

CHAPITRE 4

FONCTION TRANSMISSION DE MOUVEMENT

Leçon 1 : Transmission sans transformation de mouvement et sans modification de vitesse angulaire :

A- Accouplements et limiteurs de couple.

B- Embrayages et freins.

Leçon 2 : Transmission sans transformation de mouvement avec modification de vitesse angulaire :
Les engrenages.

Leçon 3 : Transmission avec transformation de mouvement:

- Système vis écrou.
- Excentriques.
- Cames.
- Bielle manivelle.
- Pignon-crémaillère.

O B J E C T I F S

B2.1- Définir les constituants d'une chaîne de transmission de mouvement.

B2.2- Déterminer les caractéristiques d'une transmission.

B2.3- Compléter la représentation d'une solution constructive.

CONNAISSANCES NOUVELLES

Les organes de transmission de mouvement.

* Sans transformation de mouvement :

- accouplements;
- embrayages;
- limiteurs de couple;
- freins;
- engrenages.

* Avec transformation de mouvement :

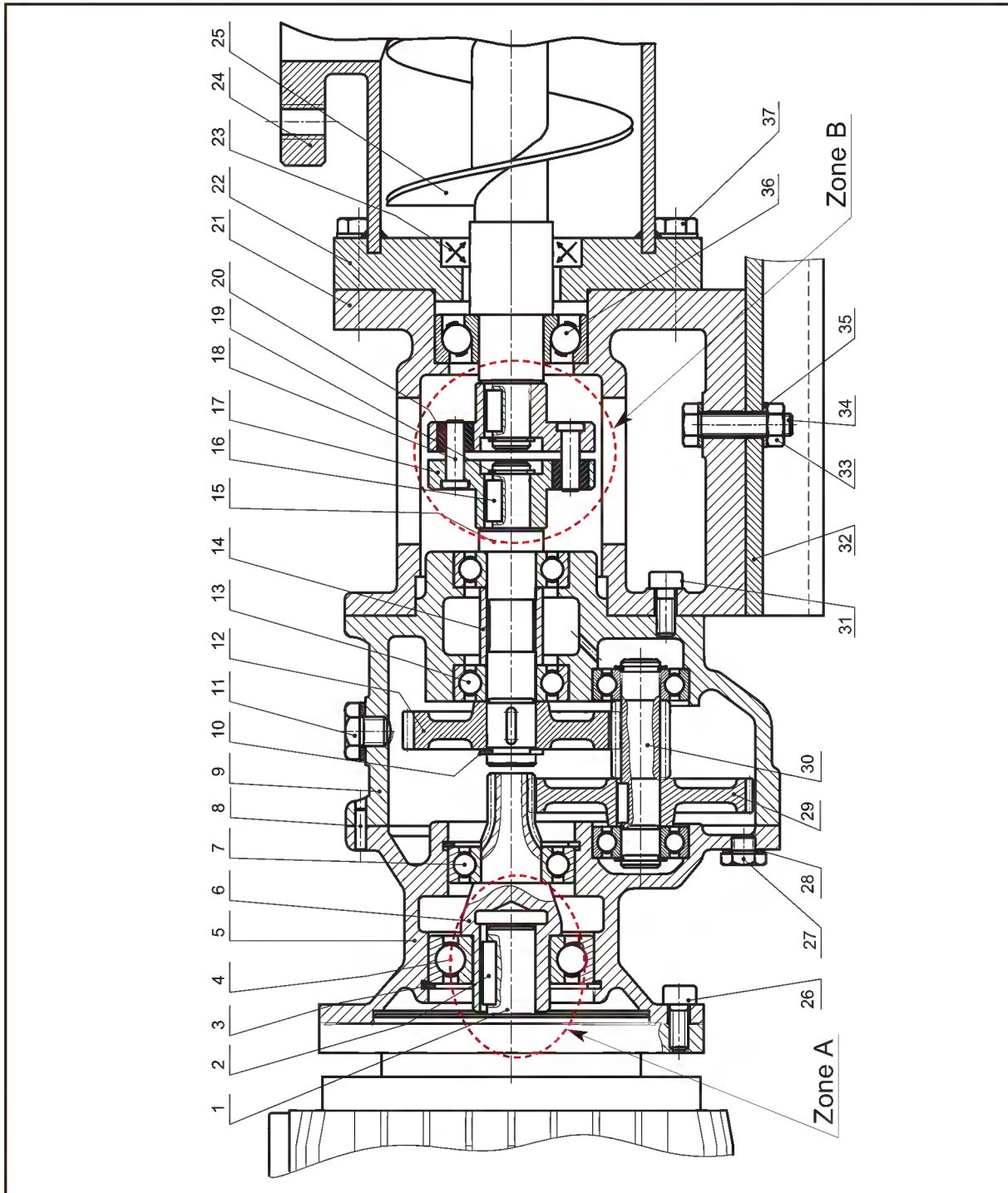
- système vis-écrou;
- excentriques;
- cames;
- bielle manivelle;
- pignon-crémaillère.

A- ACCOUPLEMENTS ET LIMITEURS DE COUPLE

Développement de connaissances

1- Présentation du système d'étude :

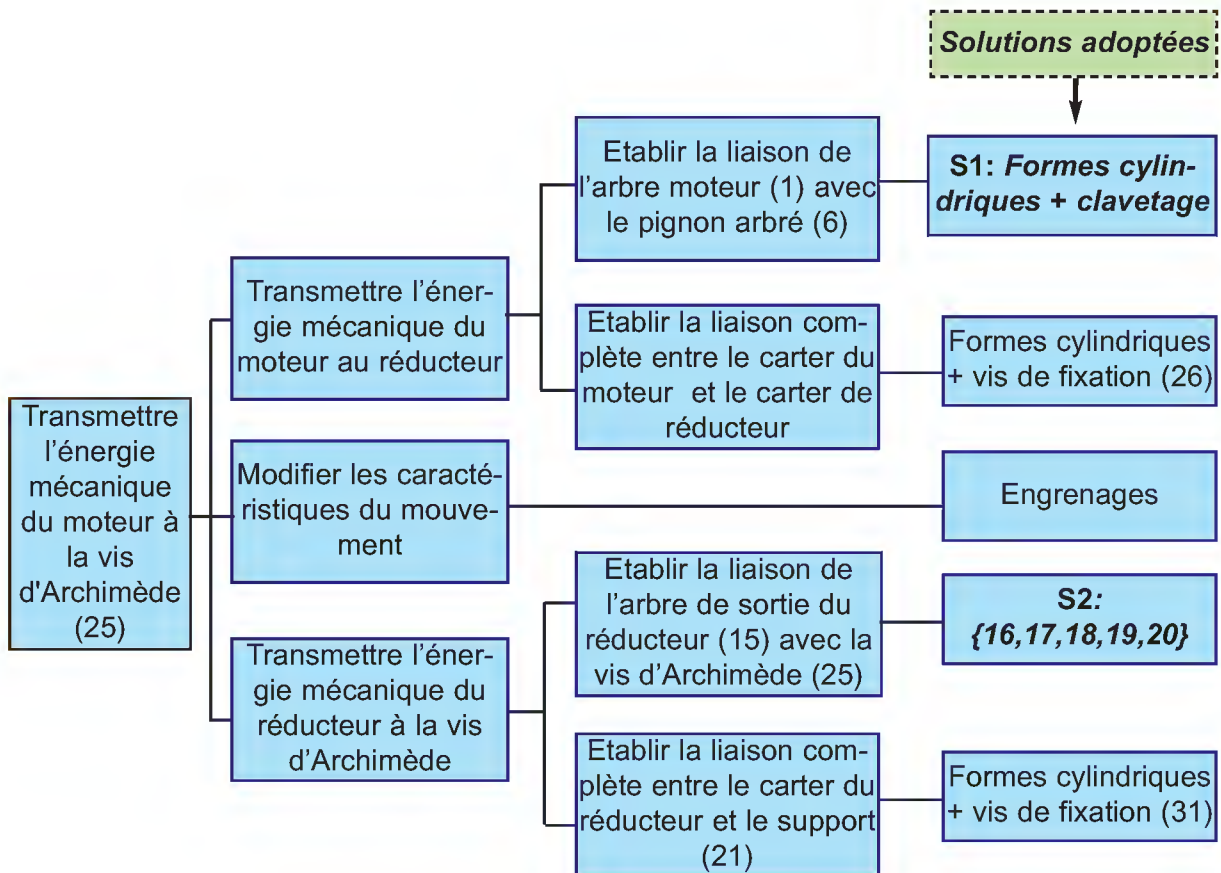
Le système d'étude « pompe mono-vis » (voir le dessin d'ensemble) fait partie d'une huilerie moderne. Cette pompe permet de malaxer les olives broyées.



37	8	Vis à tête hexagonale		
36	1	Roulement à une rangé de billes à contact oblique		
35	2	Rondelle d'appui		
34	2	Vis à tête hexagonale		
33	2	Ecrou hexagonal		
32	1	Semelle	S275	
31	5	Vis à tête cylindrique à six pans creux		
30	1	Pignon arbré	C35	
29	1	Roue dentée	C35	
28	1	Joint plat		
27	1	Bouchon de vidange		
26	7	Vis à tête cylindrique à six pans creux		
25	1	Vis d'Archimède	C35	
24	1	Corps de la pompe	EN GJL200	
23	1	Joint à lèvres		
22	1	Bride	S275	
21	1	Support	EN GJL200	
20	6	Bague		
19	2	Anneau élastique pour arbre		
18	6	Axe	S275	
17	2	Plateau	S275	
16	2	Clavette parallèle forme A		
15	1	Arbre	C40	
14	1	Bague	S235	
13	2	Roulement à une rangé de billes à contact radial		
12	1	Roue dentée	C40	
11	1	Bouchon de remplissage		
10	1	Anneau élastique pour alésage		
9	1	Carter	EN GJL200	
8	1	Goupille de centrage		
7	1	Roulement à une rangé de billes à contact radial		
6	1	Pignon arbré	C60	
5	1	Boîtier	EN GJL200	
4	1	Roulement à une rangé de billes à contact radial		
3	1	Anneau élastique pour alésage		
2	1	Clavette parallèle forme A		
1	1	Arbre moteur	C40	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Obs.
POMPE MONO-VIS				

Problème posé : Identifier les solutions adoptées pour répondre à la fonction :
« **Transmettre l'énergie mécanique du moteur à la vis d'Archimède (25)** ».

Le F.A.S.T de la fonction évoquée :

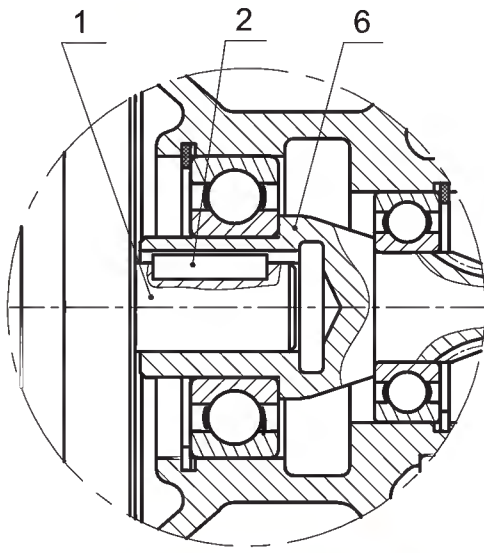
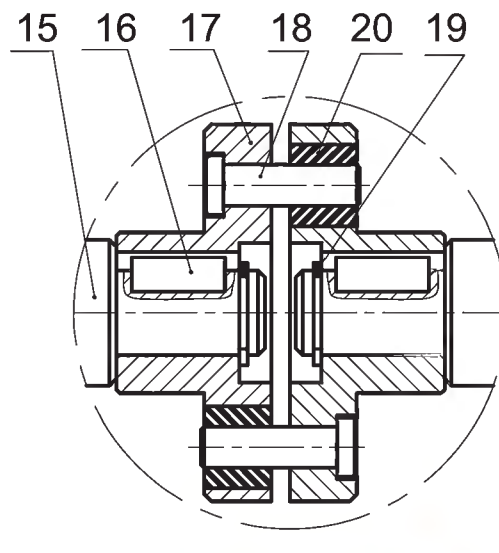


On s'intéresse aux solutions technologiques adoptées qui assurent :

- la liaison de l'arbre moteur (1) avec le pignon arbré (6) :
Solution S1 (Voir le dessin d'ensemble : zone "A")
- la liaison de l'arbre de sortie du réducteur (15) avec la vis d'Archimède (25) :
Solution S2 (Voir le dessin d'ensemble : zone "B")

Les deux solutions S1 et S2 permettant **d'accoupler** deux arbres situés dans le même prolongement sont nommées « **accouplements** ».

Comparons les deux accouplements utilisés.

 <p style="text-align: center;">Solution S1</p>	 <p style="text-align: center;">Solution S2</p>
<p>Ce montage exige un alignement parfait des arbres et n'autorise aucun mouvement relatif donc : c'est un accouplement rigide.</p>	<p>Cet ensemble comporte un composant déformable (les bagues (20) en caoutchouc) ce qui permet l'assemblage d'accepter certains désalignements et décalages des arbres donc : c'est un accouplement élastique.</p>

2- Les accouplements :

D'une manière générale, la fonction principale d'un accouplement est la transmission de puissance entre deux arbres situés dans le même prolongement.

On distingue généralement 3 familles :

- accouplements rigides : qui assurent un encastrement entre les arbres, les rendant coaxiaux;
- accouplements élastiques : qui acceptent une relative élasticité en torsion;
- accouplements positifs : qui n'acceptent pas d'élasticité en torsion.

On peut aussi distinguer les joints homocinétiques : qui ne modifient pas la loi de vitesse.

2-1 Les accouplements rigides.

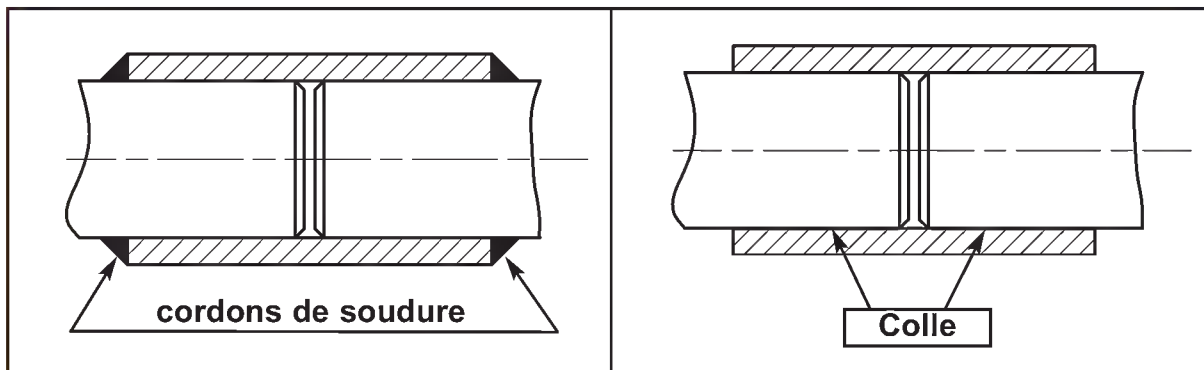
Ces accouplements ne doivent être utilisés que si le montage est très rigide et si l'équipement est suffisamment robuste pour supporter les moments et les forces générées par les inévitables désalignement.

➤ Entraînement par adhérence.

On relie les deux arbres avec un manchon ajusté "serré" des deux cotés.

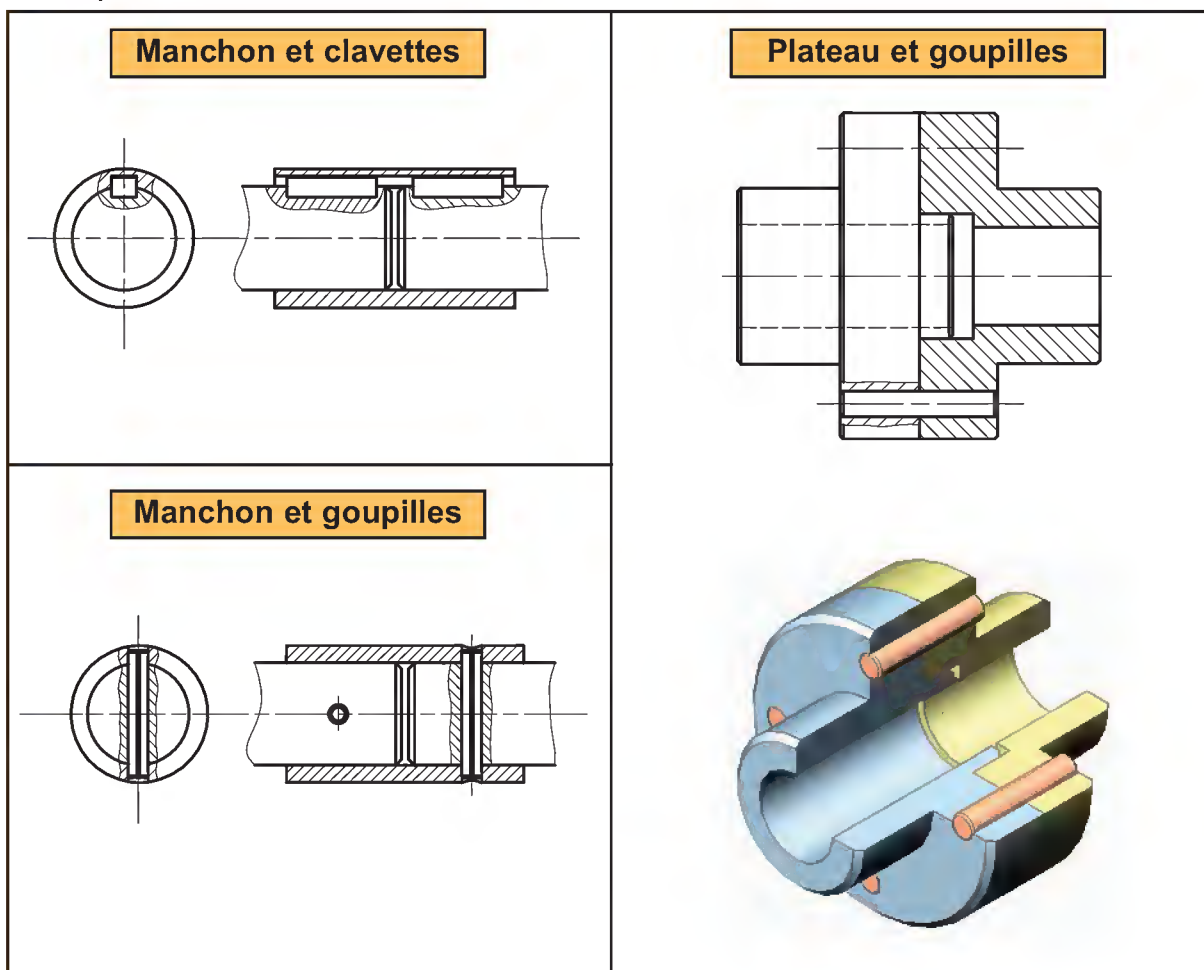
➤ **Entraînement par collage ou soudure.**

La liaison entre les deux arbres est obtenue avec un manchon rendu solidaire par un cordon de soudure ou une couche de colle.



➤ **Entraînement par obstacle.**

Afin d'assurer l'entraînement en rotation, en plus de la mise en position, on place un obstacle (clavette, goupille). La mise en position peut s'effectuer avec un manchon ou un plateau.

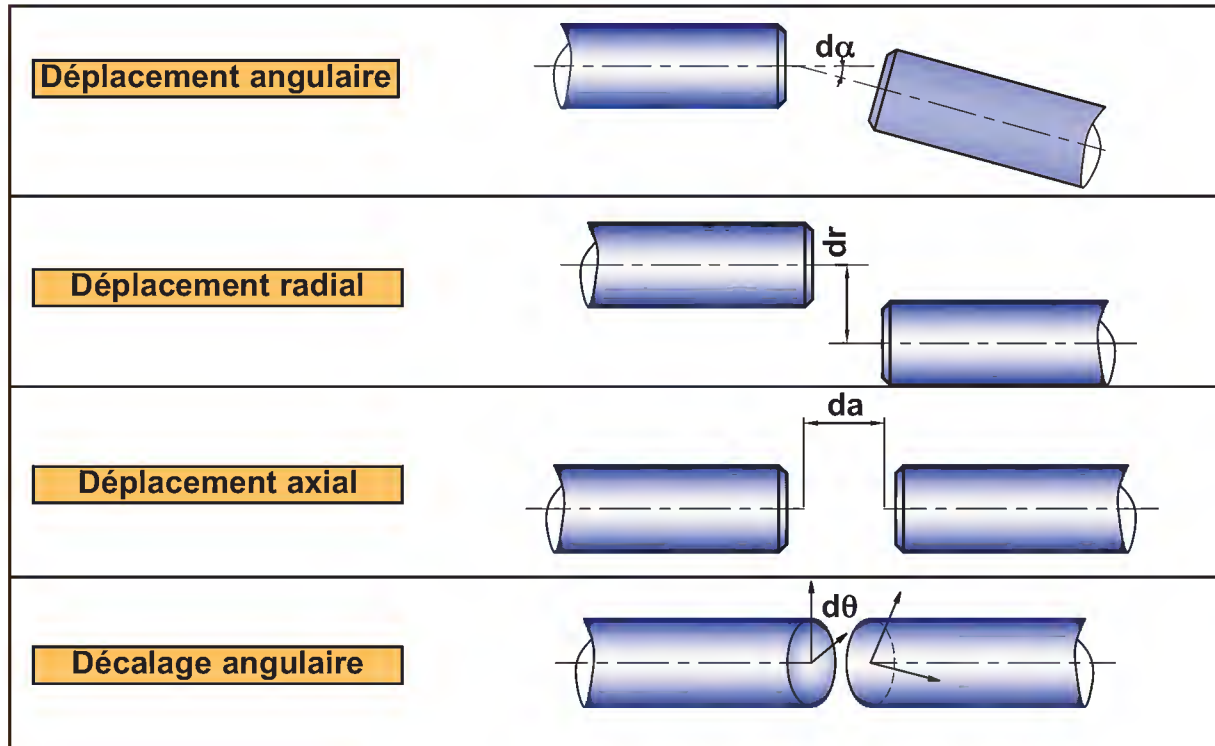


2-2 Les accouplements élastiques :

D'une manière générale, ces composants sont constitués de deux éléments rigides reliés par un ou plusieurs éléments intermédiaires élastiques (élastomère ou métal), qui permettent la compensation des défauts et l'absorption des chocs.

Ces accouplements permettent un léger déplacement de la position relative des arbres.

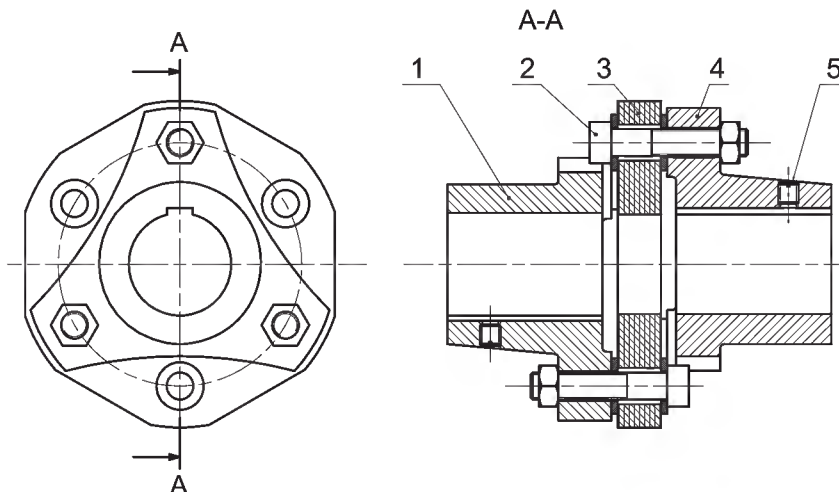
Déplacements possibles:

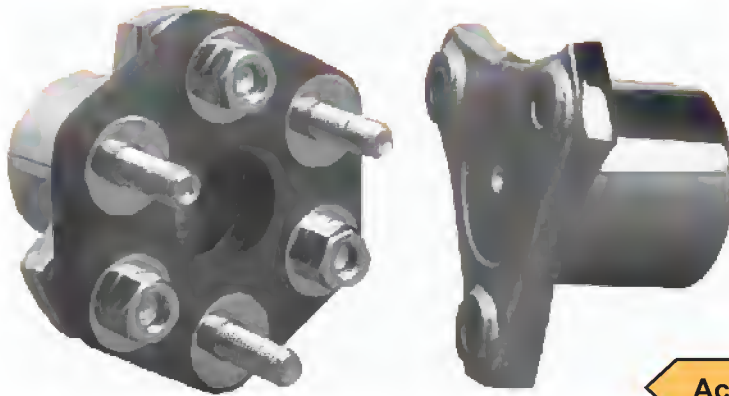


► Elastomères.

Dans ce type d'accouplement, la sollicitation de l'élément élastique peut être :

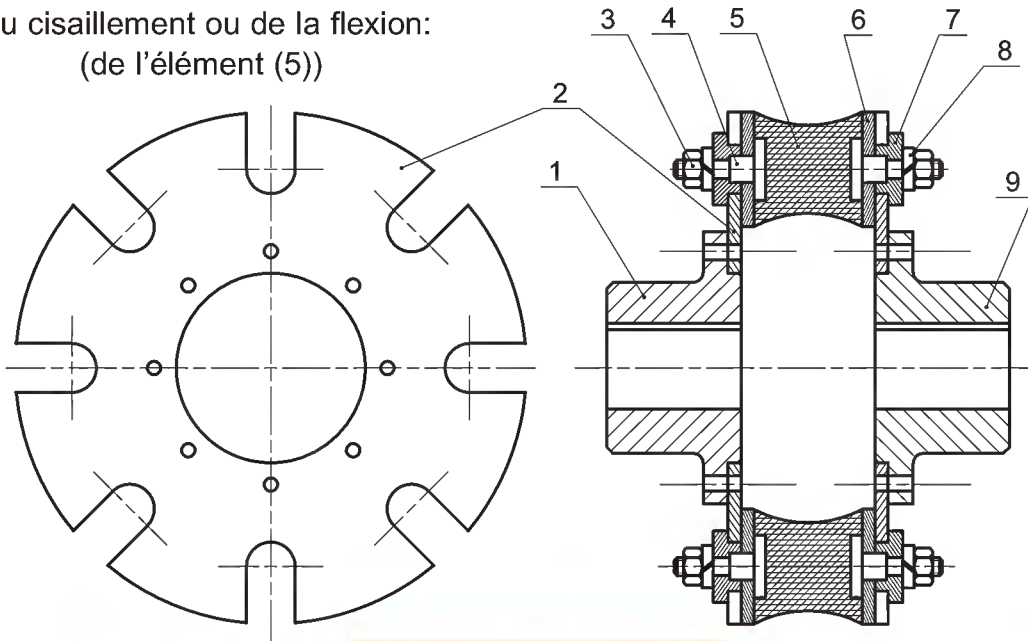
- de la compression:(de l'élément (3)).



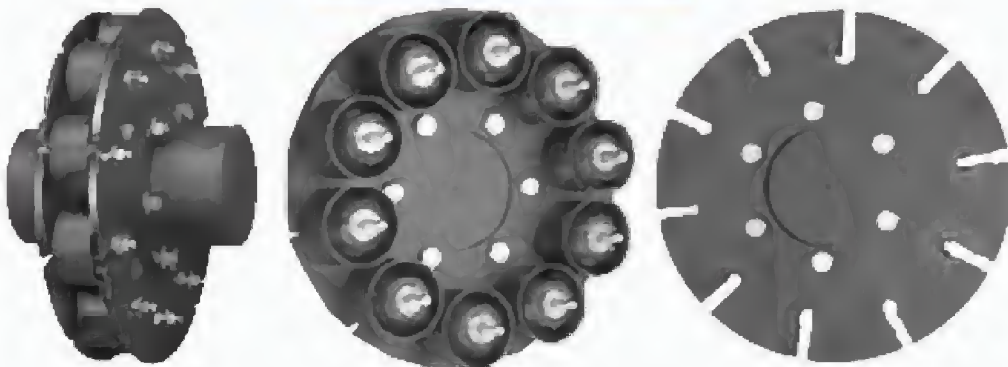


Accouplement FLECTOR

- du cisaillement ou de la flexion:
(de l'élément (5))

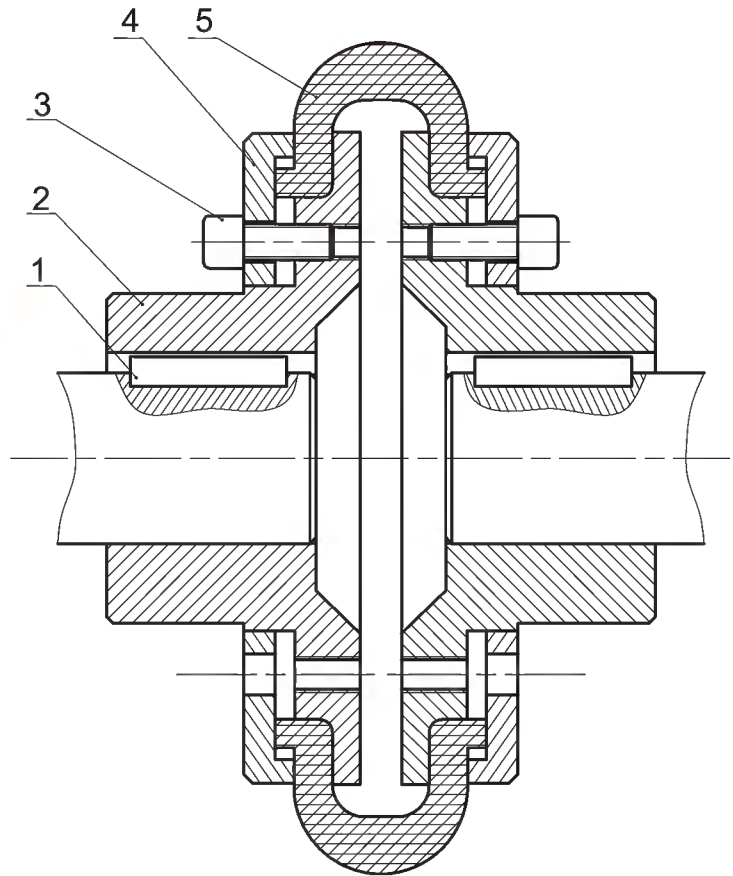


Manchon RADIAFLEX



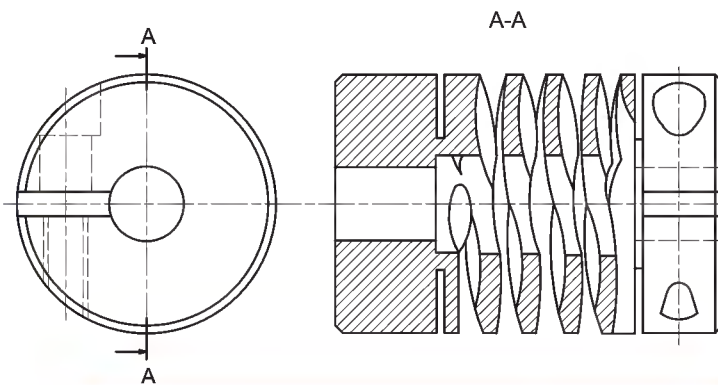
- de la torsion: (de l'élément (5))

Manchon à gaine flexible



► **Métalliques.**

On utilise principalement des profilés hélicoïdaux, générés par usinage d'une gorge en hélice débouchant dans un tube cylindrique.



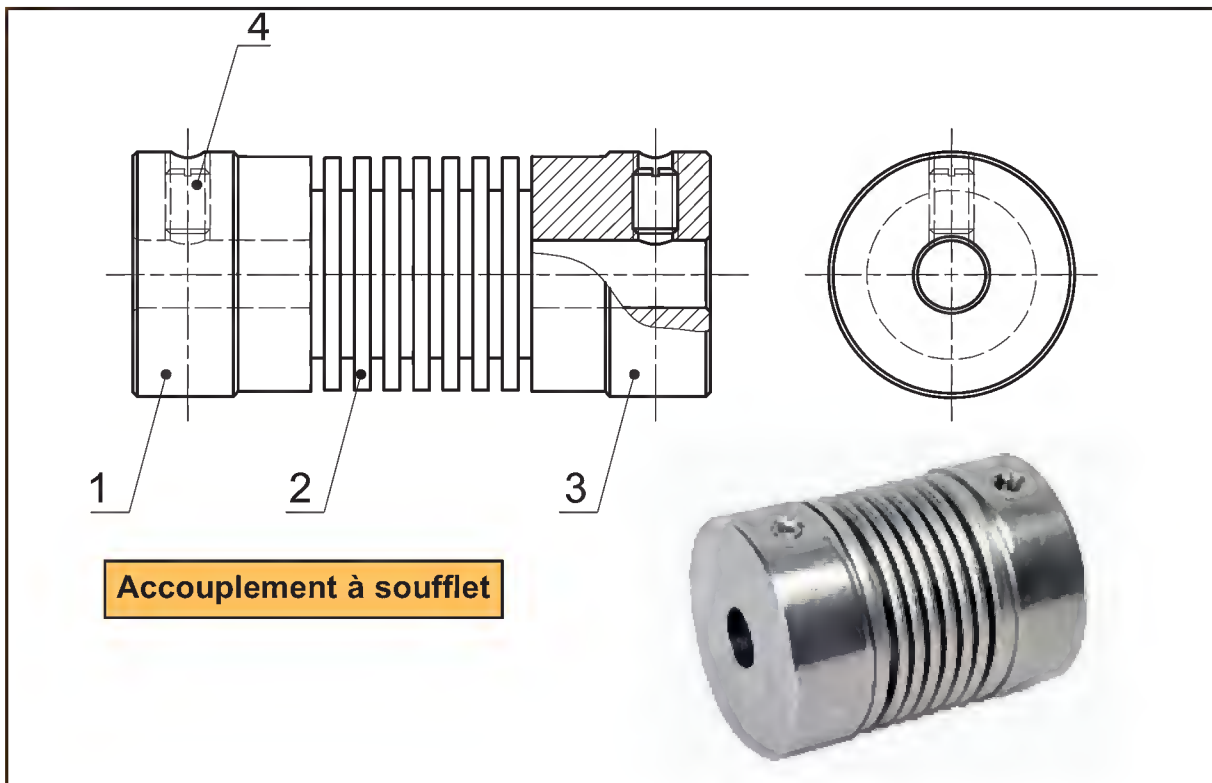
Accouplement «Panamech Multi-Beam»

2-3 Les accouplements positifs :

Ces accouplements, proches des accouplements élastiques, ont une rigidité en torsion importante.

Parmi les technologies, on retrouve les joints :

- à soufflet :



- avec plateaux rainurés :



Joint d' OLDHAM

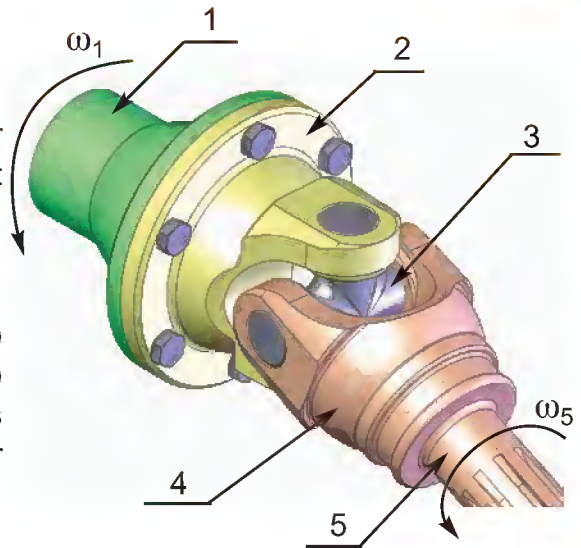
2-4 Le joint de cardan

Fonction

Le joint de cardan permet aux arbres d'avoir une liberté angulaire variable et relativement importante au cours du fonctionnement.

Constitution

- Une mâchoire (2) liée à l'arbre du moteur (1)
- Une mâchoire (4) liée à l'arbre récepteur (5)
- Les axes du croisillon (3) ainsi que ceux des arbres moteur et récepteur doivent coïncider au même point.

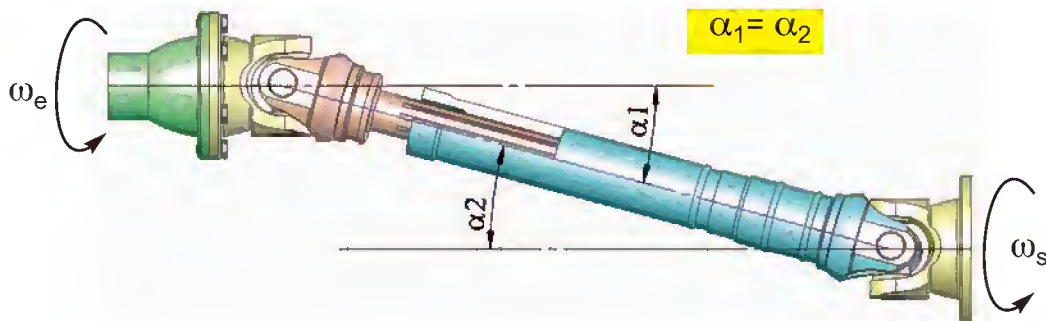


Inconvénient de la transmission :

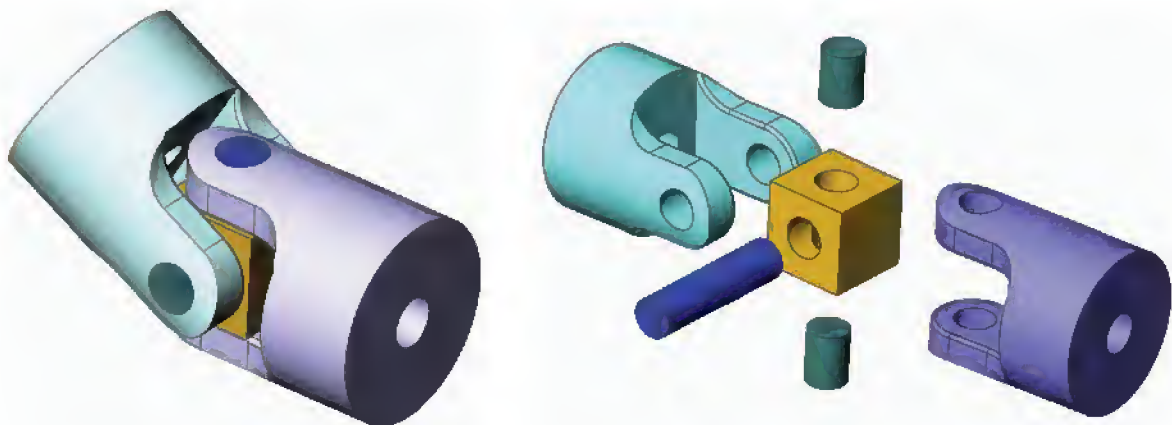
Les vitesses angulaires instantanées (ω_1 et ω_5) ne sont pas les mêmes pour les deux arbres, donc la transmission n'est pas homocinétique.

Réalisation d'une transmission homocinétique :

La réalisation d'une transmission homocinétique ($\omega_e = \omega_s$) est assurée par deux joints de cardan.



Autre exemple de joint de cardan :



2-5 Les limiteurs de couple (ou manchon de sécurité):

Problème : Pour les différents accouplements évoqués précédemment, la question qui se pose : En cours de fonctionnement, que se passe-t-il si l'arbre récepteur se trouve accidentellement bloqué ?

La réponse : l'un des organes de liaison sera endommagé.

Pour remédier à ce problème, on est amené à remplacer l'accouplement par un dispositif nommé : **limiteur de couple**.

Le limiteur de couple.(ou manchon de sécurité)

C'est un dispositif de sécurité qui évite toute surcharge ou blocage d'une machine. Lorsque la surcharge a cessé, il y a à nouveau entraînement sans qu'il soit nécessaire d'intervenir sur le limiteur de couple.

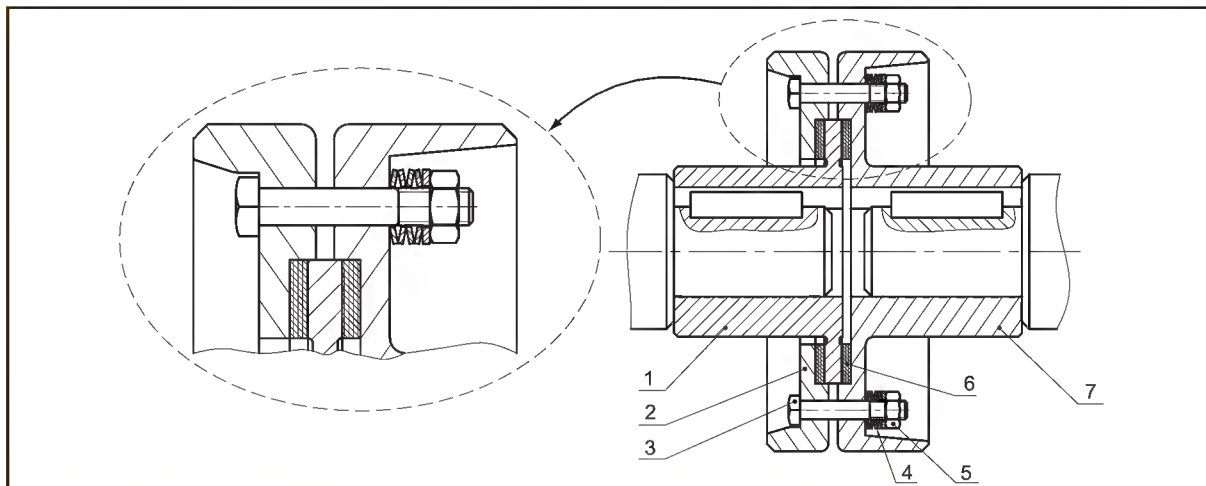
Les surfaces de friction sont soumises à la pression d'un ressort et le couple de glissement est prédéterminé par le réglage de la force du ressort.

Exemple :

La liaison entre (1) et l'ensemble {(2) et (7)} est obtenue par adhérence.

Les éléments qui créent la force pressante nécessaire à l'adhérence sont les rondelles Belleville(4).

On peut faire varier la valeur limite du couple à transmettre en serrant ou en desserrant les écrous (5).



2-6 Symboles normalisés des accouplements :

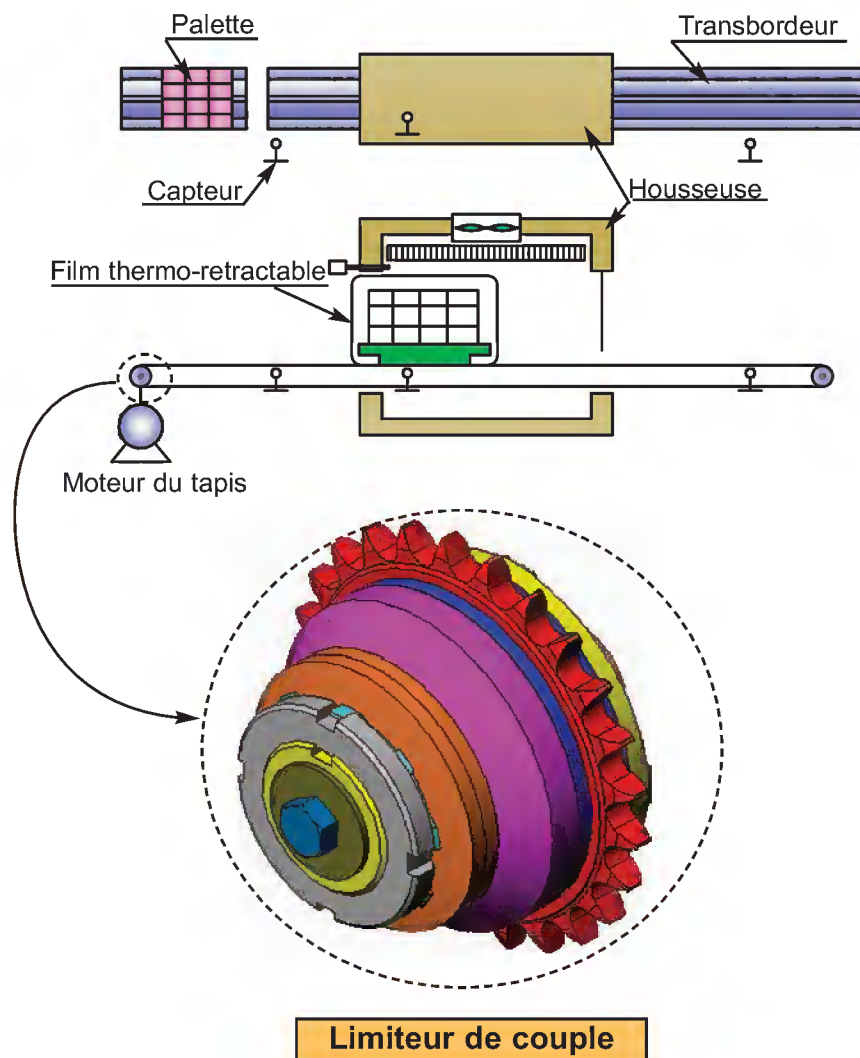
Accouplement (symbole général)		Joint de cardan	
Accouplement rigide		Accouplement élastique	
Limiteur de couple ou manchon de sécurité			

Consolidation des connaissances

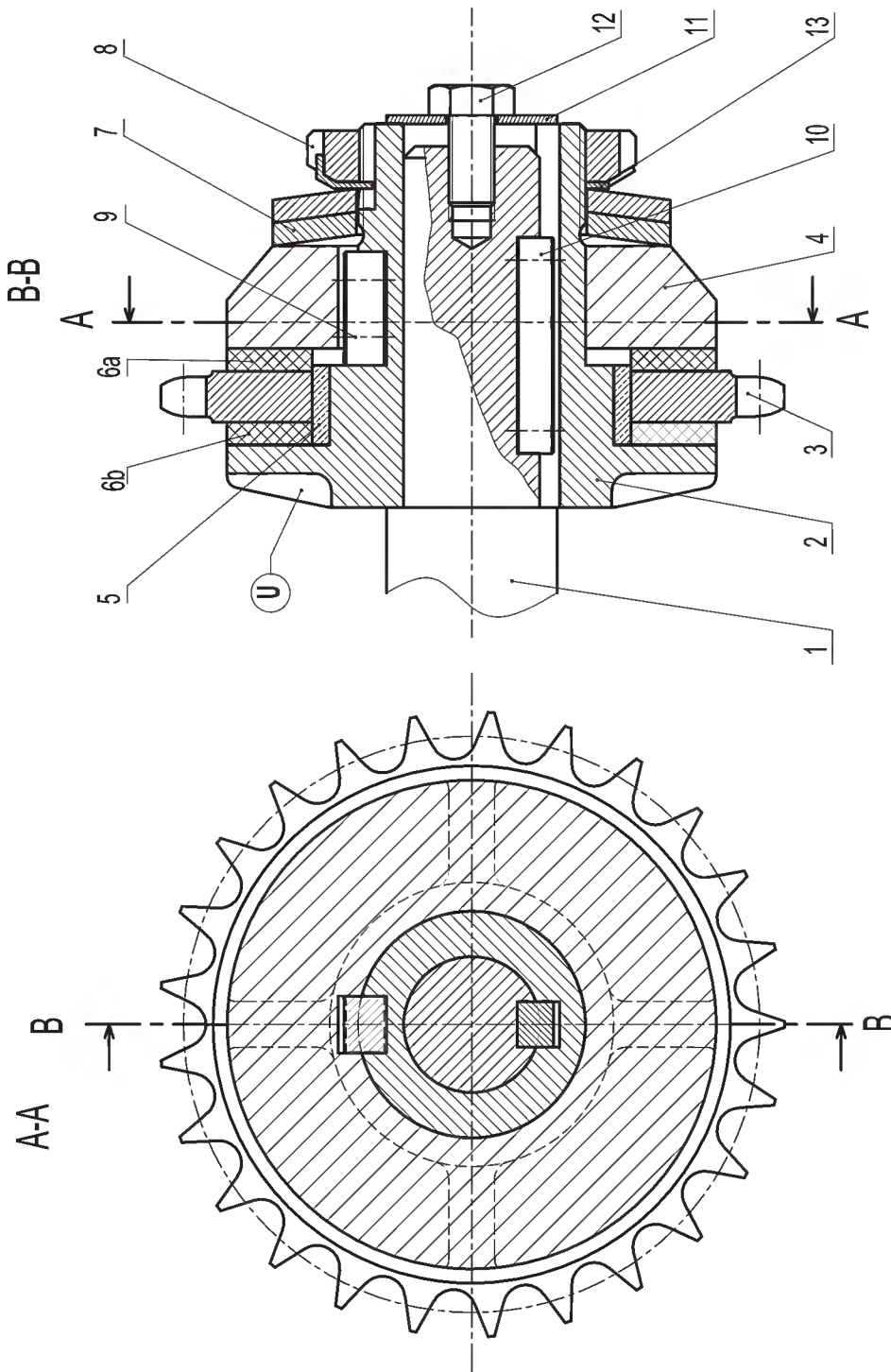
Système d'étude : Limiteur de couple

1- Mise en situation :

Le système étudié est un limiteur de couple. Cet organe est monté sur l'arbre moteur du transporteur entraînant le tapis roulant d'une housseuse d'une ligne de conditionnement de produits laitiers d'une coopérative agricole.



Les briques de lait (1 litre) sont conditionnées en pack de 6 x 1 litre au cours du fardage puis chaque ligne procède à la palettisation des packs en palettes (720 packs de 1 litre). L'ensemble des palettes se trouve ensuite à l'entrée d'une housseuse permettant la dernière phase de conditionnement, en posant un film thermo-rétractable de maintien et de protection des palettes.



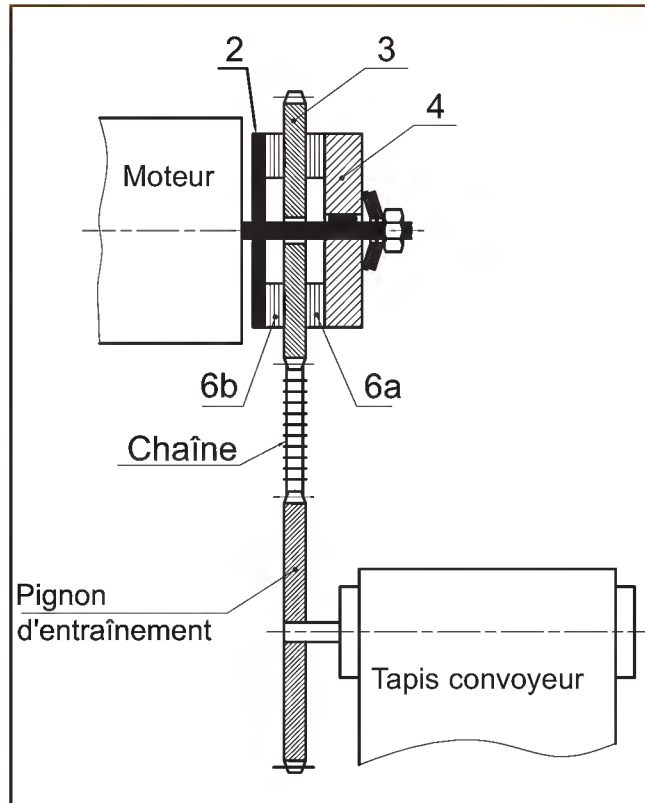
Echelle 1:1

LIMITEUR DE COUPLE

2- Fonctionnement :

Le limiteur de couple, représenté sur le dessin d'ensemble (voir également le schéma ci-contre), assure la transmission du mouvement de rotation entre l'arbre moteur (1) et le pignon à chaîne (3). L'entraînement se fait par adhérence des deux garnitures de friction (6a) et (6b) sur le pignon (3), grâce à l'effort presseur des rondelles élastiques type « Belleville » agissant comme des ressorts. Les garnitures (6a) et (6b) sont collées sur les pièces (2) et (4).

En cas de surcharge anormale ou de blocage accidentel du convoyeur, l'arbre moteur continuera de tourner mais il y aura glissement entre le pignon (3) et les garnitures (6a) et (6b), permettant ainsi d'éviter la rupture des organes les plus fragiles de la transmission.



Travail demandé :

- Pendant le fonctionnement, y a t il un mouvement possible entre (1) et (2) ?.....
- En déduire le nom de la liaison :
- Quelles sont les pièces assurant cette liaison ?
- Indiquer le repère des pièces entraînées en rotation par le moteur en cas de blocage accidentel du convoyeur ?
Moteur + (1)
- Quelle opération doit-on effectuer si le limiteur de couple "patine" trop facilement ?
- Donner le rôle de la rondelle (13) :
- La chaîne retirée, on souhaite changer le pignon (3). Indiquer l'ordre de démontage des pièces strictement nécessaires :
- Quelles familles de matériaux sont indiquées par les hachures des pièces ?
-(6a) et (6b) :
- (5) :

- i- On donne (voir le schéma de la page précédente) :
- La vitesse du moteur asynchrone triphasé est $N_1 = 1500$ tr/min
 - Le nombre de dents du pignon moteur est $Z_3 = 25$ dents
 - Le nombre de dents du pignon d'entraînement du convoyeur est $Z_c = 75$ dents
- i-1 Calculer le rapport de transmission entre le pignon moteur et le pignon du convoyeur : $R =$
- i-2 Calculer la vitesse de rotation du pignon d'entraînement du convoyeur :
..... $N_c =$ tr/min
- j- Donner le nom et la fonction de la forme repérée « U » sur le dessin d'ensemble :
- Nom de la forme repérée « U » :
 - Fonction :

Corrigé

- a- Pendant le fonctionnement, y a t il un mouvement possible entre (1) et (2) ? *Non*
- b- En déduire le nom de la liaison : *Liaison encastrement ou fixe (liaison complète démontable)*
- c- Quelles sont les pièces assurant cette liaison ?
Arrêt en rotation (2)/(1) : Clavette (10)
Arrêt en translation (2)/(1) : Rondelle plate (11) + vis à tête hexagonale(12)
- d- Indiquer le repère des pièces entraînées en rotation par le moteur en cas de blocage accidentel du convoyeur ?
Moteur + (1) + (2) +(4) +(5) + (6) +(7) + (8) + (9) + (10) + (11) + (12) + (13)
- e- Quelle opération doit-on effectuer si le limiteur de couple "patine" trop facilement ?
Comprimer davantage les 2 rondelles élastiques (7), en serrant l'écrou à encoches (8).
- f- Donner le rôle de la rondelle (13) : *Freiner par obstacle l'écrou à encoches (8).*
- g- La chaîne retirée, on souhaite changer le pignon (3). Indiquer l'ordre de démontage des pièces strictement nécessaires : *Dégager la languette de (13) insérée dans une encoche de (8). Dévisser (8), retirer (13) puis les 2 rondelles élastiques (7) puis (4) + (6a) et enfin le pignon (3).*
- h- Quelles familles de matériaux sont indiquées par les hachures des pièces ?
- 6a et 6b : *Férodo*
- 5 : *Alliage de Cuivre*
- i-1 Calculer le rapport de transmission entre le pignon moteur et le pignon du convoyeur :
 $R = N_c / N_3 = Z_3 / Z_c = 25/75 \Rightarrow R = 1/3$
- i-2 Calculer la vitesse de rotation du pignon d'entraînement du convoyeur :
 $N_c = N_3 \times R = 1500 \times (1/3) \Rightarrow N_c = 500$ tr/min.
- j- Donner le nom et la fonction de la forme repérée « U » sur le dessin d'ensemble :
- Nom de la forme repérée « U » : *Nervure*
 - Fonction : *Augmenter la rigidité du moyeu (2).*

Evaluation

Système d'étude : Unité de fabrication de Lopins

1- Mise en situation :

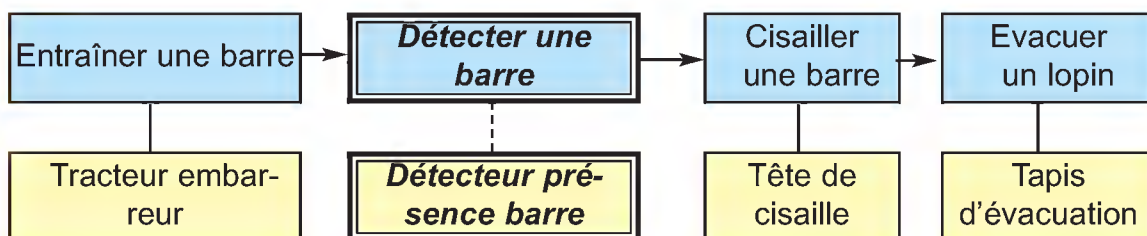
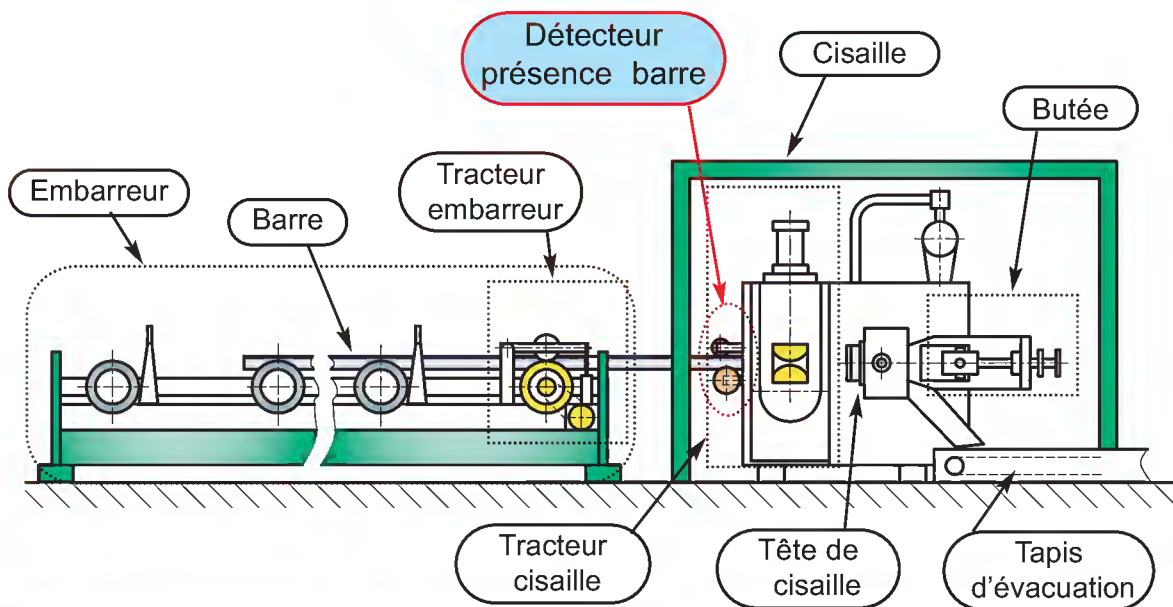
Les roulements, éléments fréquemment utilisés dans les systèmes techniques, sont produits en grandes séries.

Pour certains types de roulements de petit diamètre, la bague intérieure est obtenue par forgeage d'un lopin cisailé dans une barre. Après le forgeage du lopin, la bague est usinée sur une machine à commande numérique. Elle subit ensuite un traitement thermique puis elle est rectifiée.

2- Fonctionnement :

Les lopins sont cisillés dans des barres de 6 mètres de longueur.

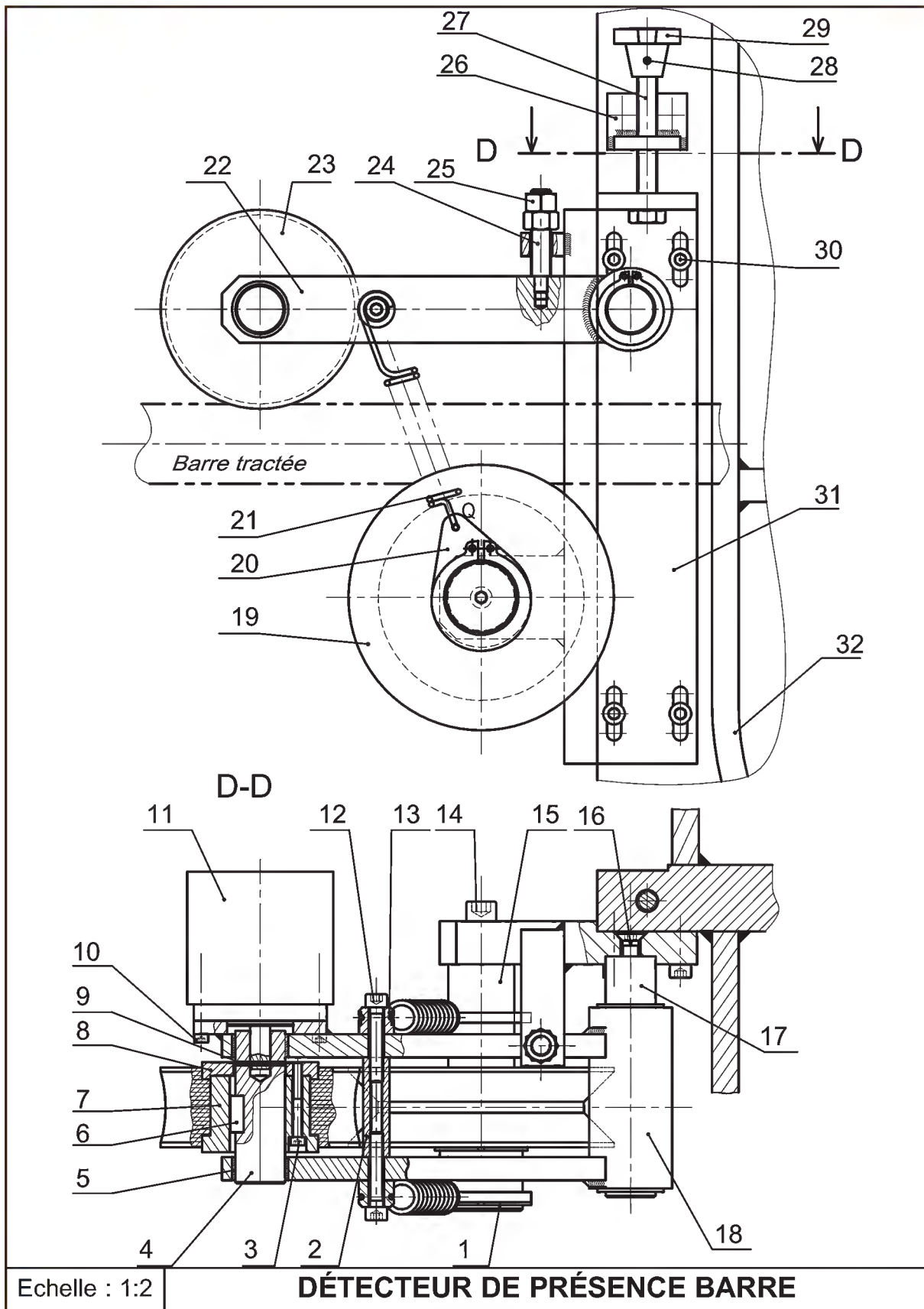
Un élévateur place une barre sur l'embarreur qui permet, grâce au tracteur embarreur, d'amener cette barre vers le tracteur cisaille. Celui-ci fait à son tour avancer la barre contre la butée et la tête de cisaille vient couper le lopin qui est évacué par un tapis.



3- Zone d'étude :

Détecteur de présence pièce (voir le dessin d'ensemble à la page suivante)

Fonction : Détecter une barre grâce au codeur (11) qui permet de déterminer la présence de la barre sur la cisaille.



Echelle : 1:2

DÉTECTEUR DE PRÉSENCE BARRE

32	1	Bâti	S 355	
31	1	Support de capteur	S 355	
30	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux		
29	1	Bouton à croisillon	S 355	
28	1	Goupille élastique ISO 8752		
27	1	Vis de réglage		
26	1	Equerre	C35	
25	2	Ecrou hexagonal		
24	1	Tige d'arrêt filetée	S 355	
23	1	Galet capteur	C 35	
22	1	Levier support de capteur	S 355	
21	2	Ressort de traction	51 Si 7	
20	2	Anneau d'attache de ressort		
19	1	Galet support	C 35	
18	1	Support de capteur	C 35	
17	1	Axe de levier	S 355	
16	1	Vis à tête fraisée à six pans creux		
15	1	Axe de galet support	C 35	
14	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux		
13	1	Attache de ressort		
12	2	Vis à tête cylindrique à six pans creux		
11	2	Capteur		
10	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux		
9	1	Goupille élastique ISO 8752		
8	1	Flasque du galet capteur		
7	1	Moyeu du galet capteur	C 35	
6	1	Clavette parallèle forme A	C 35	
5	2	Coussinet cylindrique	C 35	
4	1	Axe galet capteur		
3	3	Vis à tête cylindrique à six pans creux		
2	1	Entretoise taraudée	C 35	
1	2	Anneau élastique pour arbre		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Obs.
DETECTEUR DE PRESENCE BARRE				

Travail demandé :

 *Description de la solution existante.* (voir le dessin d'ensemble à la page 163)

Le capteur (11) permet de détecter la fin d'une barre. Ce capteur est fixé sur le levier (22) à l'aide des vis (10) et son axe est monté directement dans l'axe galet capteur (4). Celui-ci est guidé à l'aide de deux coussinets (5) sur le levier (22).

Ce montage implique un bon alignement de l'axe galet capteur (4) avec celui du capteur, mais il s'est avéré pendant le fonctionnement une usure rapide du capteur et des coussinets.

 *Modification de la solution*

Le bureau d'étude a donc choisi de modifier cette liaison comme suit : voir le dessin d'ensemble à la page suivante:

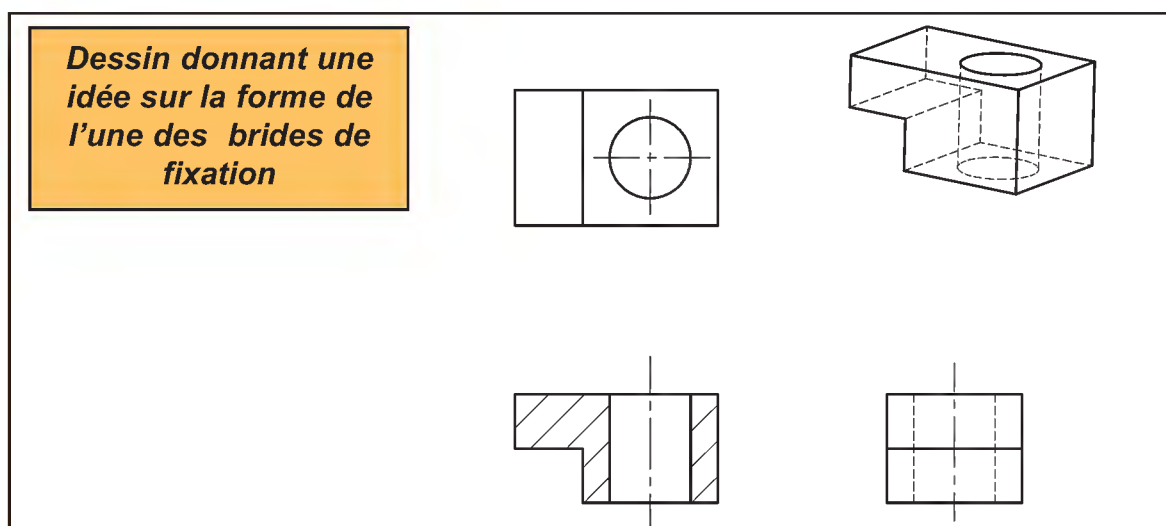
- L'axe de galet (4) est guidé à l'aide d'un roulement à billes à contact oblique à deux rangées de billes (34) monté dans un boîtier soudé au levier (22).
- Un nouveau modèle de capteur (37) a été choisi et il est fixé sur le boîtier.
- La liaison entre l'axe de galet (4) et l'axe du capteur (37) est réalisée à l'aide d'un accouplement soufflet.

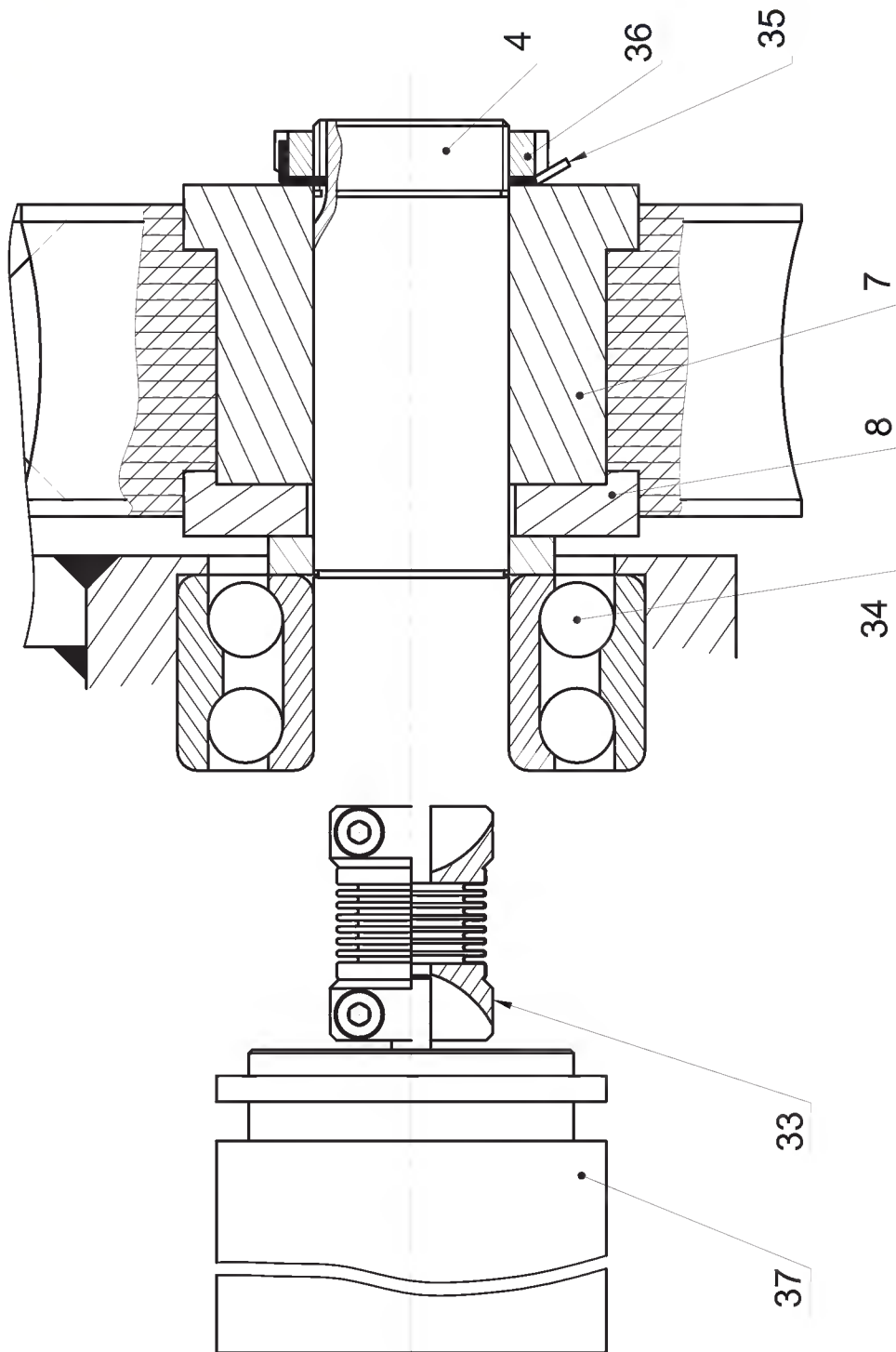
La conception est à réaliser sur le document à la page suivante :

1) Compléter la liaison pivot assurée par le roulement à billes (34). Le boîtier peut être réalisé en plusieurs pièces.

2) Compléter la liaison encastrement entre le capteur (37) et le boîtier. Le capteur est centré (emboîtement cylindrique) et il est en appui plan sur le boîtier. Pour le maintenir en position, utiliser les brides de fixation (voir le dessin ci-dessous). Trois brides sont nécessaires pour assurer un maintien correct.

3) Compléter la liaison entre l'axe de galet (4) et l'axe du capteur (37) en utilisant un accouplement soufflet déjà représenté sur le document fourni. Prévoir le passage de la clé à six pans pour serrer le soufflet.





Echelle : 1:1

DÉTECTEUR DE PRÉSENCE BARRE

B- LES EMBRAYAGES ET LES FREINS :

Développement de connaissances

B-1 LES EMBRAYAGES :

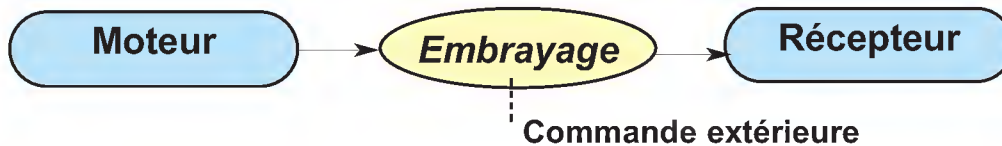
Problème technique : Accoupler ou désaccoupler à volonté deux arbres (moteur et récepteur).

Les moyens technologiques vus précédemment (les accouplements et les limiteurs de couples) ne le permettent pas.

Solution : Utilisation d'un Embrayage.

1- Fonction, situation d'un embrayage :

Dans une chaîne de transmission de puissance, l'embrayage est un mécanisme qui se situe entre l'organe moteur et l'organe récepteur. Il permet à un opérateur disposant d'une commande extérieure, d'accoupler ou de séparer, progressivement ou non, les arbres respectivement solidaires du moteur et du récepteur.



2- Classification.

Pour classifier les types d'embrayage, on peut retenir deux choses :

- le principe d'entraînement entre le moteur et le récepteur (par frottement, par obstacles, etc...).
- la nature de la commande extérieure.

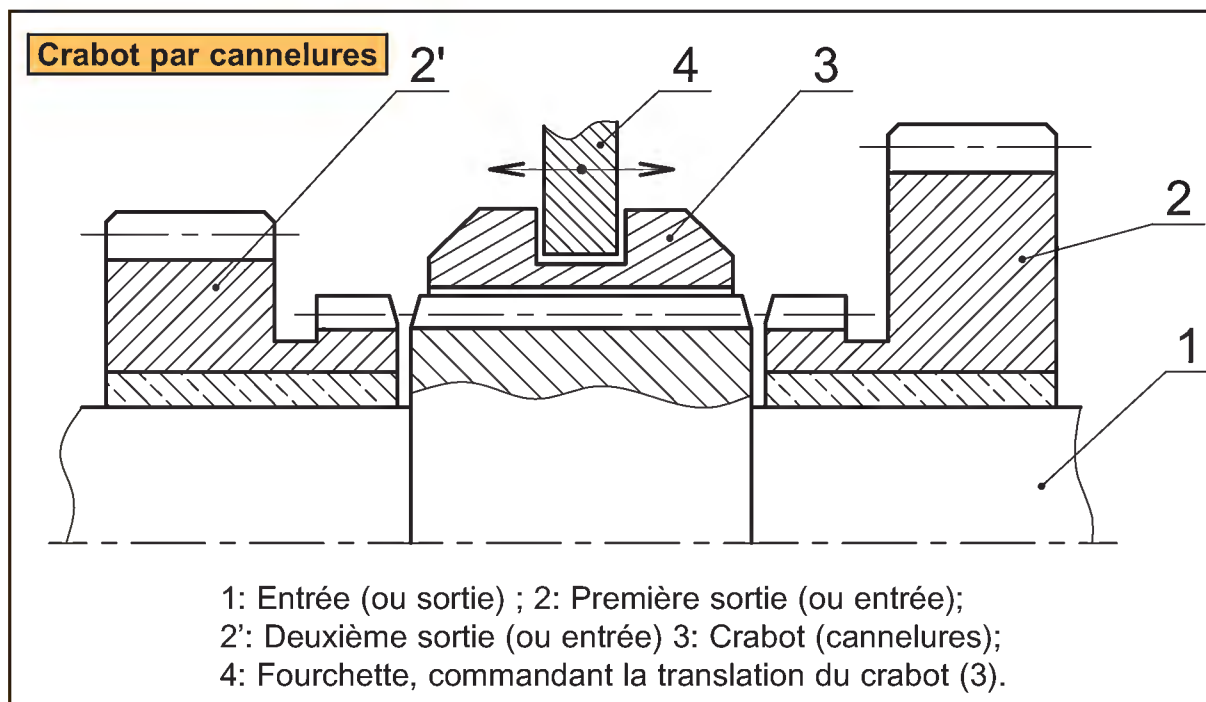
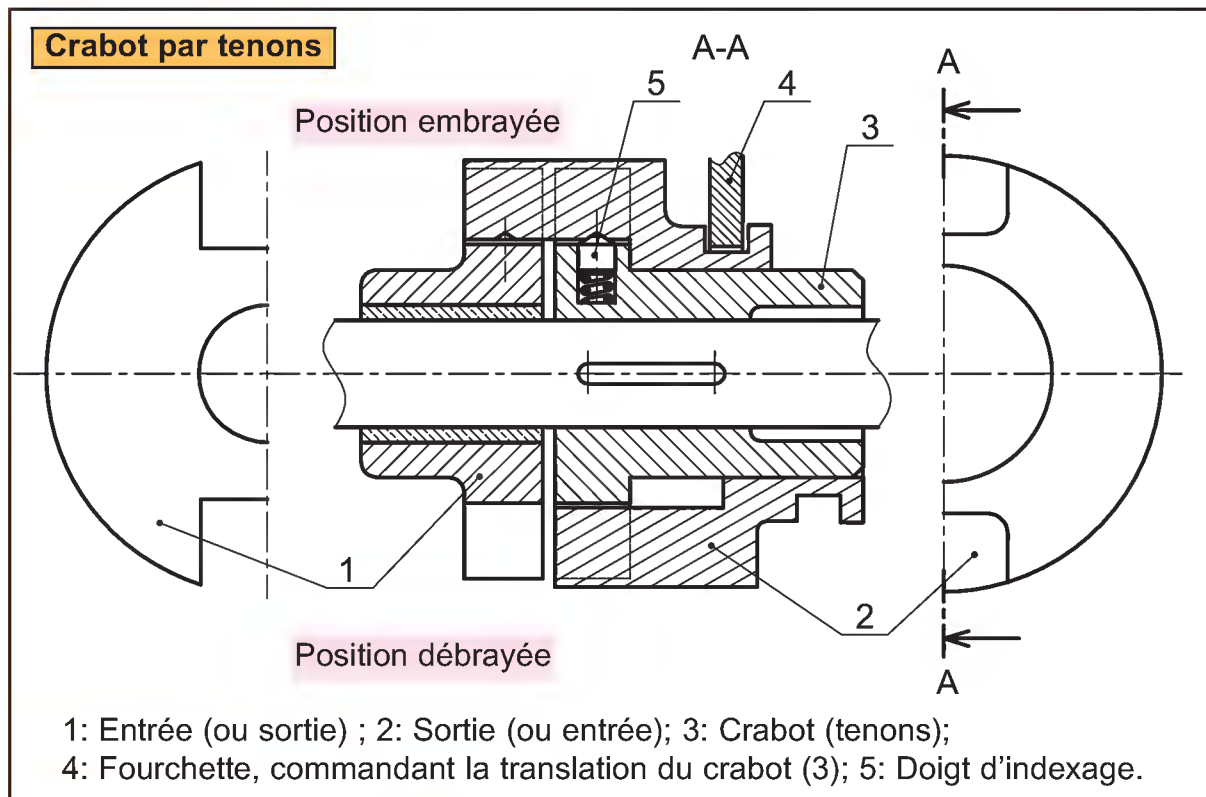
3- Embrayage instantané :

Principe	Nature de la commande extérieure	Désignation	Applications
Contact direct entre deux solides indéformables sans possibilité de glissement :	Mécanique; Electromagnétique; Hydraulique; Pneumatique.	Embrayage à crabots	Machines-outils

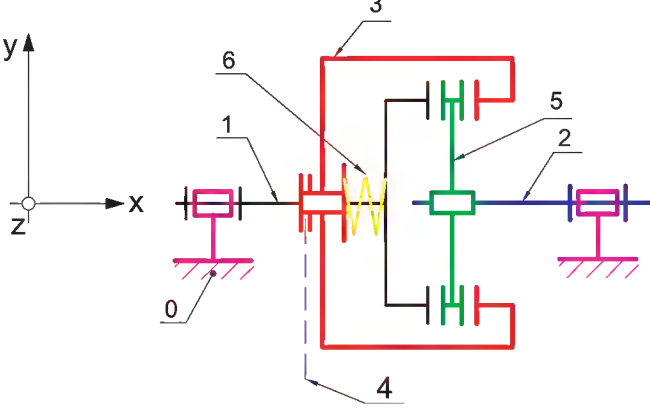
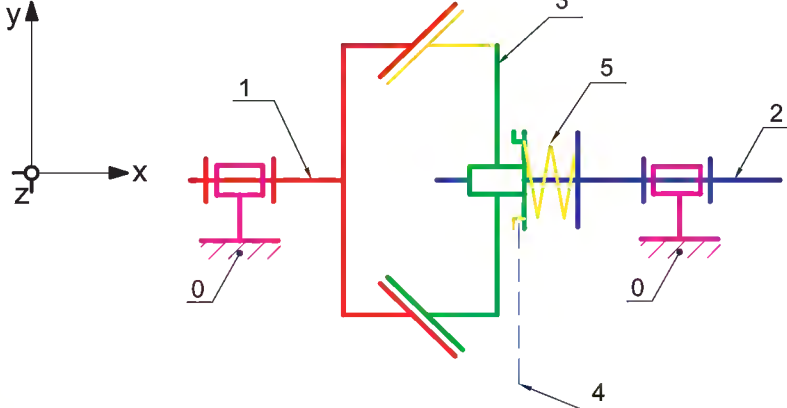
0: bâti ; 1: arbre moteur ; 2: arbre récepteur;
3: flasque à crabots; 4: commande extérieure.

Réalisation :

C'est un embrayage par un obstacle escamotable. L'inconvénient majeur de ce dispositif est que le changement d'état doit se faire à l'arrêt. Voici, ci-dessous, deux réalisations avec une commande mécanique, l'une par tenons, l'autre par cannelures.



4- Embrayages progressifs :

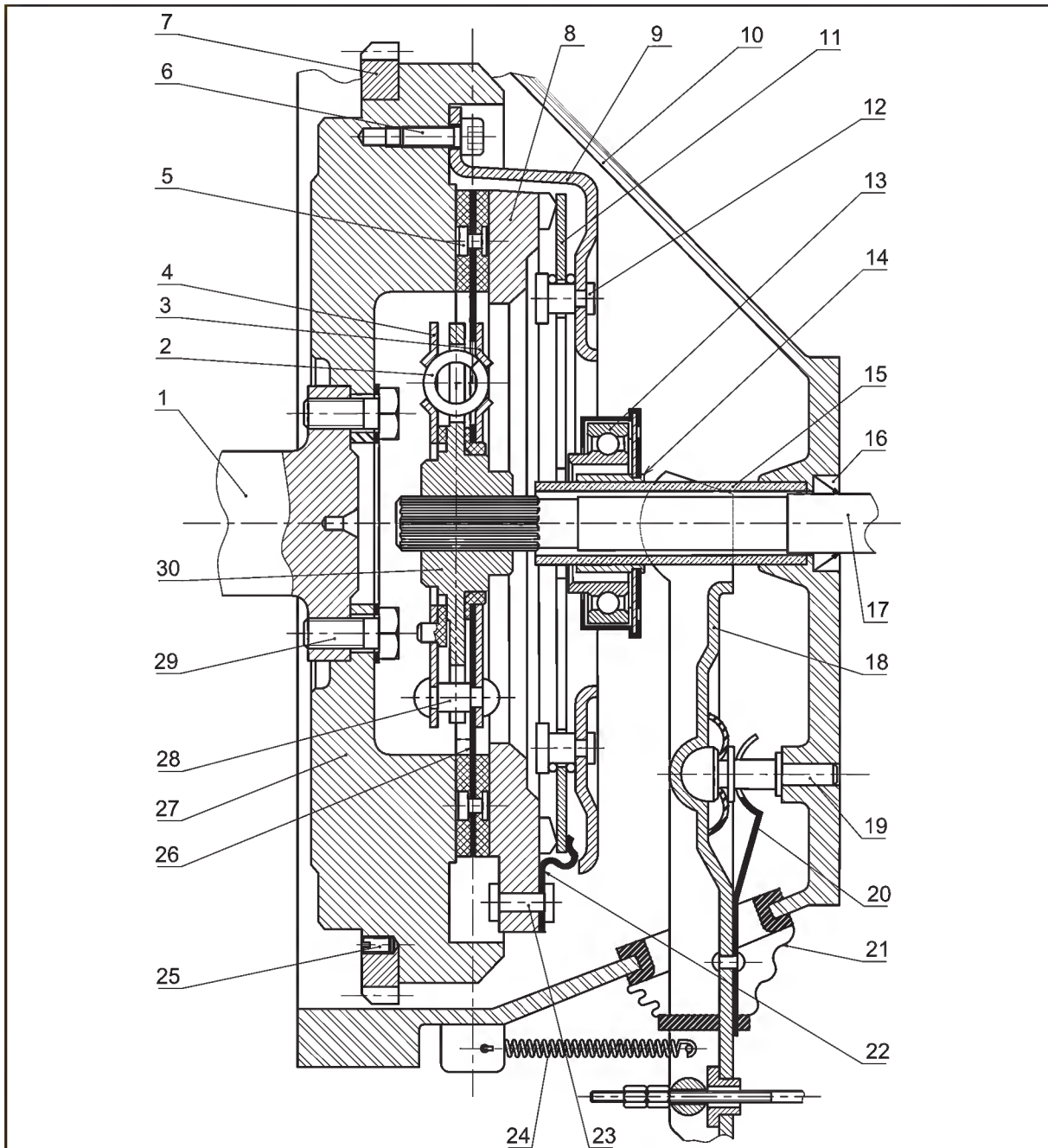
Principe	Nature de la commande extérieure	Désignation	Applications
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Contact direct entre deux garnitures de friction avec possibilité de glissement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mécanique - Electromagnétique - Hydraulique - Pneumatique 	<p>Embrayage à disque monodisque ou multi-disques</p>	<p>Automobiles, Motos</p>
	<div style="text-align: center;">  </div> <p>0: bâti; 1: arbre moteur ; 2: arbre récepteur; 3: mécanisme d'embrayage; 4: Commande extérieure; 5: Disque d'embrayage; 6: Ressort.</p>		
	<p>Mécanique Electromagnétique Hydraulique Pneumatique</p>	<p>Embrayage conique</p>	<p>Machines agricoles</p>
<div style="text-align: center;">  </div>			

4- Réalisations :

On retrouve dans cette catégorie les embrayages à disques. Le couple transmissible est lié :

- à l'étendue de la surface de contact ;
- au coefficient de frottement ;
- à l'effort presseur.

4-1 Embrayage à contact axial. (Exemple : Embrayage d'automobile)



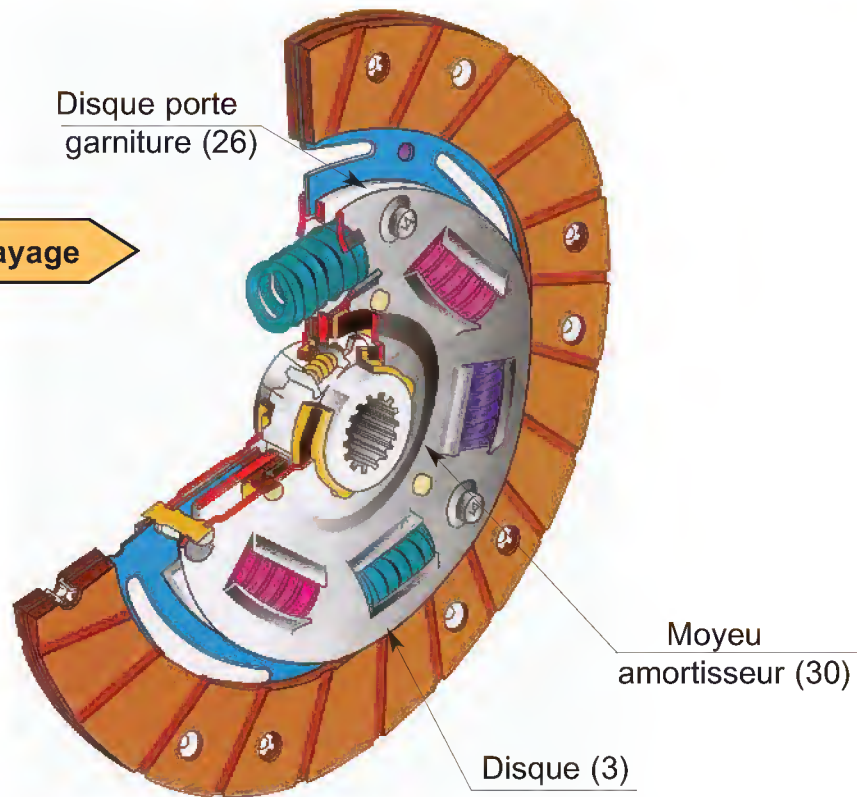
30	1	Moyeu amortisseur	C 35	
29	4	Vis à tête hexagonale ISO		
28	3	Rivet		
27	1	Volant	EN-GJL-200	
26	1	Disque porte garniture	C 35	
25	1	Vis sans tête fendue à bout plat ISO 4026		
24	1	Ressort	60 Si Cr 7	
23	1	Rivet		
22	1	Levier élastique	60 Si Cr 7	
21	1	Membrane		
20	1	Levier ressort	60 Si Cr 7	
19	1	Axe de fourchette	C 60	
18	1	Fourchette	C 35	
17	1	Arbre d'embrayage	C 60	
16	1	Joint à lèvres, type A,		
15	1	Bague	CuSn8	
14	1	Bague porte butée	S 235	
13	1	Butée d'embrayage	10 Cr 6	
12	1	Rivet		
11	4	Diaphragme		
10	1	Carter	EN-MC 21 120	
9	1	Couvercle	C 35	
8	1	Plateau	EN-GJL-200	
7	1	Roue dentée	C 60	
6	3	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762		
5	12	Rivet		
4	1	Disque gauche	C 35	
3	1	Disque droit	C 35	
2	6	Ressort d'embrayage	60 Si Cr 7	
1	1	Arbre porte volant	C 60	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation
Echelle 1:2		EMBRAYAGE A COMMANDE PAR CABLE (Embrayage d'automobile)		

Fonctionnement :

L'action sur la fourchette (18) pousse la butée d'embrayage (13) contre le diaphragme (11), qui se déforme de manière à faire reculer le plateau (8) pour assurer le débrayage.

Le retour de la fourchette (18) par le ressort (24) assure l'embrayage.

Disque d'embrayage

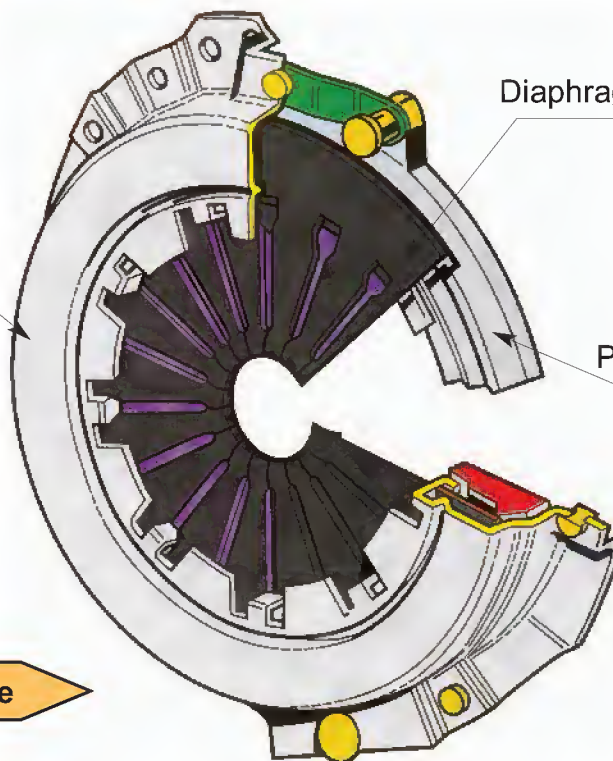


Couvercle (9)

Diaphragme (11)

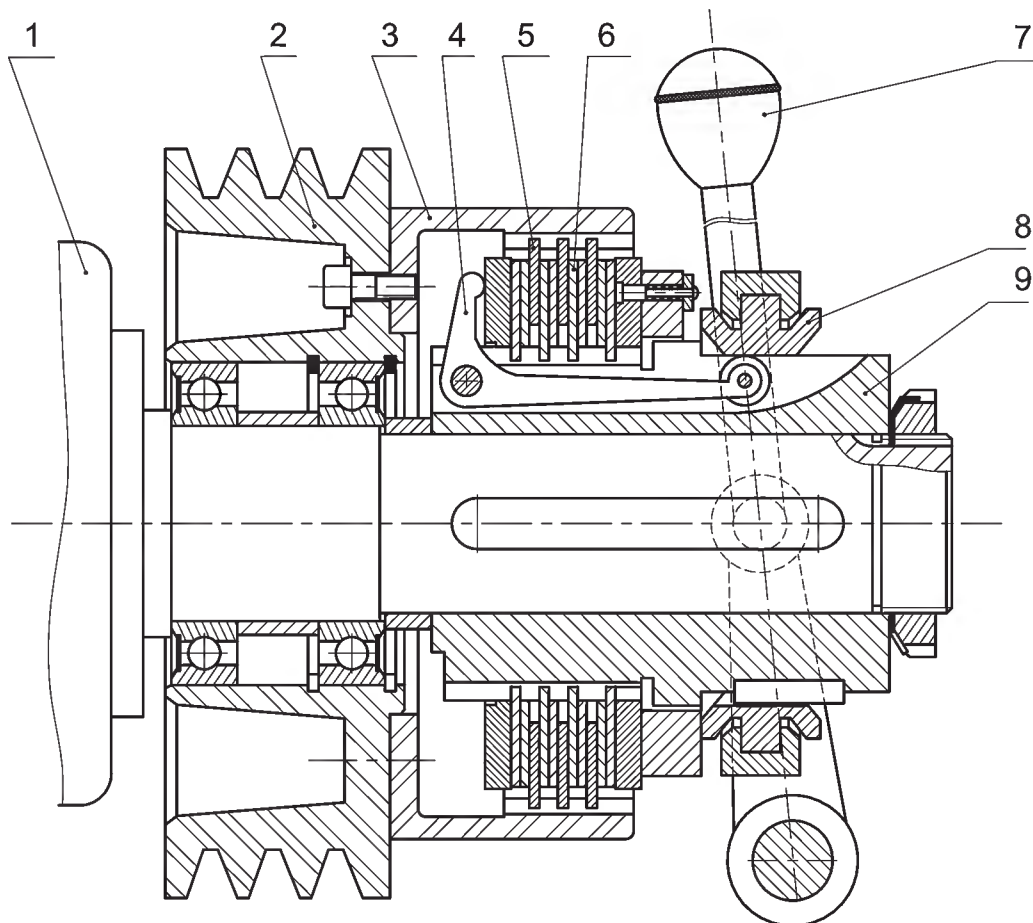
Plateau (8)

Diaphragme + plateau mobile



4-2 Embrayage multidisques à commande manuelle.

Afin d'augmenter le couple transmissible, on peut aussi augmenter le nombre de surfaces en contact, on réalise ainsi un embrayage multidisques.



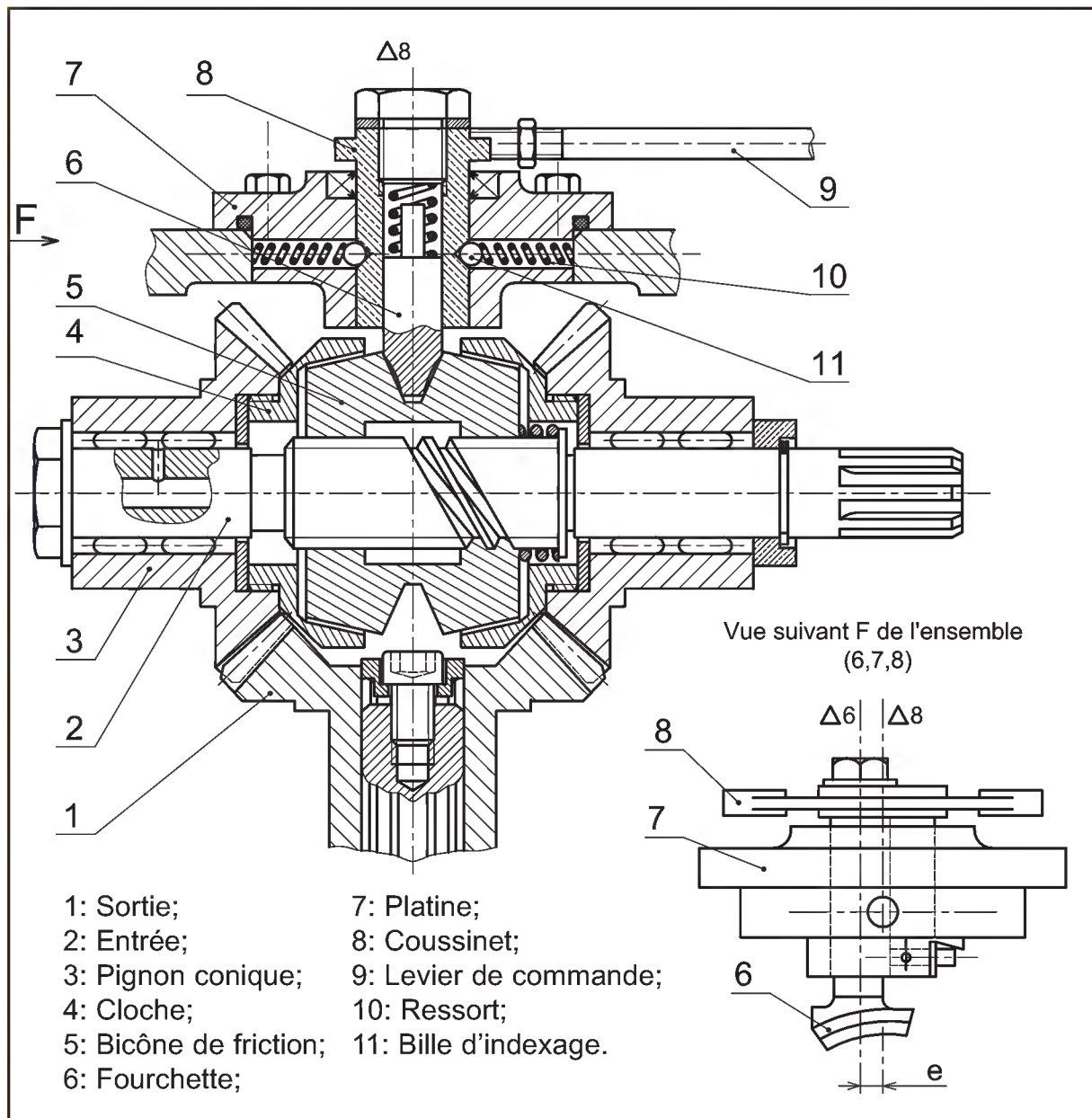
- 1: Entrée (ou sortie) ;
- 2: Sortie (ou entrée);
- 3: Cloche, disposant de cannelures intérieures;
- 4: Levier assurant l'existence de l'effort presseur;
- 5: Disque en liaison glissière avec la cloche (3);
- 6: Disque en liaison glissière par rapport au moyeu (9);
- 7: Levier de commande;
- 8: Coulisseau, dont la translation est commandée par la rotation du levier (7);
- 9: Moyeu, disposant de cannelures extérieures.

4-3 Embrayage conique.

Au lieu de se faire sur des disques, le contact s'opère sur une surface conique. L'exemple présenté sert d'inverseur du sens de marche.

Description du fonctionnement :

Pour un sens donné de la fréquence de rotation N1, deux sens sont possibles en ce qui concerne la fréquence de rotation N2, selon l'embrayage activé : (translation du bicône (5), vers la cloche (4) qui est à gauche ou celle qui est à droite), résulte de la liaison pivot (8/7) d'axe $\Delta 8$ associée à la liaison pivot (6/8) d'axe $\Delta 6$. (l'excentration «e» apparaît dans la vue suivant F).

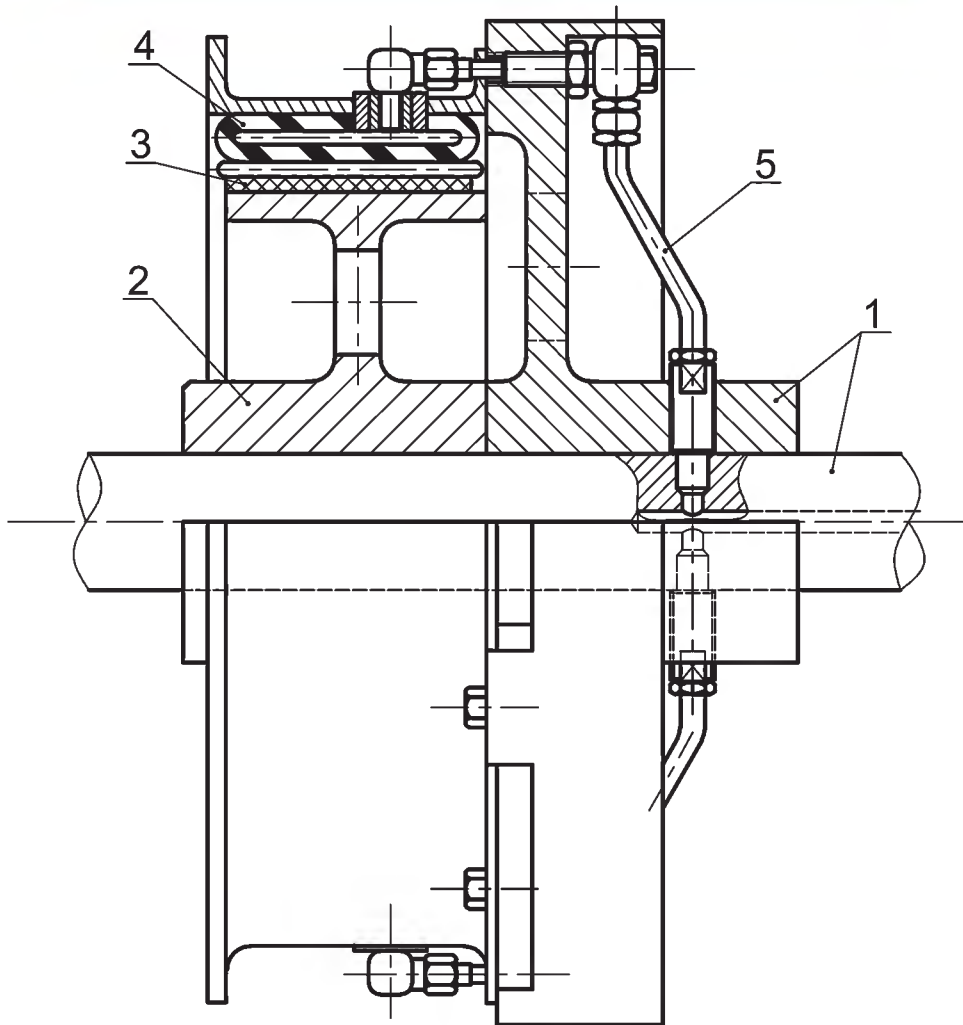


4-4 Embrayage à contact radial.

La surface de contact dans ce cas est une surface cylindrique.

Dans l'exemple présenté, l'effort presseur (pneumatique) est obtenu avec une chambre à air.

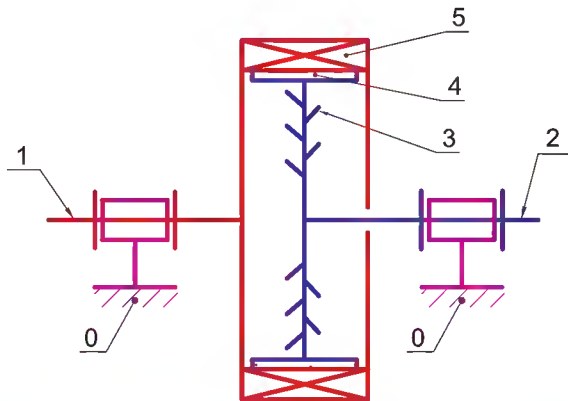
Embrayage à contact radial à commande pneumatique :



- 1: Entrée (ou sortie);
- 2: Sortie (ou entrée);
- 3: Sabot;
- 4: Chambre à air, assurant l'existence de l'effort presseur;
- 5: Canalisation

4-5 Embrayage électromagnétique à poudre.

Principe	Nature de la commande extérieure	Désignation	Applications
Contact indirect entre deux solides indéformables avec poudre ou grenaille métallique	Centrifuge + électromagnétique	Embrayage électromagnétique à poudre	Machines à bobiner...

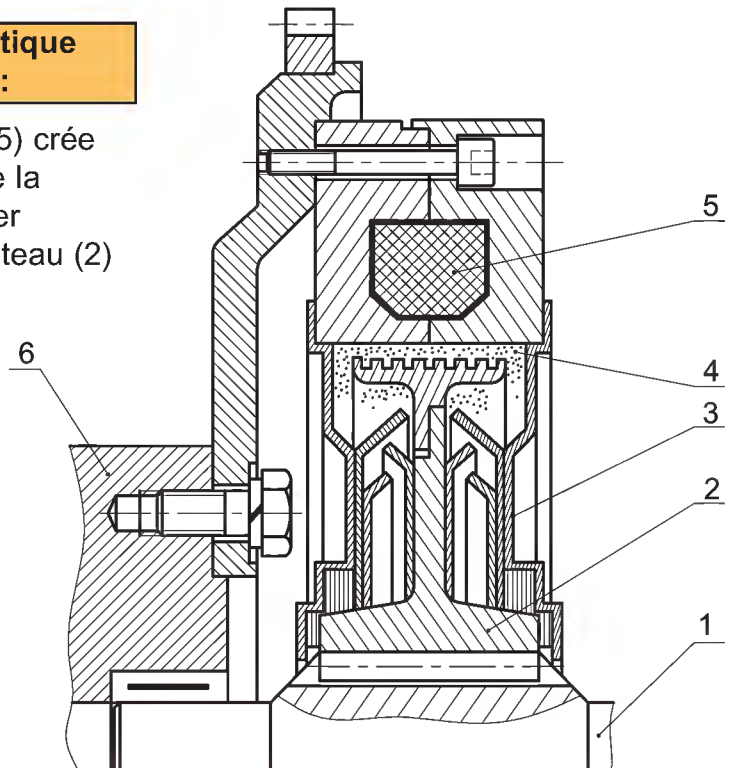


0: bâti; 1: arbre moteur ;
2: arbre récepteur; 3: déflecteur;
4: poudre ; 5: aimant.

Embrayage électromagnétique à poudre métallique :

L'excitation de l'électro-aimant (5) crée un champ magnétique qui attire la poudre métallique (4), ce dernier devient un obstacle entre le plateau (2) et le corps de l'électro-aimant.

- 1: Sortie (ou entrée)
- 2: Plateau solidaire à (1)
- 3: Déflecteurs
- 4: Poudre métallique
- 5: Electro-aimant.
- 6: Entrée (ou sortie).



Remarque : Pour ce type d'embrayage, l'intensité du courant dans l'électro-aimant conditionne la valeur du couple transmissible.

B- 2 LES FREINS :

Problème technique :

Ralentir ou arrêter un organe (un mécanisme) en mouvement.

Solution :

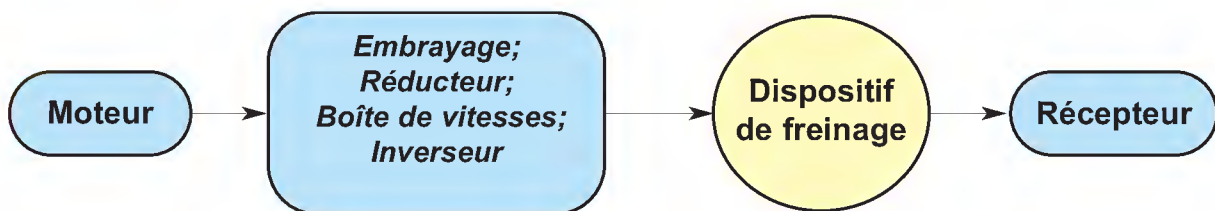
Cela nécessite l'existence d'actions mécaniques antagonistes (opposées) créées par un système de freinage.

1- Fonction, situation du dispositif de freinage :

Dans une chaîne de transmission de puissance, le dispositif de freinage est destiné, soit à :

- ralentir un mouvement établi, en lui communiquant une décélération qui abaissera sa vitesse à une valeur ciblée, nulle (arrêt) ou non (ralentissement);
- s'opposer à la mise en mouvement d'un organe arrêté.

En général, le dispositif de freinage est placé à proximité de l'organe récepteur afin de réduire les chocs dans la transmission.



2- Classification :

Pour classifier les types de frein, on peut retenir entre autre :

- le mode d'action (contact radial ou axial, sans contact).
- la nature de la commande extérieure.

2-1 Contact radial entre deux solides :

Mode d'action	Commande extérieure	Schéma	Désignation	Applications	
Contact radial entre deux solides	Extérieur		Frein à sangle (ou à courroie) 1 : tambour 2 : sangle	Boîtes de vitesses automatiques, motoculteurs, etc. Exemple : voir page :186	
			Frein à sabot (ou à mâchoire extérieure) 1 : tambour 2 : mâchoires	Trains, moteurs électriques à forte puissance, tour parallèle; etc.	
	Intérieur	Mécanique Hydraulique Pneumatique		Frein à tambour	Automobiles, motos, etc. Exemple : voir page :182
				1 : tambour 2 : mâchoires	Poids lourds

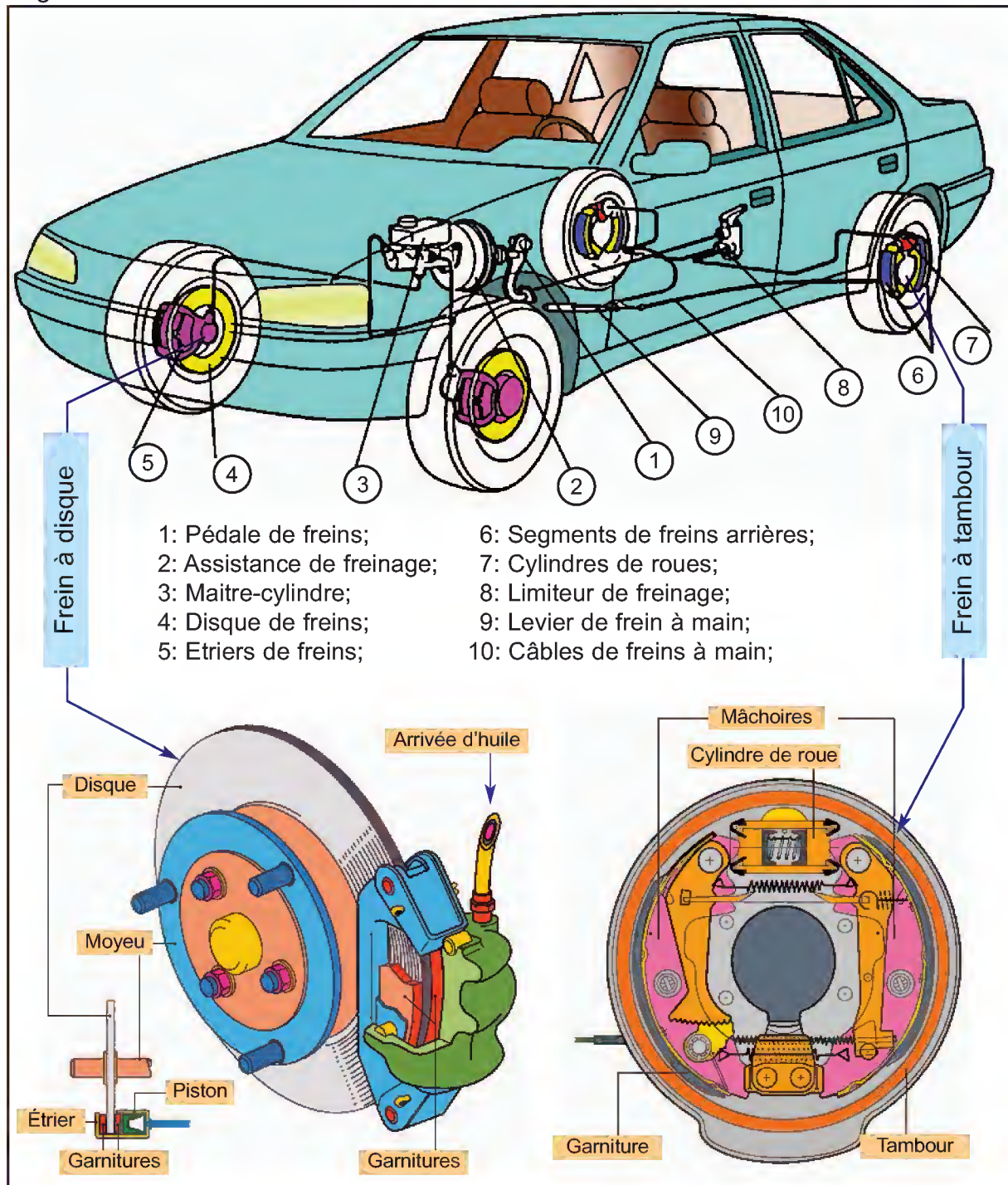
2-2 Contact axial entre deux solides :

Mode d'action	Commande extérieure	Schéma	Désignation	Applications
Contact axial entre deux solides	Hydraulique		Frein à disque 1 : disque 2 : plaquettes	Automobiles, motos, machines diverses, etc Exemple : voir pages :181 et 184
	Electrique		Frein à disque à manque de courant 1 : disque 2 : plateau mobile 3 : ressort 4 : électroaimant	Moteurs freins (ascenseurs, treuils, etc.) Exemple : voir page :183
Sans contact matériel	Electrique		Ralentisseur 1 : induct 2 : inducteurs	Poids lourds, bus, etc

3- Réalisations :

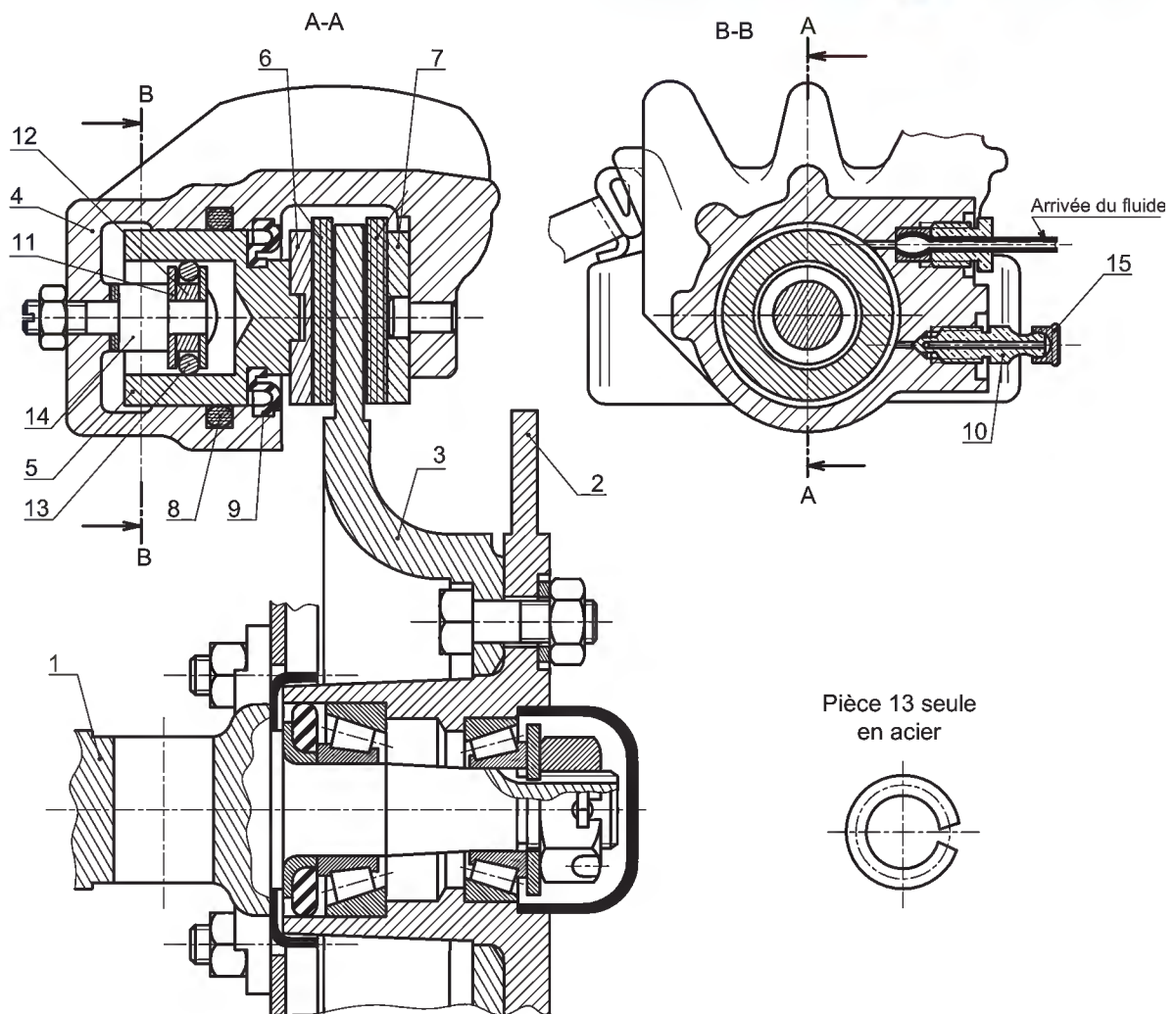
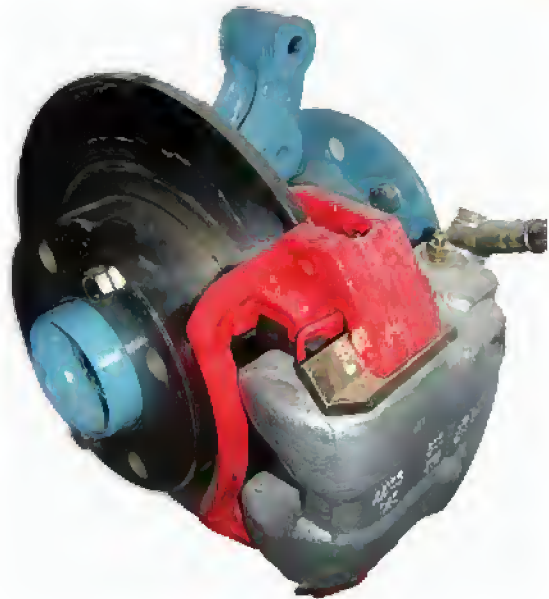
3-1 Freins de véhicule

Un véhicule en mouvement possède une énergie cinétique, fonction de la masse et de la vitesse. Le rôle des freins est d'arrêter (ou de ralentir) le véhicule avec un maximum d'efficacité en transformant cette énergie cinétique en énergie calorifique, qui doit être évacuée rapidement pour assurer le bon fonctionnement du système de freinage.



Frein à disque

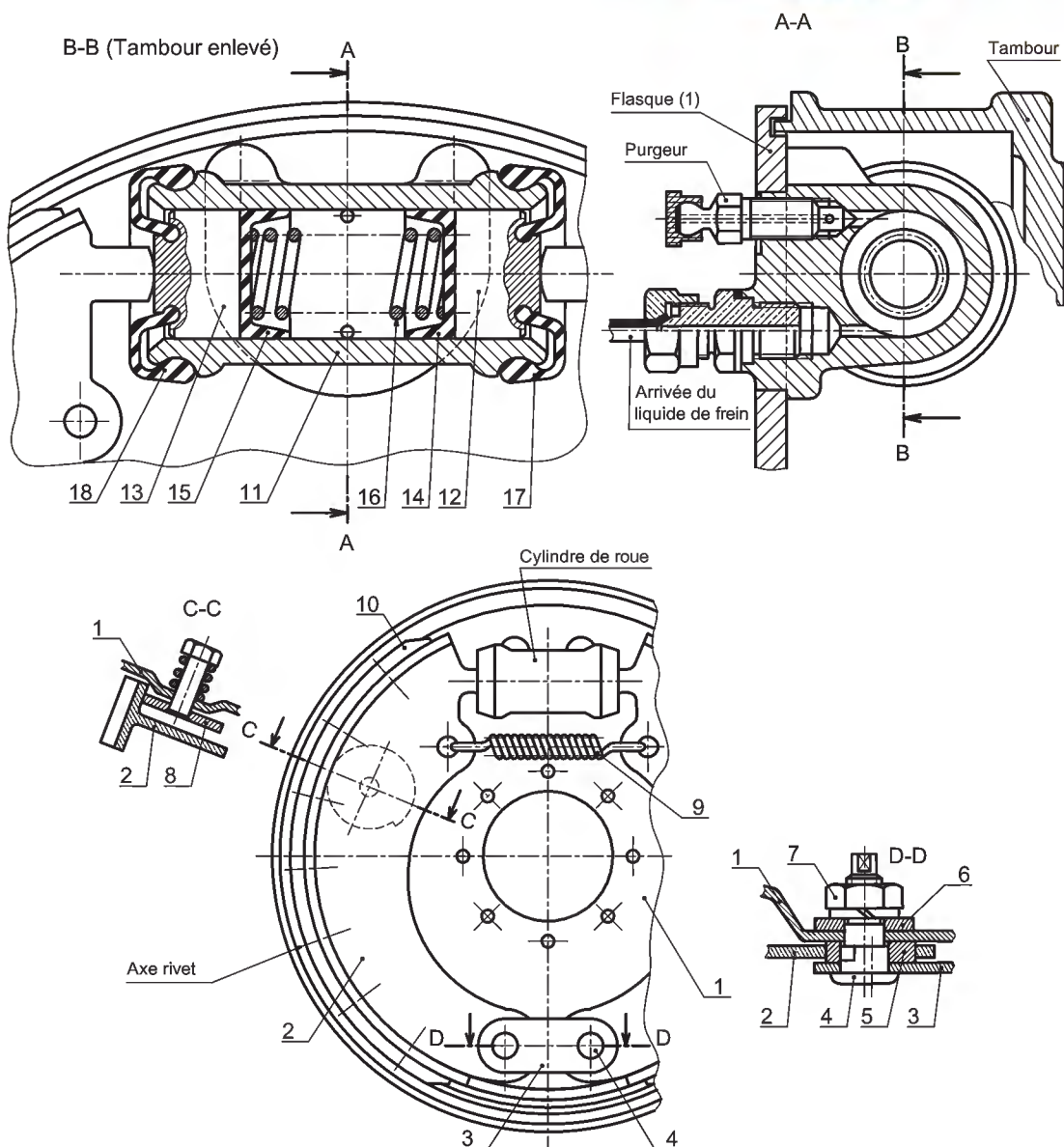
Lorsque le liquide de frein (huile) est mis en pression, le piston (5) se déplace dans l'étrier (4). Le disque (3) est alors pincé entre les deux plaquettes (6) et (7). Lorsque l'action du freinage cesse, le desserrage du frein est obtenu de façon naturelle par le recul du ou des pistons de quelques dixièmes de millimètres, recul provoqué par l'élasticité du joint d'étanchéité qui se déforme légèrement pendant la phase de freinage.



Frein à tambour :

Lorsque le liquide de frein (huile) est mis en pression, les segments s'écartent.

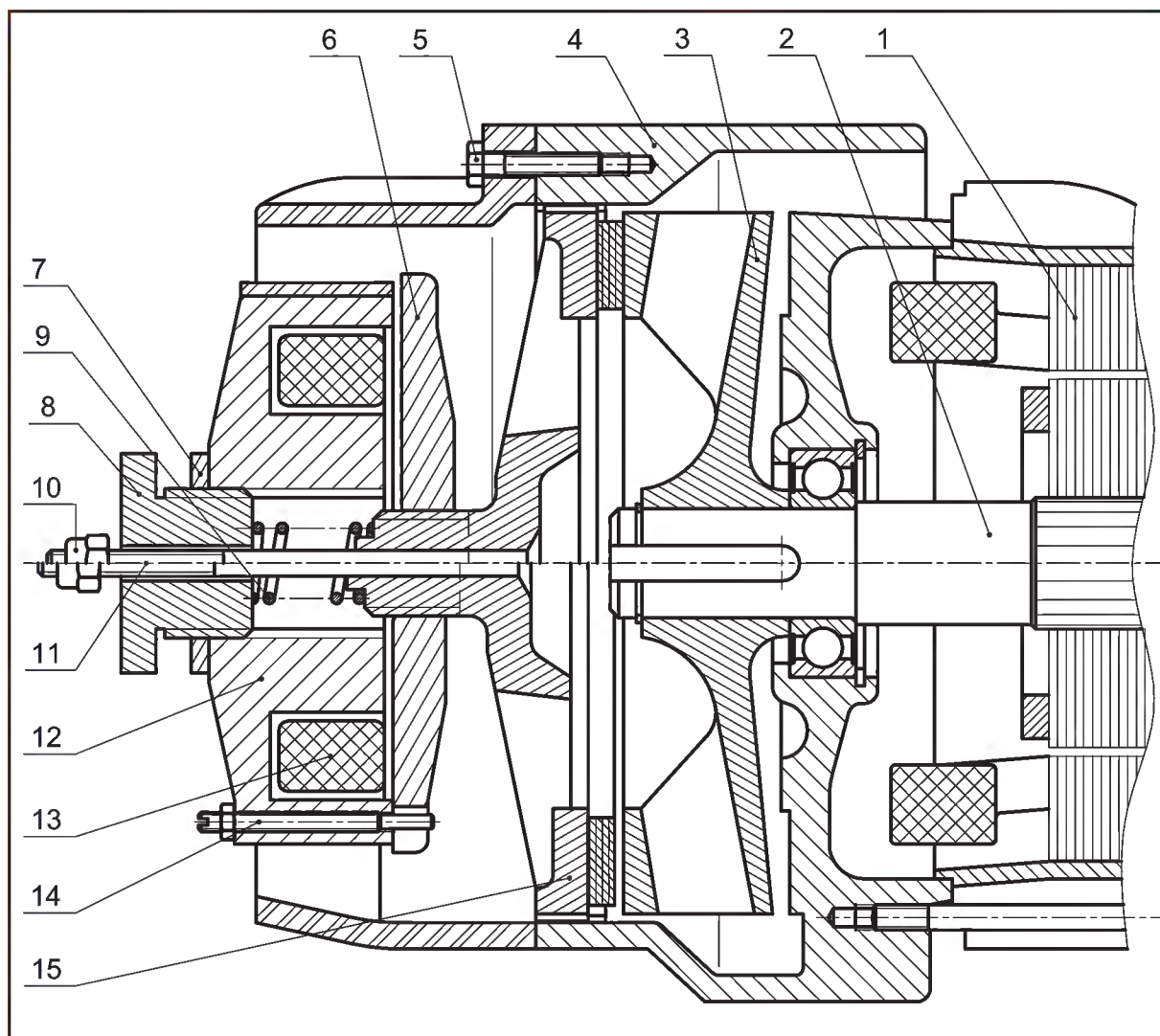
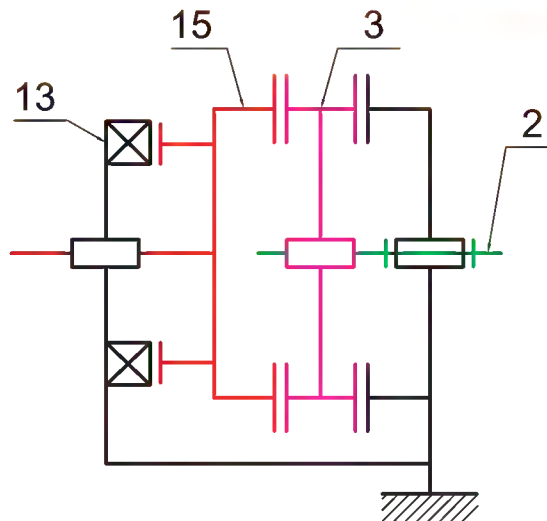
Lorsque la pression disparaît, le ressort de rappel (9) rapproche les segments. Deux butées réglables limitent ce déplacement.



3-2 Frein à disque à manque de courant

A la mise sous tension du moteur-frein, l'électro-aimant (13) attire l'armature (6) qui comprime le ressort (9) et libère le disque. Le frein est alors desserré. A la mise hors tension, l'électro-aimant (13) n'est plus alimenté, il libère l'armature qui, sous la pression du ressort (9), presse la couronne (15) sur le disque. La couronne (15) est immobilisée en rotation par deux crans dans le flasque-frein (4).

La couronne (15) supporte la garniture, le disque-frein (3) sert de ventilateur.



3-3 Frein mono-disque :

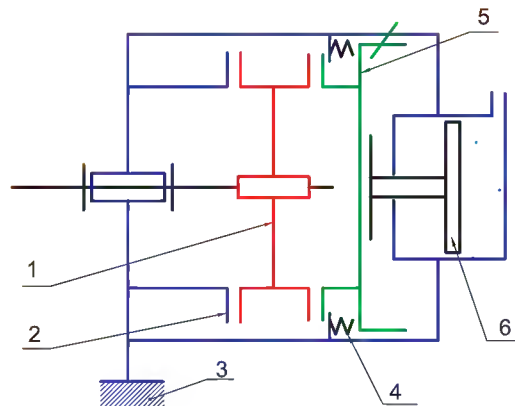
> Contact axial entre deux solides

Ce frein à disque est monté sur un système automatisé de convoyage.

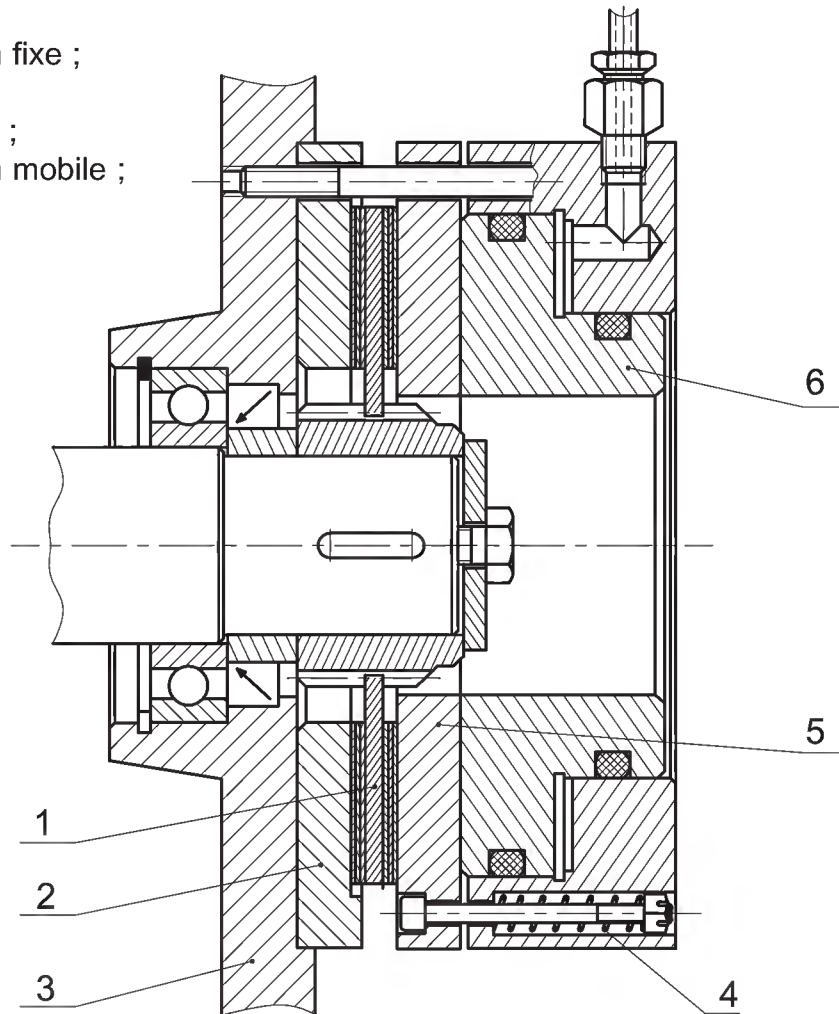
Le freinage est obtenu par la translation du piston (6) sous l'effet de la pression, ce qui provoque la translation du plateau mobile (5)

et la mise en contact des garnitures sur le bâti (3).

Le relâchement du frein est réalisé par les ressorts de rappel (4).

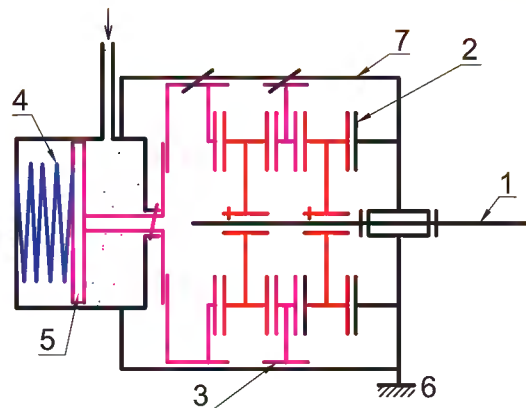


- 1: Disque ;
- 2: Plateau de friction fixe ;
- 3: Bâti ;
- 4: Ressort de rappel ;
- 5: Plateau de friction mobile ;
- 6: Piston.

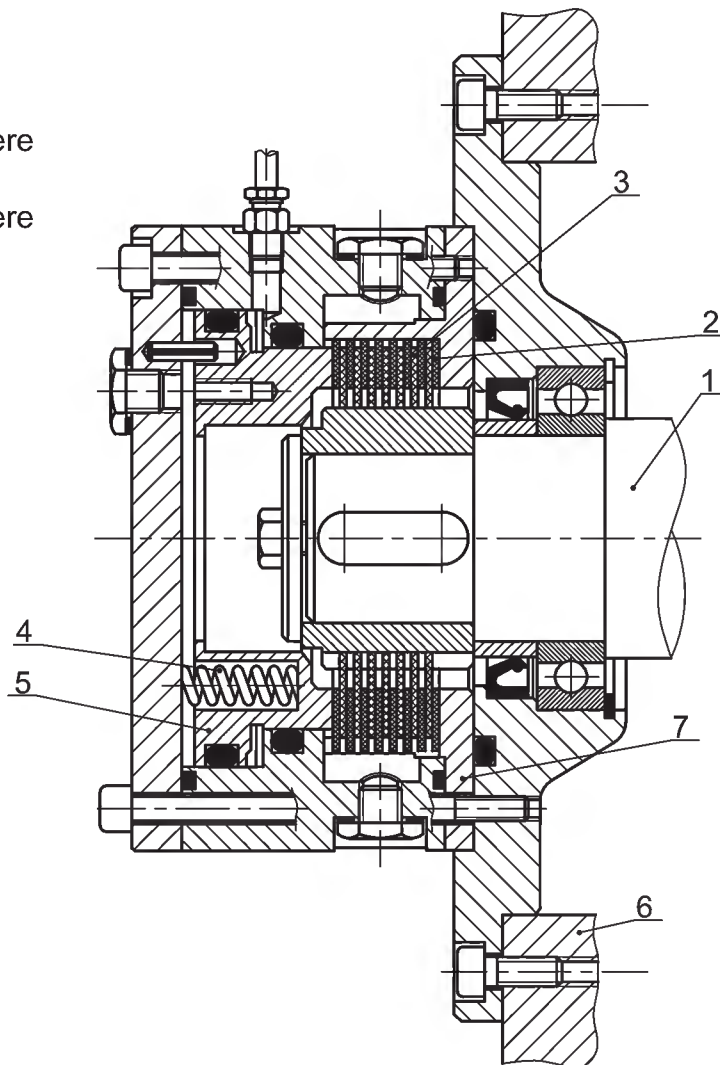


3-4 Frein multi-disques.

Afin d'augmenter le couple de freinage, sans pour autant pénaliser l'encombrement, on peut aussi augmenter le nombre de surfaces en contact, on réalise ainsi un frein multi-disques.



- 1 : Arbre moteur;
- 2 : Disque en liaison glissière avec la cloche (7);
- 3 : Disque en liaison glissière avec l'arbre moteur
- 4 : Ressort de rappel;
- 5 : Piston
- 6 : bâti
- 7 : Cloche fixe.



3-5 Frein à sangle :

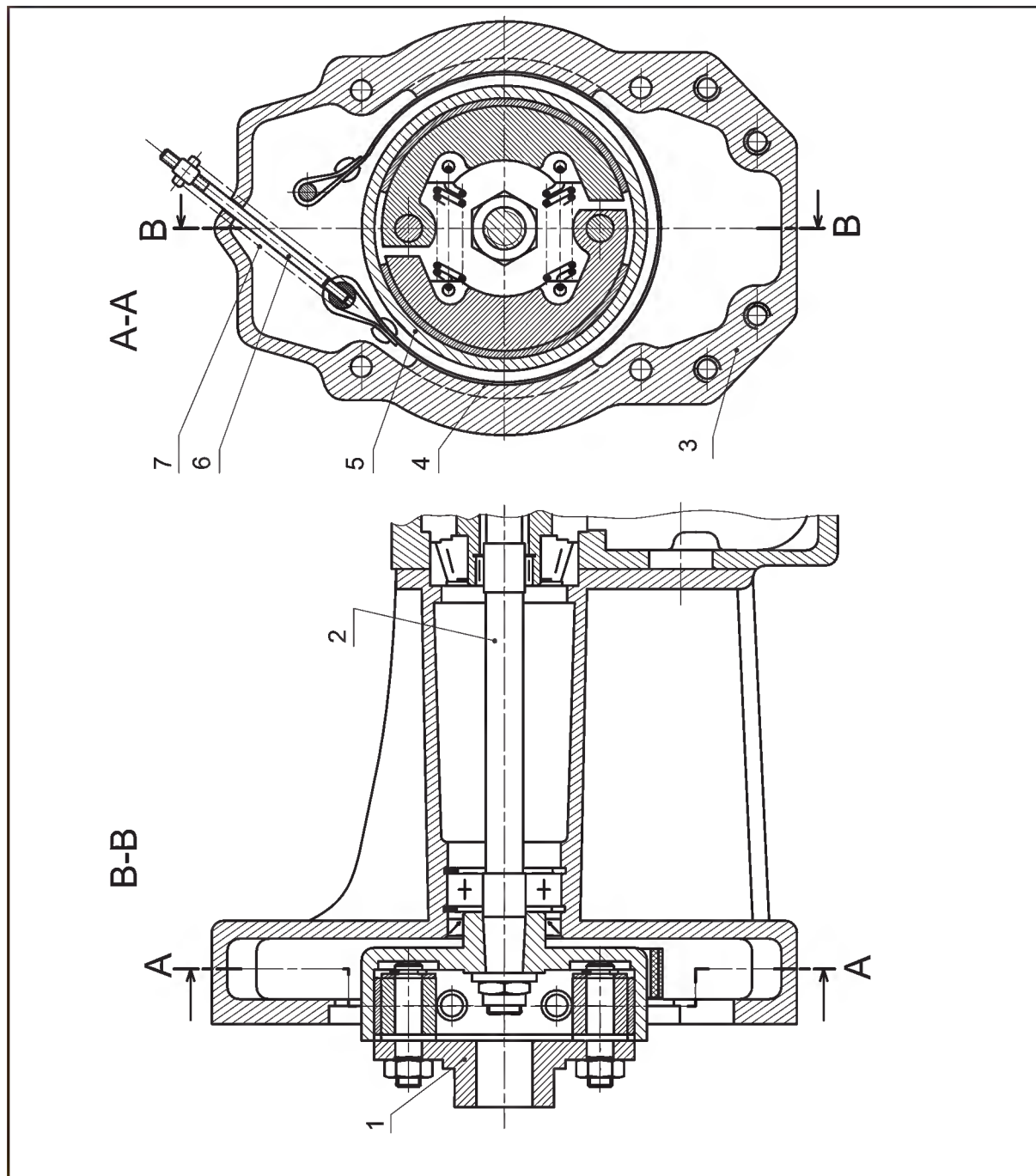
Contact radial entre deux solides : Il s'agit d'un embrayage frein muni d'un tambour (5) unique disposant de deux surfaces fonctionnelles :

- à l'intérieur : embrayage centrifuge ;
- à l'extérieur : frein à sangle

Le freinage est obtenu par translation du tirant (6) par un câble (non représenté).

Le relâchement du frein est réalisé par le ressort (7).

Ce dispositif est monté sur un motoculteur.



Consolidation des connaissances

Système d'étude : Système de fabrication de carton ondulé

1- Présentation : Le système étudié est utilisé pour la fabrication du carton ondulé, à partir du papier en bobine.

Fig : 1 Enchaînement des différents postes du système

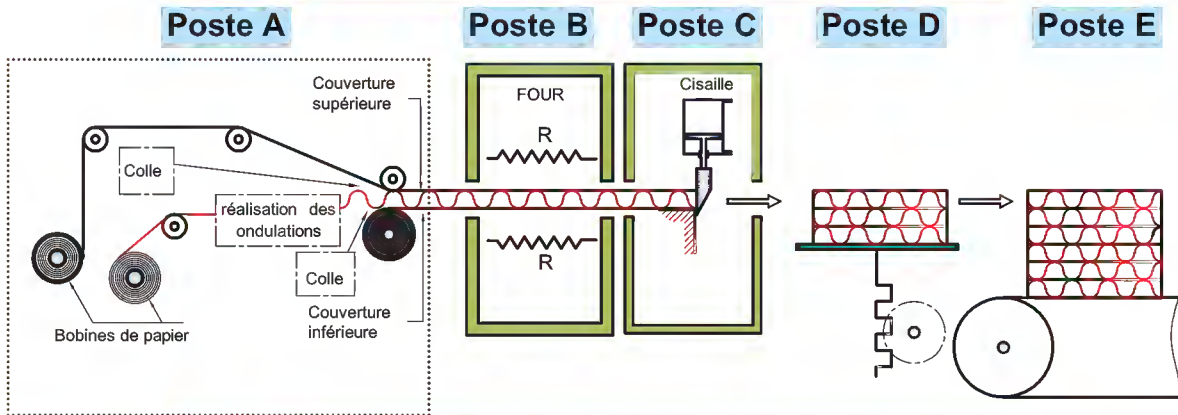
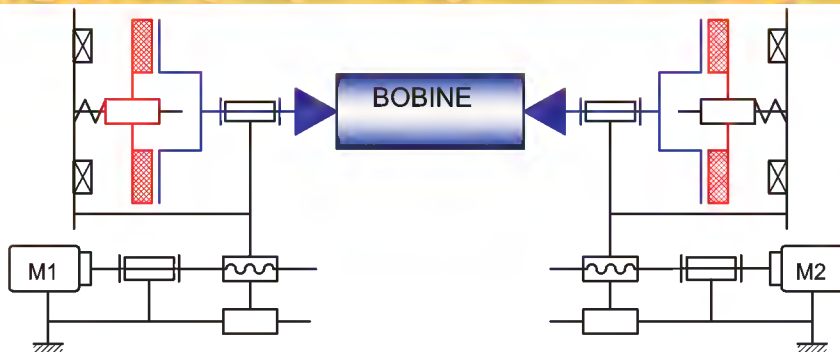


Fig : 2 Principe de prise et de positionnement de la bobine



La prise et le positionnement latéral de la bobine se font à l'aide de deux moteurs (M1) et (M2)

2- Constitution du système

Le système schématisé par la figure :1 est constitué de cinq postes :

Poste A (Unité de fabrication de carton ondulé), il est composé d'un :

- > mécanisme de fabrication des ondulations ;
- > mécanisme de prise de la bobine ;
- > mécanisme de déroulement des bobines ;
- > mécanisme de jet de colle.

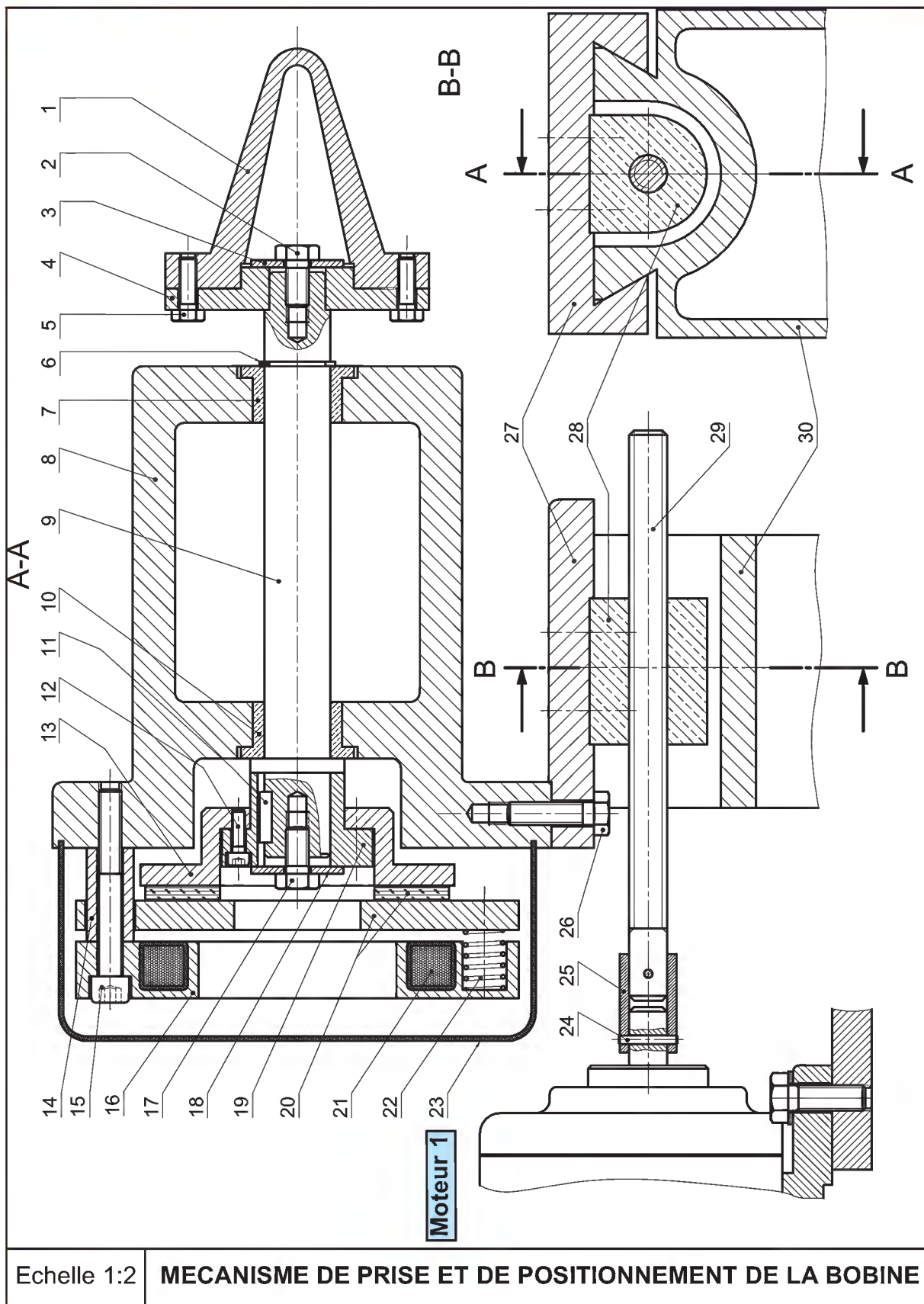
Poste B : (Unité de séchage de la colle) : c'est un four à résistance électrique.

Poste C : Unité de découpage de carton ondulé en bande de dimensions pré-réglées.

Poste D : Unité d'empilage des bandes de carton ondulé sur palette)

Poste E : Tapis roulant d'évacuation des palettes de carton ondulé.

N.B : L'étude concerne le mécanisme de prise et de positionnement de la bobine.



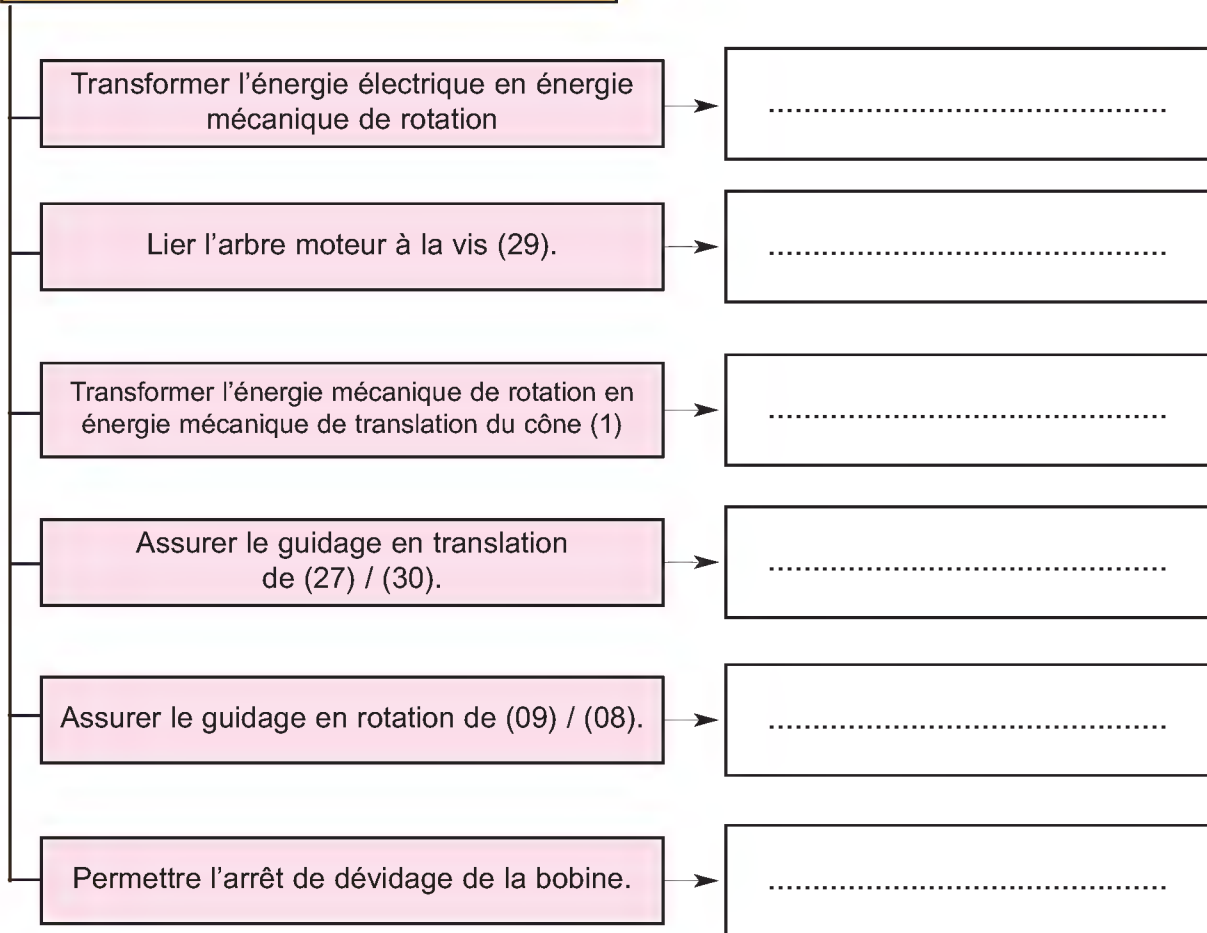
30	4	Glissière	EN GJL200	
29	1	Vis de manoeuvre (p=2mm)	C30	
28	1	Ecrou	Cu Sn 10P	
27	1	Coulisseau	EN GJL200	
26	3	Vis à tête hexagonale		
25	1	Manchon	S235	
24	2	Goupille		
23	1	Cache		
22	6	Ressort		
21	1	Bobine		
20	1	Disque+garniture		
19	1	Support du plateau	S275	
18	1	Rondelle plate		
17	1	Vis à tête hexagonale		
16	1	Corps magnétique	S275	
15	3	Vis à tête cylindrique à six pans creux		
14	3	entretoise	S235	
13	1	Plateau	S235	
12	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux		
11	1	clavette		
10	1	Coussinet	Cu Sn 10P	
9	1	Arbre	C40	
8	1	Corps	EN GJL200	
7	1	Coussinet	Cu Sn 10P	
6	1	Anneau élastique pour arbre		
5	4	Vis à tête hexagonale		
4	1	Flasque		
3	1	Rondelle plate		
2	1	Vis à tête hexagonale		
1	1	Cône (support de bobine)	EN GJL200	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Obs.
MECANISME DE PRISE ET DE MISE EN POSITION DE LA BOBINE				

Travail demandé :

1- Analyse fonctionnelle de la partie opérative :

Indiquer sur le diagramme **F.A.S.T** suivant les fonctions ou les solutions techniques retenues par le constructeur pour le mécanisme de prise et de positionnement de la bobine. (Voir le dessin d'ensemble)

FG : SAISIR ET POSITIONNER LA BOBINE



2- Etude de la partie opérative :

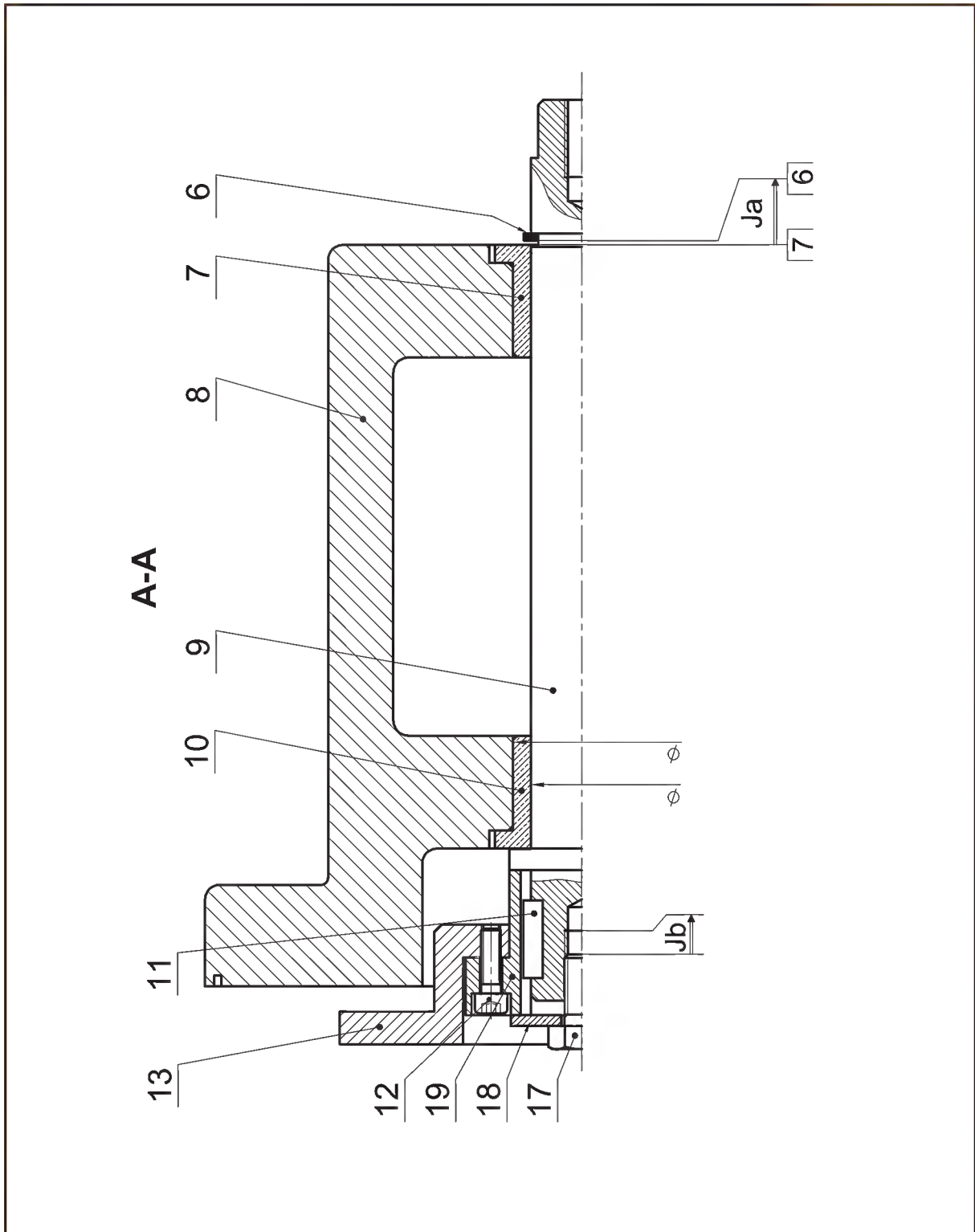
a- En se référant au dessin d'ensemble fourni, compléter les repères des pièces constituant les classes d'équivalence suivantes:

- A = {29;};
- B = {30;};
- C = {27;};
- D = {19;};
- E = {20;};

d- Cotation fonctionnelle :

d-1 Tracer les chaînes de cotes installant les conditions Ja et Jb :

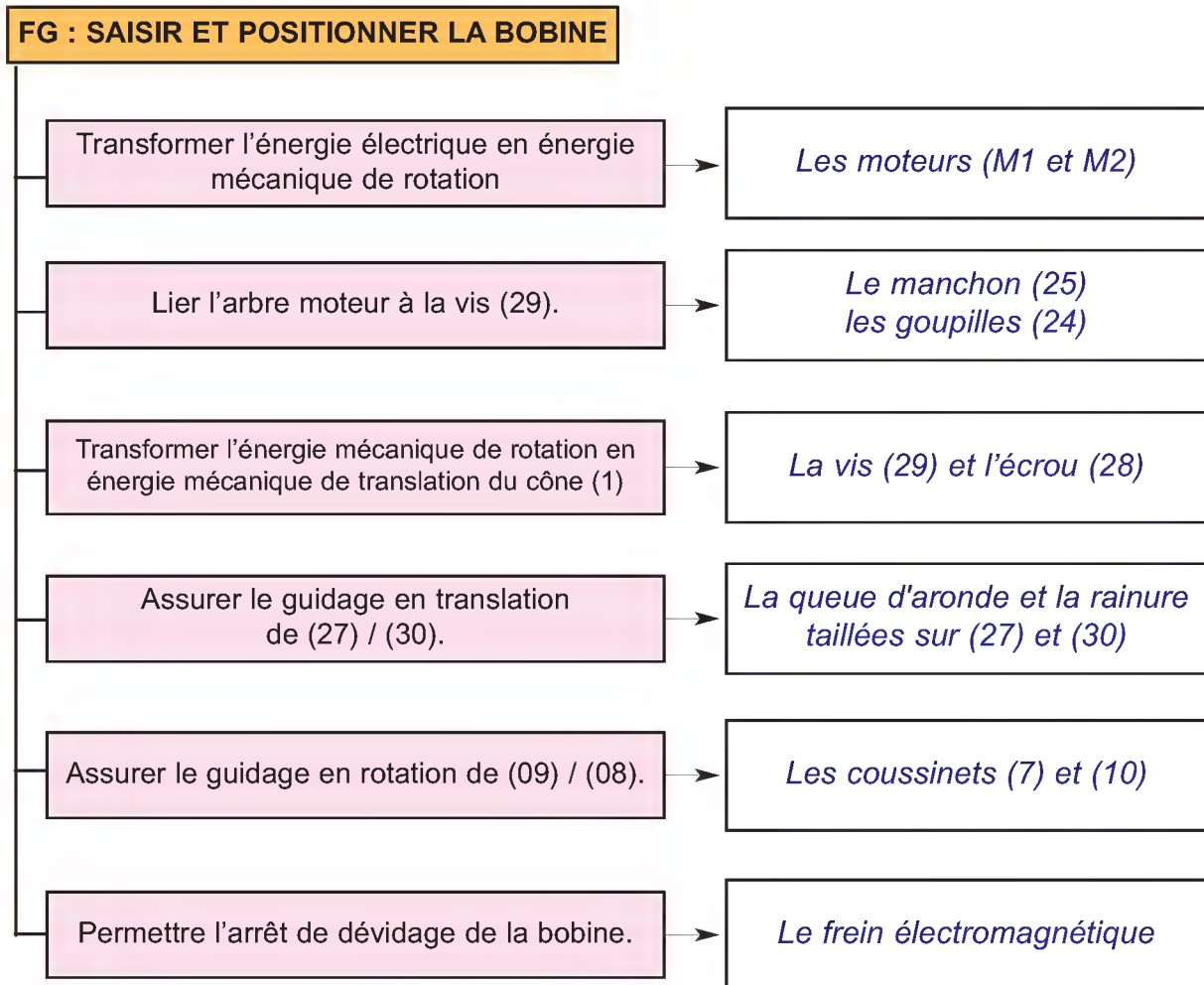
d-2 Indiquer les ajustements relatifs au montage du coussinet (10) :



Corrigé

1- Analyse fonctionnelle de la partie opérative :

Indiquer sur le diagramme FAST suivant les fonctions ou les solutions techniques retenues par le constructeur pour le mécanisme de prise et de positionnement de la bobine. (Voir le dessin d'ensemble)



2- Etude de la partie opérative :

a- En se référant au dessin d'ensemble fourni, compléter les repères des classes d'équivalence suivantes :

A={ 29; 24;25 }

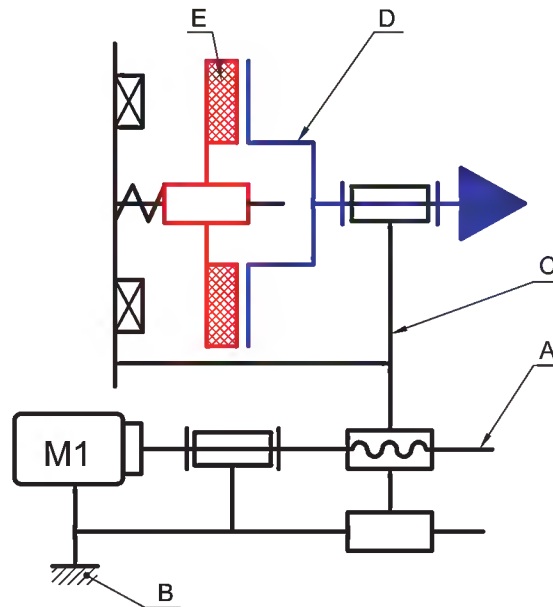
B= { 30 }

C={ 7;8;10;14;15;16;21;26;27;28 }

D= {19;1;2;3;4;5;6;9;11;12;13;17;18 }

E={ 20 }

b- Compléter les repères des classes d'équivalence sur le schéma cinématique :



c- Etude du dispositif de freinage :

c-1 Indiquer le type de frein utilisé :

Frein mono-disque à commande électromagnétique

c-2 La forme des surfaces de contact :

Plane

c-3 Le nombre des surfaces de contact :

01

c-4 Le système de commande :

électromagnétique

c-5 Indiquer les facteurs dont dépend le couple de freinage :

- *l'étendue des surfaces de contact;*
- *L'effort presseur crée par les ressorts (22).*

c-6 Expliquer brièvement le fonctionnement de ce frein en fonction du système de commande :

Etat 1 : Bobine excitée :

Le disque (20) est attiré vers la gauche et le contact avec le plateau (13 est effacé : pas de freinage.

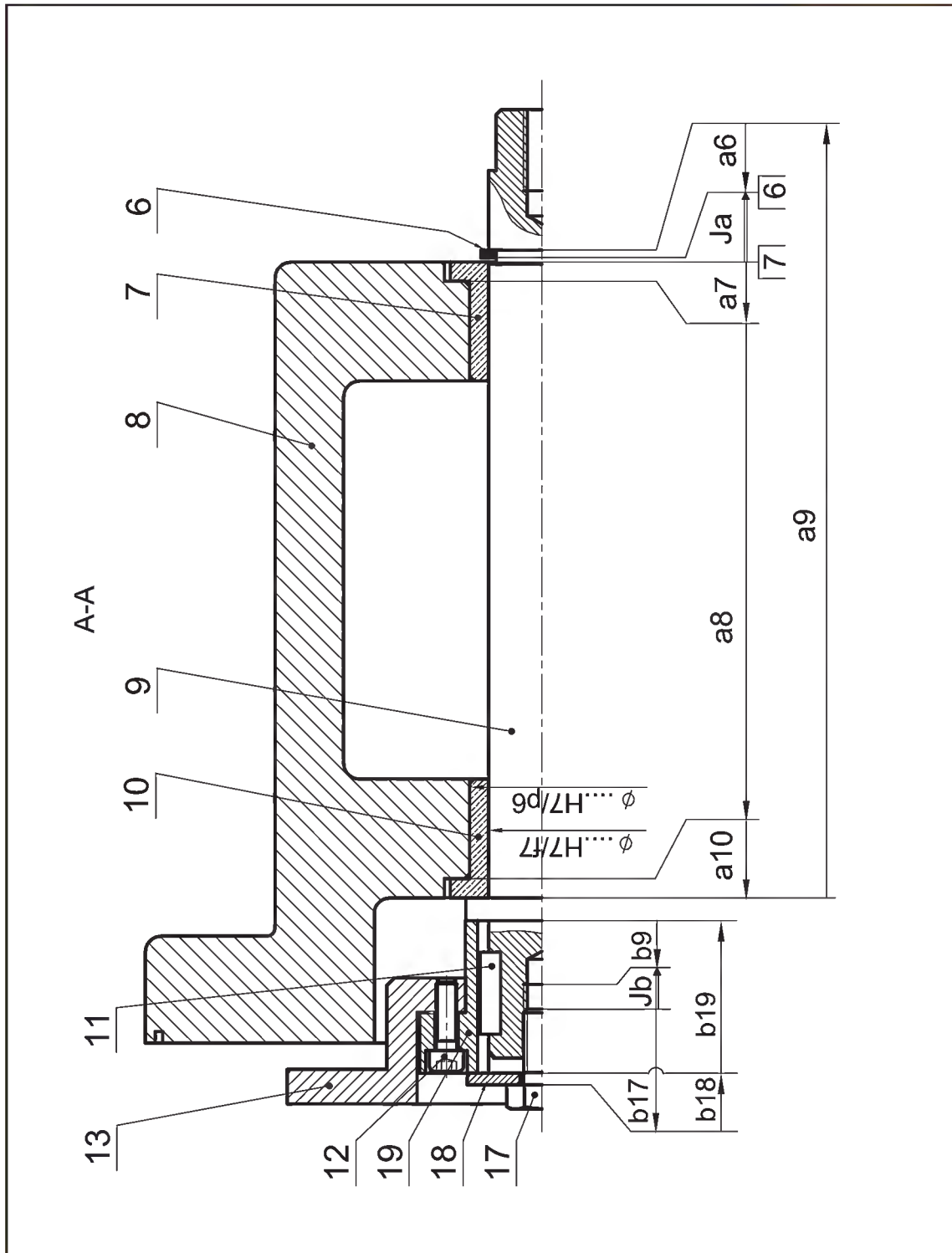
Etat 2 : Bobine non excitée :

L'action des ressorts (22) amène le disque (20) en contact avec le plateau (13) qui entraîne le freinage de ce dernier.

d- Cotation fonctionnelle :

d-1 Tracer les chaînes de cotes installant les conditions Ja et Jb.

d-2 Indiquer les ajustements relatifs au montage du coussinet (10).



e- Modification d'une solution :

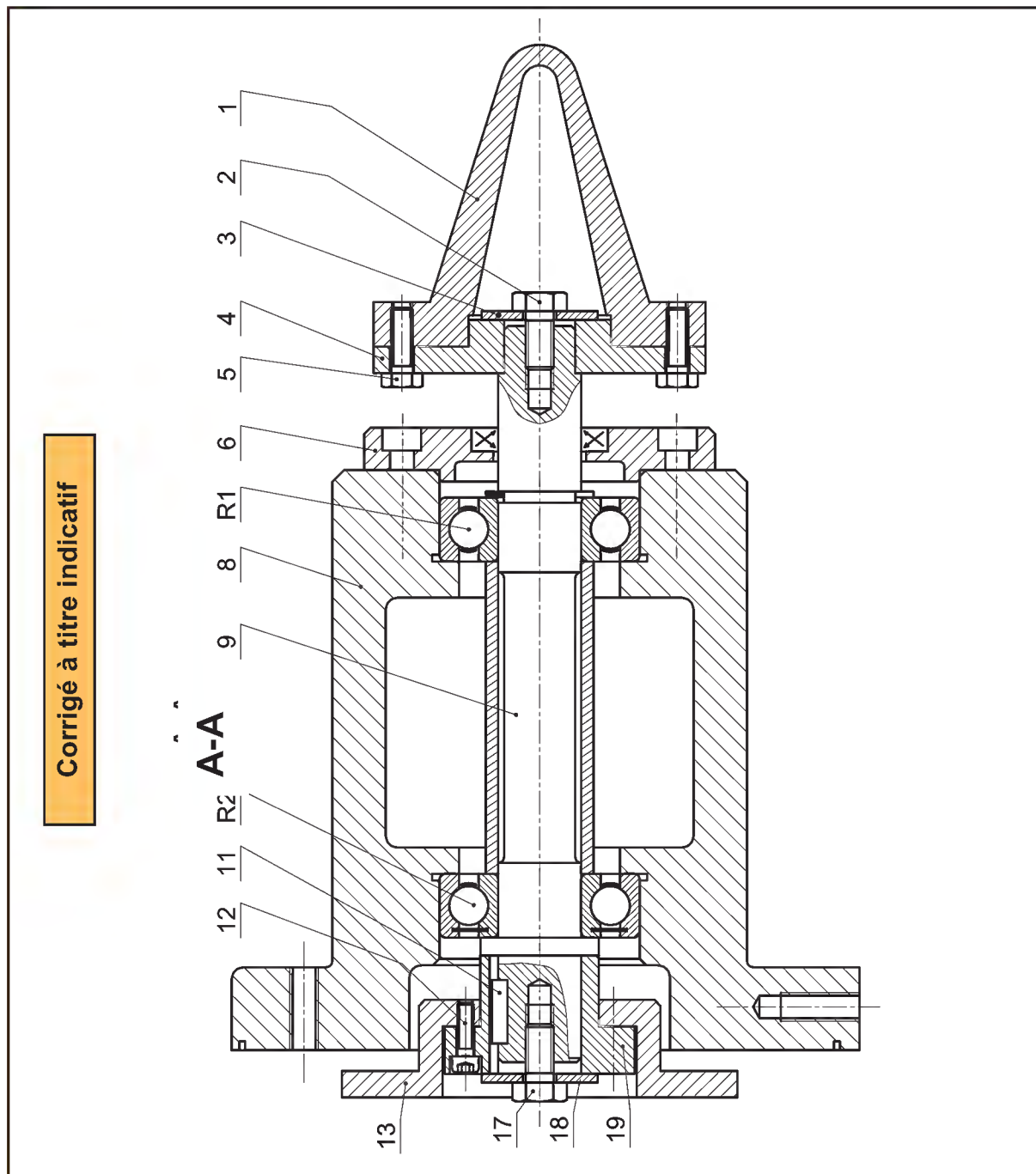
Pour une durée de vie plus longue et un meilleur rendement, le concepteur a choisi pour le guidage de l'arbre (9) les deux roulements R1 et R2.

NB: le roulement R1 est semi-étanche.

Travail demandé :

* Compléter le montage des roulements proposés;

* Assurer l'étanchéité du coté du roulement R1.

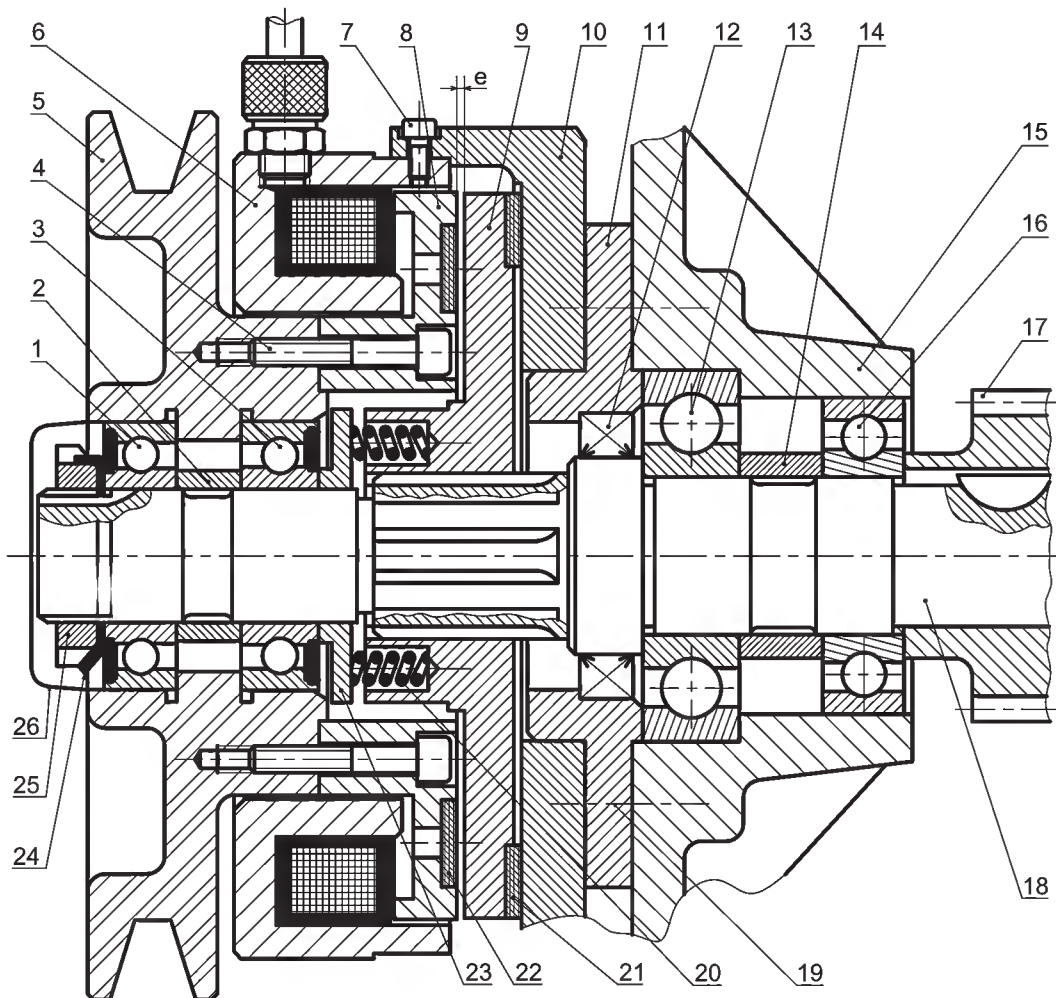


Evaluation

Support d'étude : «Embrayage - frein»

1- Mise en situation :

L'embrayage frein proposé par le dessin ci-dessous est destiné à accoupler la poulie motrice (5) avec le pignon récepteur (17), et à permettre l'arrêt en rotation immédiat de ce dernier dès que l'accouplement est désactivé.



Echelle : 1:2

EMBRAYAGE - FREIN

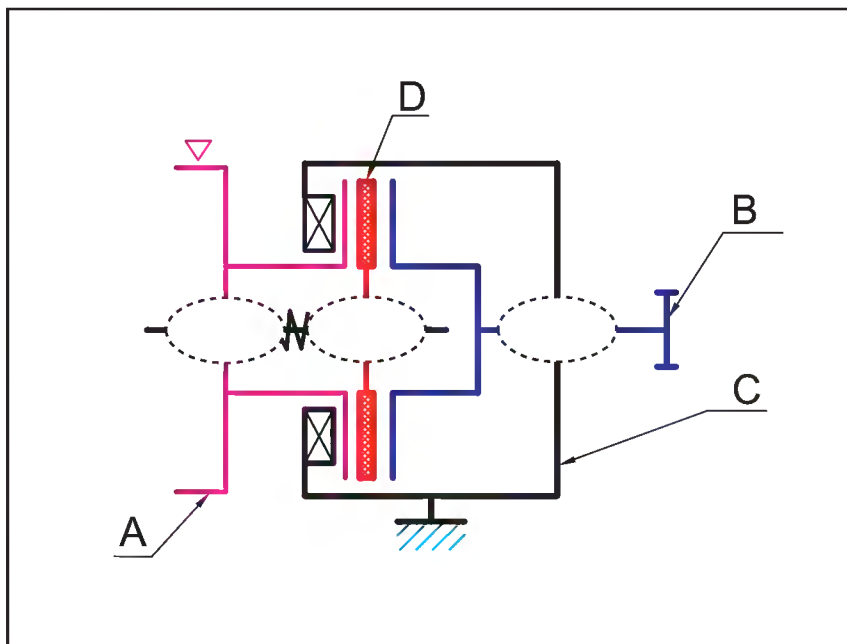
26	1	Bouchon de protection		
25	1	Ecrou à encoches		
24	1	Rondelle		
23	1	Platine		
22	1	Garniture embrayage	Férodo	
21	1	Garniture frein	Férodo	
20	1	Ressort	60 Si Cr 7	
19	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762		
18	1	Axe	C 35	
17	1	Pignon	C 60	
16	1	Roulement à une rangé de billes à contact radial		
15	1	Carter	EN-GJL-200	
14	1	Bague	S 235	
13	1	Roulement à une rangé de billes à contact radial		
12	1	Joint à lèvres, type A,		
11	1	Couvercle	EN-GJL-200	
10	1	Carter gauche	EN-GJL-200	
9	1	Plateau mobile	C 35	
8	1	Plateau fixe	C 35	
7	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762		
6	1	Cage	EN-GJL-200	
5	1	Poulie		
4	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762		
3	1	Roulement à une rangé de billes à contact radial		
2	1	Bague	C 35	
1	1	Roulement à une rangé de billes à contact radial		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation
Echelle 1:2		EMBRAYAGE - FREIN		

2- Travail demandé :

1- En se référant au dessin d'ensemble ; compléter par les repères des pièces constituant les classes d'équivalence A, B, C et D ;

- A = { 5;; }
- B = { 18;; }
- C = { 6;; }
- D = { 9;; }

2- Compléter le schéma cinématique suivant :



3- Compléter les chaînes relatives à la position embrayée et celui de la position débrayée :

La position embrayée	La rotation de (5) →
La position débrayée	La rotation de (5) →

4- Quel est le rôle des ressorts (20):

.....

5- Expliquer, comment s'effectue le freinage de la classe (B):

.....

- 6- Dans les calculs qui vont suivre, nous allons admettre les hypothèses suivantes:
- la répartition des pressions est uniforme pour les deux fonctions "embrayage" et "frein";
 - le coefficient de frottement est $f = 0,4$;
 - le dessin d'ensemble est à l'échelle 1:2
- (Relever les rayons r et R de la surface de friction de la garniture (22));
- l'effort presseur des ressorts (20) est $F_r = 190\text{N}$;
 - l'effort d'attraction magnétique est $F_{att} = 560\text{N}$;

6-1 Calculer l'effort presseur de l'embrayage F :

On rappelle que : $F_{att} = F + F_r$

.....

.....

6-2 Déterminer le couple transmissible C :

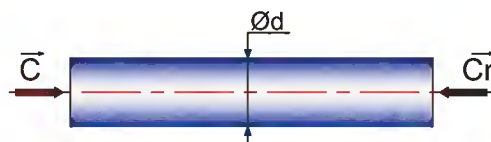
On rappelle que : $C = n \cdot \frac{2}{3} \cdot F \cdot f \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$

.....

.....

.....

7- On assimile l'axe (18) à une poutre cylindrique de diamètre $d = 40\text{mm}$ sollicitée à la torsion simple sous l'effet des couples C et C_r (couple résistant): comme le montre la figure suivante :



7-1 Calculer la contrainte tangentielle maximale : τ_{max} :

.....

.....

7-2 Déterminer le coefficient de sécurité adopté par le constructeur, sachant que la limite élastique à la torsion du matériau utilisé est $\tau_e = 440\text{MPa}$:

.....

.....

.....

.....

.....