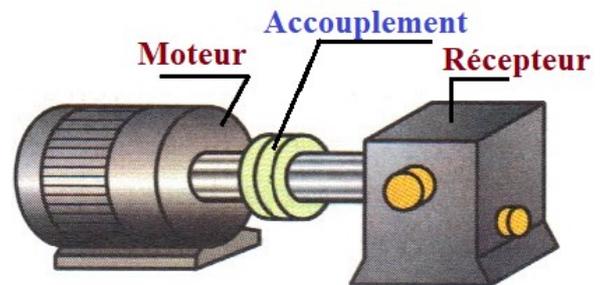


## Transmission sans transformation de mouvement et sans modification de vitesse

### Accouplements

Un accouplement est un dispositif de liaison entre deux arbres en rotation, permettant la transmission du couple sans modification de la fréquence de rotation et d'une manière permanente.

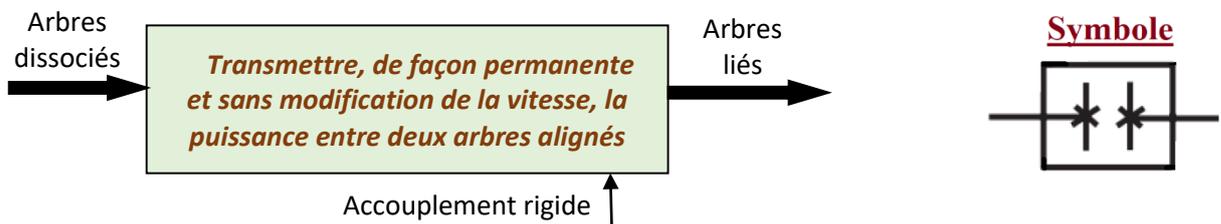


Il existe 2 grands types d'accouplements :

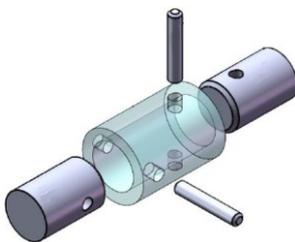
- Les **accouplements rigides** : nécessitent un bon alignement des arbres et peu de vibrations.
- Les **accouplements élastiques** : permettent de rattraper les défauts d'alignement et d'amortir vibrations.

Un accouplement est dit **homocinétique** lorsque les vitesses de rotation des arbres accouplés sont identiques à tout moment

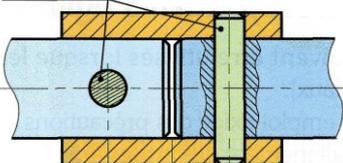
### Accouplement rigide



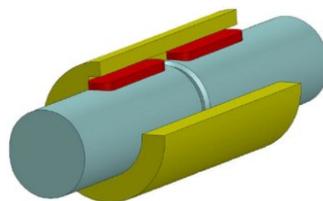
#### Manchon goupillé



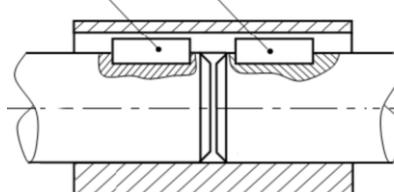
Goupilles



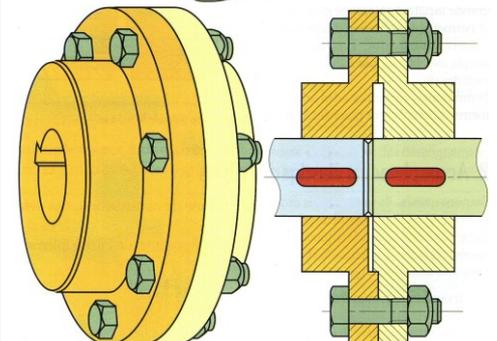
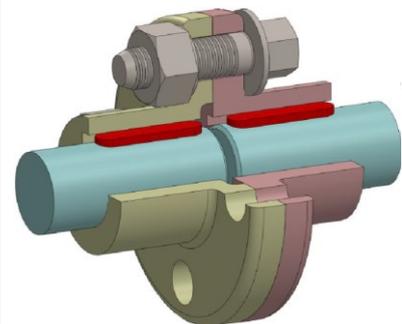
#### Manchon et clavettes



Clavettes

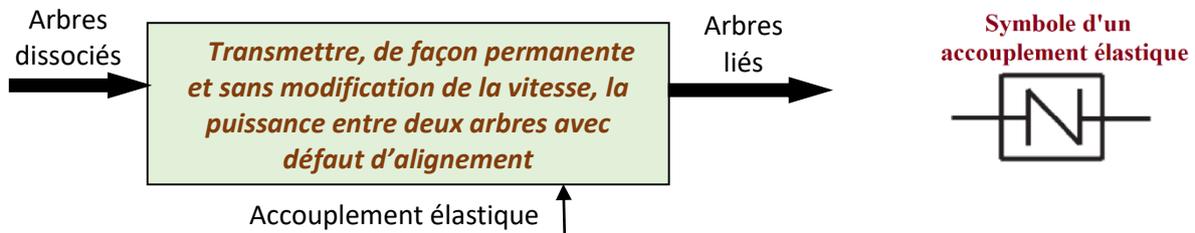


#### Manchon à plateaux

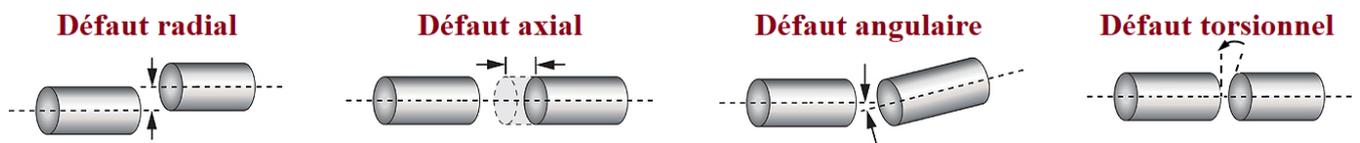


### Accouplement élastique

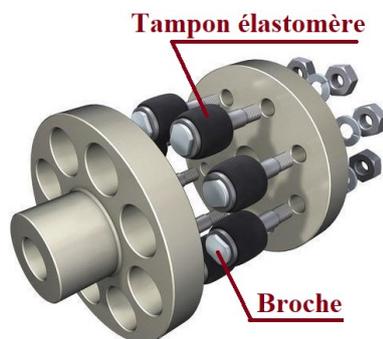
Ce type d'accouplement permet de rattraper les défauts d'alignement et d'amortir les vibrations. Il peut comporter un élément intermédiaire élastique (élastomère ou métal).



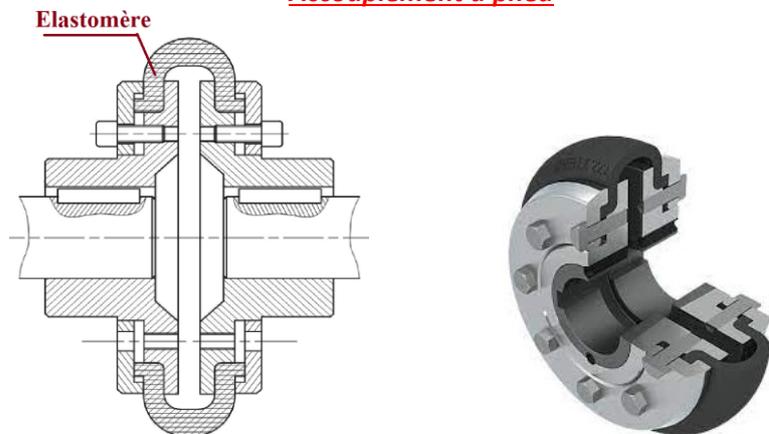
### Défauts d'alignement



### Accouplement à broches



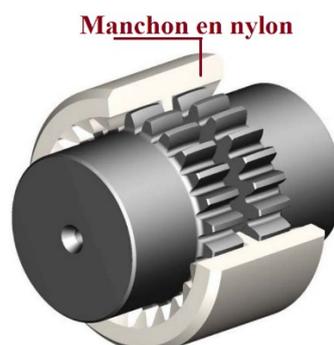
### Accouplement à pneu



### Accouplement élastomère à griffes



### Accouplement à denture



### Accouplement à soufflet métallique



### Joint d'Oldham

Un accouplement par joint d'Oldham permet de transmettre une puissance mécanique de rotation entre deux axes parallèles non coaxiaux (supporte des désalignements radiaux)

La transmission est homocinéétique

Le joint d'Oldham est composé de :

- Deux plateaux portant chacun une languette diamétrale. Les plateaux sont solidaires des arbres accouplés
- Un disque intermédiaire avec deux rainures perpendiculaires.

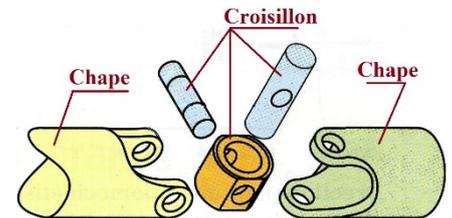


### Joint de Cardan

Le joint de cardan permet la transmission entre deux arbres dont les axes concourent en un même point.

Il offre aux arbres une liberté angulaire variable et importante

Il est composé essentiellement de deux chapes et d'un croisillon



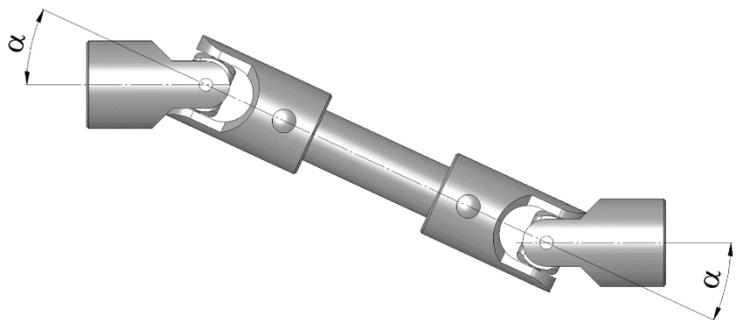
Le cardan présente l'inconvénient de ne pas être homocinéétique. Le montage d'un deuxième cardan, incliné d'un même angle, permet de remédier à cet inconvénient

Le double joint de cardan est la solution la plus compacte pour obtenir un accouplement homocinéétique

Joint de cardan simple (non homocinéétique)



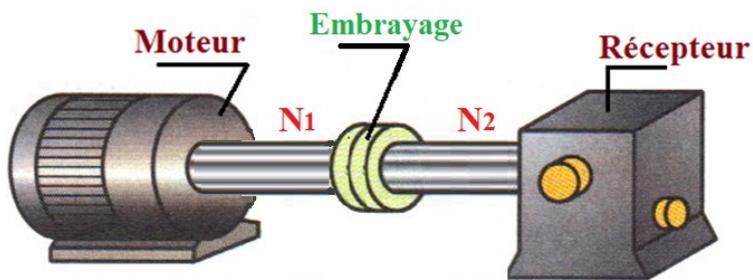
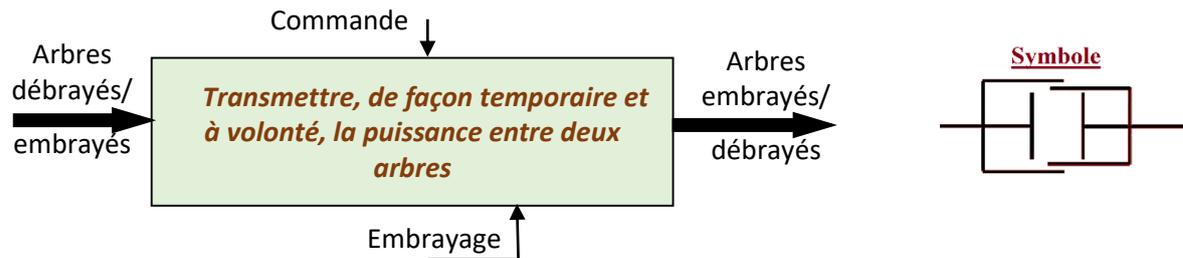
Joint de cardan double (homocinéétique)



## Embrayages

L'embrayage est un dispositif d'accouplement temporaire ; il permet d'accoupler (embrayer) ou de désaccoupler (débrayer) à volonté un arbre moteur et un arbre récepteur

La commande peut être mécanique, électromagnétique, pneumatique, hydraulique ou encore automatique



En cas d'embrayage,  $N2 = N1$   
En cas de débrayage,  $N2 = 0$

On distingue :

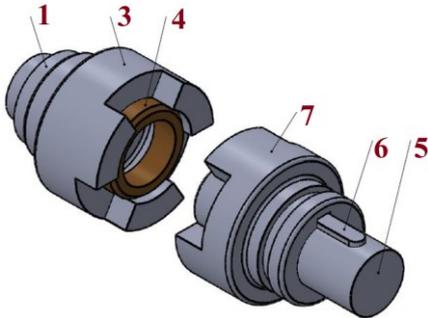
- Les **embrayages instantanés** : la transmission se fait par obstacle
- Les **accouplements progressifs** : la transmission se fait par adhérence

### Embrayage instantané

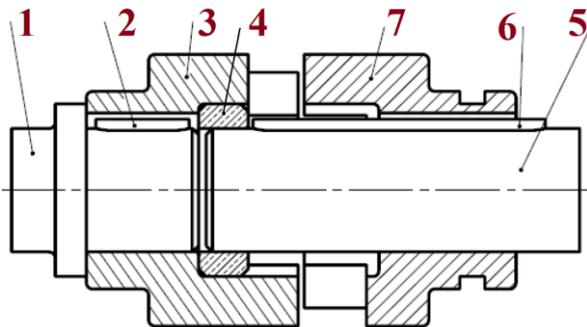
C'est un embrayage dont l'entraînement se fait par obstacle ; l'engrènement est obtenu par une denture carrée, triangulaire ou trapézoïdale.

La conception d'un embrayage instantané est simple et économique. Sa manœuvre se fait obligatoirement à l'arrêt.

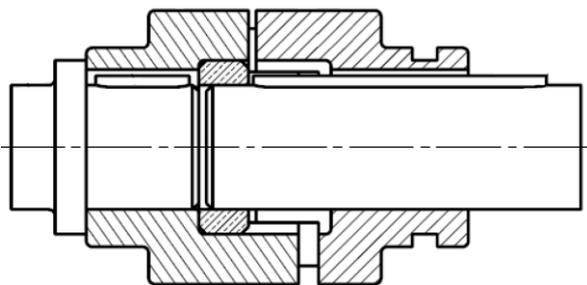
#### Embrayage à crabots



#### Position débrayée



#### Position embrayée

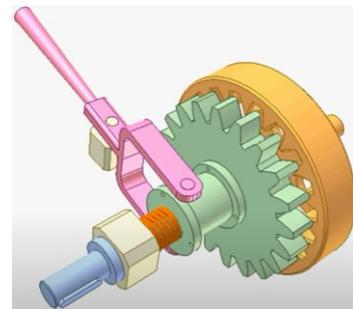


- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| <b>1</b> : arbre moteur      | <b>5</b> : arbre récepteur |
| <b>2</b> : clavette          | <b>6</b> : clavette        |
| <b>3</b> : crabot fixe       | <b>7</b> : crabot mobile   |
| <b>4</b> : bague de centrage |                            |

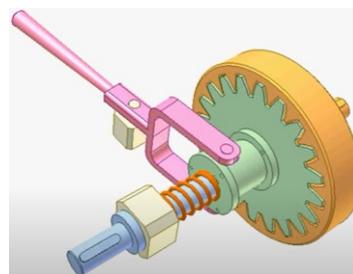
#### Embrayage à dents



#### Position débrayée



#### Position embrayée



### Embrayage progressif

C'est un embrayage dont le mode d'entraînement se fait par friction. La manœuvre peut être effectuée en marche. Un embrayage progressif doit comprendre :

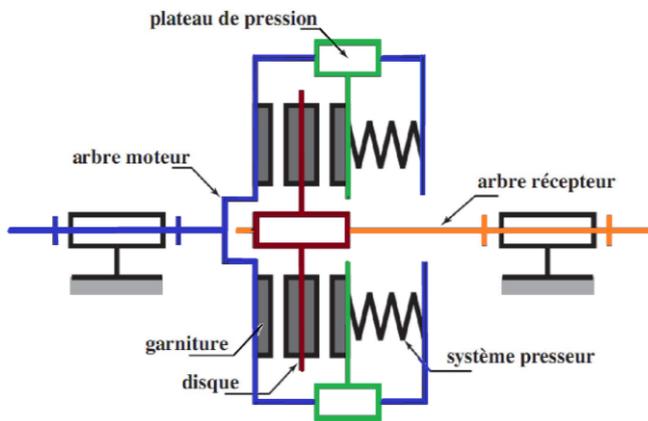
- Des surfaces de friction qui peuvent être planes, coniques ou cylindriques
- Un système exerçant un effort presseur (ressort le plus souvent)

#### Garnitures de friction

Les surfaces de friction sont couvertes par de garnitures, genre ferodo, dotées de qualités telles que :

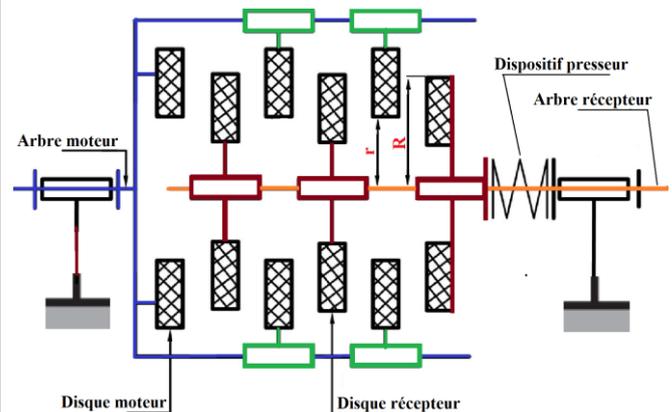
- Un important coefficient de frottement
- Une bonne résistance à l'usure, à l'échauffement et aux chocs mécaniques

#### Embrayage progressif à friction plane monodisque

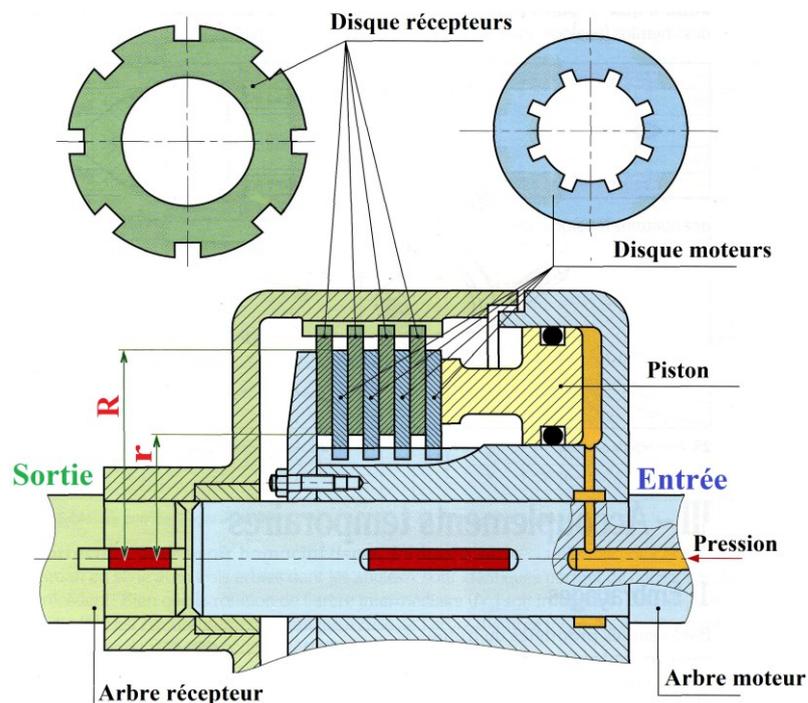


#### Embrayage progressif à friction plane multidisque

En augmentant le nombre de disques, on augmente la surface de friction et donc le couple transmissible



#### Exemple : embrayage multidisque à commande pneumatique



Couple transmissible pour un embrayage à friction plane

Le couple transmissible s'exprime

$$C = \frac{2}{3} \cdot n \cdot f \cdot F \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \quad (\text{en N. m})$$

**n** : nombre de surfaces de contact

**F** : effort presseur (en N)

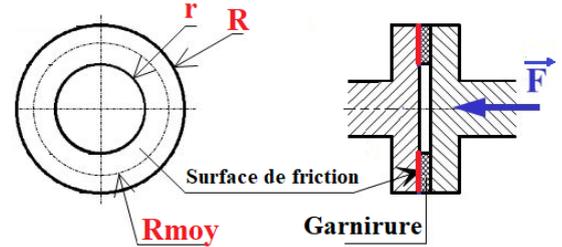
**f** : coefficient de frottement entre les surfaces frottantes

**r** : rayon intérieur du disque de friction (en m)

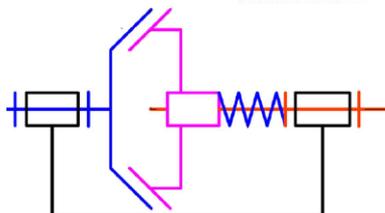
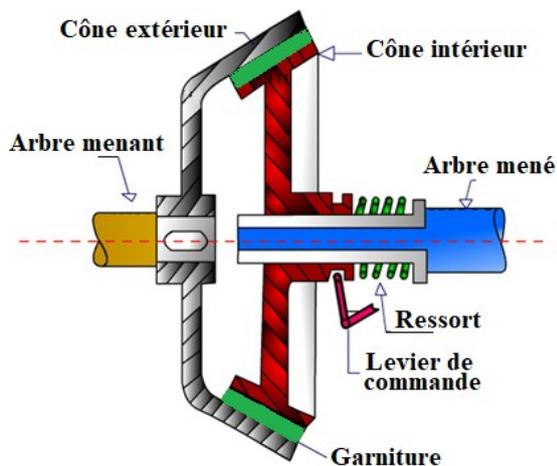
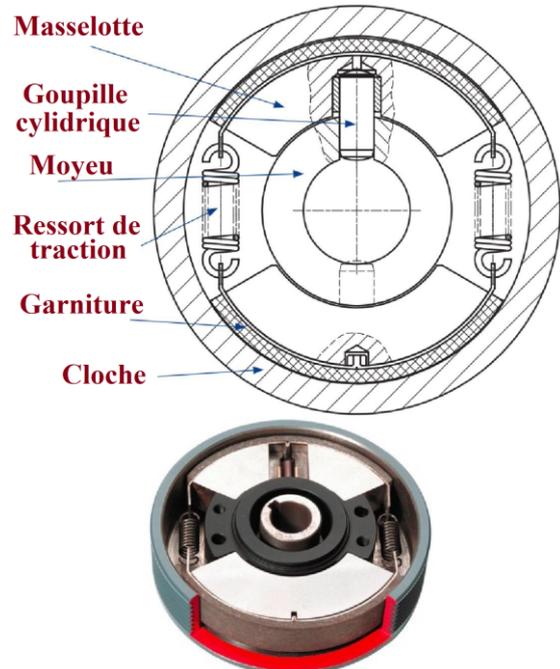
**R** : rayon extérieur du disque de friction (en m)

Formule approchée  $C = n \cdot f \cdot F \cdot R_{moy}$  (en N. m)

avec  $R_{moy} = \frac{R+r}{2}$

Exemples de réalisations de disquesEmbrayage progressif à friction conique

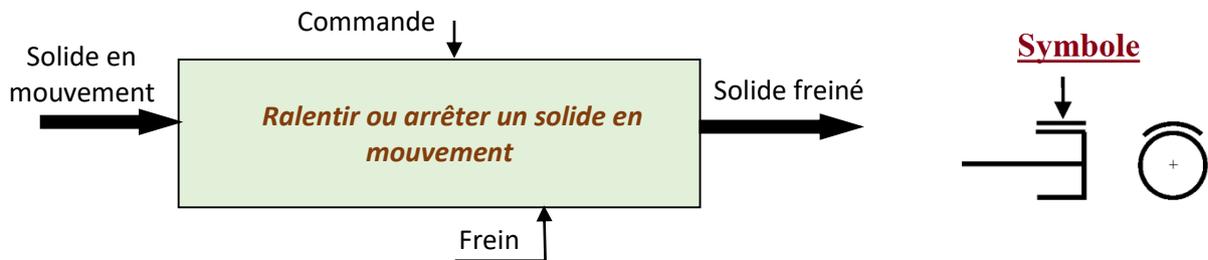
Le principe général d'un embrayage conique reste proche de celui d'un embrayage à friction plane. Un embrayage conique est moins progressif qu'un embrayage à disques

Embrayage progressif à friction cylindrique centrifuge

A une vitesse de rotation suffisante et sous l'action de la force centrifuge agissant sur les masselottes, les garnitures de friction viennent au contact de la cloche. L'adhérence générée entre les garnitures et la cloche permet la transmission du couple

## Freins

Un frein fonctionne de la même manière qu'un embrayage mis à part que l'un des arbres est fixe et sert de base pour arrêter progressivement le second



La commande du frein peut être mécanique, électromagnétique, pneumatique ou hydraulique

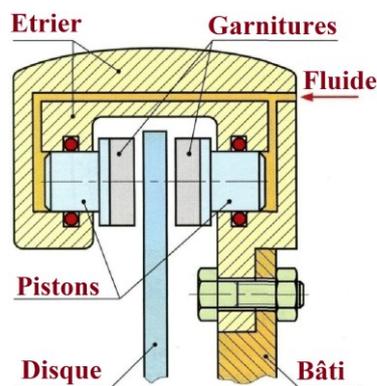
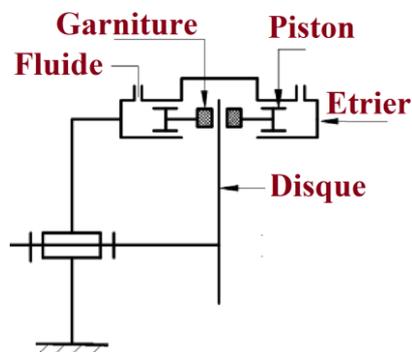
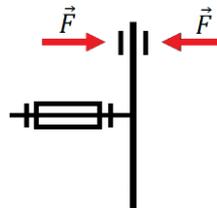
Un frein peut aussi servir à s'opposer à la mise en mouvement d'un organe arrêté.

Nombreuses solutions constructives sont basées sur un contact mécanique entre deux solides (disques, sangles, tambours)

### Techniques de freinage

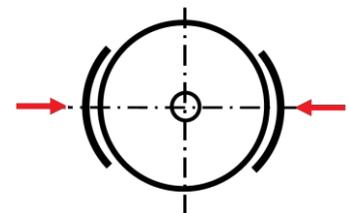
#### Frein à disque

Très utilisé dans les voitures, ce frein comporte un disque qui tourne avec la roue. Lors du freinage, deux plaquettes recouvertes d'une garniture de friction viennent serrer le disque



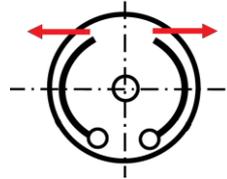
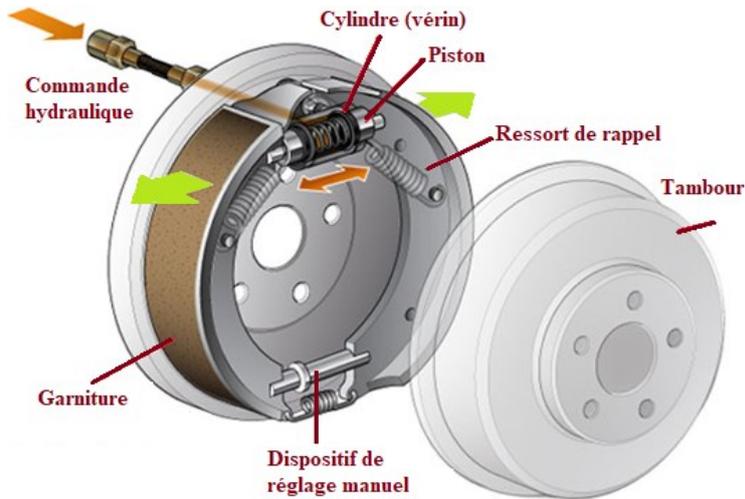
#### Frein à sabots

Pendant le freinage, des pièces mobiles, les sabots, sont appliqués fortement contre l'élément à freiner

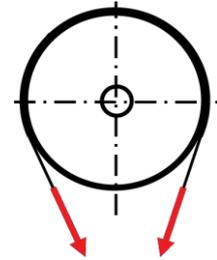
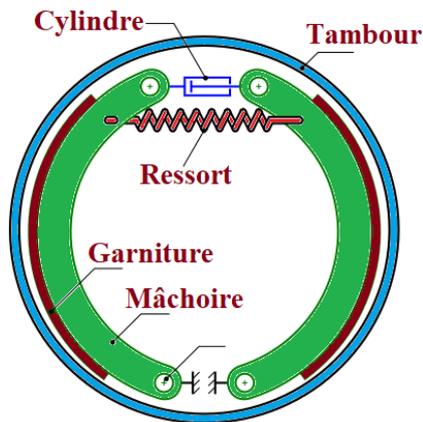
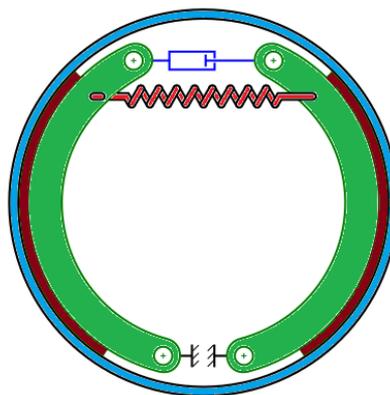


**Frein à tambour**

Suite à une commande de freinage (mécanique ou hydraulique), des mâchoires garnies d'un matériau de friction sont plaquées sur la partie intérieure du tambour, ce qui entraîne la dissipation de l'énergie cinétique de l'arbre en rotation par friction

**Frein à sangle**

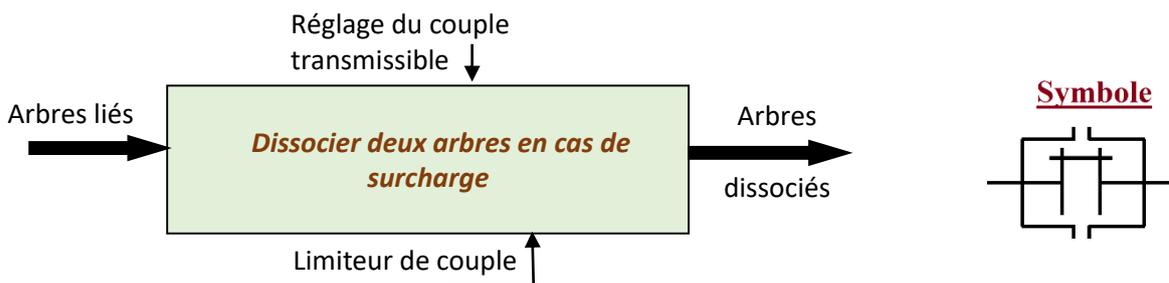
Une tension exercée au bout de la sangle (ou bande), sur laquelle est rapportée une garniture de friction, provoque son resserrement autour du tambour : un couple de freinage est créé.

**Frein desserré****Frein serré**

## Limiteurs de couple

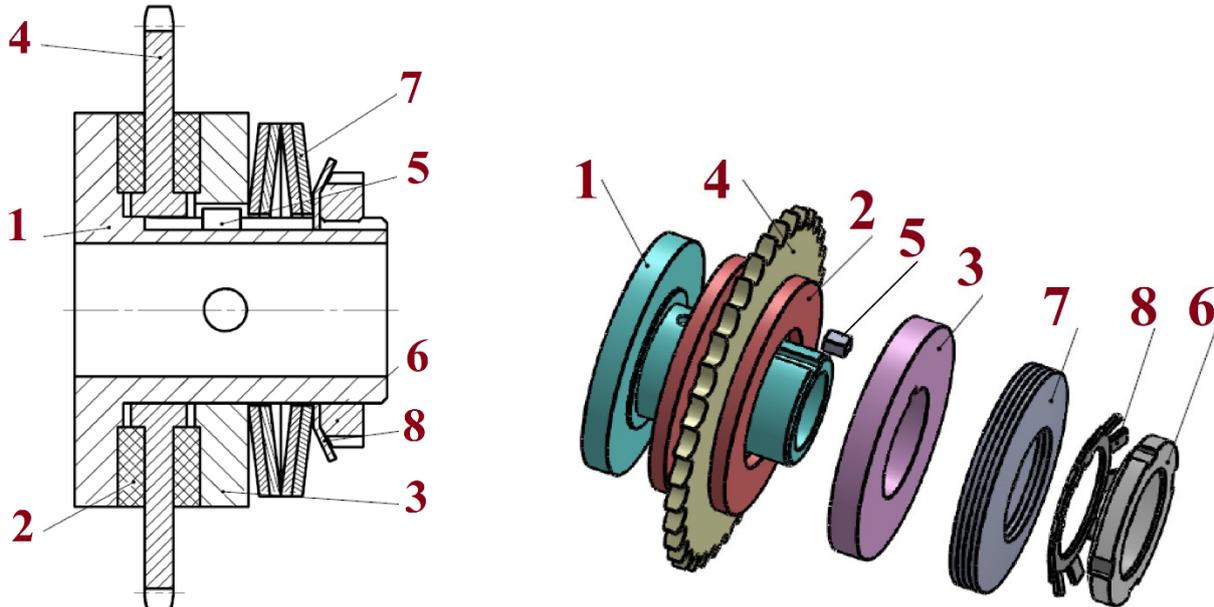
Un limiteur de couple est composant de sécurité mécanique ; il ressemble à un embrayage au niveau des solutions constructives mais n'est pas piloté par une commande extérieure.

Au-delà d'un couple résistant limite (surcharge), un glissement interne se produit annulant temporairement la liaison entre les arbres moteur et récepteur. Lorsque le couple revient à une valeur inférieure à ce couple limite, la liaison est à nouveau établie



### Limiteur de couple à friction

#### Exemple de solution constructive



#### Fonctionnement

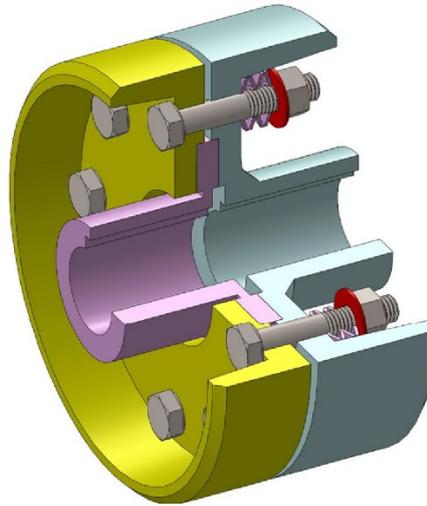
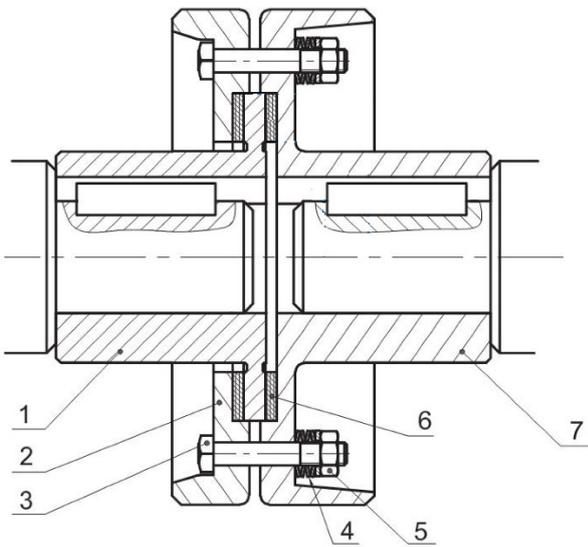
La transmission de mouvement de l'arbre 1 à la roue 4 est réalisée par adhérence. La roue 4 est maintenue serrée entre les garnitures de friction 2 par l'intermédiaire des rondelles ressort (ou Belleville) 7 et de l'écrou 6.

En cas d'une surcharge (couple résistant dépasse sa valeur limite) ou de blocage dû à un obstacle, l'effort d'adhérence de la roue devient insuffisant et un glissement en rotation de la roue par rapport à l'arbre se produit, l'ensemble débraye.

Le réglage du couple admissible se fait en contrôlant l'écrasement des rondelles Belleville

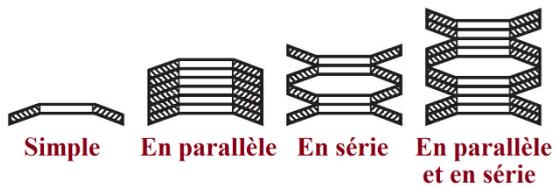
156	Chaine d'énergie	M. J.TEMOUDEN
SI / SMB	LA FONCTION TRANSMETTRE	Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -

**Variante**



- 1** : Plateau moteur
- 2** : Plateau
- 3** : Vis H
- 4** : Rondelle Belleville
- 5** : Ecrou H
- 6** : Garniture de friction
- 7** : Plateau récepteur

**Association de rondelles Belleville**



**Exercices**

1. Cocher la bonne réponse :

Un accouplement élastique est utilisé dans le cas :

- D'une transmission temporaire avec arbres parfaitement alignés.
- D'une transmission permanente avec défauts entre arbres.
- D'une transmission permanente sans défaut entre arbres.

Un accouplement rigide est utilisé dans le cas :

- D'une transmission temporaire entre arbres parfaitement alignés.
- D'une transmission permanente entre arbres parfaitement alignés.
- D'une transmission permanente entre arbres concourants.

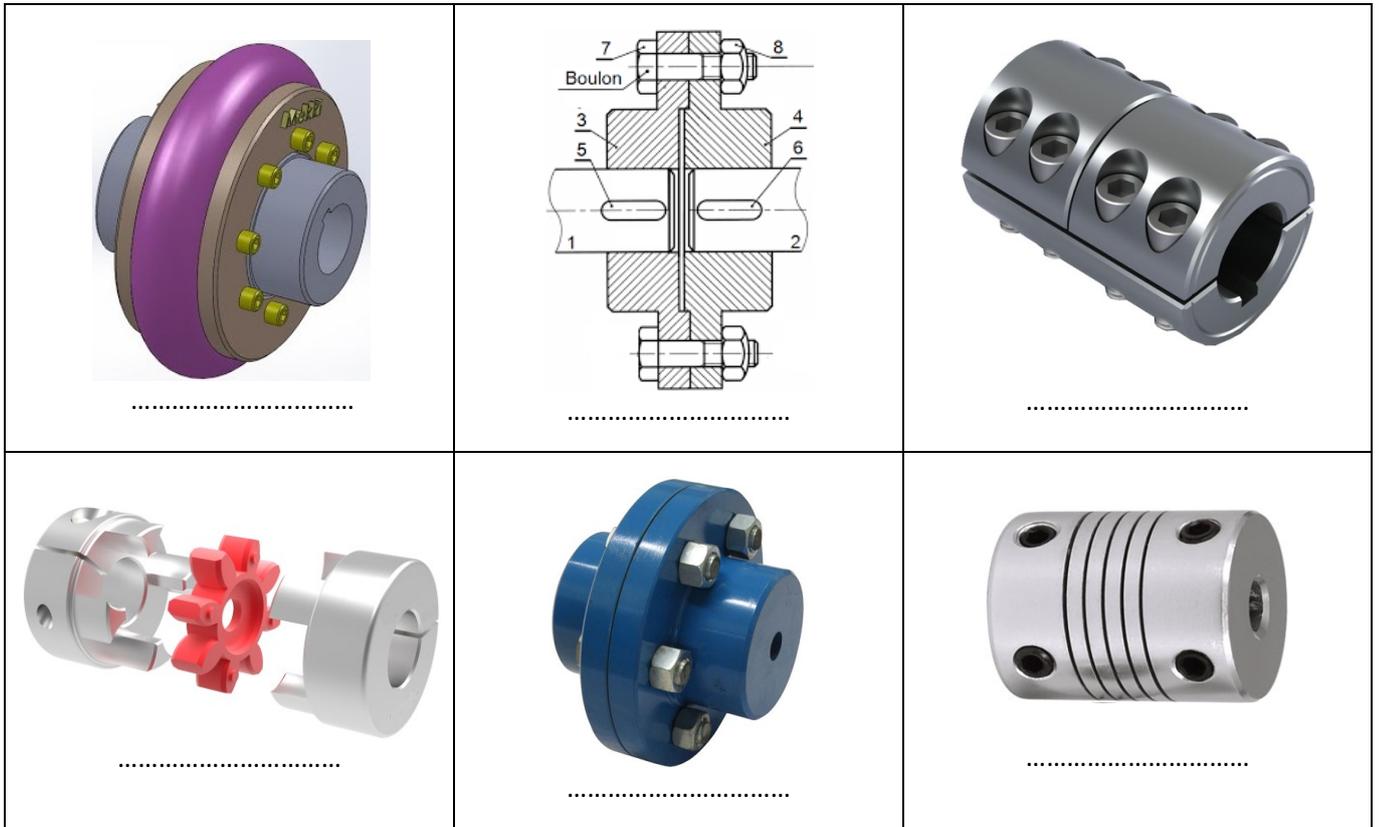
2. Quelles différences existent entre un embrayage instantané et un embrayage progressif ?

.....

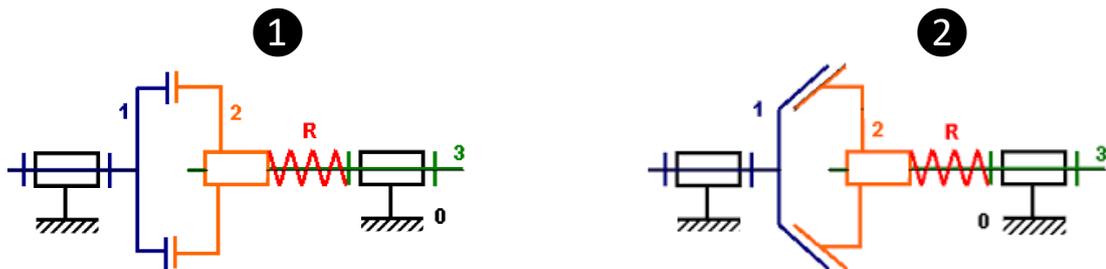
.....

.....

3. Préciser si l'accouplement est rigide ou élastique



4. Embrayage progressif



- Donner le nom de chacun des deux mécanismes

.....  
 .....

- Quelle est la différence entre les deux ?

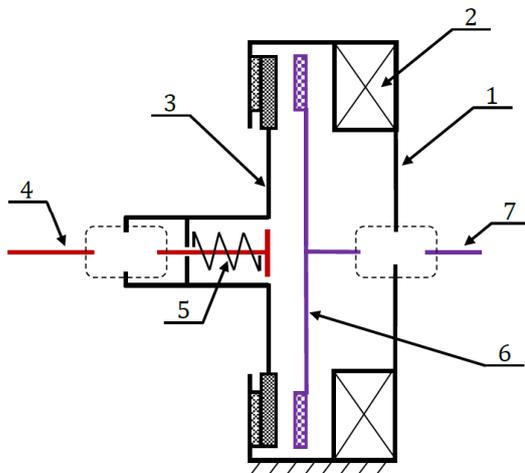
.....

- Sachant que l'arbre 3 est moteur, quel est l'élément récepteur ? .....

- Préciser la fonction du ressort R .....

- Sur quel élément faut-il agir pour embrayer/débrayer .....

## 5. Embrayage-frein à commande électromagnétique



- 1 : bâti  
 2 : bobine de l'électroaimant  
 3 : disque de l'embrayage  
 4 : arbre récepteur  
 5 : ressort  
 6 : plateau moteur  
 7 : arbre moteur

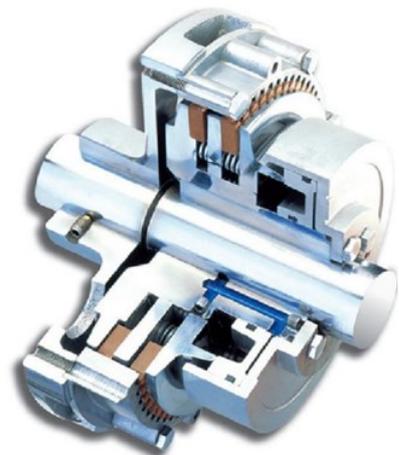
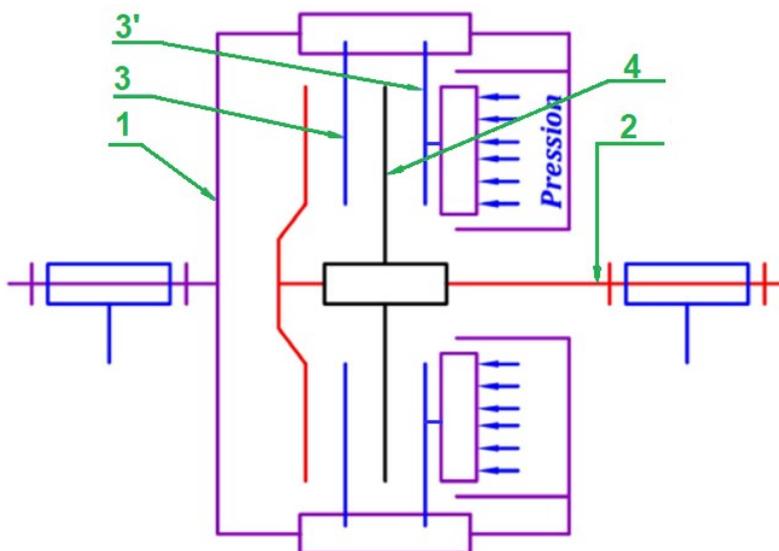
- Dessiner les symboles des liaisons 3-4 et 6-7
- Quelle position, embrayage ou freinage, est représentée sur la figure ? .....
- Suite à l'excitation de la bobine, le système bascule à l'autre position ; donner une explication

.....

.....

.....

## 6. Embrayage



Données : L'effort presseur est fourni par une commande hydraulique et vaut **1500 N**  
 $R = 120 \text{ mm}$   $r = 90 \text{ mm}$   
 Coefficient de frottement :  $f = 0,5$

- Quel est le nom complet de cet embrayage ?
- Quel est le rôle des ressorts
- Calculer le couple transmissible par cet embrayage

159	Chaine d'énergie	M. J.TEMOUDEN
SI / SMB	LA FONCTION TRANSMETTRE	Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -

.....

.....

.....

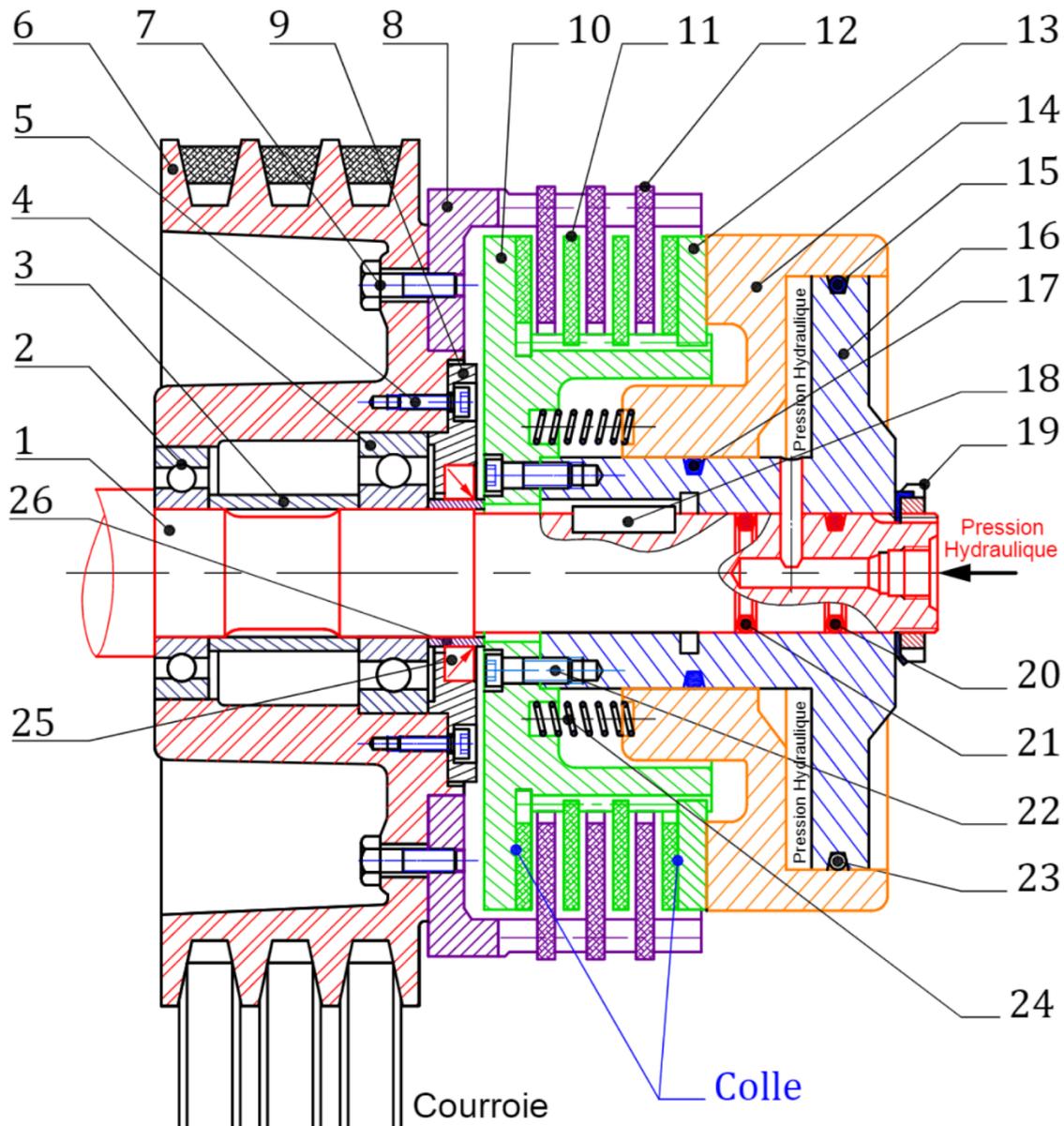
.....

.....

.....

### 7. Transmission par embrayage

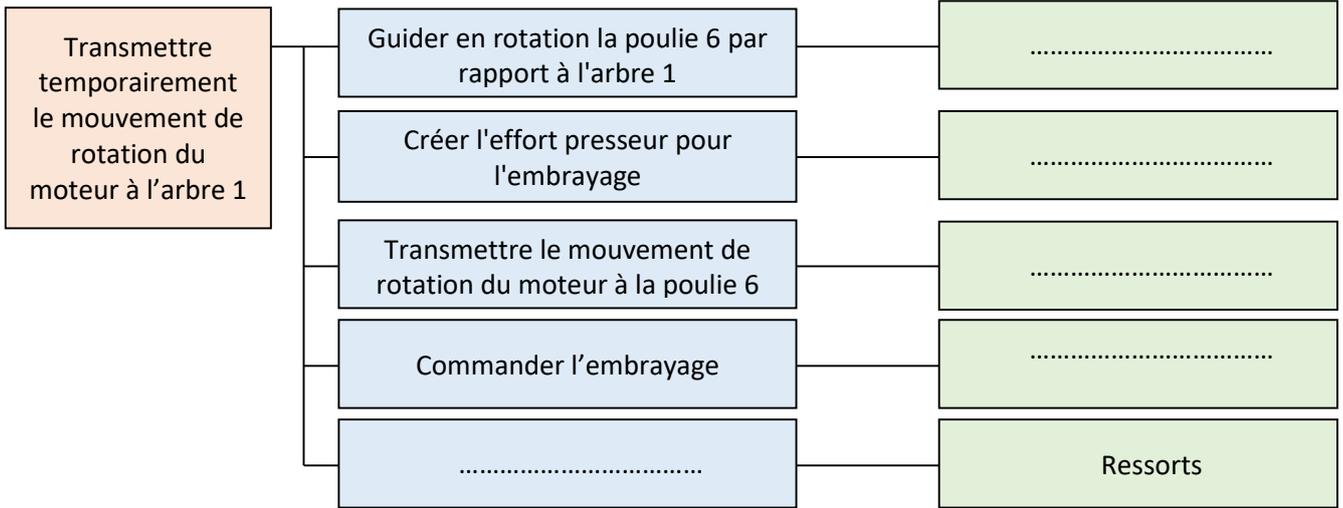
On fournit le dessin d'ensemble d'un embrayage destiné à commander la transmission d'une poulie motrice (6) à un arbre (1) :



Caractéristiques de l'embrayage

Effort de la pression hydraulique	<b>Fp = 700 daN</b>
Effort des ressorts	<b>Fr = 100 daN</b>
Rayons des surfaces de friction	<b>r = 180 mm et R = 360 mm</b>
Coefficient de frottement	<b>f = 0,5</b>

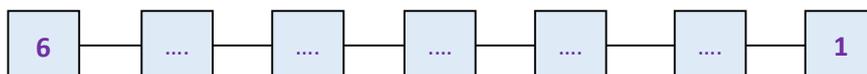
a. En se référant au dessin d'ensemble, compléter ce diagramme FAST :



b. Compléter ce tableau de liaisons

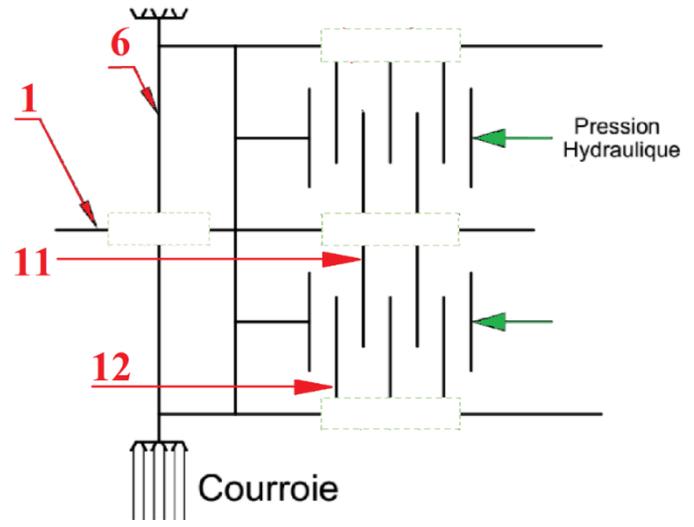
Pièces	Liaison	Symboles
<b>1/6</b>	.....	
<b>6/9</b>	.....	
<b>6/8</b>	.....	
<b>16/1</b>	.....	
<b>16/10</b>	.....	
<b>10/11</b>	.....	
<b>12/8</b>	.....	

c. Indiquer le repère des pièces participant à la transmission du mouvement entre la poulie 6 et l'arbre 1



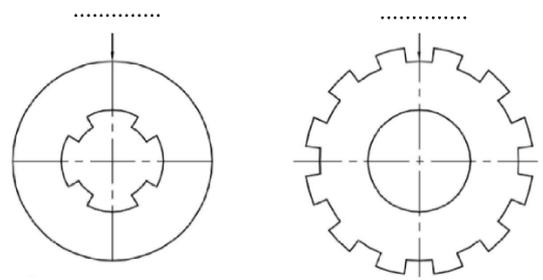
<b>161</b>	<b>Chaine d'énergie</b>	<b>M. J.TEMOUDEN</b>
<b>SI / SMB</b>	<b>LA FONCTION TRANSMETTRE</b>	<b>Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -</b>

**d.** Compléter le schéma cinématique



**e.** L'embrayage est doté de deux types de disque, les disques moteurs sont de repère ..... , alors que les disques récepteur sont de repère .....

Distinguer, sur cette figure, le disque moteur du disque récepteur



**f.** Donner le nom complet de cet embrayage et préciser ses avantages

.....

.....

.....

**g.** Dans quelle position est représenté l'embrayage (embrayé/débrayé) ? .....

**h.** Calculer le couple transmissible par cet embrayage

.....

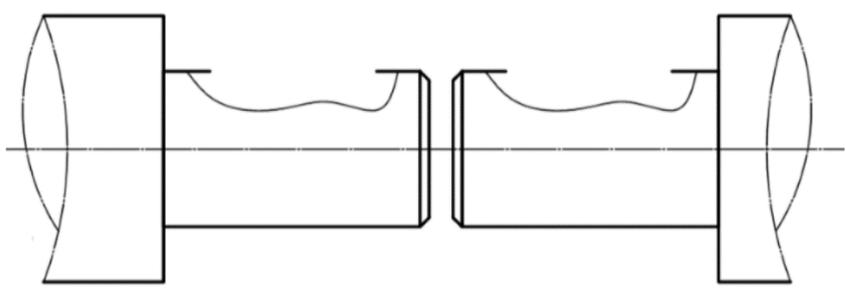
.....

.....

.....

**i.** Etude graphique

Le bout gauche l'arbre 1 est lié à un autre arbre par un accouplement rigide constitué d'un manchon et des clavettes ; compléter le dessin

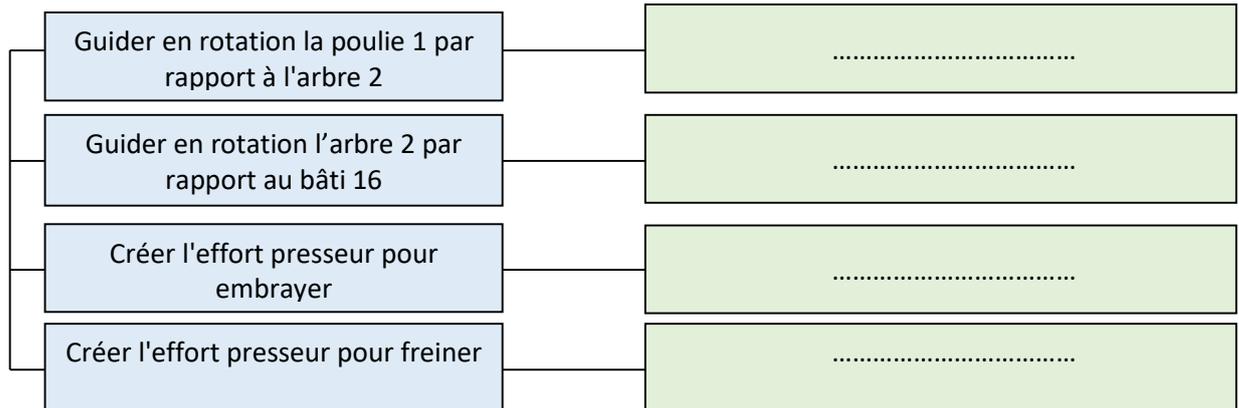


162	Chaine d'énergie	M. J.TEMOUDEN
SI / SMB	LA FONCTION TRANSMETTRE	Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -

### 8. Embrayage-frein

Le mécanisme représente un embrayage frein à l'échelle 2 : 5. Il est destiné à accoupler, via un embrayage, une poulie motrice (1) avec un pignon récepteur (19) et à permettre l'arrêt immédiat de ce dernier en cas de débrayage.

a. En se référant au dessin d'ensemble, indiquer les solutions technologiques utilisées :



b. Préciser le type d'embrayage et le type de frein utilisés

.....  
.....

c. Quelle position (embrayé/freiné) est représentée sur le dessin d'ensemble ? .....

d. Quelle est la fonction des trous T ?

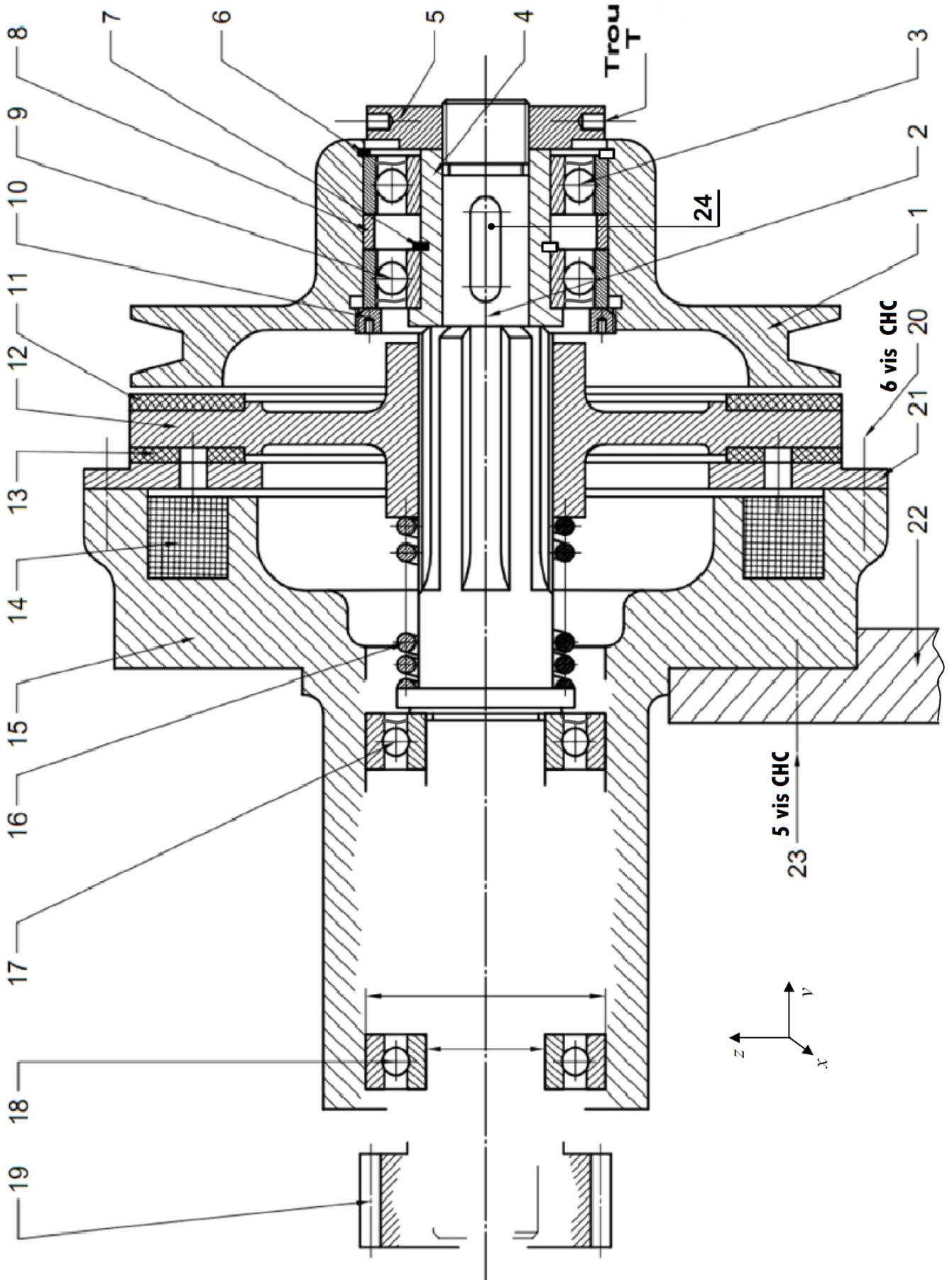
.....

e. Ci-dessus, une description brève du fonctionnement de ce système ; compléter-la à partir de cette liste de mots : embrayage, excités, freiner, adhérence, ressorts, attiré

Lorsque les bobines sont alimentées, le disque 12 est ..... vers la gauche, il entre alors en contact avec l'élément fixe 21; ce qui permet de ..... l'arbre 2.  
Lorsque les bobines ne sont pas ....., le disque 12 est ramené en position d' ..... grâce aux ....., l'arbre 2 peut alors tourner en rotation par .....

f. Entourer d'un cercle les pièces animées d'un mouvement de rotation en cas d'embrayage (Bi : bague Intérieure ; Be : bague Extérieure)

1	2	3 Bi	3 Be	4	5	6	7	8	9 Bi	9 Be	10	11	12
13	14	15	16	17 Bi	17 Be	18 Bi	18 Be	19	20	21	22	23	24



164	Chaine d'énergie	M. J.TEMOUDEN
SI / SMB	LA FONCTION TRANSMETTRE	Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -

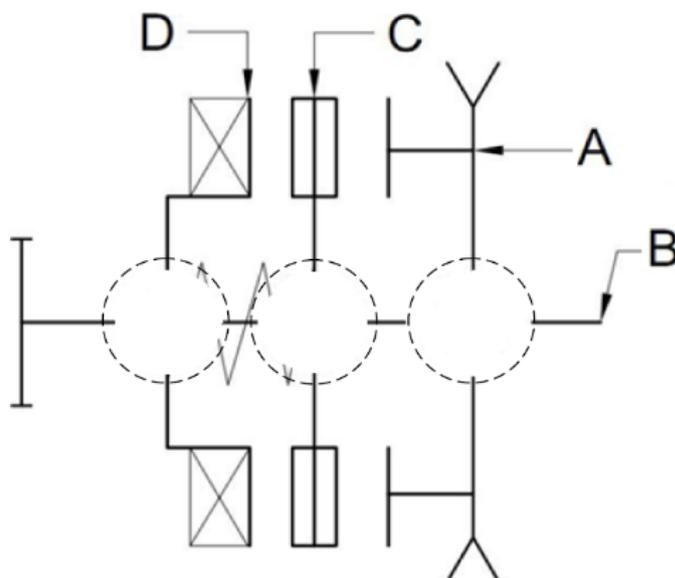
g. Compléter ce tableau

Pièce	Nom	Fonction
3	.....	.....
6	.....	.....
7	.....	.....
8	.....	.....
11	.....	.....
13	.....	.....
16	.....	.....
24	.....	.....

h. Compléter ce tableau de liaisons

Liaison	Nom de la liaison	Libertés						Degrés de liberté
		Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	
4/2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1/2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
12/2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
15/2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
19/2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

i. Compléter le schéma cinématique du mécanisme



<b>165</b>	<b>Chaîne d'énergie</b>	<b>M. J.TEMOUDEN</b>
<b>SI / SMB</b>	<b>LA FONCTION TRANSMETTRE</b>	<b>Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -</b>

**j.** Trouver la composition des classes d'équivalence

- A = {1
- B = {2
- C = {11
- D = {14 ; 15

Données :

Effort d'attraction de l'électroaimant	<b>F<sub>a</sub> = 700 daN</b>
Effort presseur du ressort	<b>F<sub>p</sub> = 500 daN</b>
Coefficient de frottement	<b>f = 0,5</b>
Rayons de la surface de friction d'embrayage	<b>R<sub>e</sub> = 176,25 et r<sub>e</sub> = 130</b>
Rayons de la surface de friction freinage	<b>R<sub>f</sub> = 176,25 et r<sub>f</sub> = 119,75</b>

- k.** Indiquer, sur le dessin d'ensemble, les rayons R<sub>e</sub> et r<sub>e</sub> de la surface de friction d'embrayage ainsi que les rayons R<sub>f</sub> et r<sub>f</sub> de la surface de friction de freinage
- l.** Calculer le couple transmissible par l'embrayage ainsi que le couple de freinage

.....

.....

.....

.....

.....

.....

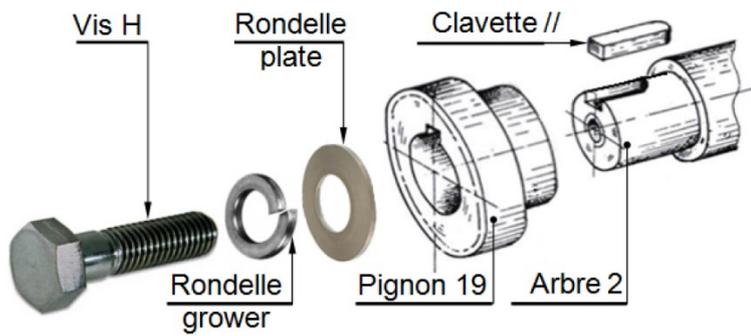
.....

**m.** Travail graphique

- Compléter le montage des roulements 17 et 18 en assurant les arrêts en translation de leurs bagues par rapport à l'arbre 2 et au corps 15 :

Pour les bague intérieure : entretoise entre Bi17 et Bi18 ; entretoise à gauche de Bi18  
 Pour les bague extérieure : épaulement de 15 à droite de Be17 ; Circlips d'alésage à gauche de Be18

- Réaliser la liaison complète du pignon 19 avec l'arbre 2 : vis H + rondelle Grower + rondelle plate à gauche du pignon 19 ; entretoise à droite du pignon 19 ; clavette parallèle entre l'arbre 2 et le pignon 19



- Indiquer les ajustements sur les portées de roulement 18.

