1. Définition

Un accouplement est dit temporaire lorsque l'accouplement ou le désaccouplement peuvent être obtenus à n'importe quel moment, sans démontage du dispositif, suite à une commande extérieure (intervention humaine ou commande automatisée).

1.1.Situation et fonction

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.

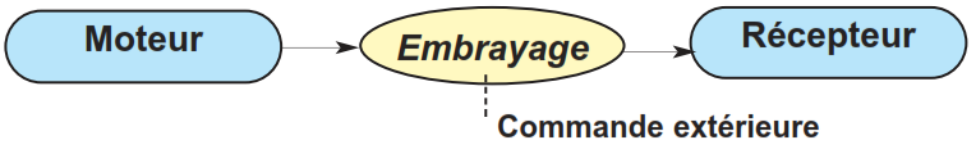


Figure 1 : mise en situation d'un embrayage

Figure 2 : symbolisation

Parmi les avantages offerts par la présence d'en embrayage dans une transmission, nous pouvons retenir :

La sécurité, l'économie, la diminution des efforts de contact, la souplesse.

1.2.Symbolisation (voir figure 2)

2. Classification

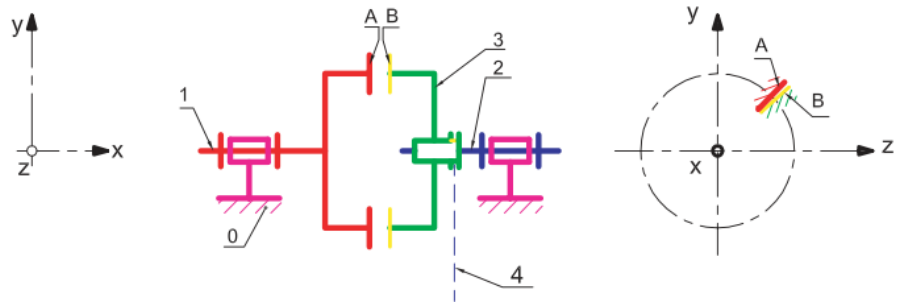
Pour classifier les types d'embrayage, on peut retenir deux choses :

- le principe d'entraînement entre le moteur et le récepteur (par frottement, par obstacles, etc…).

- la nature de la commande extérieure.

3. Embrayages instantanés

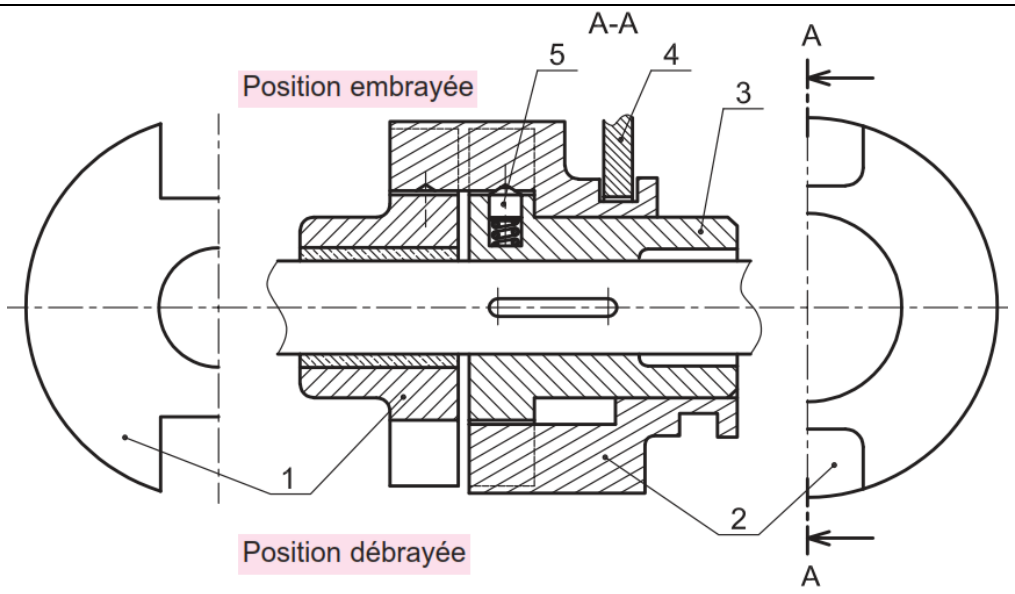
Principe	Nature de la commande extérieure	Désignation	Application
Contact direct entre deux solides indéformables sans possibilité de glissement :	Mécanique; Electromagnétique; Hydraulique; Pneumatique.	Embrayage à crabots	Machines-outils



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

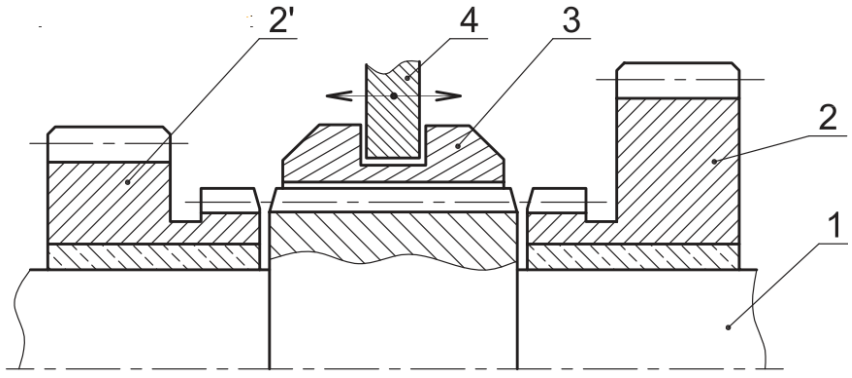
- **Réalisation**

a) Crabot par tenons



1: Entrée (ou sortie) ; 2: Sortie (ou entrée); 3: Crabot (tenons); 4: Fourchette, commandant la translation du crabot (3); 5: Doigt d'indexage.

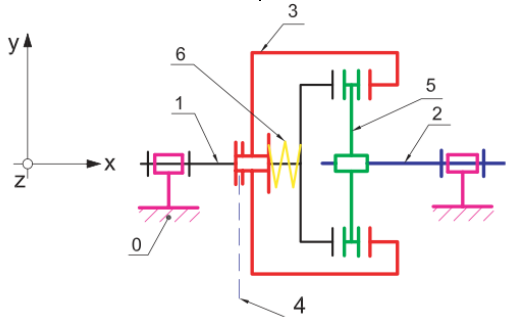
b) Crabot par cannelures



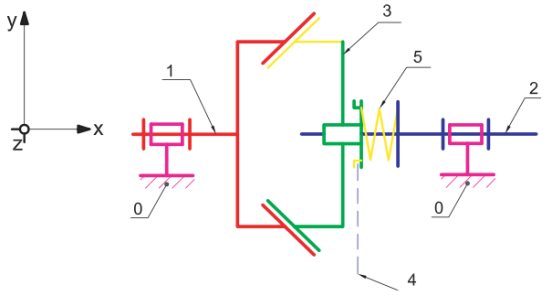
1: Entrée (ou sortie) ;
2: Première sortie (ou entrée);
2': Deuxième sortie (ou entrée)
3: Crabot (cannelures);
4: Fourchette, commandant la translation du crabot (3).

4. Embrayages progressifs

Principe	Nature de la commande extérieure	Désignation	Application
Contact direct entre deux garnitures de friction avec possibilité de glissement:	Mécanique; Electromagnétique; Hydraulique; Pneumatique.	• Embrayage à disque monodisque ou multi-disques	Automobiles, Motos
		• Embrayage conique	Machines agricoles



0: bâti; 1: arbre moteur ; 2: arbre récepteur; 3: mécanisme d'embrayage;4: Commande extérieure; 5: Disque d'embrayage;6: Ressort.

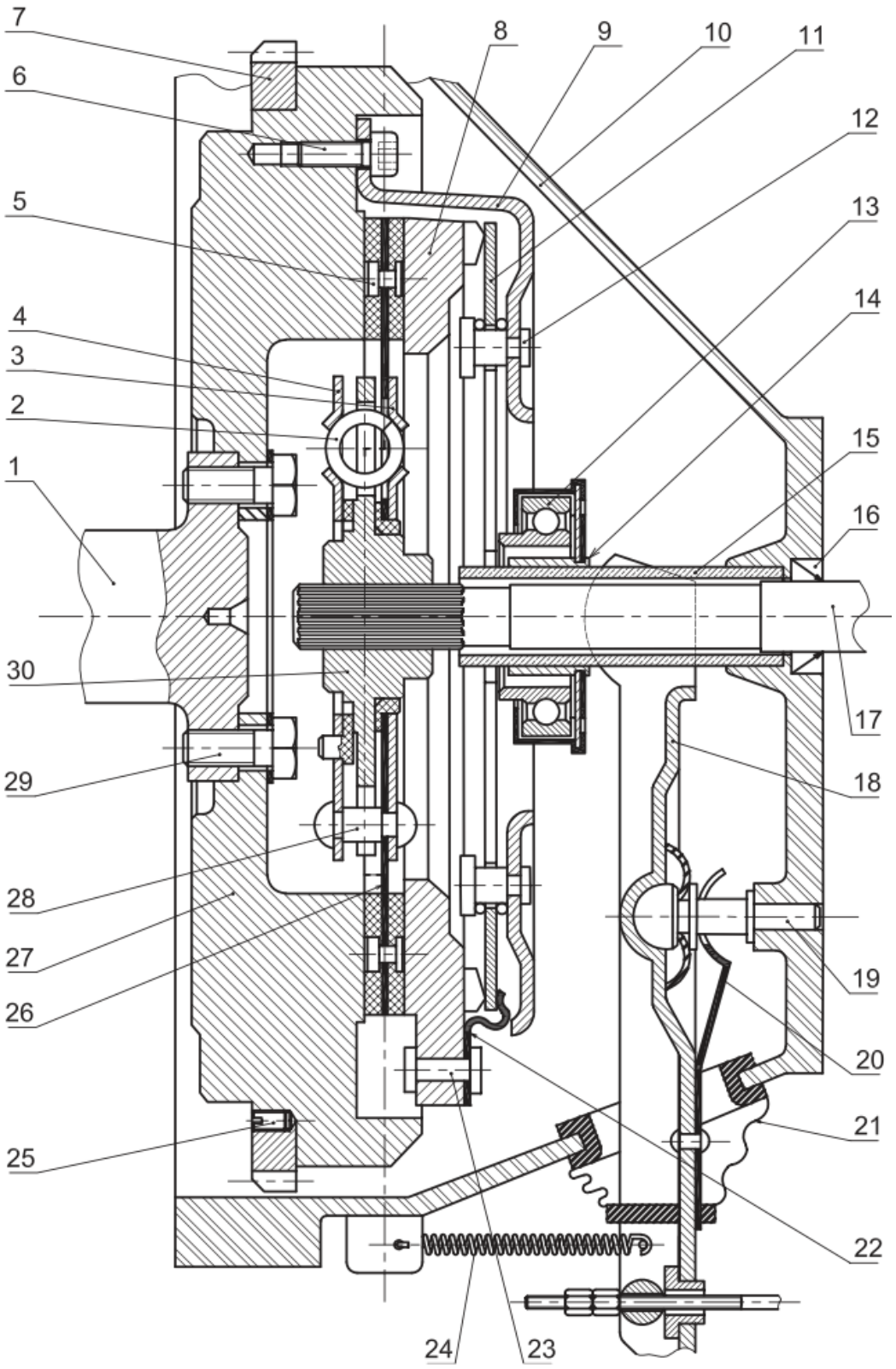


Embrayage conique

- **Réalisation**

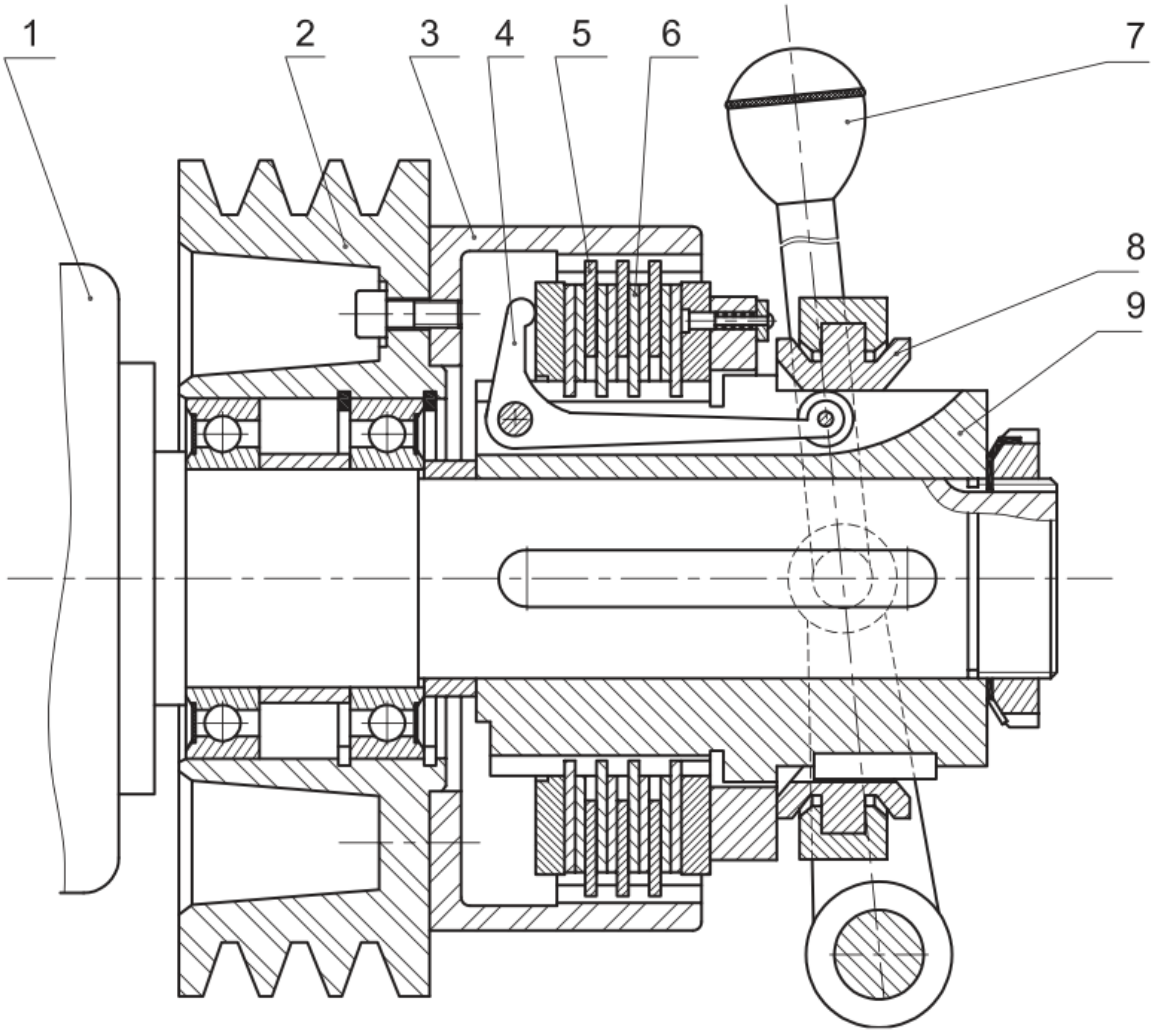
4.1.Embrayage à contact axial. (Exemple : Embrayage d'automobile)

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.



4.2.Embrayage multidisques à commande manuelle

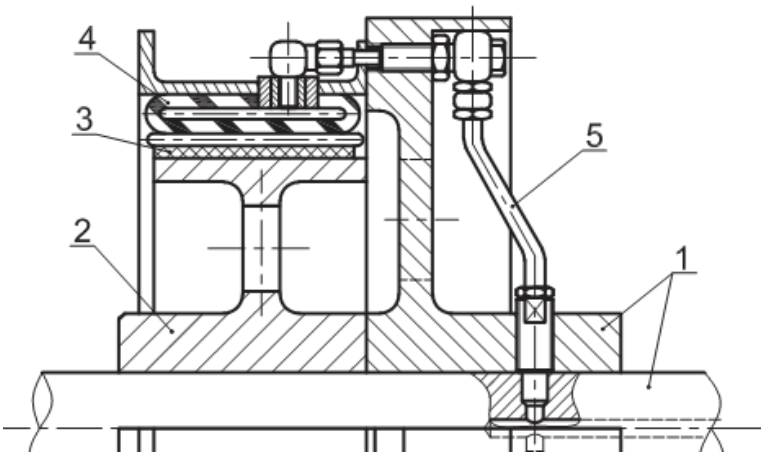
Afin d'augmenter le couple transmissible, on peut aussi augmenter le nombre de surfaces en contact, on réalise ainsi un embrayage multidisques.



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 à contact radial à commande pneumatique

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 **4**.



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

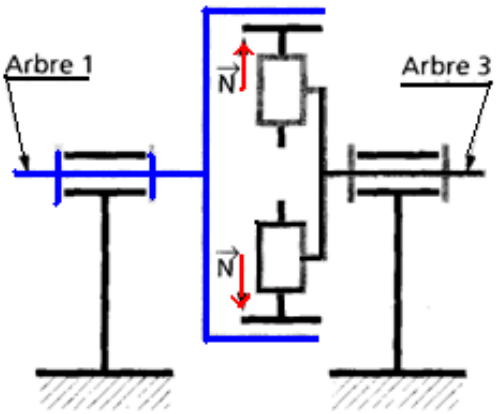
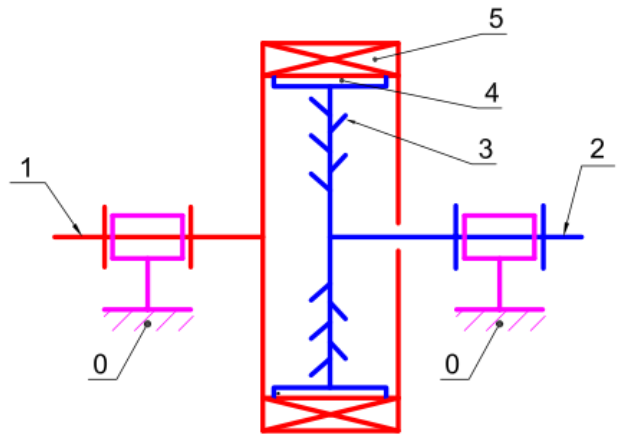


Fig.7 : embrayage à surfaces cylindriques

4.4.Embrayage électromagnétique à poudre.

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

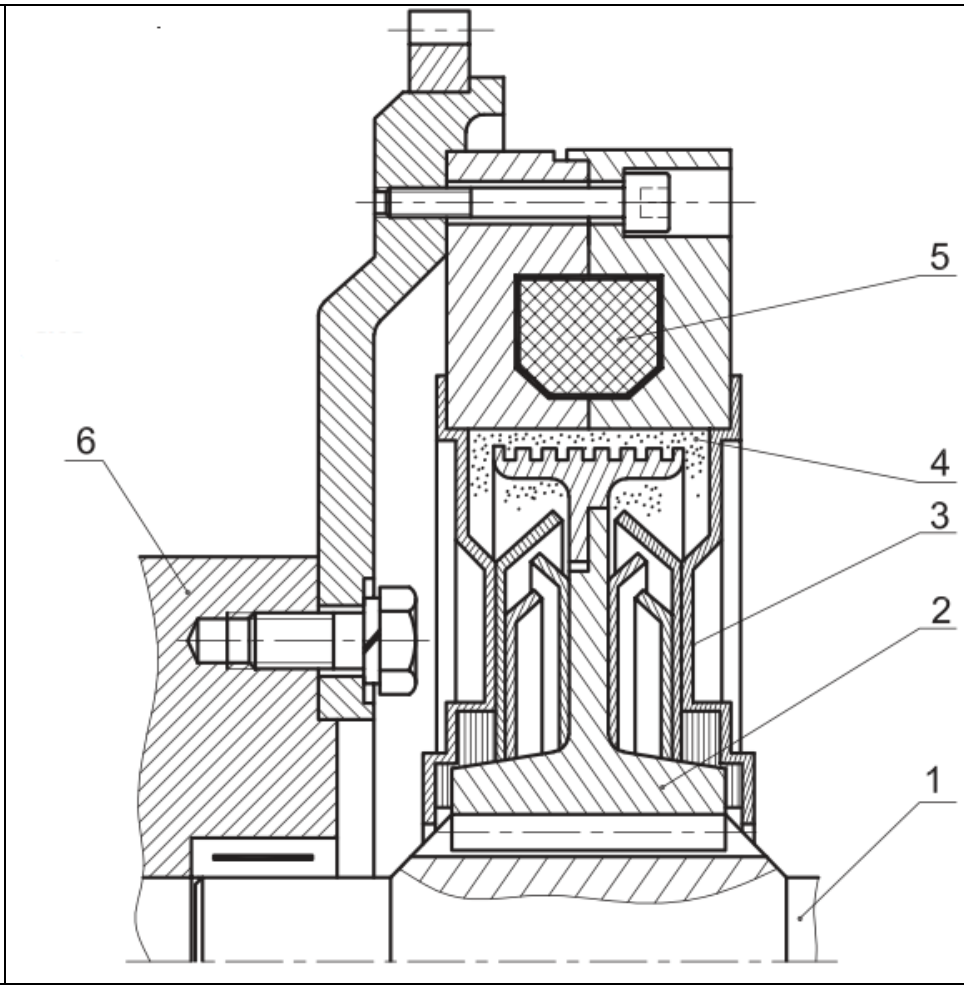


0: bâti; 1: arbre moteur ;
2: arbre récepteur; 3: déflecteur;
4: poudre ; 5: aimant.

- **Réalisation**

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.

4.5.Embrayages centrifuges

Dans ces dispositifs, l'embrayage est commandé par la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée (**1**). Lorsque la vitesse est suffisante et sous l'effet de la force centrifuge qui devient supérieure à la force de traction des ressorts **5**, la pièce **4** recouverte de garnitures de friction vient au contact de la cloche (**3**). L'adhérence générée entre les garnitures et la cloche permet la transmission du couple.

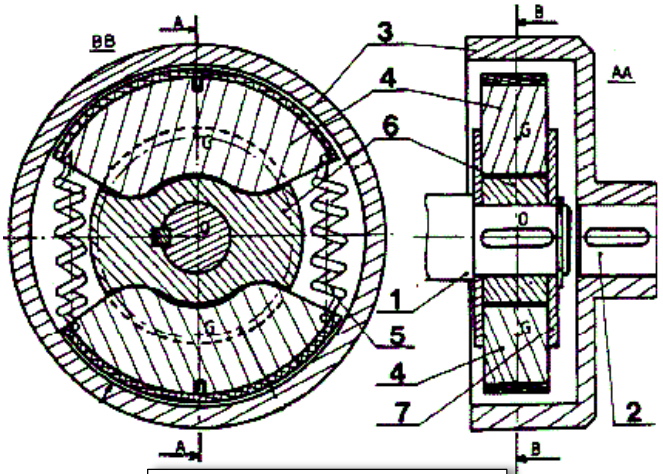
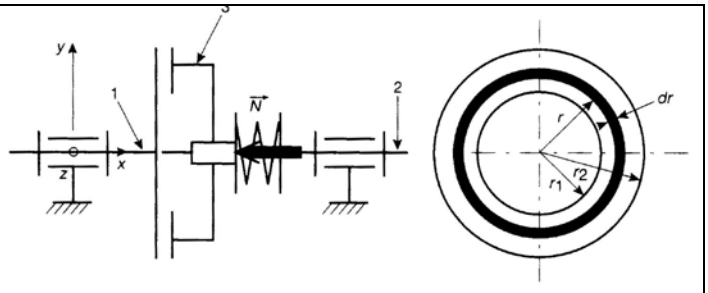


Fig.9 : embrayage centrifuge

5. Calcul du couple maximal transmissible

5.1. à surface plane

On suppose la densité de répartition de la pression constante sur l'ensemble de la surface frottante du disque. On note :

Cf : (Nm) le couple maximal transmissible par l'embrayage, *N* (N) : l'effort presseur axial générateur de la pression de contact, *f* : le coefficient de frottement r_2 **:** le rayon extérieur de la surface frottante, r_1 *:* le rayon intérieur de la surface frottante. S : aire de la zone de friction p:presion de contact à la friction (en Pa)	

On peut donc exprimer l'effort presseur *N* et en déduire la valeur de *p* :

$$dN = p.dS \Longrightarrow N = p.S \Longrightarrow p = \frac{N}{\pi({r_2}^2 - {r_1}^2)}$$

On peut ensuite exprimer le couple transmissible à la limite à l'adhérence :

$$dC = r.dT = r.f.dN = rfp.dS$$

$$\text{Avec } dS = 2\pi r dr$$

On intègre sur l'ensemble de la surface de friction et on obtient :

$$C = \int_{r_1}^{r_2} 2\pi r^2 fp.dr \Longrightarrow C = 2\pi fp \int_{r_1}^{r_2} r^2 dr$$

$$C = \frac{2}{3}\pi fp({r_2}^3 - {r_1}^3)$$

On remplace alors *p* par sa valeur en fonction de l'effort presseur *N* et on trouve :

$$\boldsymbol{C = \frac{2}{3} Nf \frac{({r_2}^3 - {r_1}^3)}{({r_2}^2 - {r_1}^2)}}$$

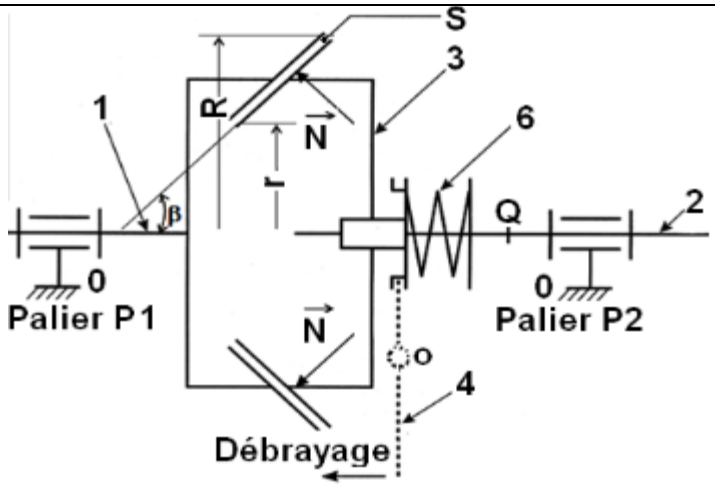
Dans le cas d'embrayage avec plusieurs disques et ***n*** surfaces frottantes, la relation ci-dessus peut s'écrire

$$C = \frac{2n}{3} Nf \frac{({r_2}^3 - {r_1}^3)}{({r_2}^2 - {r_1}^2)}$$

Remarque 1 : *n=2* pour un embrayage avec un disque à deux faces actives (contact bilatéral) et *n=2.d* pour un embrayage avec *d* disques à contact bilatéral. *n* correspond au nombre de surfaces frottantes.
Remarque 2 : en pratique les valeurs relatives de r_1 et r_2 (r_1 proche de r_2)permettant l'approximation suivante :

$$\frac{2}{3}\frac{{r_2}^3 - {r_1}^3}{{r_2}^2 - {r_1}^2} \approx \frac{r_1 + r_2}{2} \approx r_{moyen}$$

Le couple transmissible s'écrit alors pour un contact unilatéral :	Pour un embrayage monodique, à contact bilatéral :	Pour un embrayage multidisque, à n disques:
$C = Nf r_{moyen}$	$C = 2Nf r_{moyen}$	$C = 2nNf r_{moyen}$

5.2.à surface conique

$C = \frac{N.f.R_{moy}}{sin\beta}$