

MODELISATION DES LIAISONS

Référence au programme

S.T.I
1- Modélisation des liaisons et des actions mécaniques.
1-1 Modélisations des Liaisons

Référence au module

Module 1 : :modélisation des Liaisons

1- Objectifs de la séquence :

Reconnaître un contact entre deux solides et paramétrer les mouvements possibles,
Définir une liaison : centre et repère local associé.
Schématiser une liaison : dans le plan et dans l'espace.

2- Situation pédagogique :

prérequis

Aucun.

connaissances visées

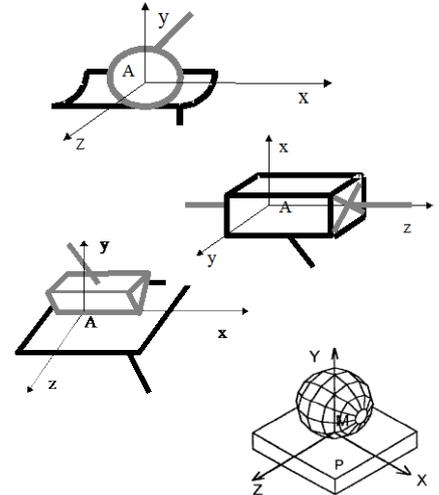
Cinématique des liaisons entre solides.

nature de la démarche

Acquisition de connaissances.

à savoir

Modéliser une liaison..



1. MISE EN SITUATION.



Le système technique étudié est un étau de table orientable.

Il permet de bloquer une pièce de façon à avoir les mains libres pour effectuer des opérations sur la pièce.

Guide d'utilisation :

- levier destiné à bloquer ou libérer la pièce.
- Levier destiner à libérer la sphère et permettre d'orienter l'étau.
- Levier destiner à fixer l'étau sur une table.

2. NOTION DE SOLIDE.

Solide réel:

C'est un solide dont la **masse est constante**, mais dont les autres grandeurs caractéristiques peuvent varier (**volume, forme...**).

Solide indéformable:

C'est un solide dont le **volume** et les **formes** seront **invariants** quelles que soient les **actions** qui lui sont appliquées. Cette hypothèse simplificatrice sera utilisée en **statique** et en **cinématique**. Les déformations restant très souvent faibles, cette hypothèse est justifiée.

3. NOTION DE SYSTEME MATERIEL.

On appelle système matériel **une quantité de matière** dont la masse reste **constante** pendant son étude.

4. NOTION DE DEGRES DE LIBERTE.

On appelle degré de liberté d'un solide 1 par rapport à un solide 0 la **translation** selon un axe ou la **rotation** autour d'un axe parallèle à celui du référentiel lié à 0 .

Il existe donc **6** degrés de liberté :

- **3 translations** : T_x, T_y, T_z .
- **3 rotations** : R_x, R_y, R_z .

Exemples :

- **une feuille sur le bureau : $2T + 1R$**
- **un ballon de foot sur le sol : $2T + 3R$**

5. NOTION DE CLASSE D'EQUIVALENCE.

Une classe d'équivalence est un groupe de pièces n'ayant **aucun degré de liberté** entre elles.

On dit aussi **sous-ensemble cinématiquement lié**.

Exemples :

- **5 et 6 appartiennent à la même classe d'équivalence.**
- **1 et 2 appartiennent à la même classe d'équivalence.**

6. NOTION DE LIAISONS.

Une liaison est un ensemble de **surfaces de contact** qui suppriment des **degrés de liberté** et imposent des **mobilités** entre deux solides.
Ces surfaces s'appellent : **surfaces fonctionnelles**.
On distingue les surfaces de **mise en position** et les surfaces de **maintien de position**.

7. NOTION DE CONTACT.

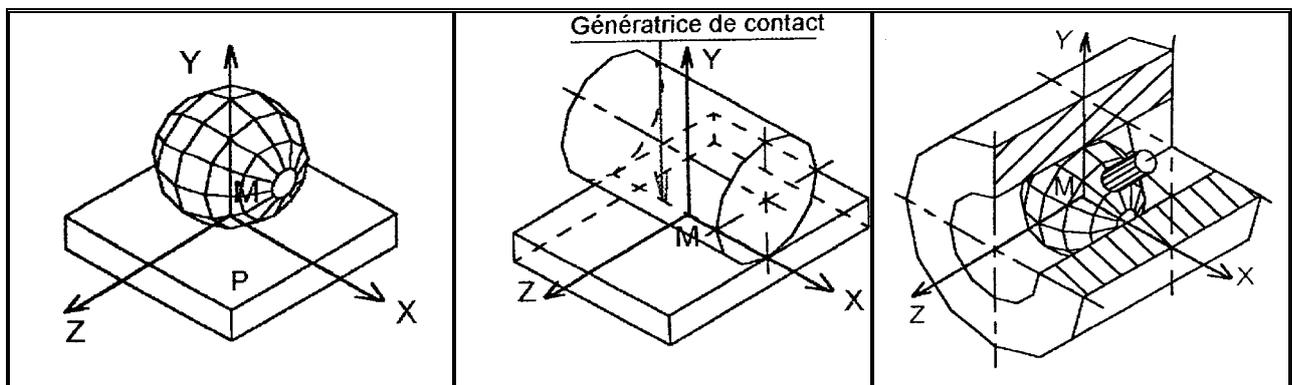
Repère local :

Le repère local idéal est construit à partir des caractéristiques géométriques du contact.

Ce repère local orthonormé est défini par :

- **une origine : le centre géométrique du contact.**
- **3 axes choisis en fonction des caractéristiques du contact.**

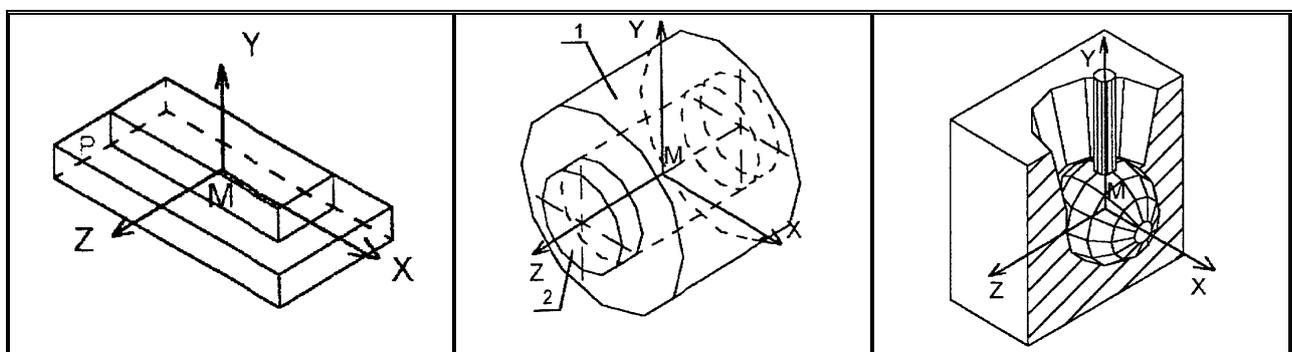
Les différents contacts :



Contact PONCTUEL

**Contact LINEAIRE
RECTILIGNE**

**Contact LINEAIRE
ANNULAIRE**

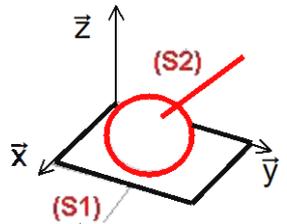


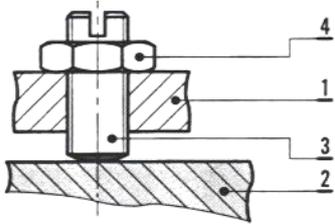
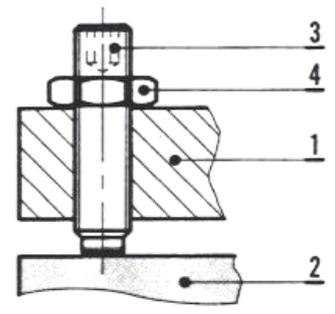
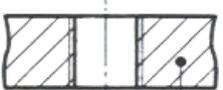
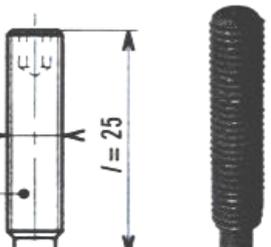
**Contact SURFACIQUE
PLAN**

**Contact SURFACIQUE
CYLINDRIQUE**

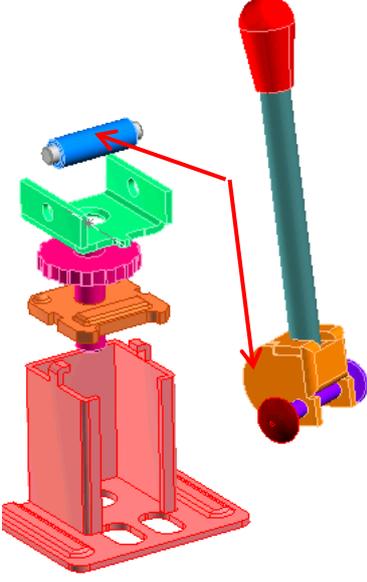
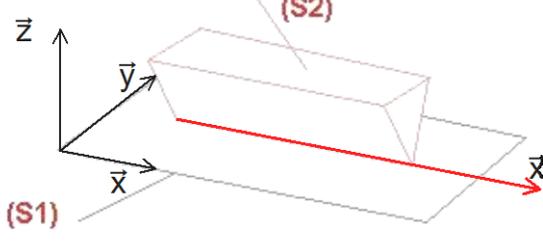
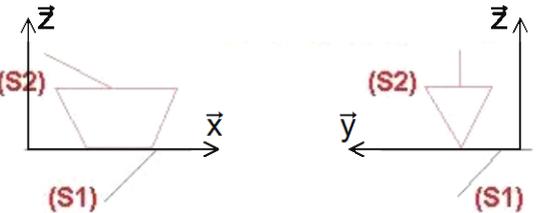
**Contact SURFACIQUE
SPHERIQUE**

LIAISON **SPHERE-PLAN** OU **PONCTUELLE** DE NORMALE \vec{z}

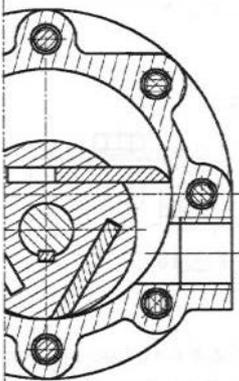
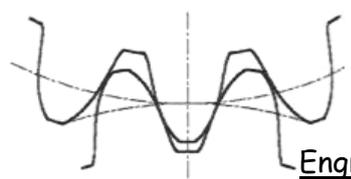
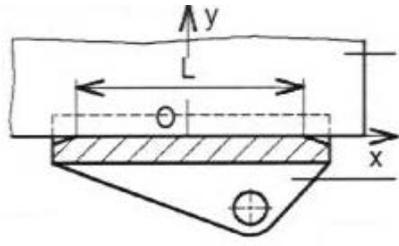
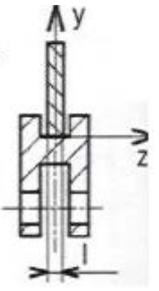
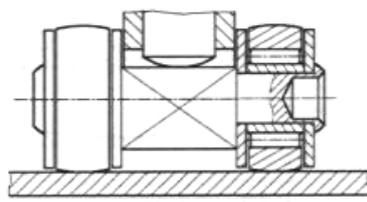
Exemple : 	Mouvement S1/S2 dans R	Symbole spatial 
	$T_x = 1$ $T_y = 1$ $T_z = 0$	Symbole plan 
$R_x = 1$ $R_y = 1$ $R_z = 1$	Degrés de liberté conservés : 5	
Liaison entre le levier et la tige du contacteur	 2T + 3R	

Technologie de construction : exemples		Eléments de construction
<p>Les surfaces de liaison entre 1 et 2 peuvent être :</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin: 10px 0;">Une sphère sur un plan</div> <p>avec glissement et roulement</p>  <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin: 10px 0;">Un plan de faible étendue sur un plan</div> <p>avec glissement et basculement</p> 	<p>Une vis est désignée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - son mode d'entraînement, - son type d'extrémité, - son diamètre, - sa longueur  	<p>Hexagonal 4 Écrou H, M d ← Diamètre</p> <p>Mode d'entraînement (fente) CS</p> <p>3</p> <p>Type d'extrémité</p> <p>3 Vis sans tête à bout bombé CS, M d-l</p>  <p>1 Support taraudé</p> <p>2</p> <p>$d = 6$ $l = 25$</p> <p>3</p> <p>Vis sans tête à téton court HC, M 6-25</p> 

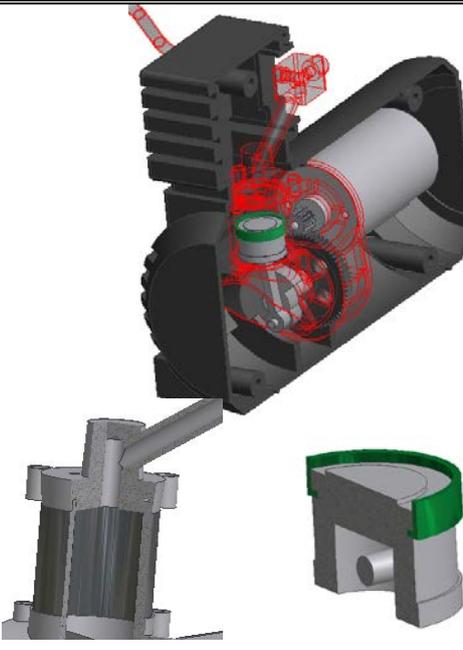
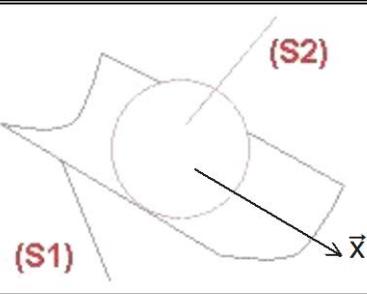
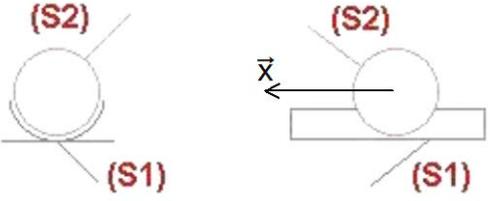
LIAISON **LINEAIRE RECTILIGNE** D'AXE \vec{X} ET DE NORMALE \vec{Z}

Exemple :	Mouvement S1/S2 dans R	Symbole spatial
	$T_X = 1$	
	$T_Y = 1$	
	$T_Z = 0$	
Liaison entre l'excentrique et l'axe du mini costaud .	$R_X = 1$ $R_Y = 0$ $R_Z = 1$	Symboles plans 
		Degrés de liberté conservés : 4 $2T + 2R$

Technologie de construction : exemples

Les surfaces de liaison entre 1 et 2 peuvent être :		Compresseur à palettes
Un cylindre sur un plan ou cylindre		Engrenage
avec glissement et roulement		Patin de lève glace
Un plan sur un plan de largeur réduite		Galet double
avec glissement et basculement		
Deux sphères sur un plan		
avec glissement et roulement		

LIAISON SPHERE-CYLINDRE OU LINEAIRE ANNULAIRE D'AXE \vec{X}

Exemple :	Mouvement S1/S2 dans R	Symbole spatial
	$T_X = 0$ $T_Y = 1$ $T_Z = 0$	
	$R_X = 1$ $R_Y = 1$ $R_Z = 1$	<p style="text-align: center;">Symboles plans</p> 
	Degrés de liberté conservés : 4  1T + 3R	

Liaison entre le piston et le cylindre du compresseur ($L < 1.5xd$).

Technologie de construction : exemples

Éléments de construction

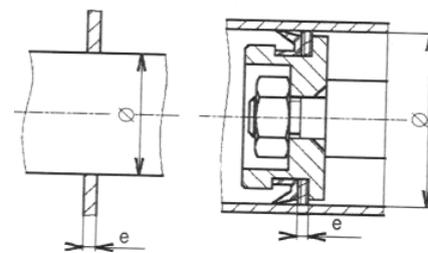
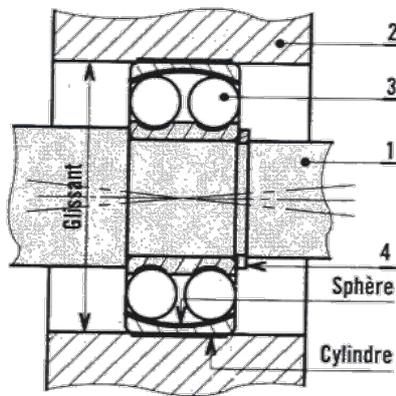
Les surfaces de liaison entre 1 et 2 peuvent être :

Des **sphères** sur une sphère puis un **cylindre** dans un cylindre

avec glissement et roulement

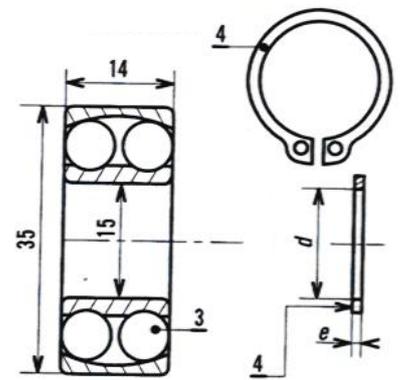
Un **cylindre** dans un **cylindre court** $l < d$

avec glissement et basculement



Paroi mince

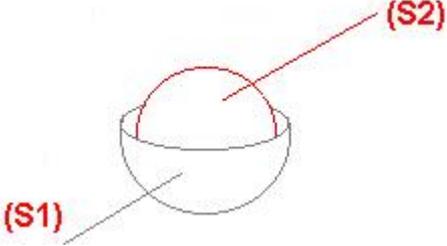
Piston court

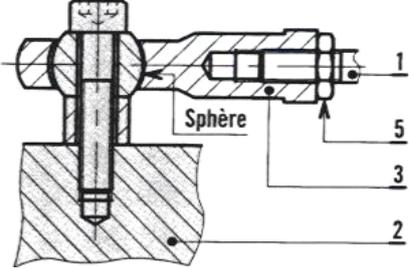
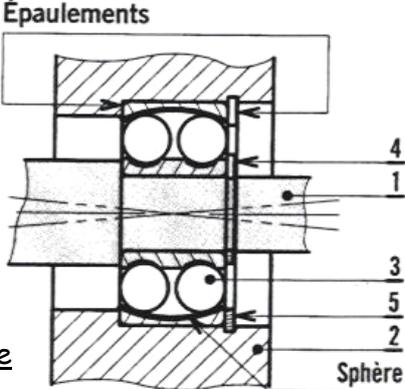
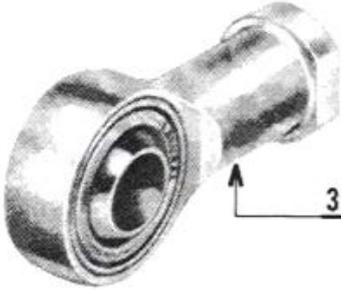
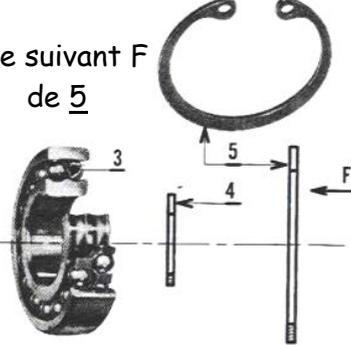


3: Roulement à deux rangées de billes, à rotules dans la bague extérieure.

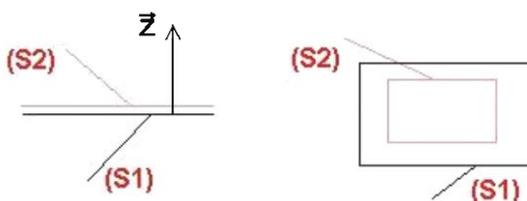
4: Anneau élastique pour arbre, $d \times e$

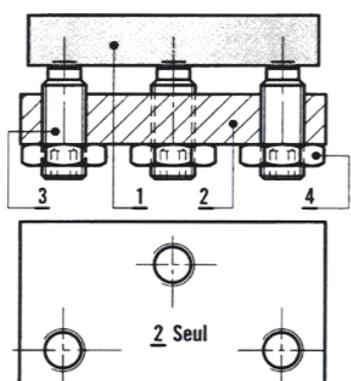
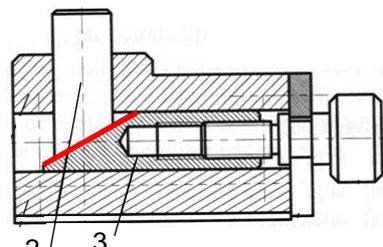
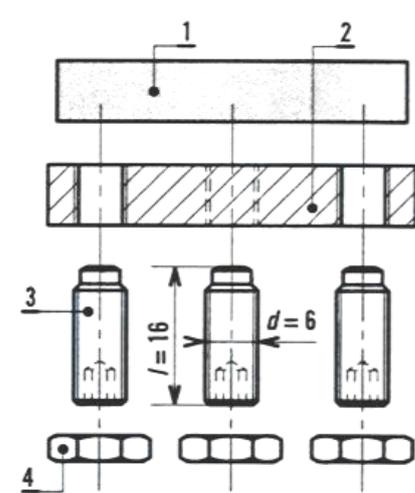
LIAISON **ROTULE** OU **SPHERIQUE**

Exemple :	Mouvement S1/S2 dans R	Symbole spatial
	$T_x = 0$ $T_y = 0$ $T_z = 0$	
	$R_x = 1$ $R_y = 1$ $R_z = 1$	Symboles plans
		
Degrés de liberté conservés : 3		
Liaison entre la rotule <u>13</u> et le col de cygne <u>1</u>.		 OT + 3R

Technologie de construction : exemples	Éléments de construction
<p>Les surfaces de liaison entre 1 et 2 peuvent être :</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; display: inline-block; margin: 10px;"> Une sphère dans une sphère </div> <p>avec glissement</p>  <p style="text-align: center;"><u>Chape à rotule</u></p> <p>avec roulement</p>  <p style="text-align: center;"><u>Roulement à rotule</u></p>	 <p><u>3</u> : Chape articulée à rotule</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Vue suivant F de <u>5</u></p>  <p><u>3</u> : Roulement à rotule. <u>5</u> : Anneau élastique pour alésage.</p>

LIAISON **APPUI-PLAN** DE NORMALE \vec{z}

Exemple :	Mouvement S1/S2 dans R	Symbole spatial
		$T_x = 1$ $T_y = 1$ $T_z = 0$
	$R_x = 0$ $R_y = 0$ $R_z = 1$	Symboles plans 
Liaison entre la pièce à usiner et le mors mobile <u>21</u> .		Degrés de liberté conservés : 3  2T + 1R

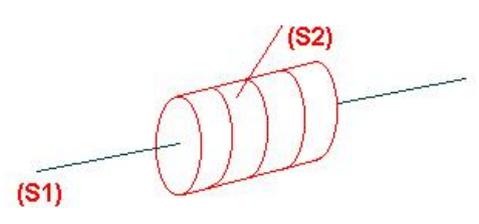
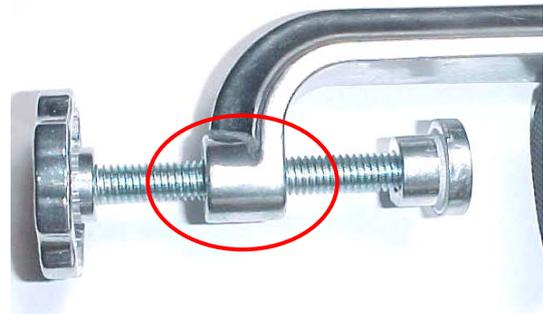
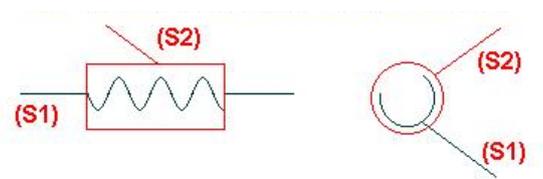
Technologie de construction : exemples	Éléments de construction
<p>Les surfaces de liaison entre 1 et 2 peuvent être :</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin: 10px 0;">trois plans de faible étendue sur un plan</div> <p>avec glissement</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin: 10px 0;">Un plan sur un plan</div> <p>avec glissement</p>  <p><u>1</u> repose sur trois vis à téton, vissées dans <u>2</u> et bloquées par les écrous <u>4</u>.</p>  <p>La butée <u>2</u> repose sur une surface plane du coulisseau <u>3</u>.</p>	 <p><u>1</u> : Pièce à positionner. <u>2</u> : Support tarauder. <u>3</u> : Vis sans tête, à téton court, HC M d-l. <u>4</u> : Ecrou Hm, M d.</p>

LIAISON **PIVOT GLISSANT** D'AXE \vec{X}

Exemple :	Mouvement S1/S2 dans R	Symbole spatial
	$T_X = 1$ $T_Y = 0$ $T_Z = 0$	
	$R_X = 1$ $R_Y = 0$ $R_Z = 0$	Symboles plans
Degrés de liberté conservés : 2		
<i>Liaison entre le doigt 18 et la vis étai 16.</i>		1T + 1R

Technologie de construction : exemples	Éléments de construction
<p>Les surfaces de liaison entre 1 et 2 peuvent être :</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Un cylindre dans un cylindre coaxial avec $L > 1.5 d$</p> </div> <p>avec glissement</p> <p>avec roulement</p>	<p>Guidage sur coussinet</p> <p>1 peut tourner et se translater dans 3. 3 est monté serré dans 2.</p> <p>Guidage sur douille à billes</p>
	<p>1 : Arbre. 2 : Alésage. 3 : Coussinet, $d \times d \times L$</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>3 : Douille à billes</p>

LIAISON **HELICOIDALE** D'AXE \vec{X}

Exemple :	Mouvement S1/S2 dans R	Symbole spatial
	$T_X = 1$ $T_Y = 0$ $T_Z = 0$	
	$R_X = 1$ $R_Y = 0$ $R_Z = 0$	Symboles plans
		
Liaison entre la vis de serrage <u>5</u> et le col de cygne <u>1</u> .		Degrés de liberté conservés : 1  1T et 1R combinées

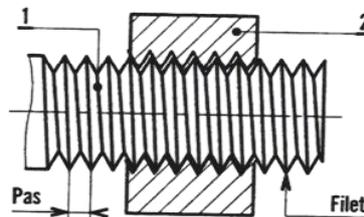
Technologie de construction : exemples

Les surfaces de liaison entre 1 et 2 peuvent être :

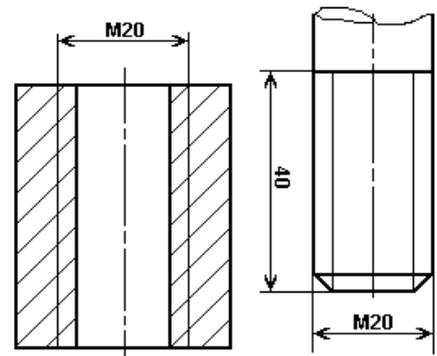
Un **filet hélicoïdal** dans une rainure hélicoïdale

avec glissement

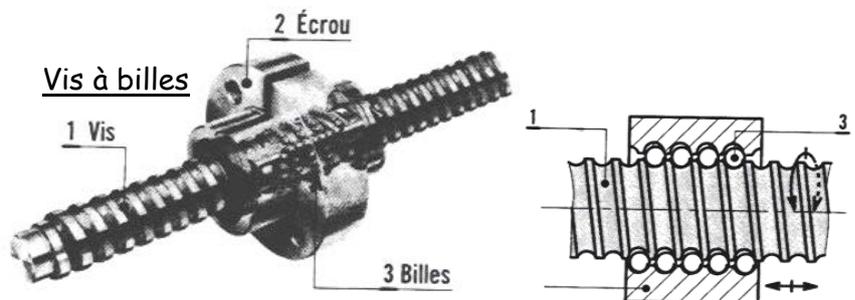
avec roulement



Représentation non normalisée



Représentation normalisée



Lorsque la vis 1 tourne, les billes 3 roulent dans la rainure hélicoïdale de 1 et 2. Les frottements sont réduits.

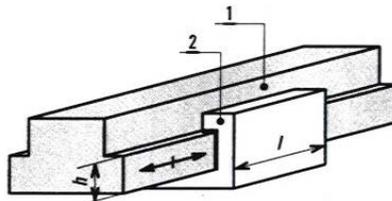
LIAISON **GLISSIERE** D'AXE \vec{X}

Exemple :	Mouvement S1/S2 dans R	Symbole spatial
	$T_X = 1$ $T_Y = 0$ $T_Z = 0$	
	$R_X = 0$ $R_Y = 0$ $R_Z = 0$	Symboles plans
	$Liaison entre le mors mobile 21 et le mors fixe 15.$	
Degrés de liberté conservés : 1 		1T + 0R

Technologie de construction : exemples

Les surfaces de liaison entre 1 et 2 peuvent être :

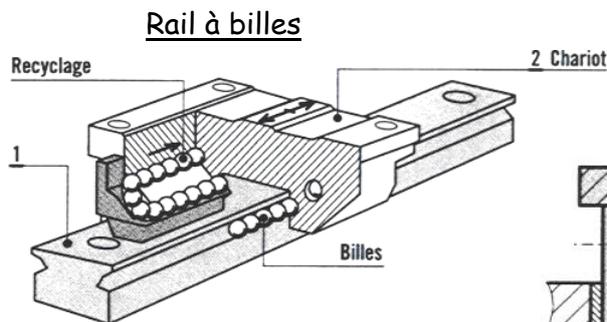
un **plan** et un **plan** étroit perpendiculaire sur des plans de même nature et orientation.



1 coulisse dans la rainure en T. Il est nécessaire que $l > 1.5 h$ pour avoir un guidage correct.

avec glissement

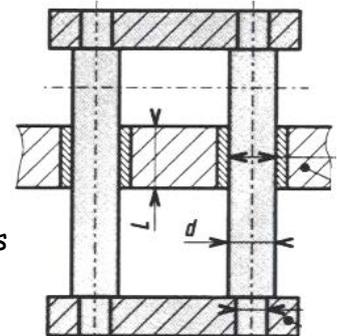
deux **cylindres parallèles** dans deux cylindres parallèles



avec roulement

avec glissement

Le chariot coulisse sur les deux cylindres parallèles (ou colonnes).



LIAISON **PIVOT** D'AXE \vec{X}

Exemple :	Mouvement S1/S2 dans R	Symbole spatial
	$T_x = 0$ $T_y = 0$ $T_z = 0$	
	$R_x = 1$ $R_y = 0$ $R_z = 0$	Symboles plans
		Degrés de liberté conservés : 1 0T + 1R
Liaison entre la tige filetée <u>16</u> et le mors fixe <u>15</u> .		

Technologie de construction : exemples

Éléments de construction

Les surfaces de liaison entre 1 et 2 peuvent être :

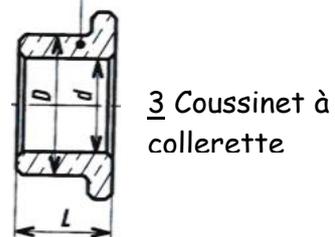
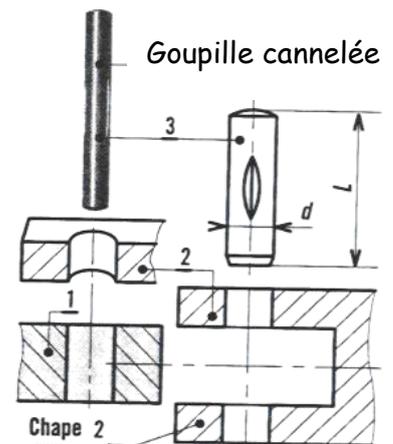
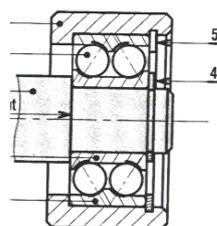
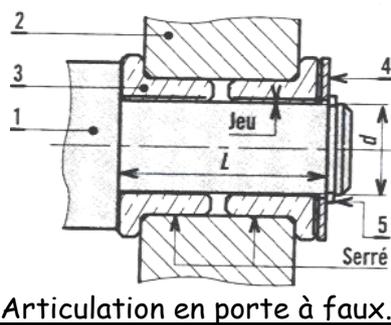
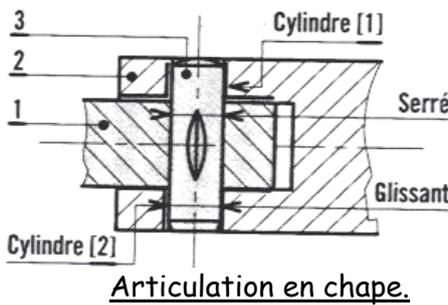
deux **cyndres** de faible longueur et un **petit plan** contre des surfaces similaires

avec glissement

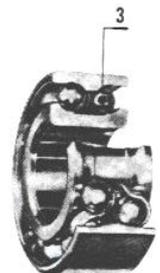
un **cyindre long** et un **petit plan** contre des surfaces similaires

avec glissement

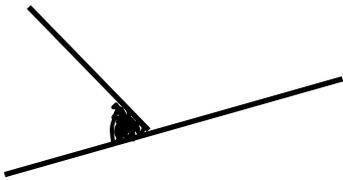
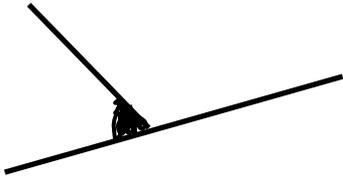
avec roulement



3 Roulement à deux rangées de billes



LIAISON **ENCASTREMENT** OU **FIXE**

Exemple :	Mouvement S1/S2 dans R	Symbole spatial
	$T_x = 0$ $T_y = 0$ $T_z = 0$	
	$R_x = 0$ $R_y = 0$ $R_z = 0$	Symbole plan
		
Degrés de liberté conservés : 0		
Liaison entre la pièce à usiner et les deux mors de l'étau	 0T + 0R	

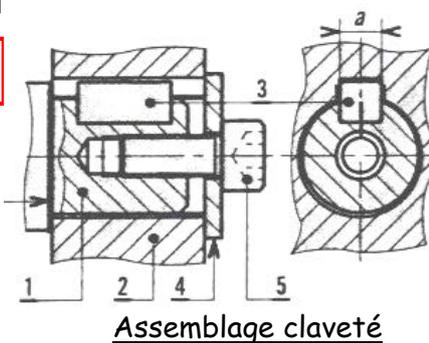
Technologie de construction : exemples

Éléments de construction

Les surfaces de liaison entre 1 et 2 peuvent être :

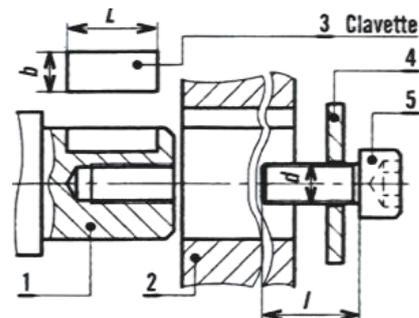
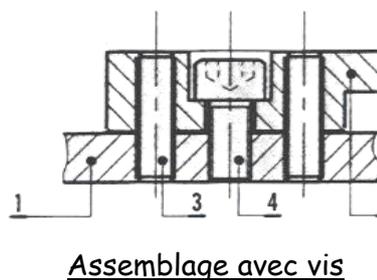
De révolution

Un **cylindre** et un **épaulement** et un **petit plan** contre des surfaces similaires

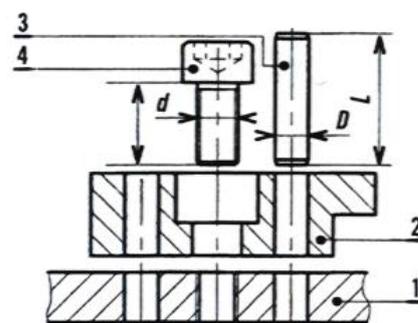


Prismatiques

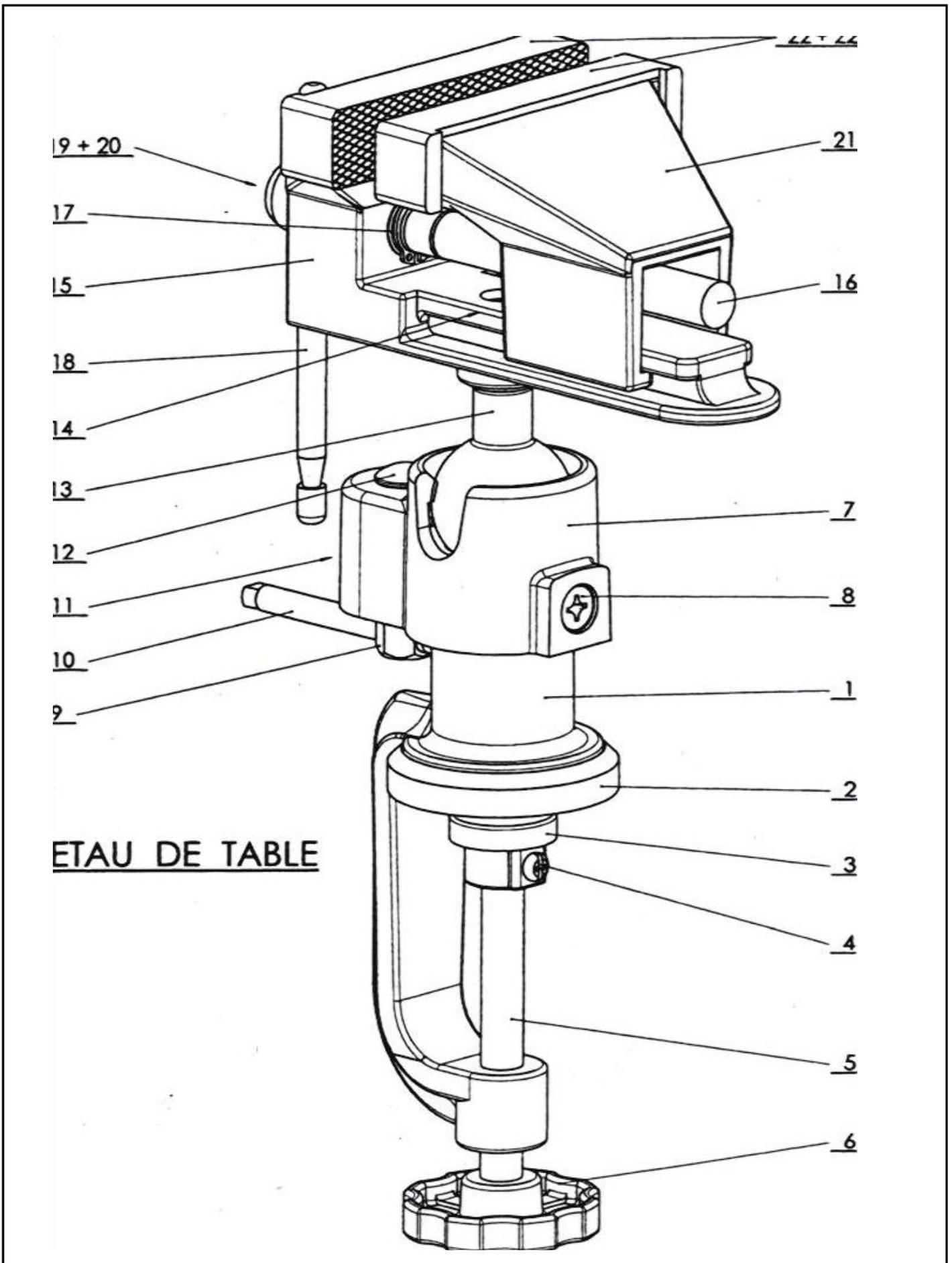
Un **plan** et **deux cylindres** contre des surfaces similaires.

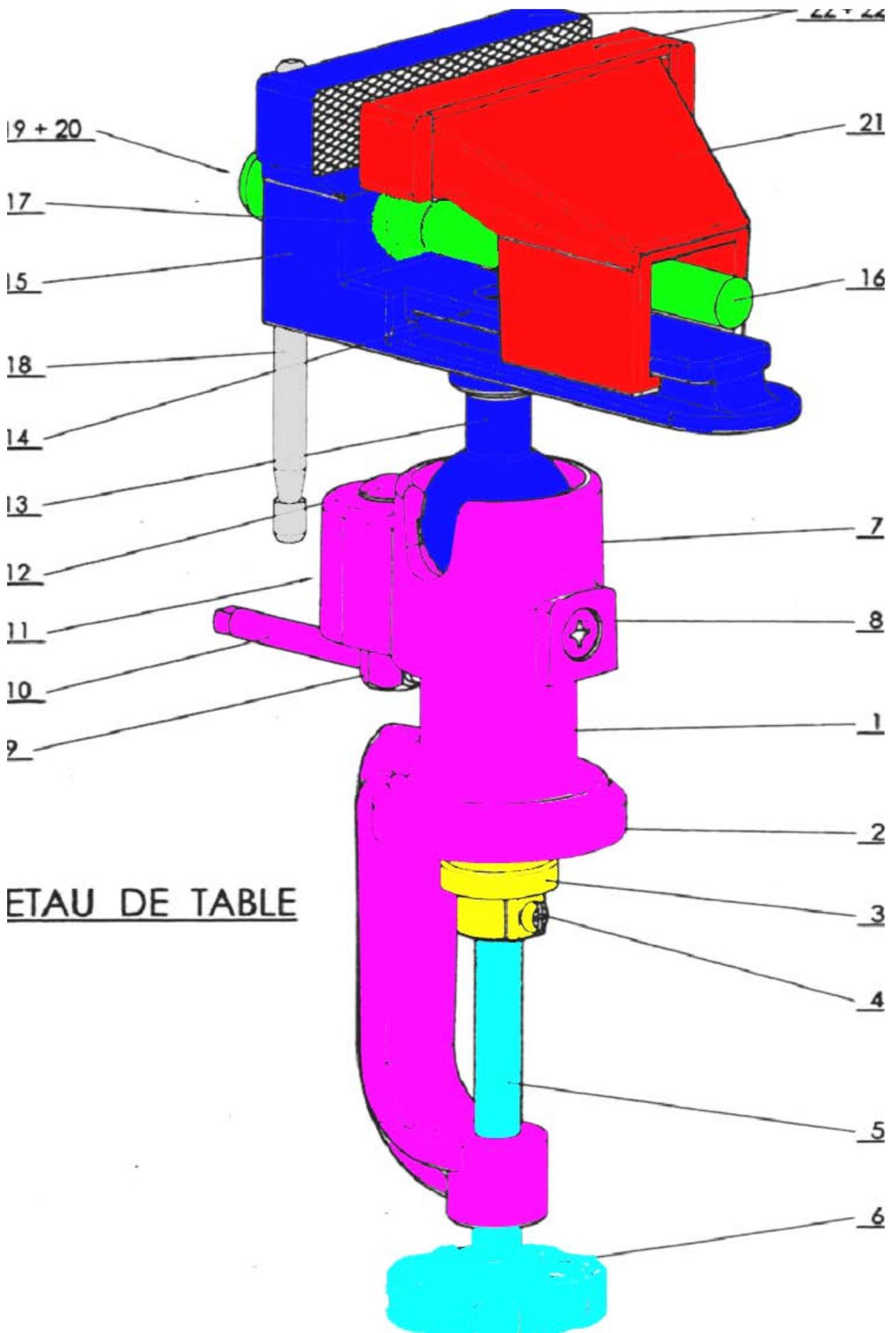


3 : clavette parallèle.
4 : rondelle plate.
5 : vis CHc, M d x l.



3 : goupille cylindrique D x L.
4 : vis CHc, M d x L.





ETAU DE TABLE