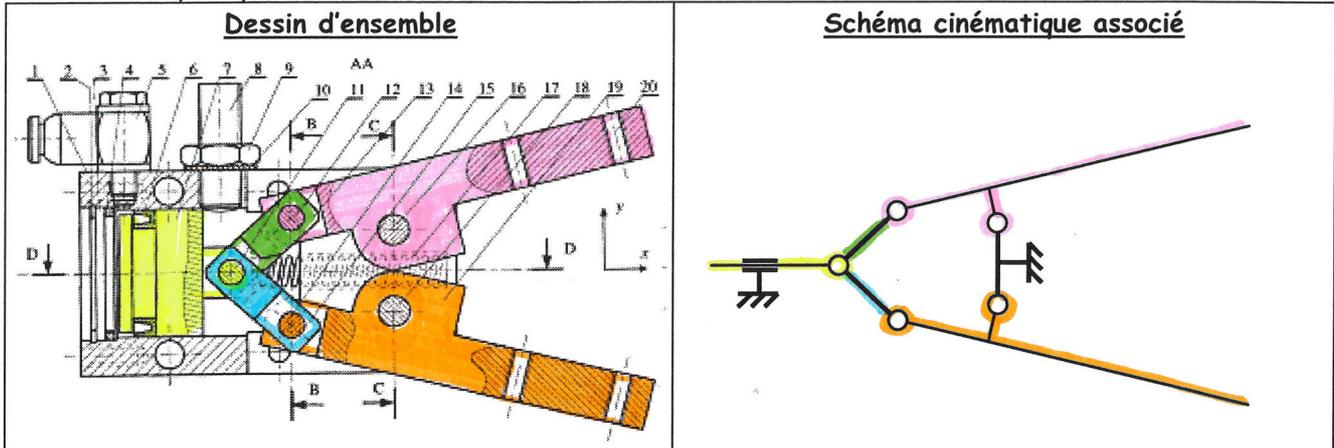


# Schéma cinématique

## 1. Introduction

Tout système mécanique est constitué de plusieurs pièces en mouvement les unes par rapport aux autres. Sur un dessin d'ensemble, il est parfois difficile de comprendre un mécanisme. Le schéma cinématique est un mode de représentation simplifié des mécanismes qui permet de comprendre plus facilement le fonctionnement d'un mécanisme, en ne faisant apparaître que les liaisons importantes.

Exemple : pince de robot



Le schéma cinématique permet aussi :

- d'aider à la conception d'un nouveau système mécanique (on trace le schéma cinématique du mécanisme, puis on dessine les pièces constituant ce mécanisme),
- d'appliquer facilement les lois de la mécanique, dans le but de dimensionner les pièces (en termes de déplacements et d'efforts).

Pour qu'un schéma cinématique soit compris par tous, une norme internationale définit la symbolisation de plusieurs liaisons courantes (voir tableaux en dernières pages).

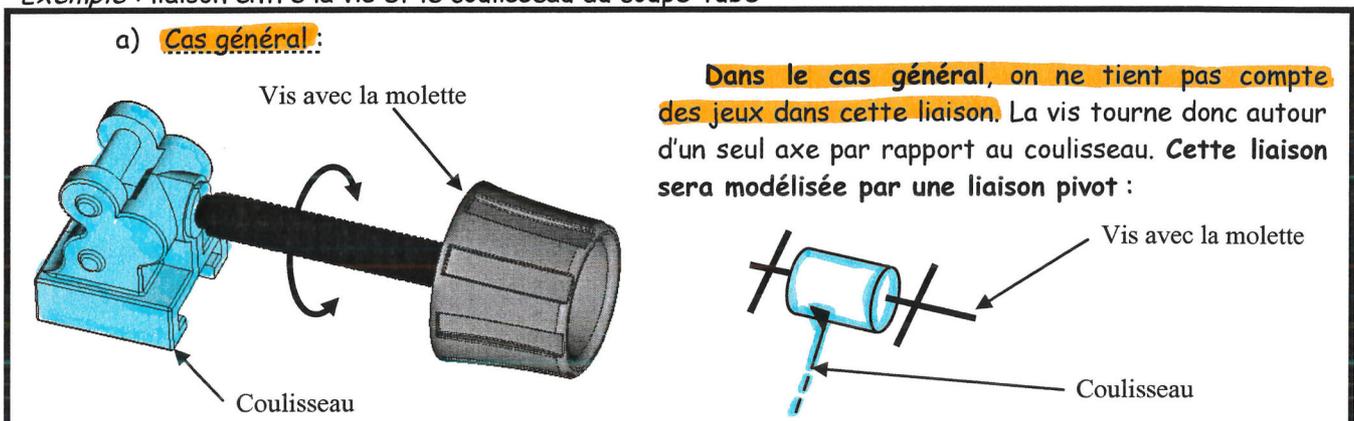
## 2. Modélisation des liaisons

### 2.1. Notion de modélisation

Entre 2 pièces en contact et en mouvement l'une par rapport à l'autre, il y a toujours du jeu (espace entre les pièces nécessaire aux mouvements ; dans le cas contraire, un serrage freinerait, voire bloquerait la liaison).

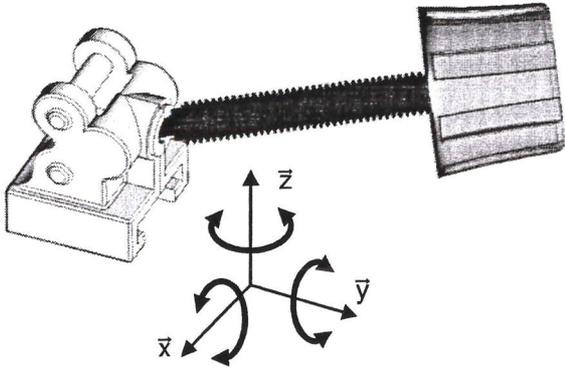
**Généralement**, dans le cas d'un schéma cinématique destiné à permettre la compréhension d'un mécanisme, **les jeux ne doivent pas être pris en compte**. Le type de liaison retenu sera donc différent de la réalité, mais permettra néanmoins de comprendre le fonctionnement du mécanisme. On parle alors de « modélisation d'une liaison » : c'est une simplification de la réalité. L'exemple suivant illustre ce point :

Exemple : liaison entre la vis et le coulisseau du coupe-tube

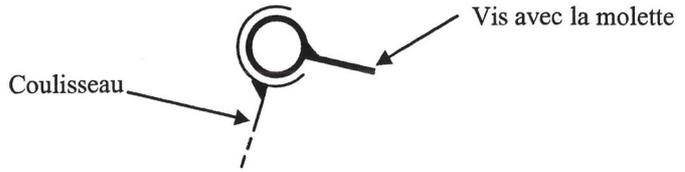


b) Cas particulier :

Dans le mécanisme réel du coupe-tube, il y a du jeu entre ces 2 pièces. Si on s'intéresse aux petits mouvements de rotation du fait de ce jeu, les 2 pièces peuvent bouger en rotation autour des 3 axes :



Si on tenait compte du jeu dans cette liaison, cette liaison serait modélisée par une liaison rotule :



2.2. Recherche du type de liaison entre 2 pièces

Cette étude se fait en ne considérant que les 2 pièces en contact et en ignorant les autres pièces.

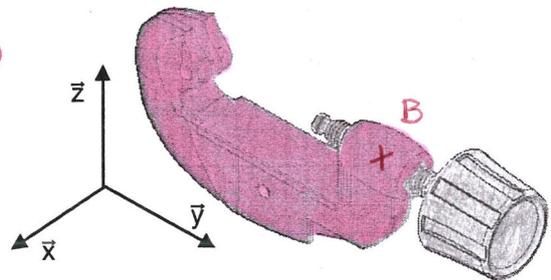
Pour modéliser une liaison, il faut :

- soit analyser les surfaces de contact entre les pièces, puis rechercher le nom de la liaison associée,
- soit analyser les mobilités de la liaison (avec un tableau des mobilités), puis rechercher le nom de la liaison associée à ce tableau des mobilités.

Exemples :

a) Liaison entre la vis et le corps du coupe-tube :

La surface de contact entre ces 2 pièces est du type Filetage dans taraudage (vis - écrou)  
 ⇒ liaison hélicoïdale



b) Liaison entre le coulisseau et le corps du coupe-tube :

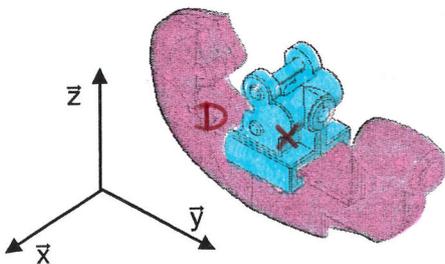
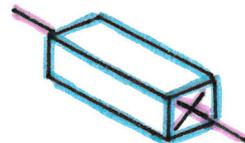


Tableau des mobilités

<del><math>T_x</math></del>	<del><math>R_{Dx}</math></del>
$T_y$	<del><math>R_{Dy}</math></del>
<del><math>T_z</math></del>	<del><math>R_{Dz}</math></del>

⇒ liaison glissière



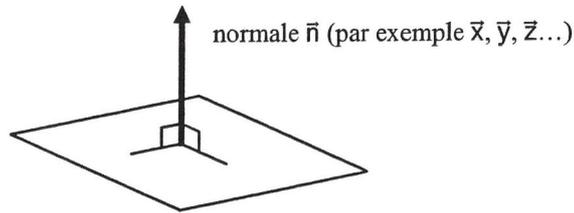
2.3. Recherche des caractéristiques de la liaison

Pour caractériser complètement une liaison, il faut aussi préciser sa position et son orientation. Ces caractéristiques sont appelées aussi « attributs ».

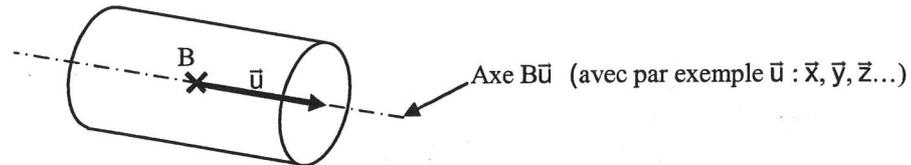
Le centre de la liaison est une caractéristique valable pour toutes les liaisons. Le centre de liaison correspond au point situé au centre des surfaces de contact entre les 2 pièces (exemple : points B et D sur les figures précédentes).

Les principales caractéristiques possibles, en fonction des surfaces de contact des liaisons :

- si un plan est présent dans le symbole de la liaison, la normale (= un vecteur perpendiculaire au plan),



- si un cylindre (ou un contact suivant une ligne droite pour la linéaire rectiligne) est présent dans le symbole de la liaison, l'axe (= un point + un vecteur),



- si la liaison est une glissière, la direction (= un vecteur).

Par exemple, pour les liaisons étudiées précédemment, il s'agit d'une hélicoïdale de **centre B** et d'axe **B $\vec{y}$**  et d'une glissière **de centre D et de direction  $\vec{y}$**

### 3. Tracé d'un schéma cinématique (exemple traité : le coupe-tube)

Pour tracer un schéma cinématique, les étapes suivantes sont nécessaires :

- Déterminer les Groupes Cinématiques (= Classes d'Equivalence Cinématique = ensemble de pièces fixes les unes par rapport aux autres).

*Remarques :* - pour situer rapidement un groupe cinématique sur un dessin d'ensemble, son numéro correspondra au numéro de la pièce principale du groupe.

*Exemple :* la pièce **2** étant la pièce la plus importante du groupe cinématique { 6a ; 6b ; **2** ; 3 ; 10 }, ce groupe s'appellera **Gc2**

- les pièces qui se déforment pendant le fonctionnement du mécanisme ne sont pas à prendre en compte (ressort, roulement à billes...).
- Dans le cas d'un schéma cinématique minimal, on ne considère que les mouvements intéressants. Par exemple, si on s'intéresse au réglage du coulisseau à l'aide de la vis, les pièces 5a, 5b, 7, 8 seront considérées immobiles par rapport aux pièces en contact. Gc2 devient donc :

$$Gc2 = \{ 6a ; 6b ; 2 ; 3 ; 10 ; 5a ; 5b \}$$

De même :

$$Gc1 = \{ 1 ; 7 ; 8 ; 9 ; 11 ; 12 \}$$

$$Gc4 = \{ 4 \}$$

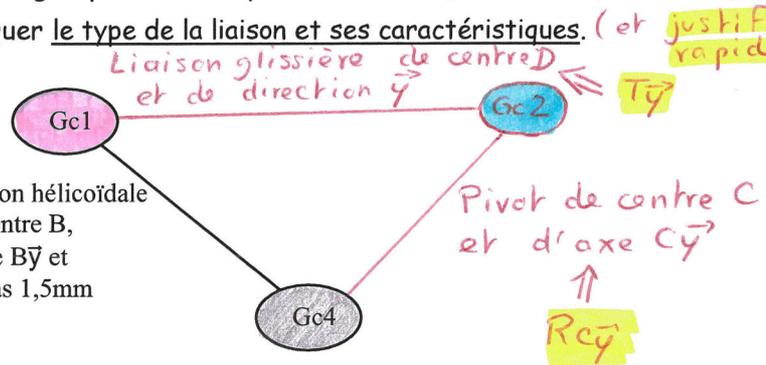
b. Tracer le graphe des liaisons :

- représenter les groupes cinématiques à l'aide de bulles,
- colorier ces groupes avec les couleurs du dessin d'ensemble,
- tracer des traits entre les groupes cinématiques en contact (ils sont donc en liaison),
- pour chaque liaison, indiquer le type de la liaison et ses caractéristiques. (et justifier rapidement)

Sur le plan d'ensemble:   
 - surligner les surfaces de guidage (bulles à ne pas colorier)   
 - indiquer les centres de liaison

Filetage dans taraudage

⇒ Liaison hélicoïdale de centre B, d'axe  $B\vec{Y}$  et de pas 1,5mm



c. Tracer le schéma cinématique :

- tracer le repère du plan dans lequel vous allez travailler,
- tracer et nommer les centres des différentes liaisons,
- tracer chaque liaison (**sans les relier**), en les positionnant et en les orientant correctement, et avec les couleurs des 2 groupes cinématiques concernés.

Exemple : d'après le graphe des liaisons, la liaison hélicoïdale devra avoir les couleurs de Gc1 et de Gc4, c'est-à-dire **rose** et **gris**

- relier les traits de même couleur pour former les groupes cinématiques.

Remarques : - ces traits ne représentent pas forcément la forme des pièces, sauf pour comprendre les liens avec l'extérieur (exemple : la forme de la molette du coupe-tube),

- **attention** : une liaison pivot ne fait apparaître qu'une seule couleur. Il faut donc avoir en tête la seconde couleur pour réaliser le schéma cinématique.

- indiquer le bâti avec le symbole ,
- indiquer les formes importantes des pièces (notamment en entrée et/ou en sortie),
- nommer chaque groupe cinématique.

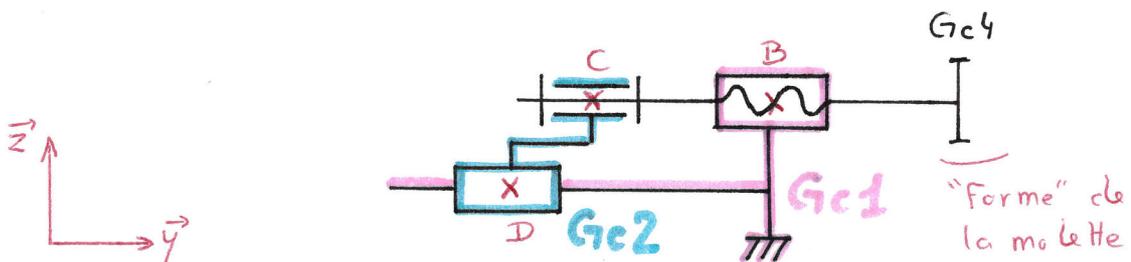


Schéma cinématique minimal

on ne montre que les liaisons intéressantes pour le réglage du coulisseau par rapport au corps.

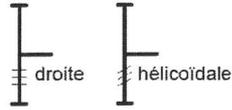
# Symbolisation des liaisons

Tableau des mobilités		Nom + caractéristiques	Schématisation		
			Spatiale	Plane	
		Encastrement			
$T_x$		Glissière de centre A et de direction $\bar{x}$			Liaison démontée (jamais représentée) 
	$R_{B\bar{y}}$	Pivot de centre B et d'axe $\bar{B}\bar{y}$			Liaison démontée (jamais représentée) 
$T_y$	$R_{C\bar{y}}$	Pivot glissant de centre C et d'axe $\bar{C}\bar{y}$			Liaison démontée (jamais représentée) 
	$R_{D\bar{x}}$ $R_{D\bar{y}}$ $R_{D\bar{z}}$	Rotule de centre D			
$T_x$ $T_y$	$R_{E\bar{z}}$	Appui-plan de centre E et de normale $\bar{z}$			
$T_y$ et $R_{F\bar{y}}$ conjugués (liés)	$R_{F\bar{y}}$	Hélicoïdale de centre F, d'axe $\bar{F}\bar{y}$ et de pas p			Ancienne norme 
$T_x$ $T_y$	$R_{G\bar{x}}$ $R_{G\bar{y}}$ $R_{G\bar{z}}$	Ponctuelle de centre G et de normale $\bar{z}$			Ancienne norme 
$T_x$ $T_y$	$R_{H\bar{x}}$ $R_{H\bar{z}}$	Linéaire-rectiligne de centre H, de normale $\bar{z}$ et d'axe $\bar{H}\bar{x}$			
	$R_{I\bar{x}}$ $T_y$ $R_{I\bar{z}}$	Linéaire-annulaire de centre I et d'axe $\bar{I}\bar{x}$			

# Symbolisation des systèmes mécaniques (extrait)

## ENGRENAGES

Pignon à denture ...



denture droite

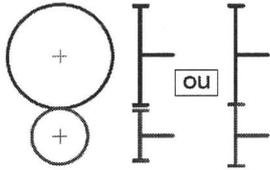


## Illustrations



denture hélicoïdale

Axes //



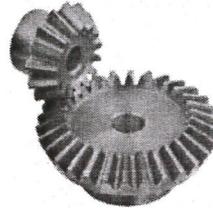
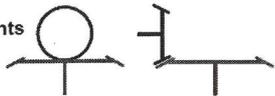
engrenage = roue + pignon



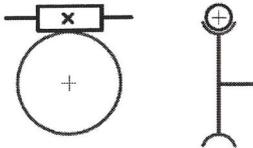
(le plus grand)

(le plus petit)

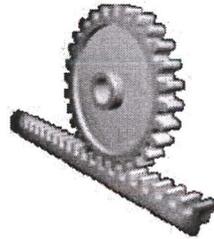
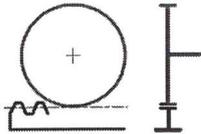
Axes ⊥ concourants



Roue et Vis

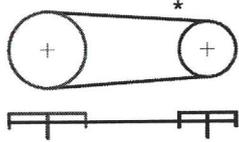


Pignon crémaillère



## TRANSMISSIONS

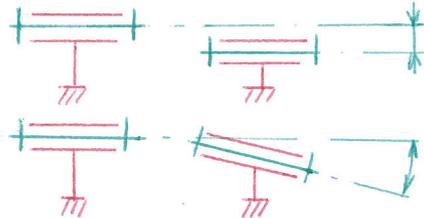
Poulie Courroie



\* Courroie ...

- Plate —
- Ronde ○
- Trapézoïdale ▽
- Crantée w

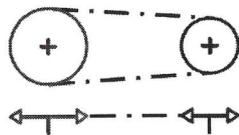
Pour corriger de légers défauts d'alignement entre 2 arbres :



défaut radial

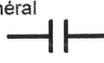
défaut angulaire

Pignon Chaîne



Accouplement

Symbole général



Accouplement élastique



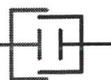
Accouplement limiteur de couple



→ pour empêcher de transmettre un couple trop fort (sécurité)

Embrayage (encastrement temporaire)

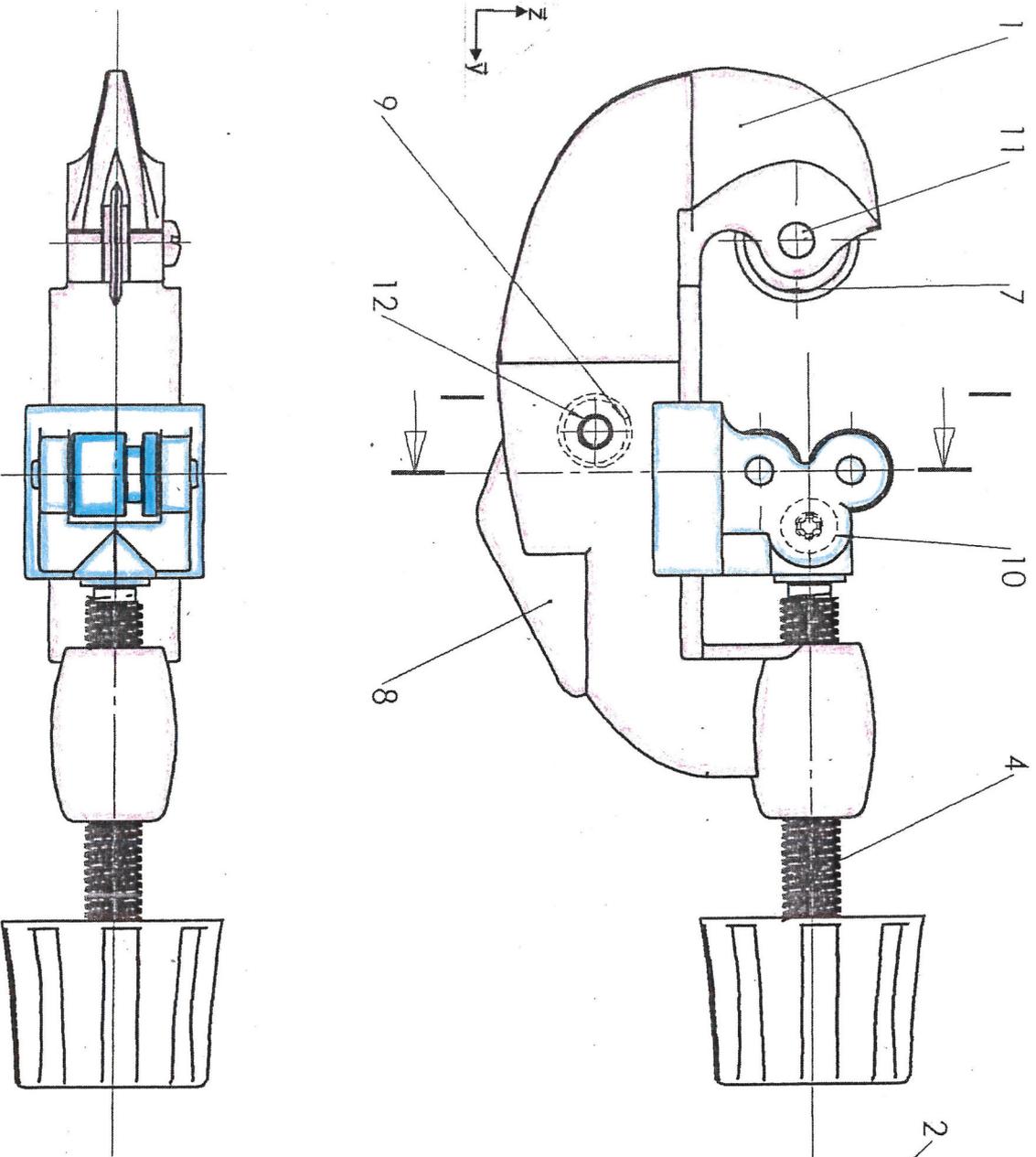
Symbole général



Roue libre

→ pour transmettre un couple dans un seul sens de rotation





Coupe partielle I-I

12	1	Goupille élastique 2,5 - 8
11	1	Vis M4
10	1	Vis CBLZ M4 - 12 - 4,8
9	1	Ressort
8	1	Lame
7	1	Roulette
6	2	Axe
5	2	Galet
4	1	Vis
3	1	Porte galets droit
2	1	Porte galets gauche
1	1	Corps
Réf.	Nbr	Désignation

# COUPE TUBE

Ech.: 1:1

