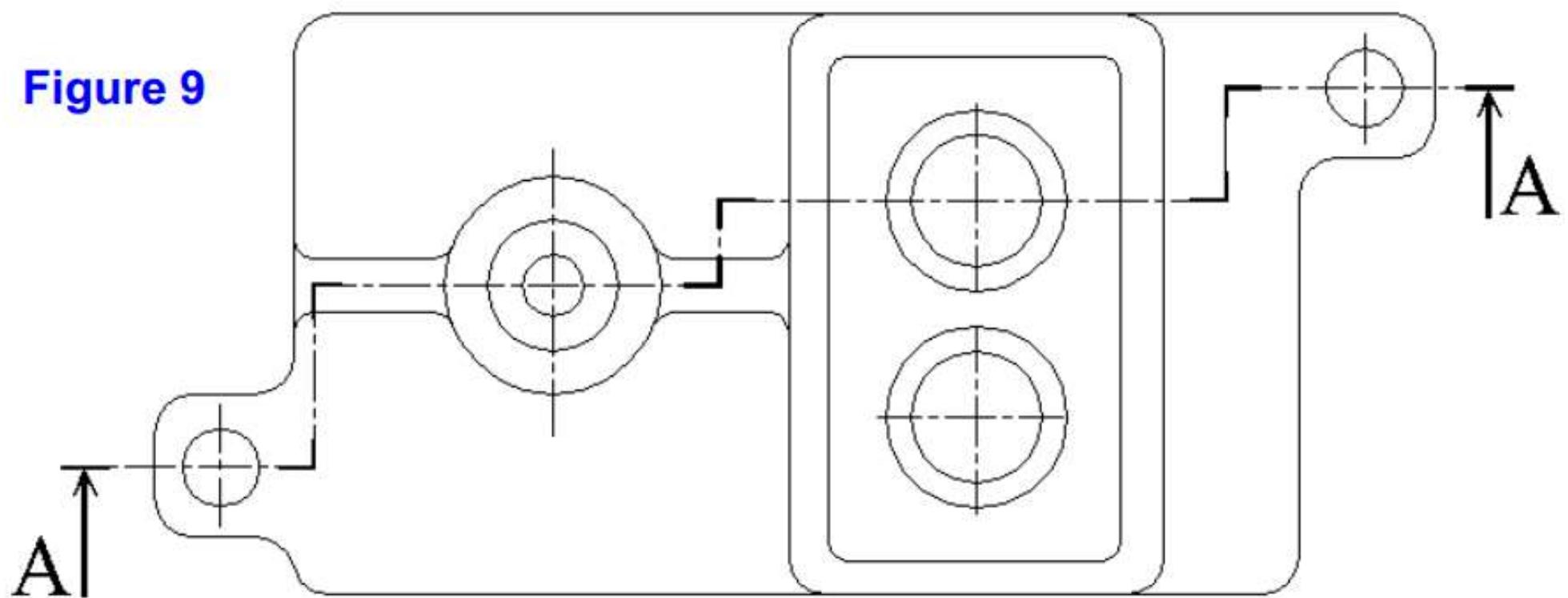


Représentation normalisée

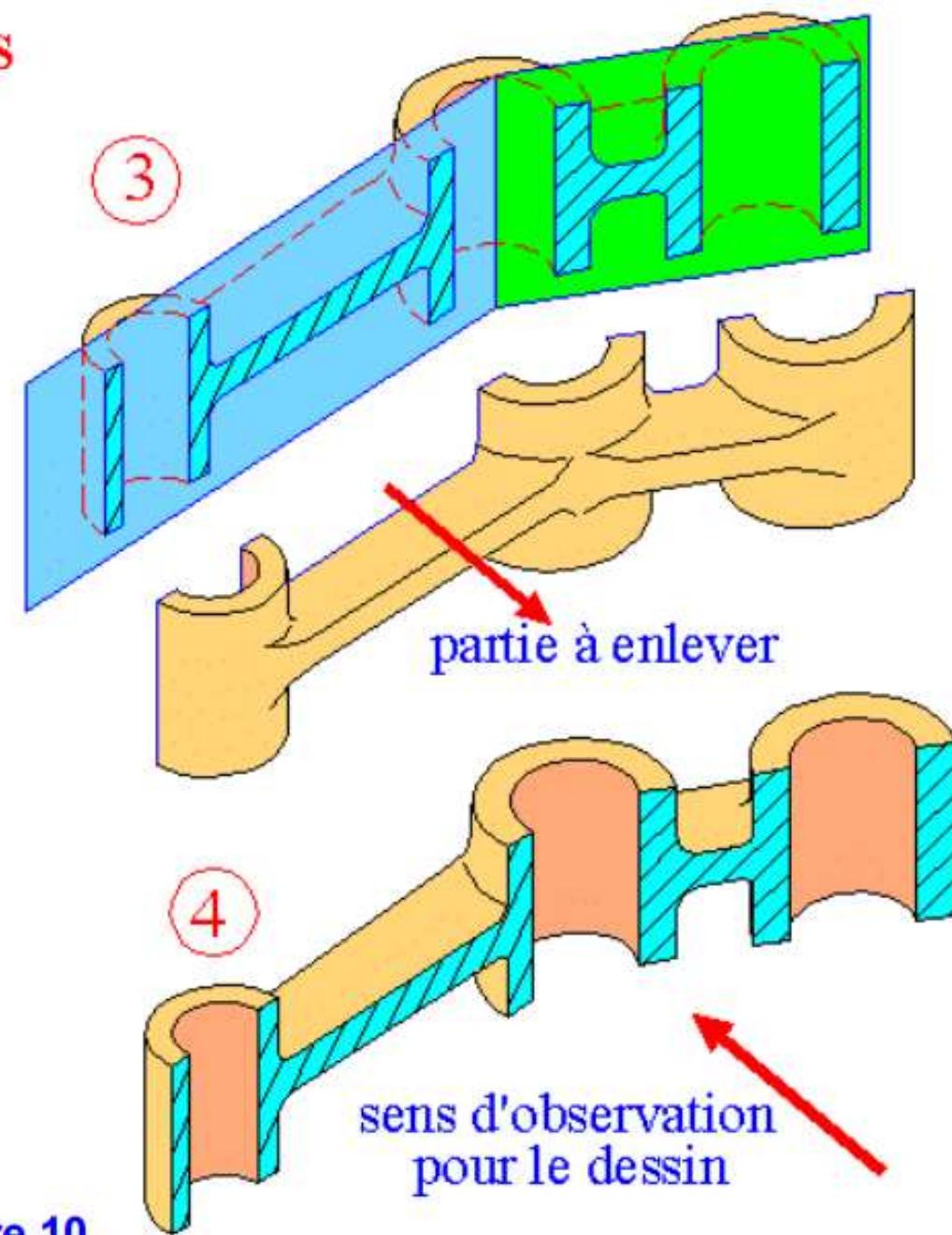
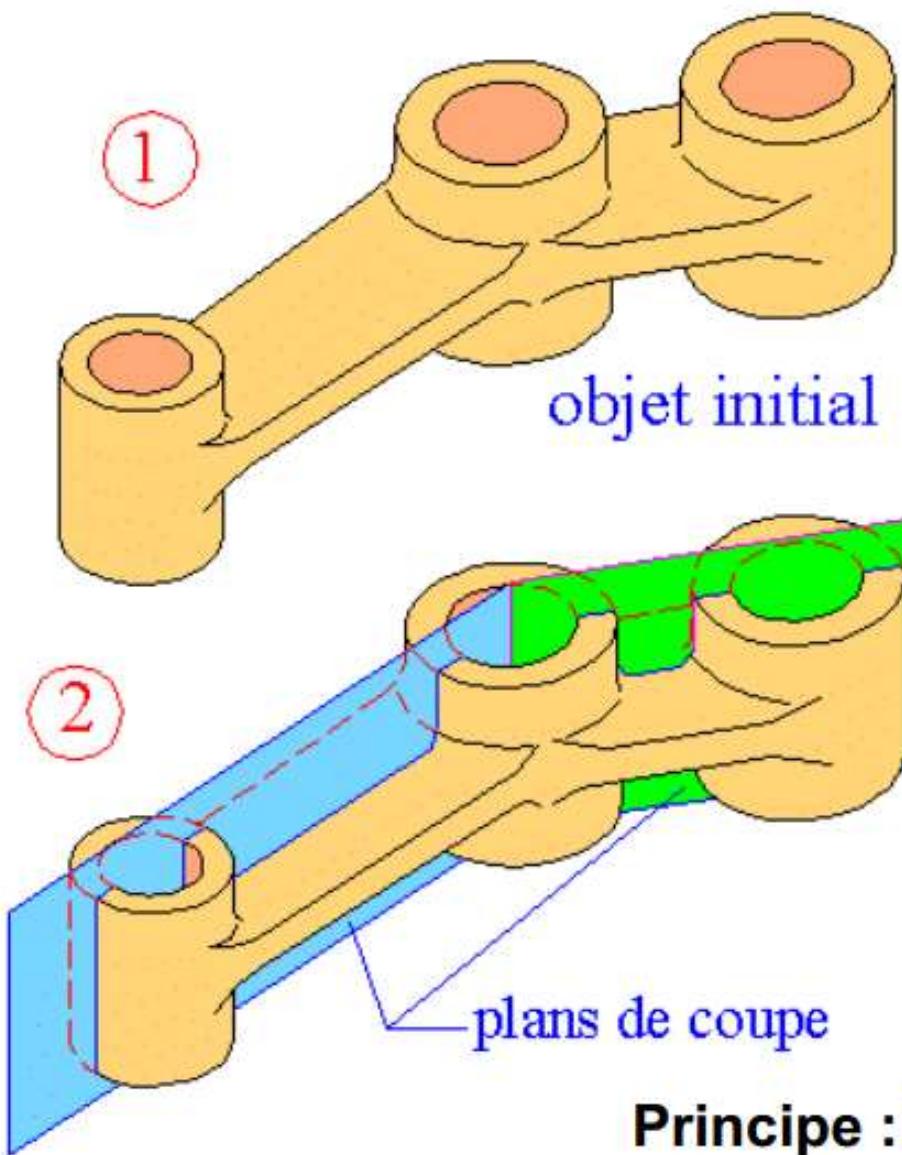


A - A

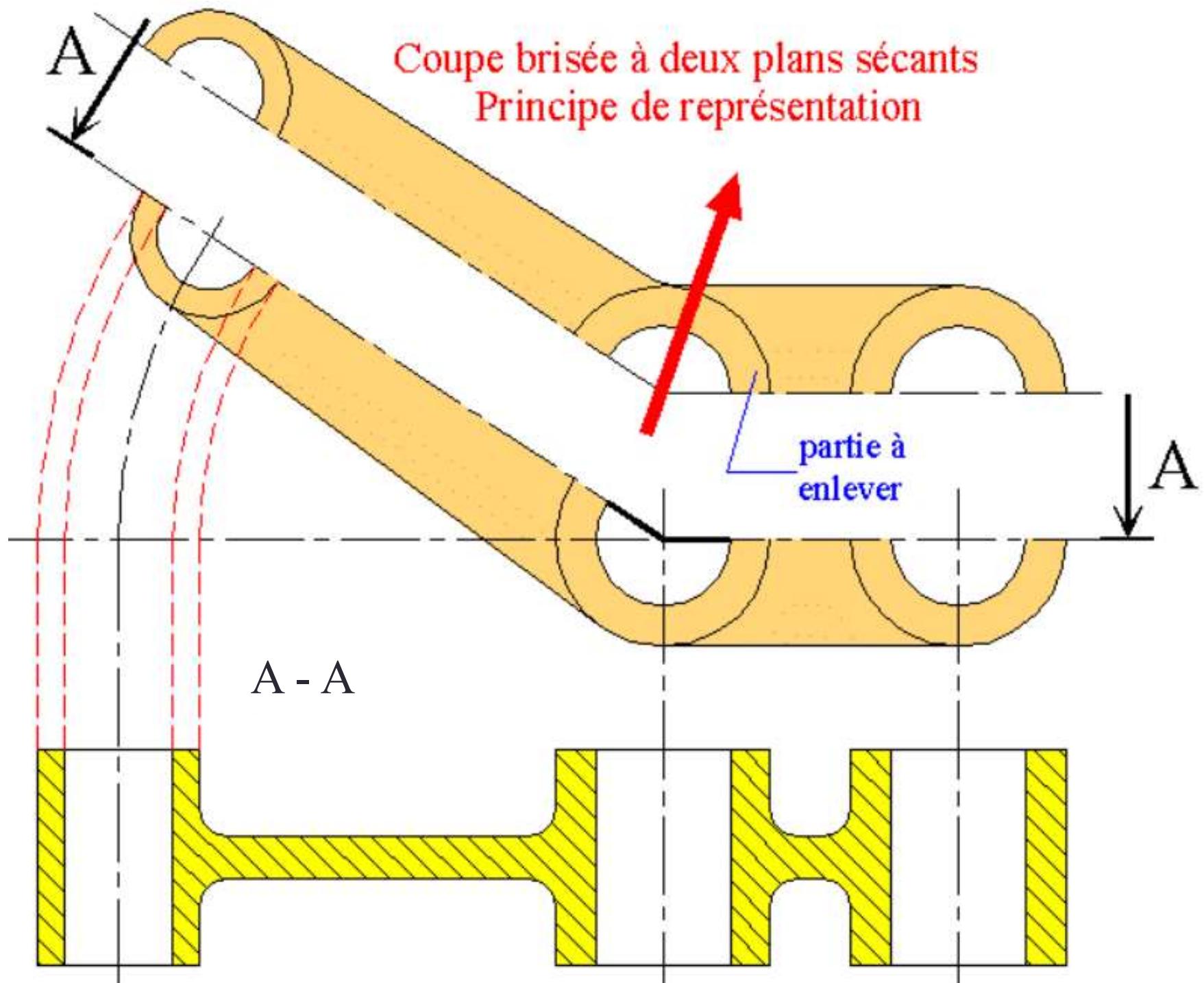
Figure 9

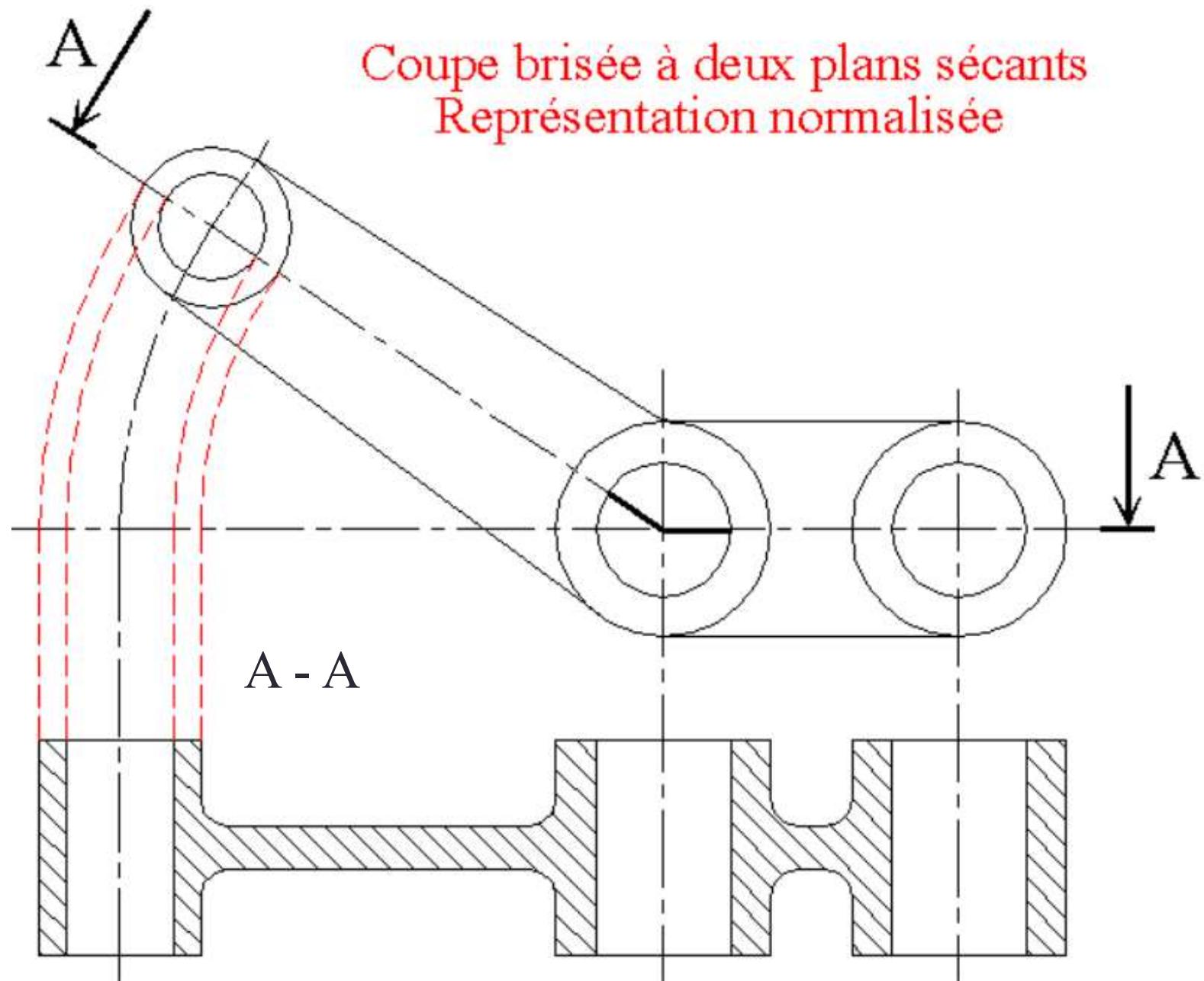


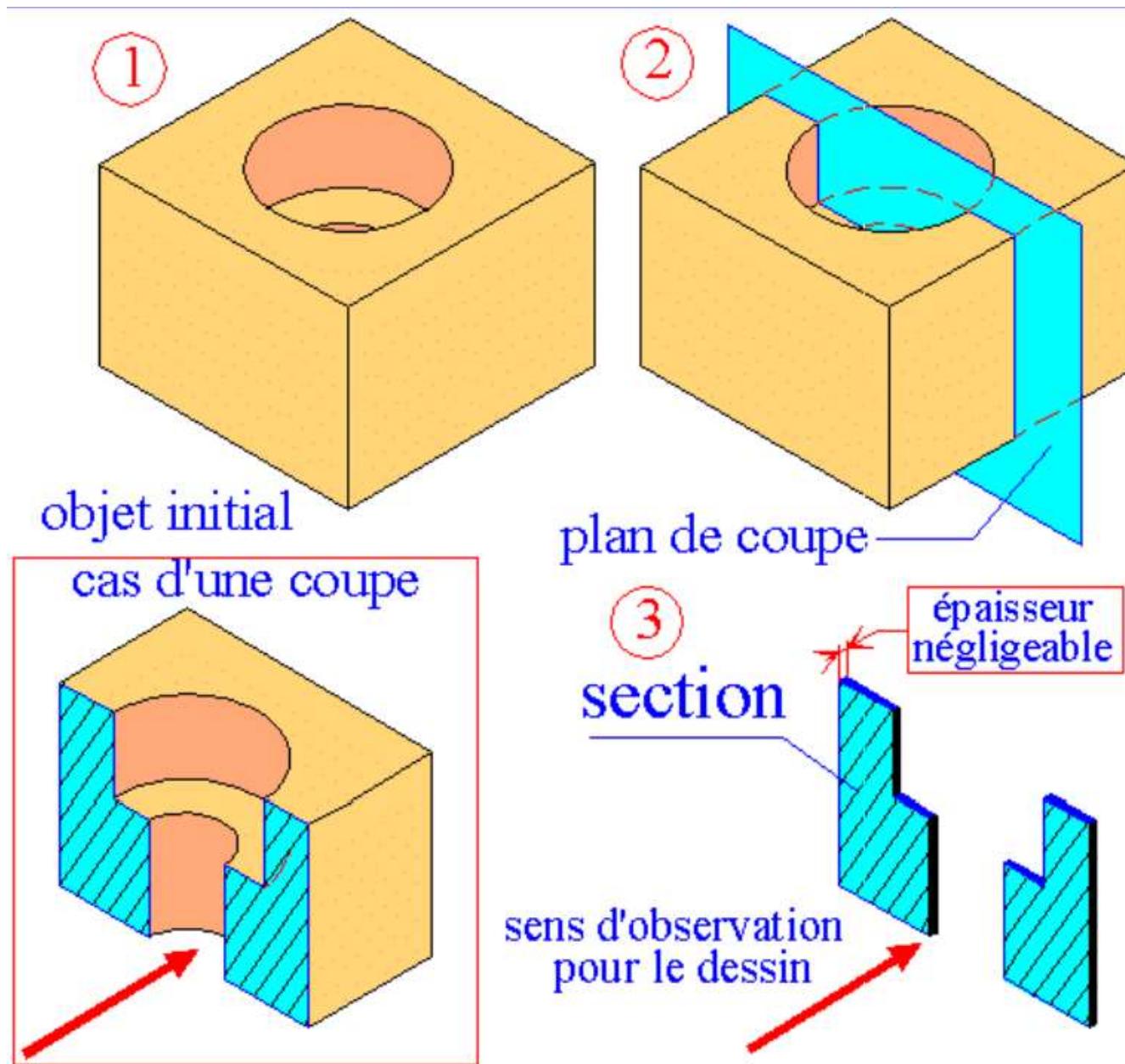
Coupe brisée à 2 plans sécants (à plans obliques)



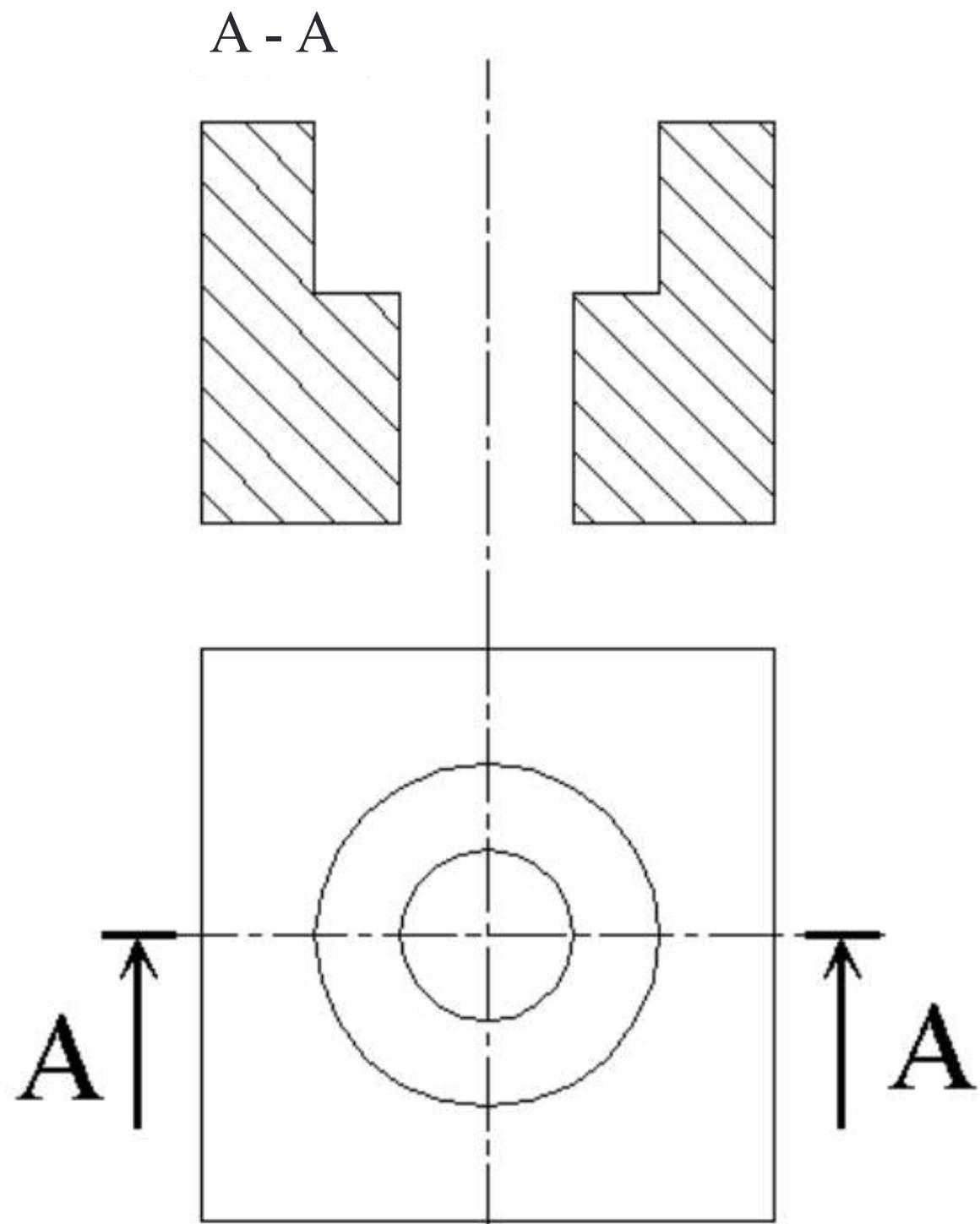
Principe : Figure 10







représentation normalisée



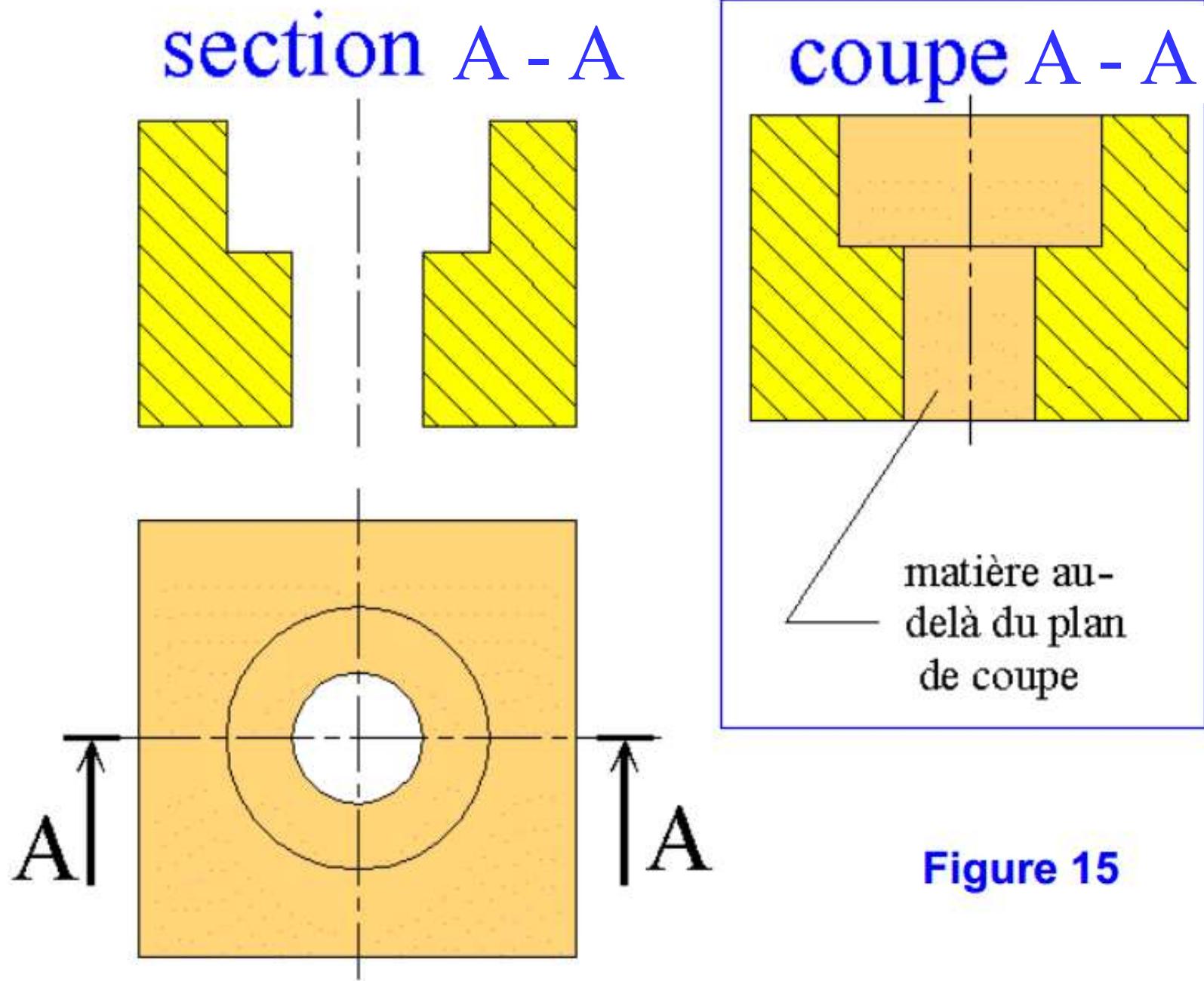


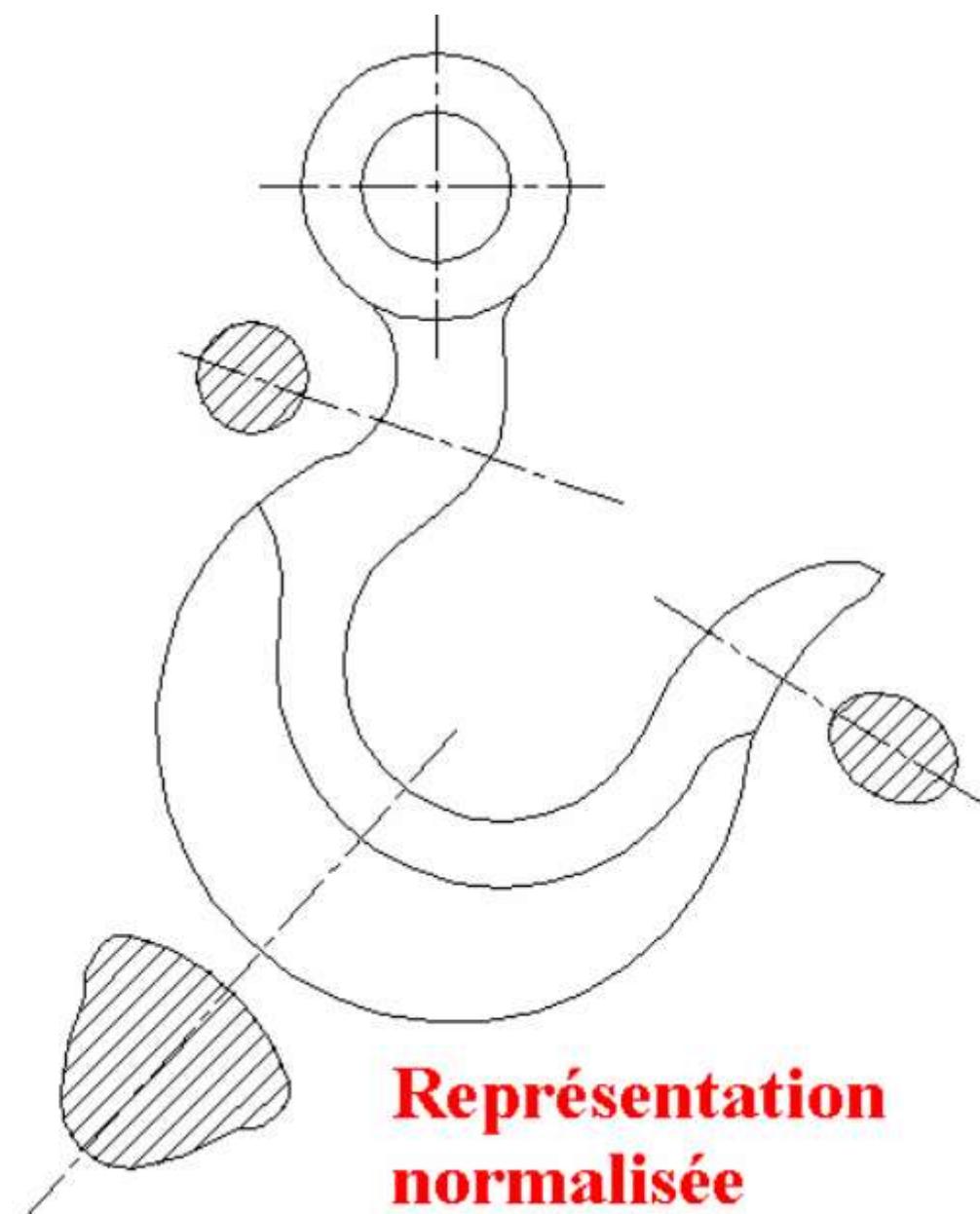
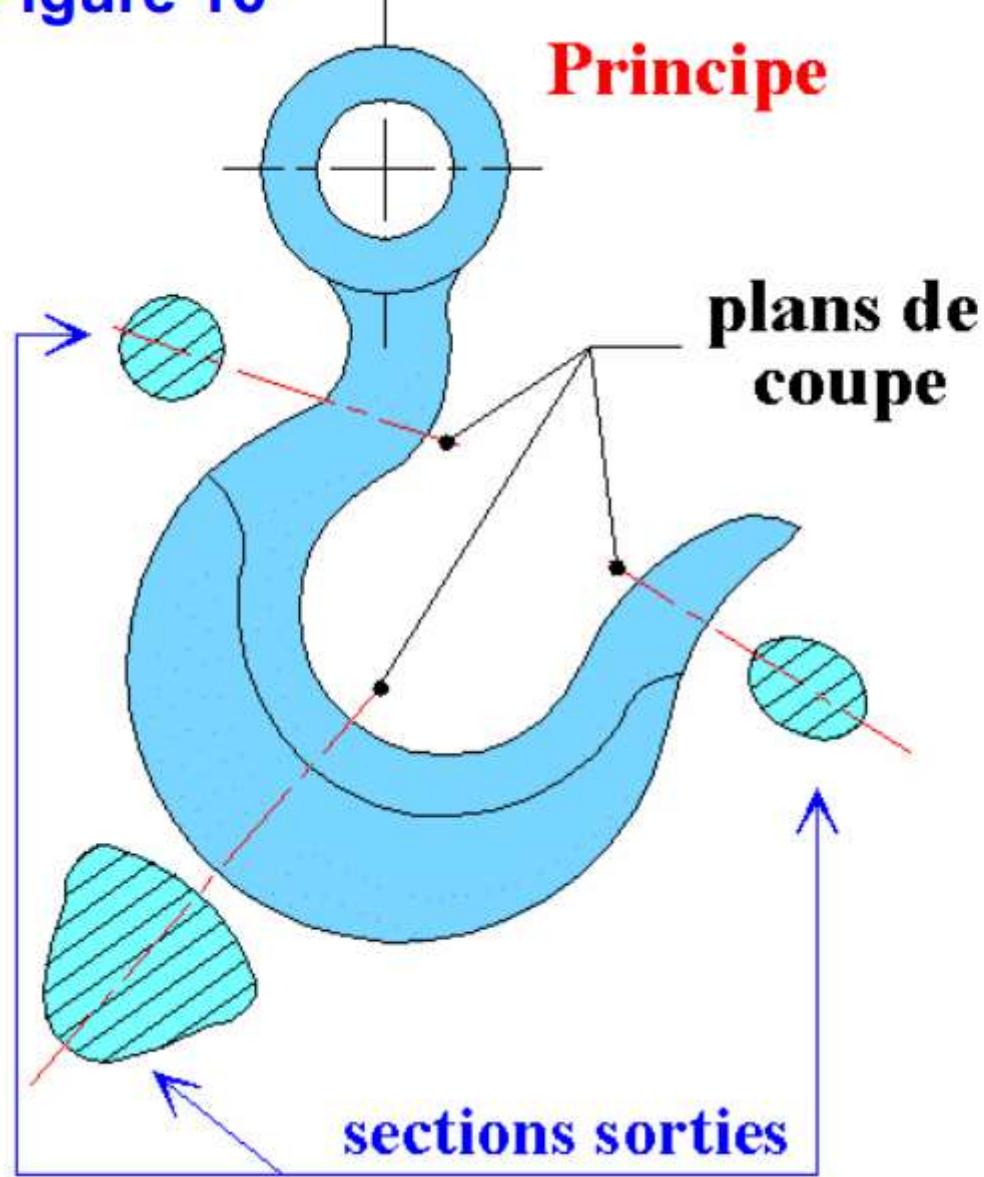
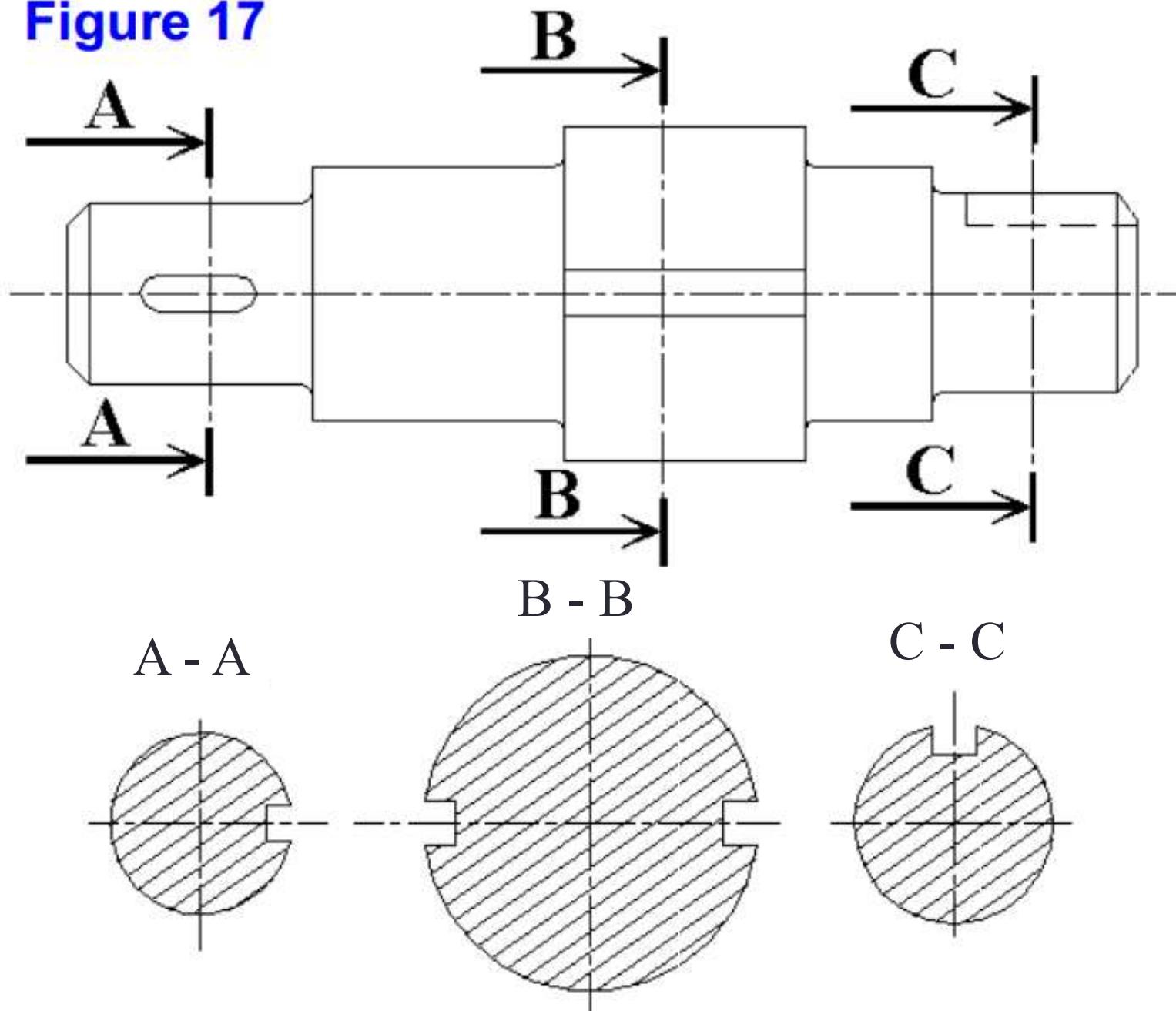
Figure 16

Figure 17

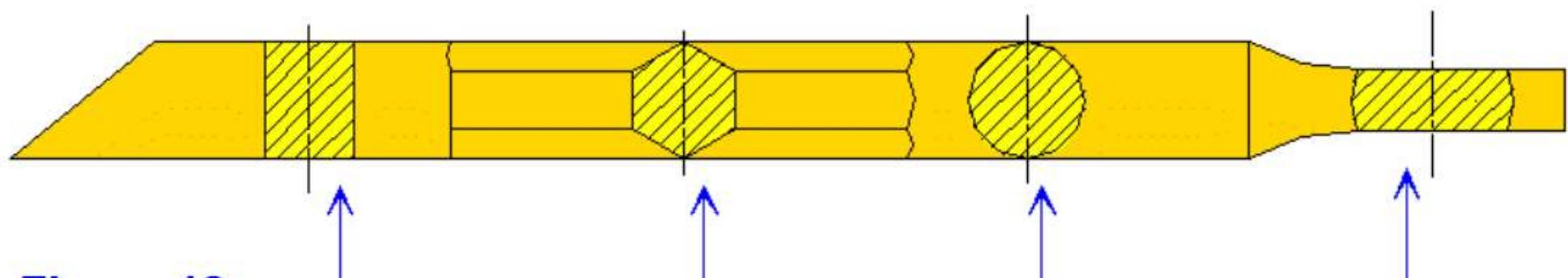
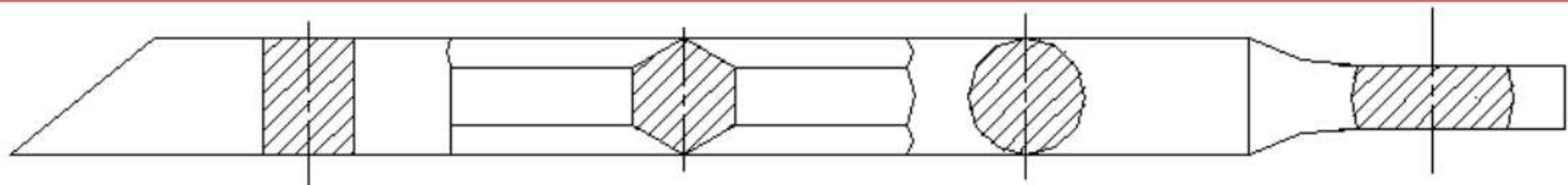


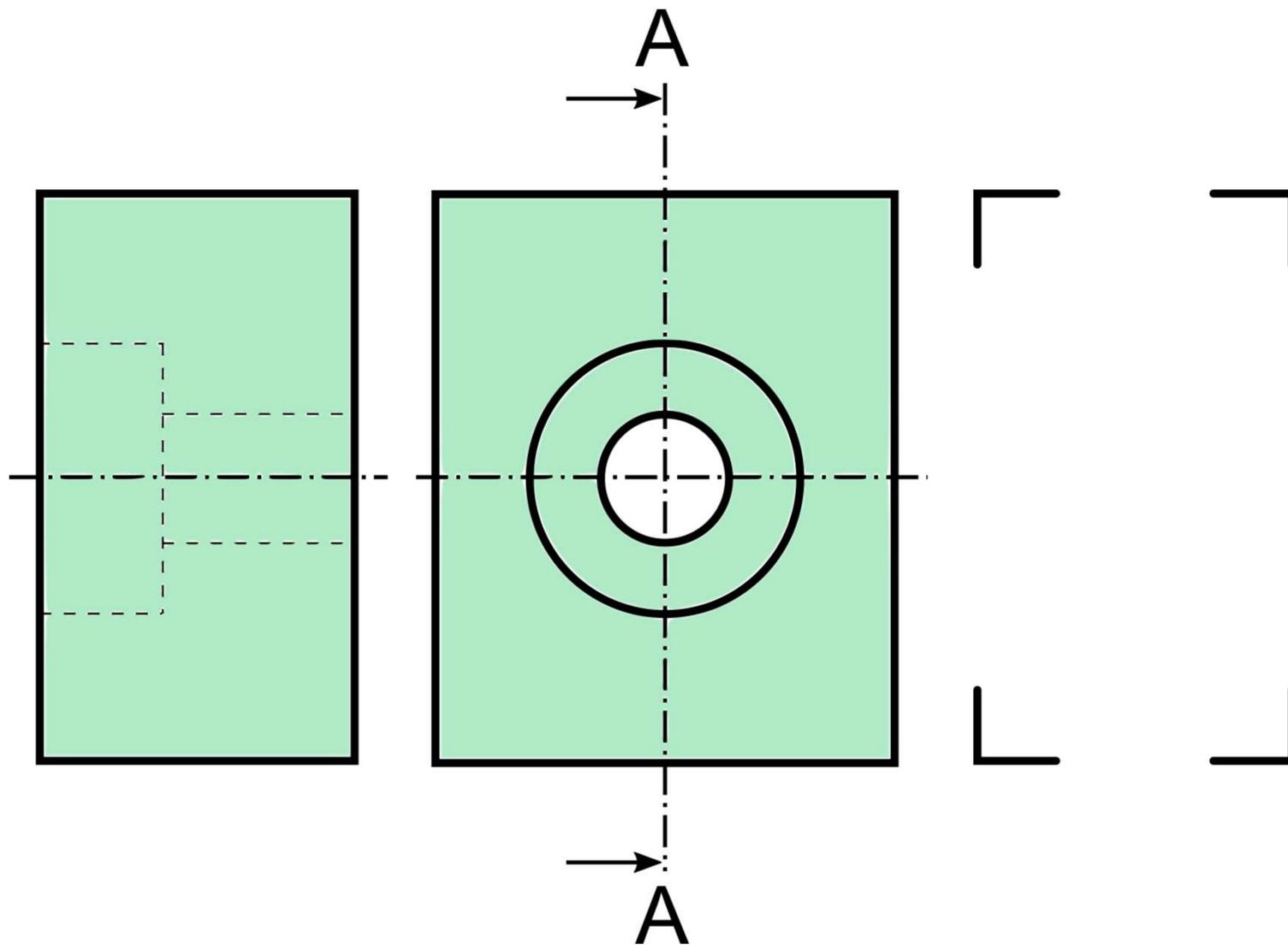
Figure 18

sections rabattues

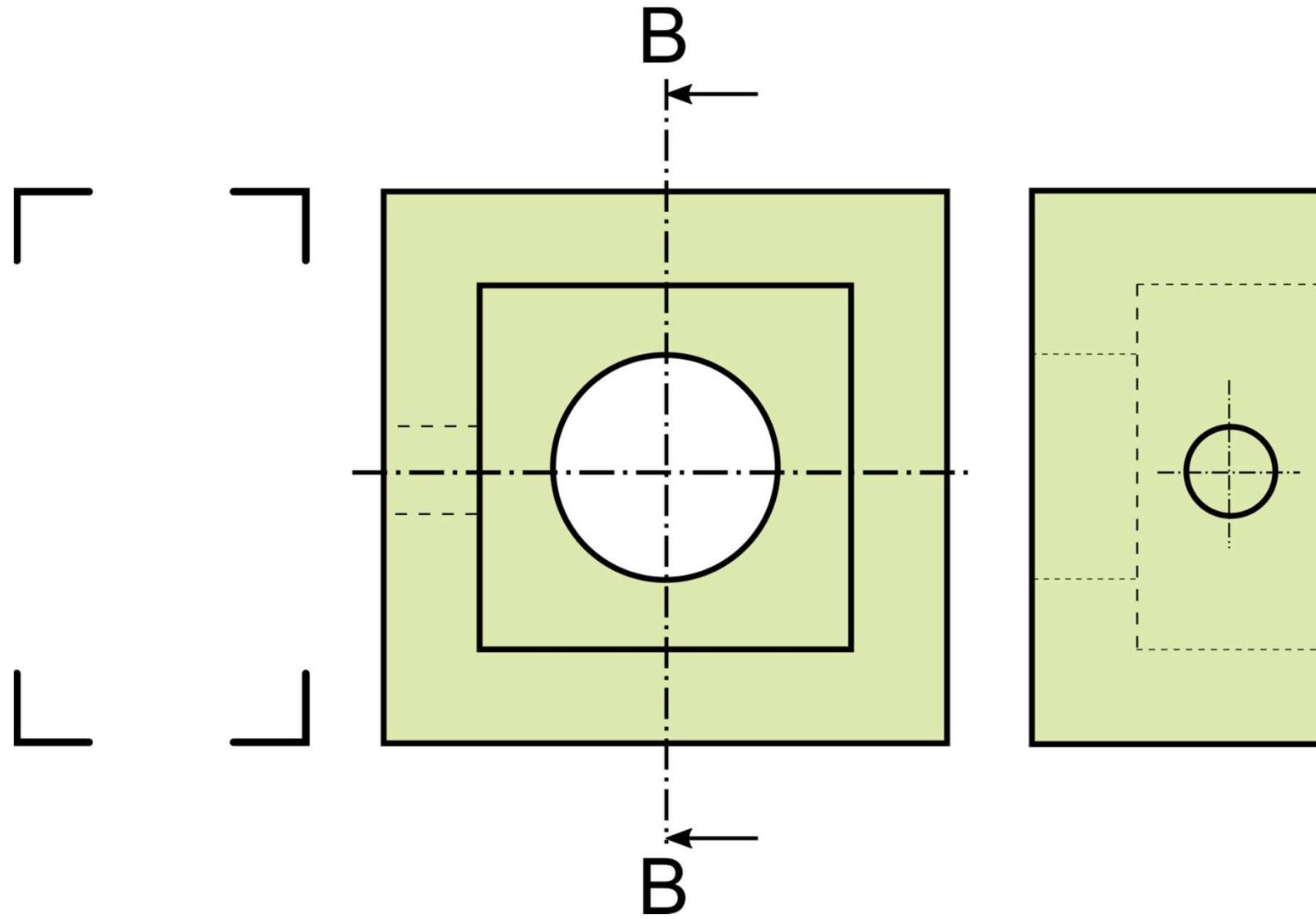


représentation normalisée (traits forts partout, sauf hachures)

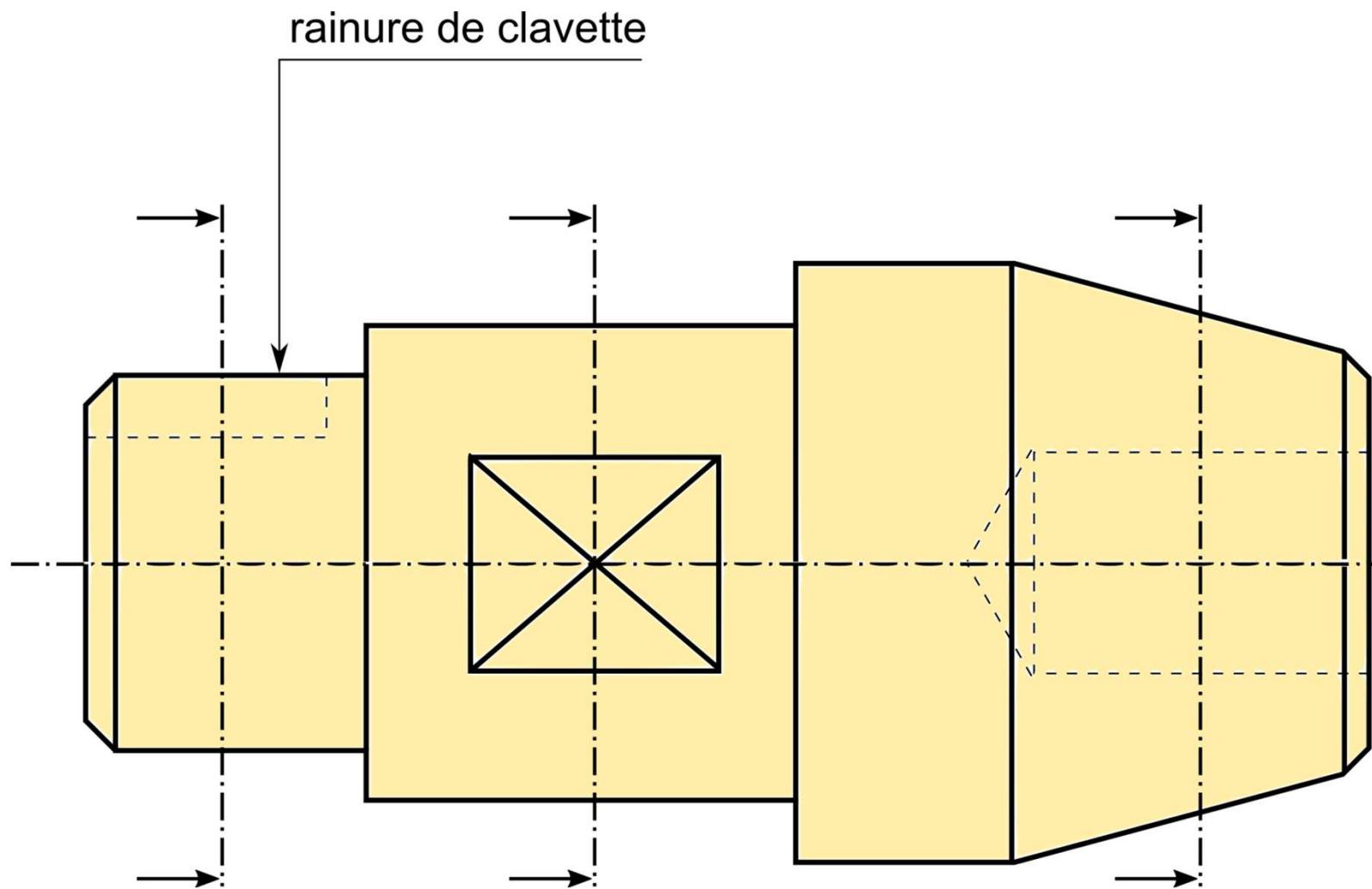
Quelques exercices



Quelques exercices



Quelques exercices



LES ÉLÉMENTS FILETÉS

Filetages ISO

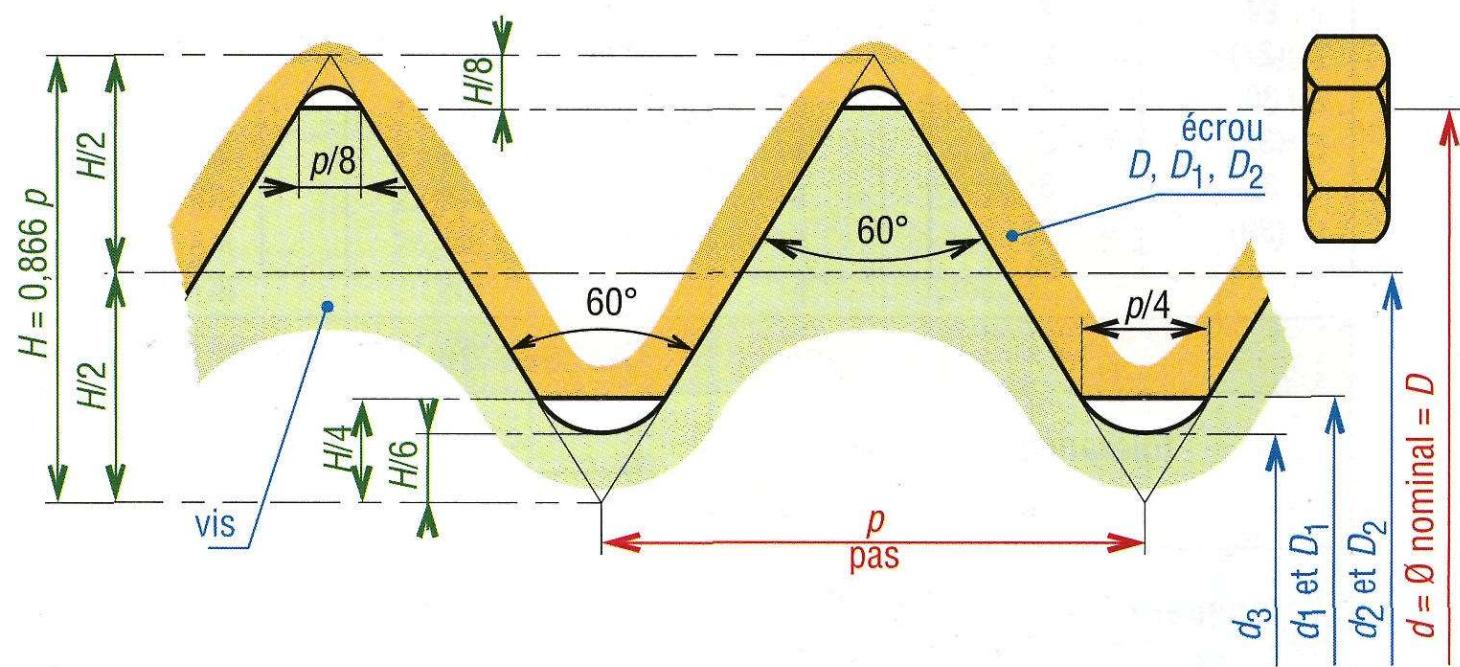
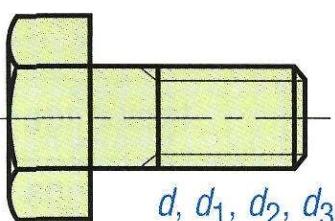
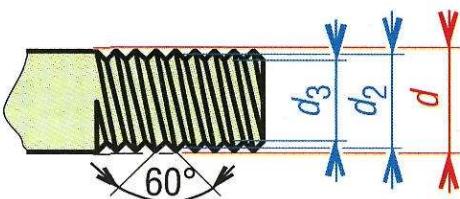
p = pas

H = hauteur du filetage = $0,866p$

$D = d$ = diamètre nominal (vis et écrou)

$D_2 = d_2$ = diamètre sur flanc (vis et écrou) = $d - 0,6495p$

$D_1 = d_1$ = diamètre intérieur du taraudage (écrou) = $d - 1,0825p$
 d_3 = diamètre intérieur du filetage (vis) = $d - 1,2268p$
 $(d_3 = \text{diamètre du noyau})$

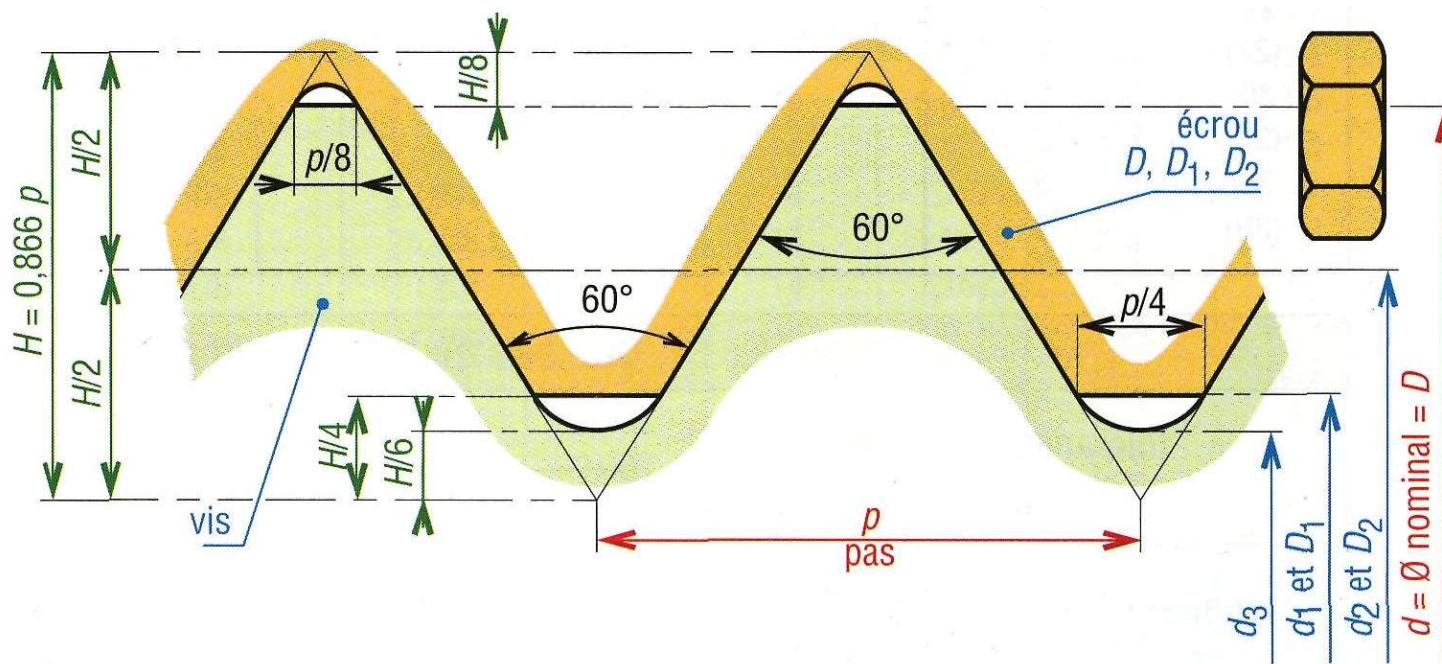


Exemple de table de dimensions

Filetage métrique à pas gros (extrait)						
d (mm)	pas gros	S_{eq} en mm ² section résistante	D ₁ (mm)	D ₂ = d ₂ (mm)	d ₃ (mm)	pas fins recommandés
1	0,25	0,460	0,729	0,838	0,693	
(1,1)	0,25	0,588	0,829	0,938	0,793	
1,2	0,25	0,732	0,929	1,038	0,893	
(1,4)	0,30	0,983	1,075	1,205	1,032	0,2
1,6	0,35	1,27	1,221	1,373	1,171	0,2
(1,8)	0,35	1,70	1,421	1,573	1,371	0,2
2	0,4	2,07	1,567	1,740	1,509	0,25
(2,2)	0,45	2,48	1,713	1,908	1,648	0,35
2,5	0,45	3,39	2,013	2,208	1,948	0,35
3	0,5	5,03	2,459	2,675	2,387	0,35
(3,5)	0,6	6,78	2,850	3,110	2,764	0,35
4	0,7	8,78	3,242	3,545	3,141	0,5
(4,5)	0,75	11,3	3,688	4,013	3,580	0,5
5	0,8	14,2	4,134	4,480	4,019	0,5
6	1	20,1	4,918	5,350	4,773	0,75
(7)	1	28,9	5,918	6,350	5,773	0,75
8	1,25	36,6	6,647	7,188	6,466	1 - (0,75)
10	1,5	58,0	8,376	9,026	8,160	1,25 - (1 - 0,75)
12	1,75	84,3	10,106	10,863	9,853	1,5 - (1,25 - 1)
(14)	2	115	11,835	12,701	11,546	1,5 - (1,25 - 1)
16	2	157	13,835	14,701	13,546	1,5 - (1)
(18)	2,5	192	15,294	16,376	14,933	2 - (1,5 - 1)
20	2,5	245	17,294	18,376	16,933	2 - (1,5 - 1)
(22)	2,5	303	19,294	20,376	18,933	2 - (1,5 - 1)
24	3	353	20,752	22,051	20,319	2 - (1,5 - 1)
(27)	3	459	23,752	25,051	23,319	2 - (1,5 - 1)
30	3,5	561	26,211	27,727	25,706	2 - (1,5 - 1)
(33)	3,5	694	29,211	30,727	28,706	2 - (1,5)
36	4	817	31,670	33,402	31,093	3 - (2 - 1,5)
(39)	4	976	34,670	36,402	34,093	3 - (2 - 1,5)
42	4,5	1 121	37,129	39,077	36,479	4 - (3 - 2 - 1,5)
(45)	4,5	1 306	40,129	42,077	39,479	4 - (3 - 2 - 1,5)
48	5	1 473	42,587	44,752	41,866	4 - (3 - 2 - 1,5)
(52)	5	1 758	46,587	48,752	45,866	4 - (3 - 2 - 1,5)
56	5,5	2 030	50,046	52,428	49,252	4 - (3 - 2 - 1,5)
(60)	5,5	2 362	54,046	56,428	53,252	4 - (3 - 2 - 1,5)
64	6	2 676	57,505	60,103	56,639	4 - (3 - 2 - 1,5)

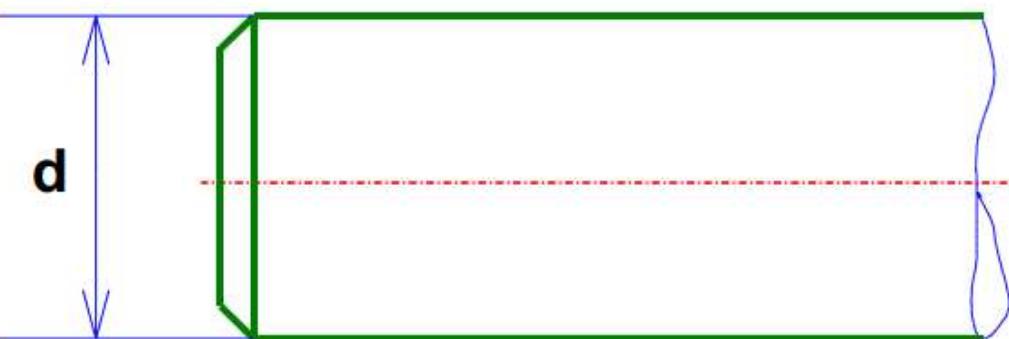
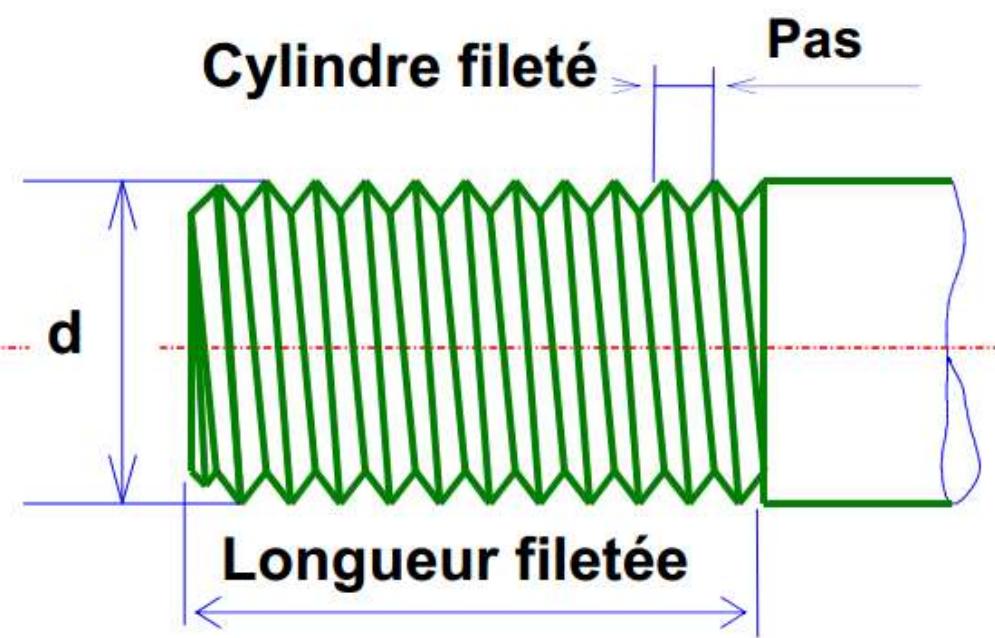
() les valeurs entre parenthèses correspondent à un 2ème choix.



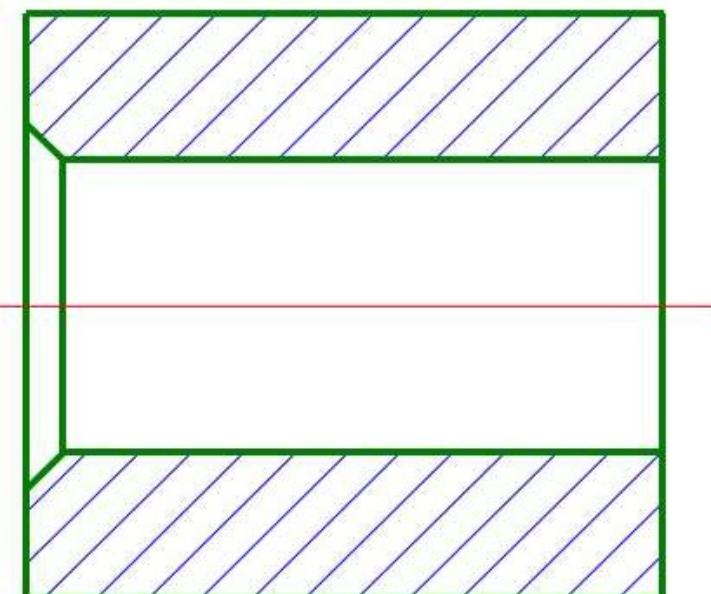


Filetage métrique à pas gros (extrait)

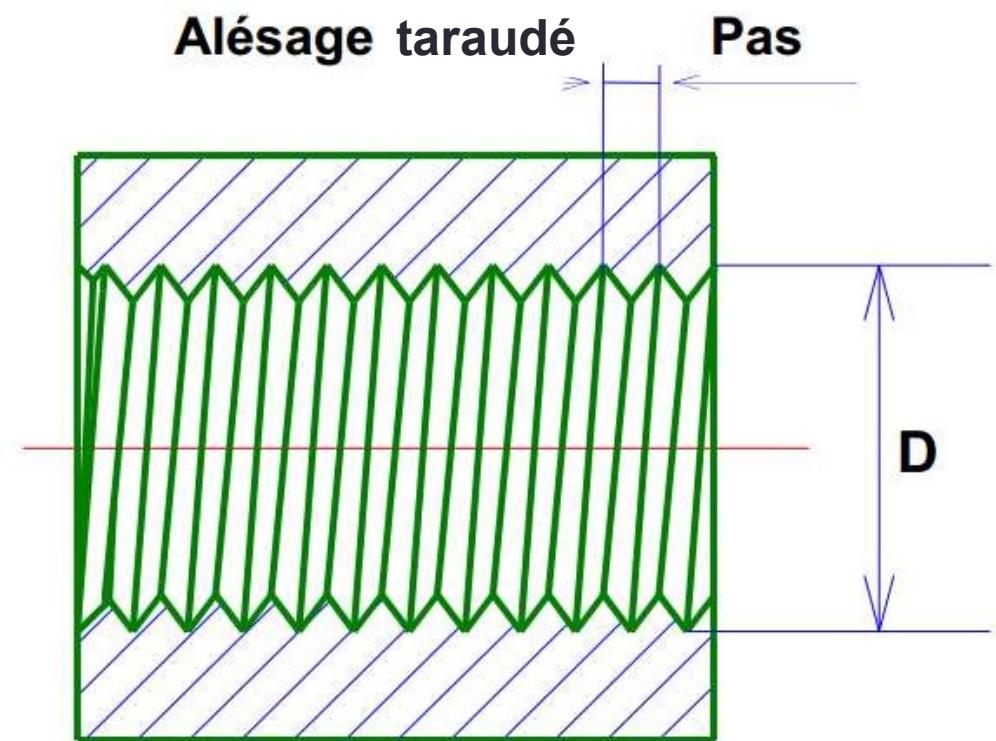
d (mm)	pas gros	S_{eq} en mm^2 section résistante	D_1 (mm)	$D_2 = d_2$ (mm)	d_3 (mm)	pas fins recommandés
3	0,5	5,03	2,459	2,675	2,387	0,35
(3,5)	0,6	6,78	2,850	3,110	2,764	0,35
4	0,7	8,78	3,242	3,545	3,141	0,5
(4,5)	0,75	11,3	3,688	4,013	3,580	0,5
5	0,8	14,2	4,134	4,480	4,019	0,5
6	1	20,1	4,918	5,350	4,773	0,75
(7)	1	28,9	5,918	6,350	5,773	0,75
8	1,25	36,6	6,647	7,188	6,466	1 - (0,75)
10	1,5	58,0	8,376	9,026	8,160	1,25 - (1 - 0,75)
12	1,75	84,3	10,106	10,863	9,853	1,5 - (1,25 - 1)

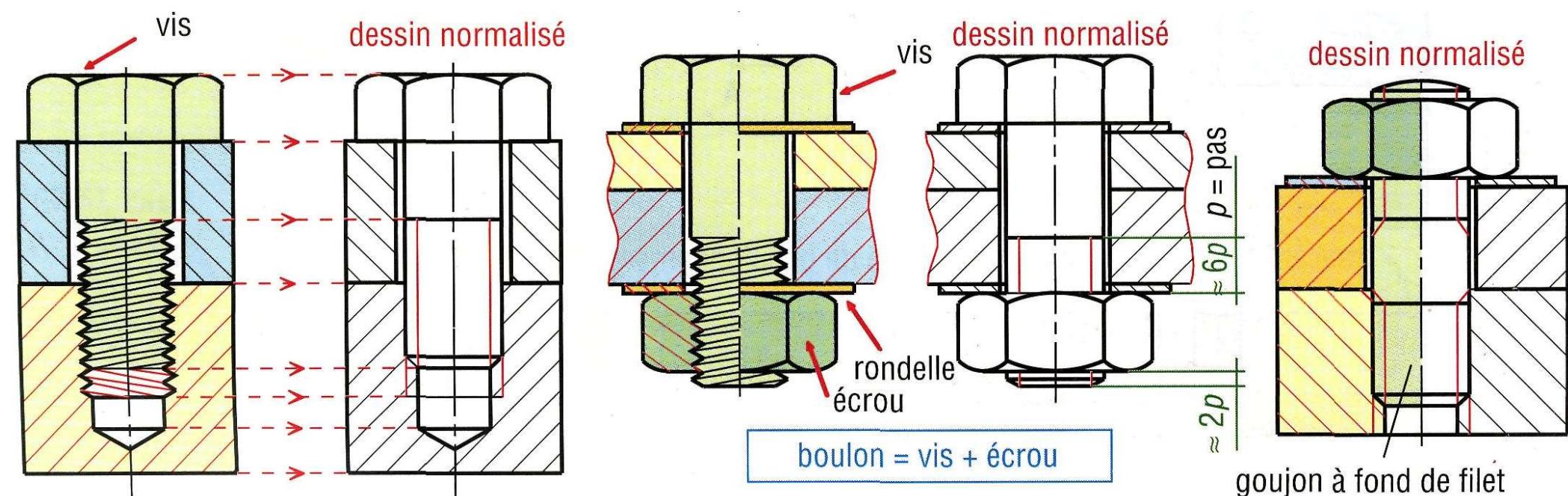
Cylindre de base**Cylindre fileté**

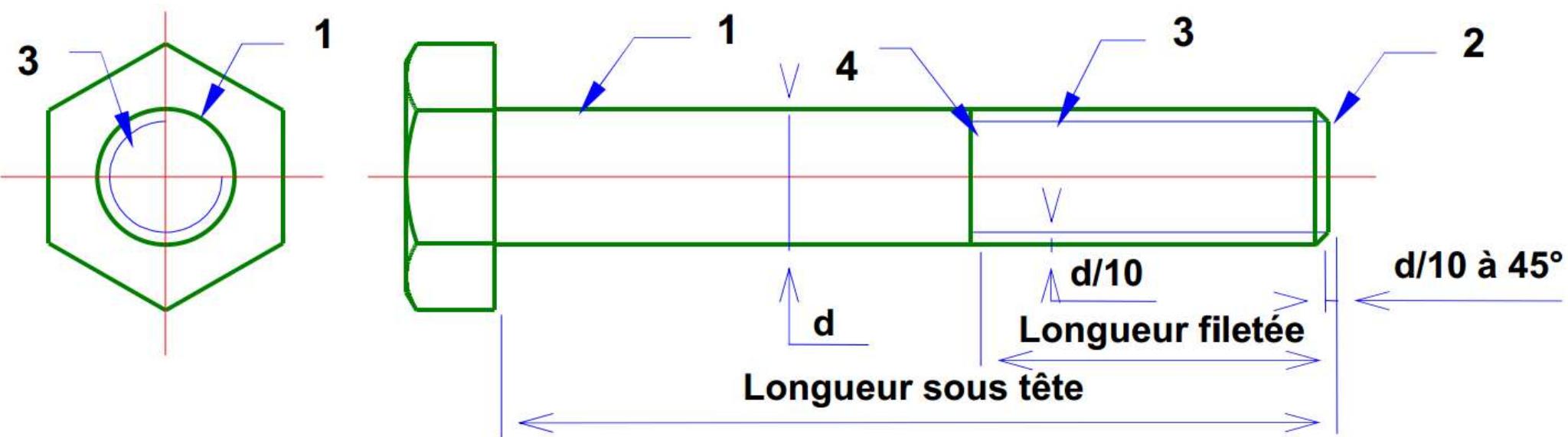
Alésage de base

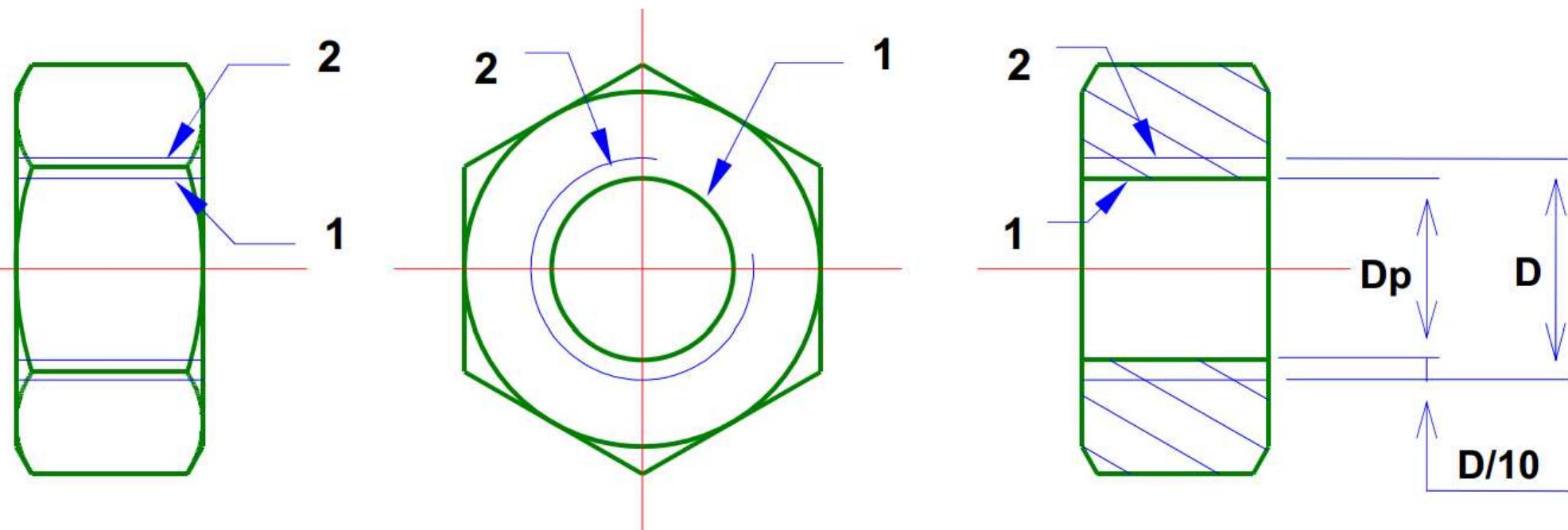


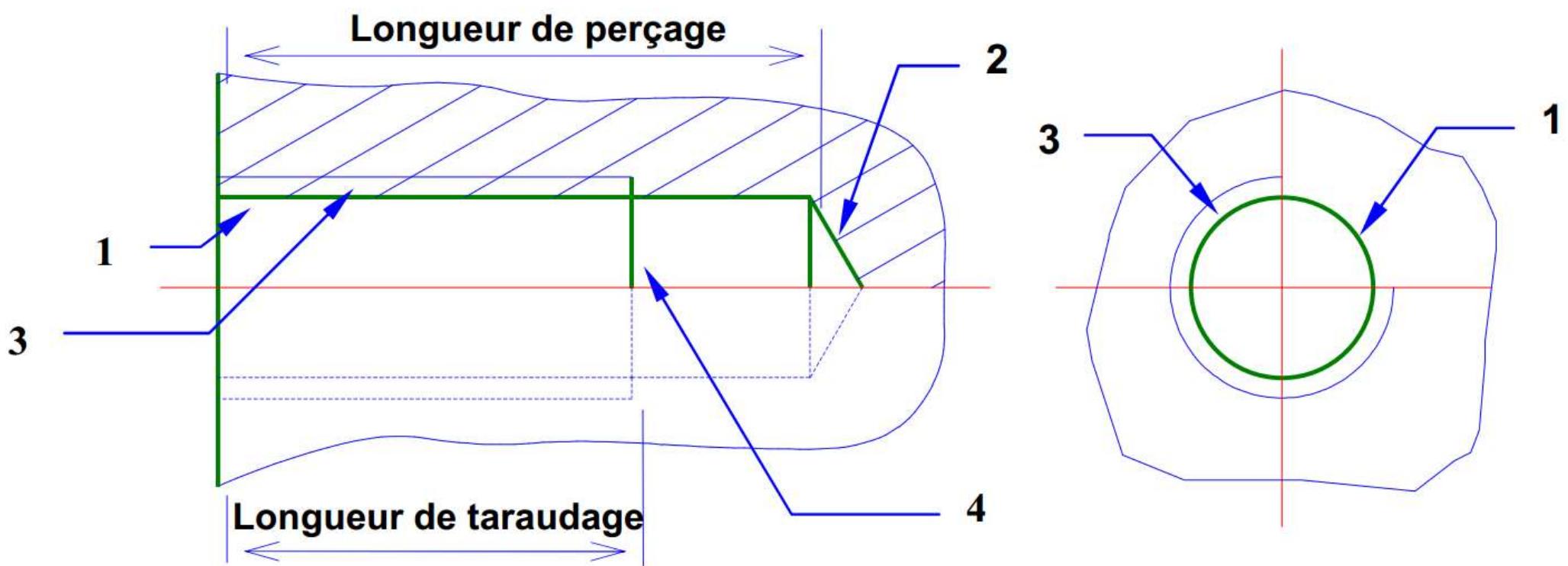
Alésage taraudé



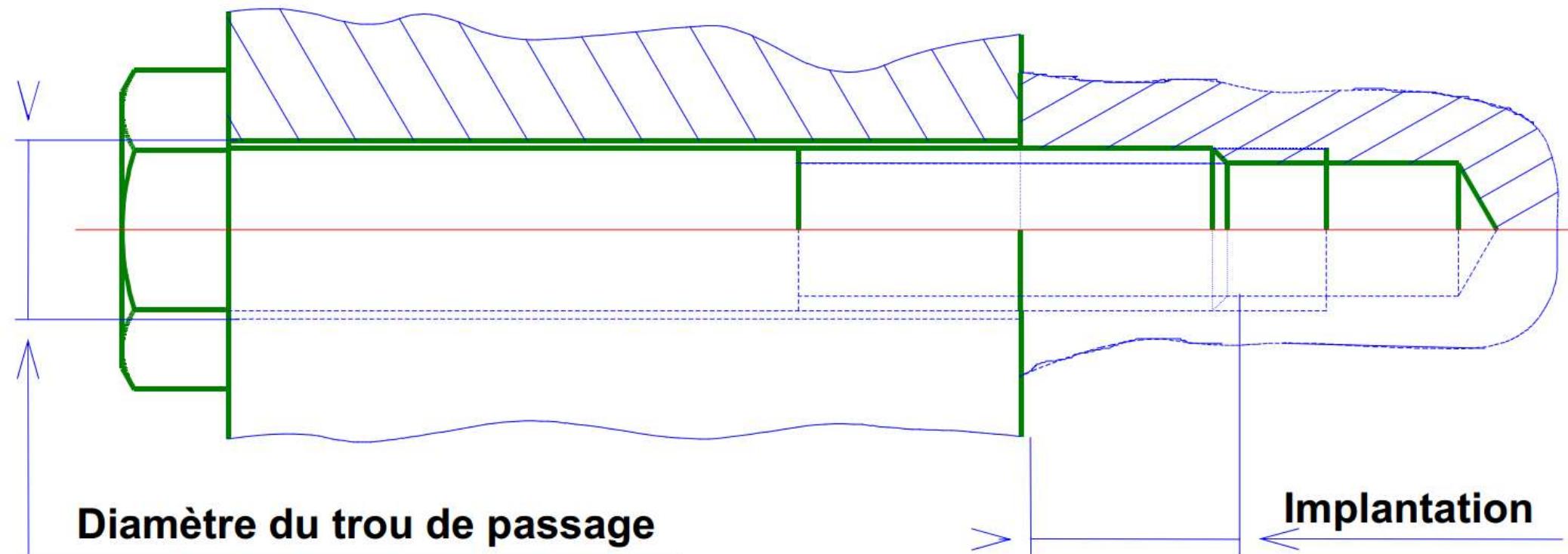


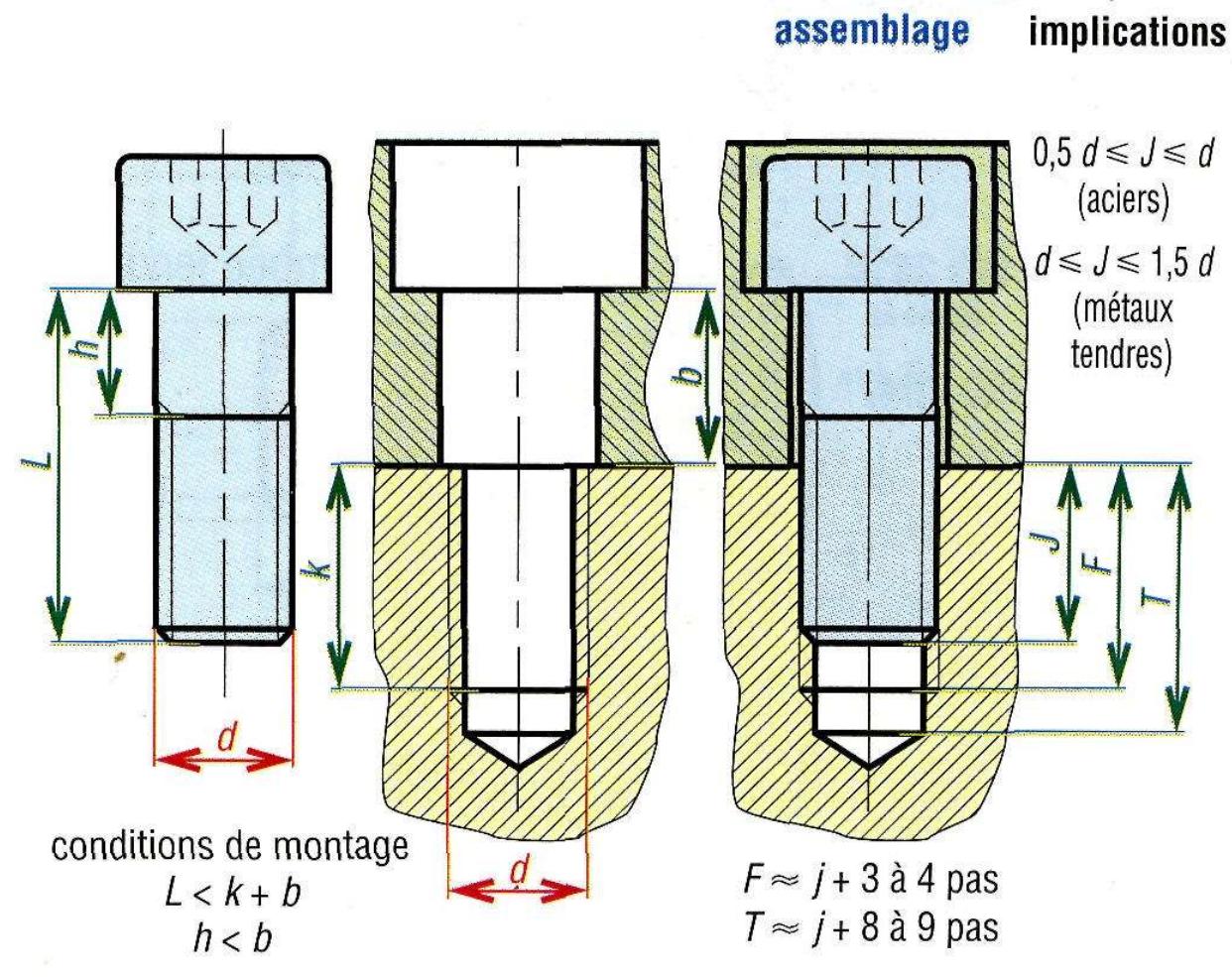






Les filetages sont toujours prioritaires par rapport aux taraudages





LECTURE D'UN PLAN D'ENSEMBLE

Lire un plan d'ensemble

- Lire un plan d'ensemble consiste à comprendre l'architecture et le fonctionnement d'un mécanisme à l'aide
 - De sa représentation normalisée qui renseigne les formes des différents constituants, la nature des liaisons entre solides, les jeux et les ajustements
 - De la nomenclature qui peut indiquer la fonction des différents composants, l'usage de composants standards, les matériaux constitutifs



Lire un dessin d'ensemble

C'est :

- Constituer les classes d'équivalence en repérant les pièces en liaison encastrement
 - Identifier les éléments d'assemblage (visserie, anneaux d'arrêts, goupilles, soudures, indications de collage, etc.)
 - Identifier les ajustements serrés
- 💡 Repérer par des couleurs les classes d'équivalence.



Lire un dessin d'ensemble

C'est :

- Analyser les contacts entre classes d'équivalence pour déterminer la nature des liaisons et donc les mouvements autorisés
- Reconnaître les éléments de guidage (roulements, paliers lisses, etc.)



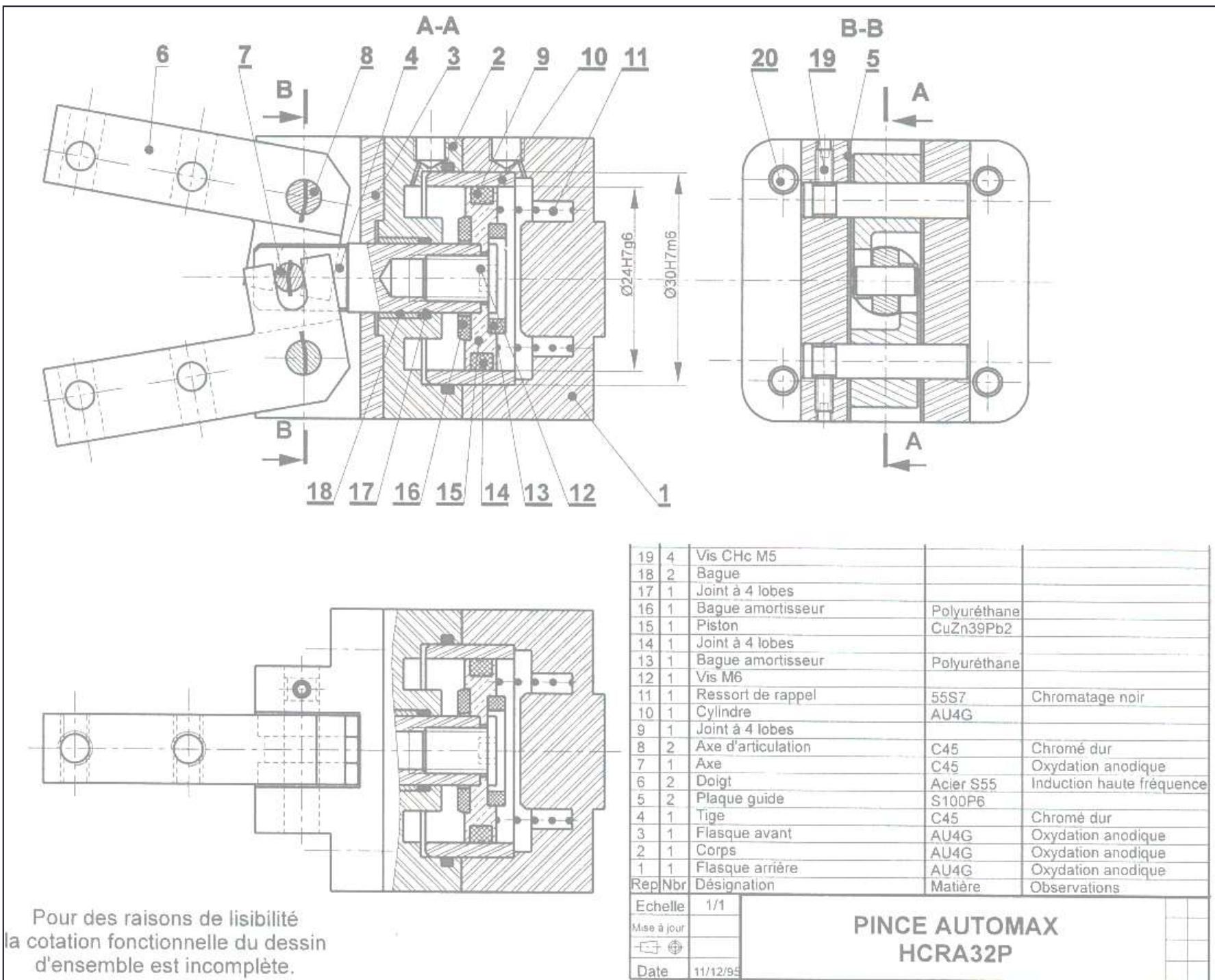
Lire un dessin d'ensemble

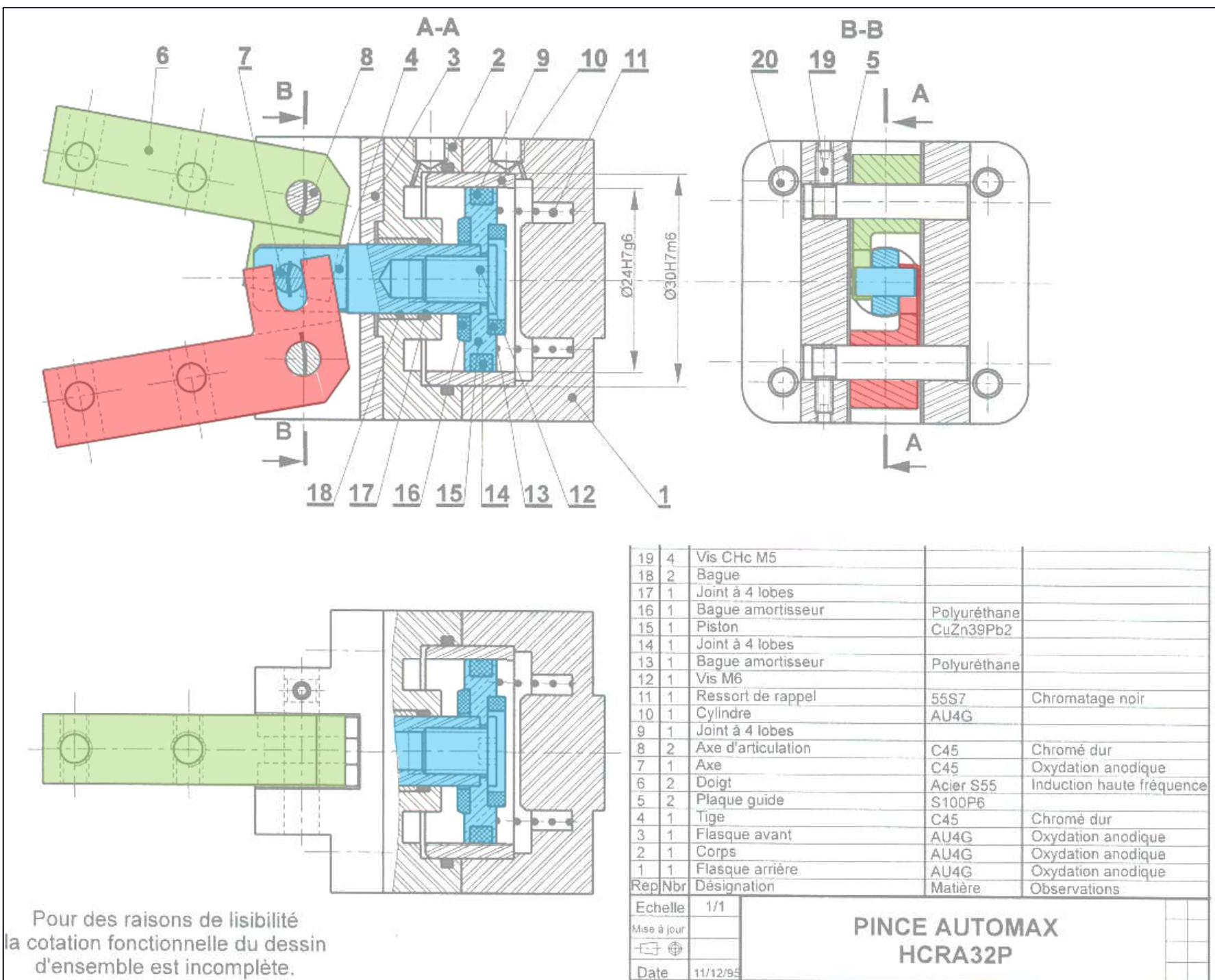
C'est :

- Le cas échéant reconnaître les actionneurs (moteurs, vérins, etc.)
- Le cas échéant reconnaître les éléments élastiques (ressorts, lames flexibles, rondelles élastiques)



UN EXEMPLE





Analyse des contacts

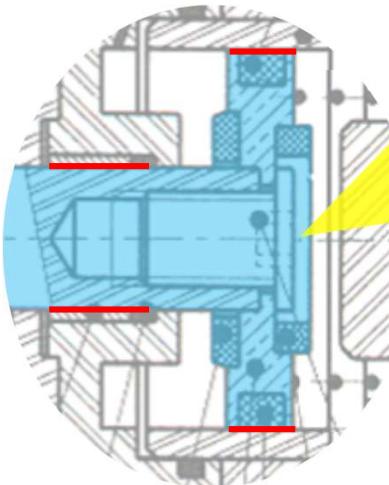
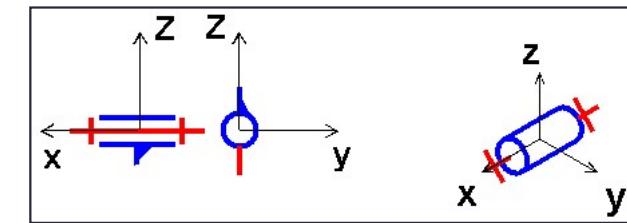
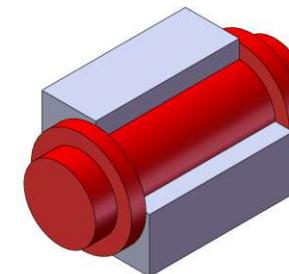
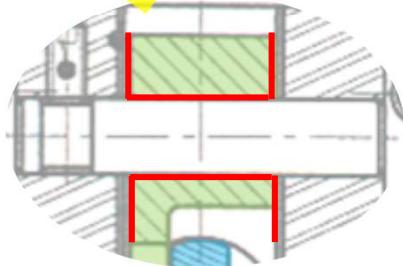
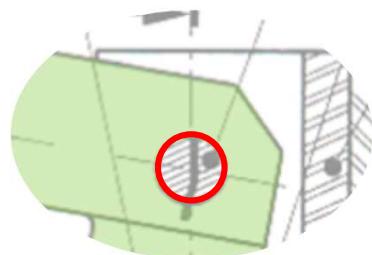
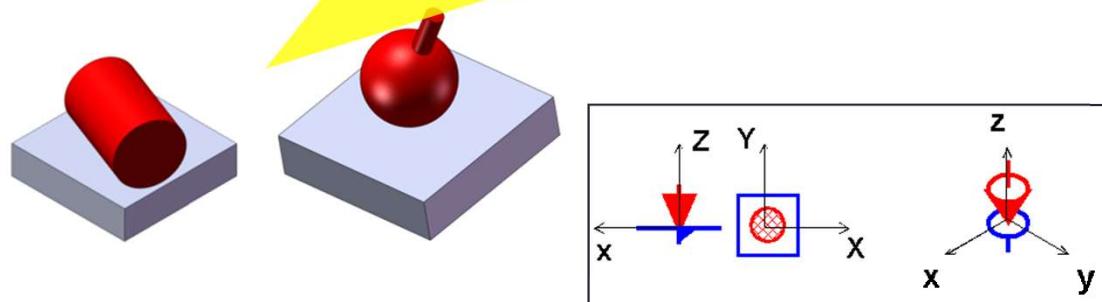
Importance ici du rapport longueur/diamètre du contact cylindrique :

- Si ce rapport est inférieur à 0,8 la liaison est une linéaire annulaire
- Si ce rapport est supérieur à 1,5 c'est une liaison pivot glissant

Ce sont des valeurs usuellement considérée. Pour des valeurs intermédiaires, il faut choisir !

C'est un vrai choix de modélisation :

- soit on considère que la ligne de contact est petite devant le diamètre → liaison ponctuelle
- Soit on considère que longueur de la ligne est suffisamment grande → liaison linéaire rectiligne



Le double contact entre le groupe piston et le groupe corps équivaut à 1 liaison pivot-glissant.

On élabore ici un schéma cinématique minimal : une liaison et une seule entre deux classes d'équivalence.

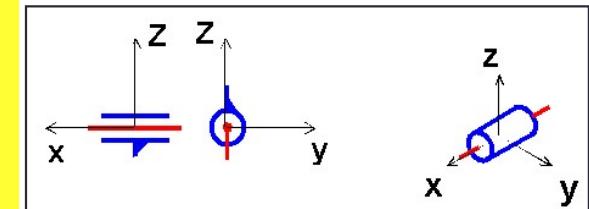


Schéma cinématique minimal

