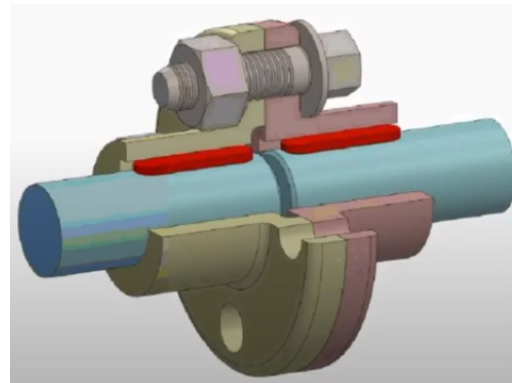


Chapitre 5.

Accouplements et freins

*Université Mohamed Seddik Ben Yahia -
Jijel-*



Dr. DERAÏ SAMIR

Table des matières



Introduction	3
I - Accouplement permanent :	4
1. Accouplements rigides :	4
1.1. Les bagues à goupilles :	4
1.2. Manchon à plateaux	5
2. Accouplements élastiques :	5
2.1. Accouplement élastique à plot élastomère	6
2.2. Les joints d'Oldham	6
2.3. Joint de CARDAN	7
2.4. Joint TRIPODE	7
II - Accouplements temporaire :	9
1. Les freins :	9
1.1. Constitution du frein :	9
1.2. Différents types des freins	10
2. Les embrayages	11
2.1. Principe de fonctionnement	11
2.2. Embrayage multi disques	13
3. Les limiteurs de couple	14
3.1. Définition :	15
3.2. Présentation :	15
3.3. Fonctionnement :	15
3.4. Le couple maximal transmissible :	16
Références	17

Introduction

L'accouplement est un organe qui transmet le mouvement, le couple de rotation et la puissance entre un arbre moteur et un arbre récepteur sans modification de couple donc à vitesse de rotation constante, les deux arbres moteur et récepteur peuvent être désalignés ou parfaitement alignés.

L'accouplement doit être bien équilibré surtout aux grandes vitesses de rotation, sinon, il en résulte un balourd, des vibrations, l'usure et la fatigue et des contraintes importantes dans l'arbre et dans les paliers.

L'accouplement doit avoir une bonne résistance mécanique et une bonne rigidité. [1]^{p.17} ↗

Le choix d'un type d'accouplement dépend d'abord des défauts d'alignement pouvant exister entre les deux arbres : désalignements radial, axial, angulaire et écart en torsion. (Figure 1).

On peut trouver deux catégories des accouplements : Accouplements *permanent* et accouplements *temporaire*.

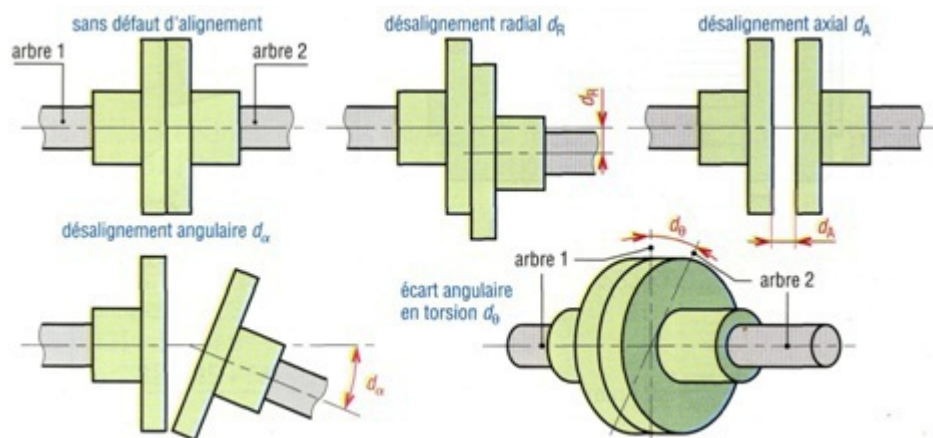


Figure 1 : Principaux défauts d'alignements [3]

Accouplement permanent :

Accouplements rigides :
Accouplements élastiques :

4

5

Il constitue l'ensemble des moyens qui permettent de lier les arbres sans penser au démontage. La position relative des arbres qu'on doit relier ou accoupler, la persistance de position permettent de définir deux grandes catégories :

- 1- Accouplement rigide : destiné aux arbres bien alignés ;
- 2- Accouplement élastiques : destiné aux arbres qui n'exigent pas un bon alignement. [2]^{p.17} ↗

1. Accouplements rigides :

Les accouplements rigides n'autorisent aucun défaut d'alignement des arbres et aucun mouvement relatif entre les arbres et transmettent intégralement le mouvement reçu, ils sont montés près d'un palier pour éviter la flexion de l'arbre, ils ne compensent pas les défauts d'alignement et les variations de dimensions qui sont dues aux dilatations thermiques. Ils sont utilisés que pour les mécanismes peu précis et qui tournent lentement. [1]^{p.17} ↗

1.1. Les bagues à goupilles :

ce sont des accouplements qui ne permettent aucun mouvement relatif entre les arbres. Les goupilles sont conique et parfois des clavettes parallèles. [2]^{p.17} ↗

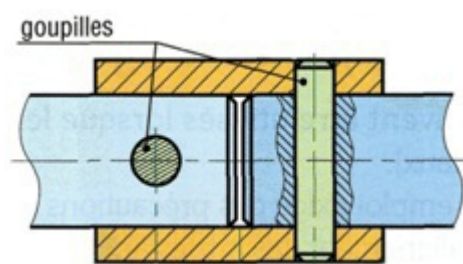


Figure 2 : Les bagues à goupilles [3]

Une goupille est une cheville métallique, Elle sert notamment

- à immobiliser une pièce par rapport à une autre pièce (goupille d'arrêt) ;
- à assurer la position relative de deux pièces (goupille de positionnement ou pied de positionnement) ;

1.2. Manchon à plateaux

Ils sont les plus utilisés, simples et équilibrés, les plateaux sont montés par emmanchement forcé sur les arbres mais les clavettes de sécurité sont indispensables pour assurer la liaison arbre plateau en cas de perte de celle-ci par emmanchement forcé. L'entraînement se fait soit par adhérence des deux plateaux sous l'effet de serrage des boulons (Figure 3).

Les deux plateaux possèdent un épaulement de centrage pour centrer un plateau sur l'autre et pour que les deux arbres soient alignés, le démontage des deux plateaux nécessite un déplacement axial d'une distance égale au moins à la distance d'emboîtement, par fois, on utilise deux demi anneaux de centrage entre les deux plateaux afin de faciliter le démontage des deux arbres. Ces accouplements exigent un bon alignement des arbres moteur-récepteur durant le fonctionnement, sinon, on aura une très grande fatigue et une usure rapide des paliers. [1]^{p.17} ↗

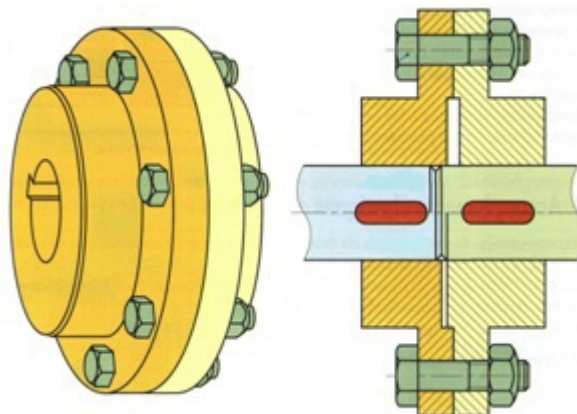


Figure 3 : Manchon à plateaux [3]

2. Accouplements élastiques :

Les accouplements élastiques ont pour rôle, comme les accouplements rigides, d'effectuer une transmission de puissance entre deux arbres en prolongement et sans modification du couple, ni de la vitesse, mais ils ont été créés pour remédier aux inconvénients des accouplements rigides. En effet, ces accouplements permettent une légère variation de la position relative des axes des arbres, ils corrigent les défauts d'alignement et de centrage entre les axes comme : Le déplacement radial ou axial et l'angle d'inclinaison de l'arbre moteur par rapport à l'arbre récepteur (Figure 4).

Les accouplements élastiques absorbent les vibrations et les à-coups de la transmission (chocs), la liaison entre les deux arbres est élastique. [1]^{p.17} ↗

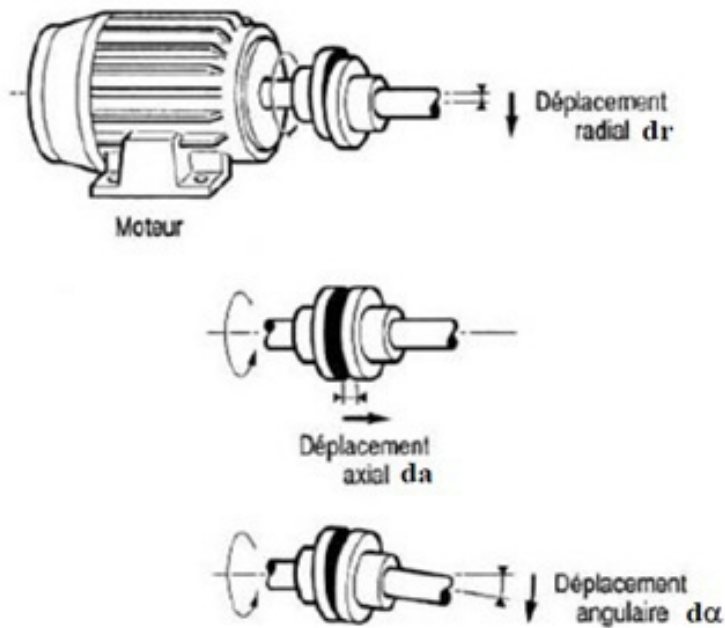


Figure 4 : Défauts d'alignement des axes des arbres [1]

2.1. Accouplement élastique à plot élastomère

Cet accouplement est composé de trois organes : deux plateaux et des éléments élastiques interposés entre ces deux plateaux (Figure 5), le matériau de cet élément peut être soit élastomère, caoutchouc ou un ressort métallique. Le rôle des plots élastiques est de compenser le désalignement axial d_a , amortir les vibrations et absorber le choc.

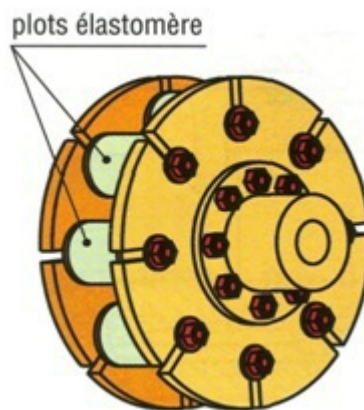


Figure 5 : Accouplement élastique à plot élastomère [3]

2.2. Les joints d'Oldham

Ce joint corrige le défaut d'alignement de type déplacement radial, à titre d'exemple, il peut corriger ce défaut qui est dû à un affaissement vertical de la fondation sur laquelle est posé le moteur.

Figure 6 montre quatre séquences de rotation d'un joint d'Oldham, ce joint corrige le désalignement

radial d_r , les deux plateaux sont clavettés sur les arbres. Durant son fonctionnement, le disque intermédiaire tourne et glisse sur les deux languettes des deux plateaux, ces deux languettes sont perpendiculaires. L'avantage de ce joint est que les rotations des deux arbres sont égales, on dit que le joint est homocinétique. Mais il reste peu employé à cause du frottement important des languettes dans les rainures. Pour le diminuer, le disque intermédiaire est souvent en bronze. [1]^{p.17} ↗

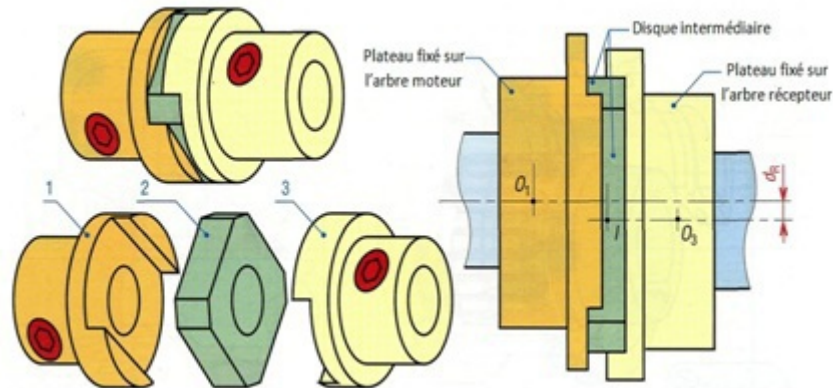


Figure 6: Joint d'Oldham [3]

2.3. Joint de CARDAN

Jérôme Cardan donna son nom à la suspension dite à la Cardan mais il ne revendiqua nullement cette invention. L'idée de base de cette suspension est constituée par deux anneaux reliés ensemble et tournant l'un à l'intérieur de l'autre en n'étant reliés entre eux qu'en deux points opposés. Le joint de cardan est un mécanisme relativement volumineux et cher. Plusieurs conceptions permettent de simplifier les composants. Les variantes, les plus couramment rencontrées en construction, sont présentées dans la figure 7. [2]^{p.17} ↗

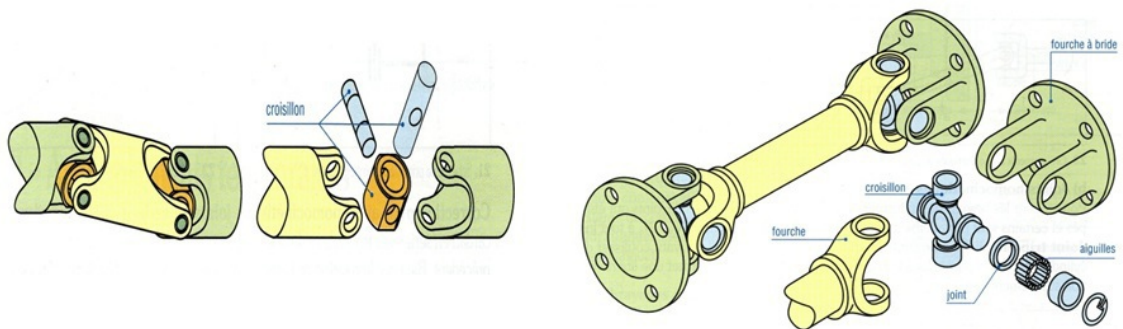


Figure 7: Joints cardan. [3]

2.4. Joint TRIPODE

Le joint de cardan peut se monter assez facilement dans les véhicules de grandes dimensions là où la place à disposition est suffisante. Par contre, les voitures automobiles à traction avant nécessitent une réalisation de joints très compacts permettant des angles de braquage importants. Diverses variantes existent de manière à remplir plus ou moins bien la solution idéale afin d'atteindre un rapport de

transmission constant. Le joint Tripode autorise un déplacement longitudinal des deux extrémités du joint ce qui évite la présence d'un emmanchement à cannelure, donc à gagner de la place.

Ce joint se compose en principe d'une fourche à trois branches parallèles disposées sur une surface cylindrique et fixée sur l'arbre menant, d'une étoile à trois branches montée sur l'arbre mené et de trois guidages reliant les deux premiers composants. [2]^{p.17} ↗

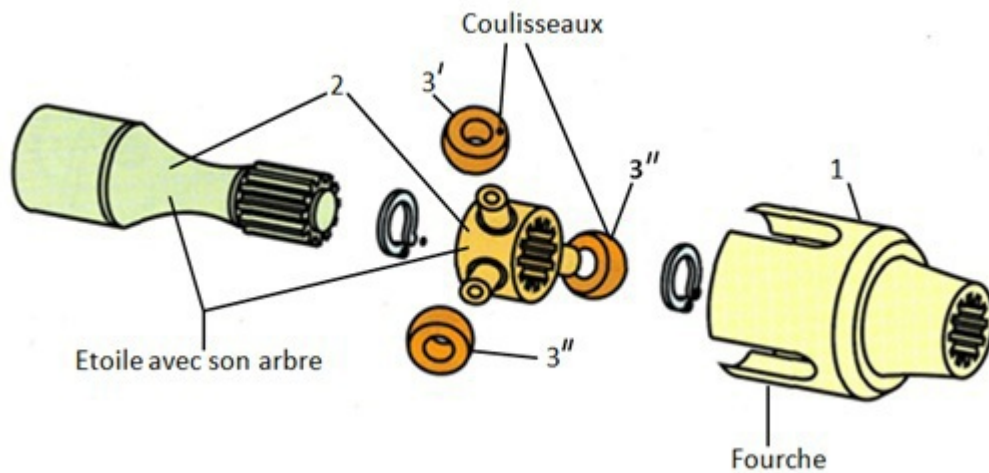


Figure 8: Joint TRIODE. [2]

L'arbre menant est maintenu en position axiale et l'arbre mené est articulé sur un point fixe. Sous l'effet de la rotation de la fourche, l'étoile est entraînée en mouvement circulaire par glissement de ses branches dans les guidages. Le joint Tripode ne peut jamais se monter seul dans une transmission à arbres concourants car l'élément mené effectue un mouvement sphérique.

D'une manière générale, et dans la plupart des cas, ce joint est couplé à un joint de cardon (Figure 9). [2]^{p.17} ↗

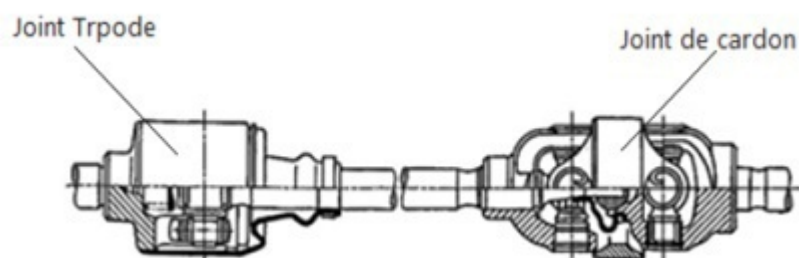


Figure 9: Combinaison cardon-tripode. [2]

Accouplements temporaire :



Les freins :	9
Les embrayages	11
Les limiteurs de couple	14

1. Les freins :

Si on veut arrêter un ensemble de mouvement translation ; rotation ou complexe quel soit ; il faut lui extraire son énergie cinétique qu'il possède. Le frottement nous permet cela si on veut supprimer la force génératrice du mouvement en quelque minute et parfois même en quelques secondes et ceci provient de la résistance non active provoqué par le graissage.

Sur machines outils et automobile, il faut économiser le temps pour arrêter le mouvement le plus rapidement possible. Dans les différentes applications, comme les systèmes de levage et les descentes de voitures sur ; le problème essentiel est le poids qui créa le mouvement et qu'on peut le supprimer difficilement. Dans d'autres, cas il faut diminuer la croissance de la vitesse sans l'arrêter définitivement. Pour absorber l'énergie mécanique supplémentaire, on la transforme en autre énergie qu'on pourrait récupérer par la suite. [4]^{p.17} ↗

1.1. Constitution du frein :

Constituer essentiellement de :

- surface de contacts, face frottante fixer sur une masse mobile généralement sur disque ; l'autre face nommée surface de frottement fixer sur socle fixe (ferrodo).
- Mécanisme de commande de la force pressante (induction magnétique ou piston) ;
- Ressorts de rappels de ses surfaces mobiles à la position initiale une fois le frein supprimé. [4]

^{p.17} ↗

1.2. Différents types des freins

1.2.1. Freins à tambours ou à mâchoires

Le frein à mâchoires (Figure 10) est utilisé généralement dans les automobiles, il est composé de deux mâchoires munies de deux garnitures de friction et un tambour fixé sur la roue mobile. Les deux parties inférieures des deux mâchoires pivotent sur deux axes fixes, les deux parties supérieures sont actionnées par un vérin hydraulique à deux pistons par lequel est fourni l'effort de freinage, un ressort de rappel permet d'annuler la force de freinage quand la pédale de freinage est lâchée en décompressant le vérin hydraulique. [1]^{p.17} ↗

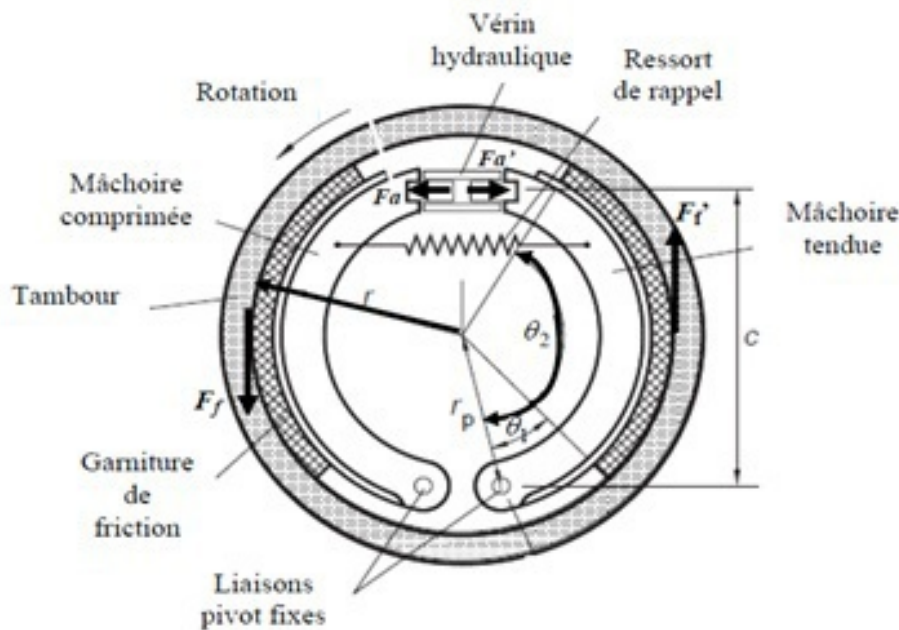


Figure 10 : Freins à mâchoires [1]

La force tangentielle F_f dirigée suivant le sens de rotation du tambour et la force de freinage F_a tendent à pousser et à comprimer la mâchoire gauche contre le pivot fixe, d'où son nom mâchoire comprimée ou poussée.

La force tangentielle F_f' et la force de freinage F_a' s'exercent en sens contraire, tendent à tendre et à tirer la mâchoire droite de son axe d'articulation, d'où son nom mâchoire tendue.

La pression radiale p exercée par la garniture de friction sur le tambour pour n'importe quel angle θ compris entre θ_1 et θ_2 . [1]^{p.17} ↗

a) Freins à disques

L'arbre à freiner est muni d'un disque plan (Figure 11) qui tourne à l'intérieur d'un étrier muni de deux plaquettes de friction situées de part et d'autre du disque et pouvant être rapprochées simultanément par deux pistons hydrauliques, des joints toriques sont mis à l'intérieur des cylindres des deux vérins pour assurer l'étanchéité entre le piston et le cylindre, les plaquettes sont munies d'une garniture de

friction très dure, collée ou directement montée sur les plaquettes. Ce type de frein offre des surfaces de friction planes, ce qui permet d'avoir un contact absolument régulier. [1]^{p.17} ↗

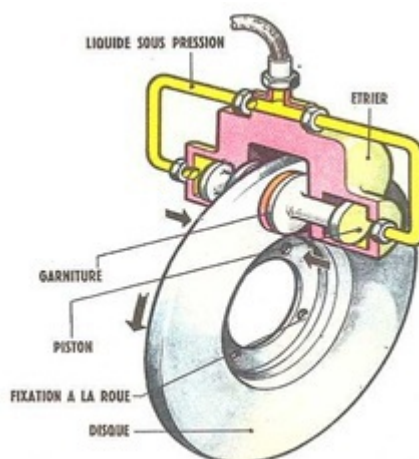


Figure 11 : Frein à disque [5]

2. Les embrayages

L'embrayage est un accouplement temporaire qui transmet le mouvement, la vitesse et la puissance entre l'arbre moteur et l'arbre récepteur en utilisant une liaison temporaire par adhérence. Dans le cas du débrayage (phase de désaccouplement), un glissement réglable est possible par la variation de la pression normale aux surfaces de contact. Dans le cas de la phase de l'embrayage, aucun glissement n'est autorisé. L'embrayage est utilisé dans un but de simplification de la conduite de la machine (changement de la vitesse dans un véhicule), de sécurité, d'emploi (arrêt rapide) et d'économie de puissance. Les embrayages n'autorisent pas les défauts d'alignement. [1]^{p.17} ↗

2.1. Principe de fonctionnement

La Figure 12 présente un dessin d'ensemble d'un embrayage à un seul disque utilisé dans les automobiles.

Le volant moteur est actionné soit au démarrage par un démarreur via une roue dentée soit en régime normale du véhicule par le moteur à combustion interne via le vilebrequin. [1]^{p.17} ↗

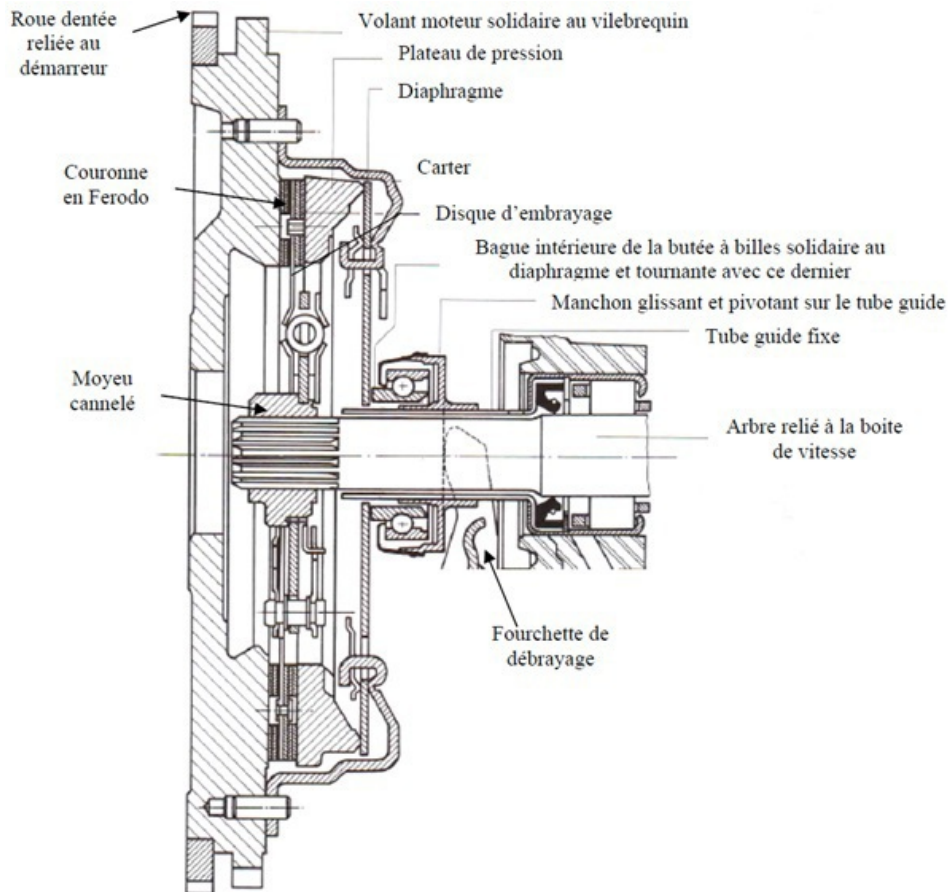


Figure 12 : Embrayage à un seul disque.[1]

À la phase de l'embrayage, aucune action n'est exercée sur la pédale d'embrayage (Figure 13), le diaphragme appuie sur le plateau de pression qui à son tour applique une pression de contact sur un côté des couronnes de Ferodo, l'autre côté des couronnes de Ferodo est poussé contre le volant moteur, l'ensemble (volant moteur, plateau de pression, carter, diaphragme et disque d'embrayage) tourne avec la même vitesse et l'arbre récepteur tourne aussi avec cette vitesse grâce à la liaison cannelée moyeu-arbre (Figure 11), l'arbre récepteur est couplé au moteur et la puissance dans ce cas est transmise du moteur vers l'arbre récepteur.

À la phase de débrayage, la fourchette de débrayage appuie sur le manchon glissant (Figure 11) suite à une action appliquée sur la pédale d'embrayage (Figure 14), ce manchon appuie à son tour sur les languettes du diaphragme, celui-ci se déforme alors et permet au plateau de pression de se déplacer et libérer le disque d'embrayage, l'arbre récepteur est désaccouplé au moteur. [1]^{p.17} ↗

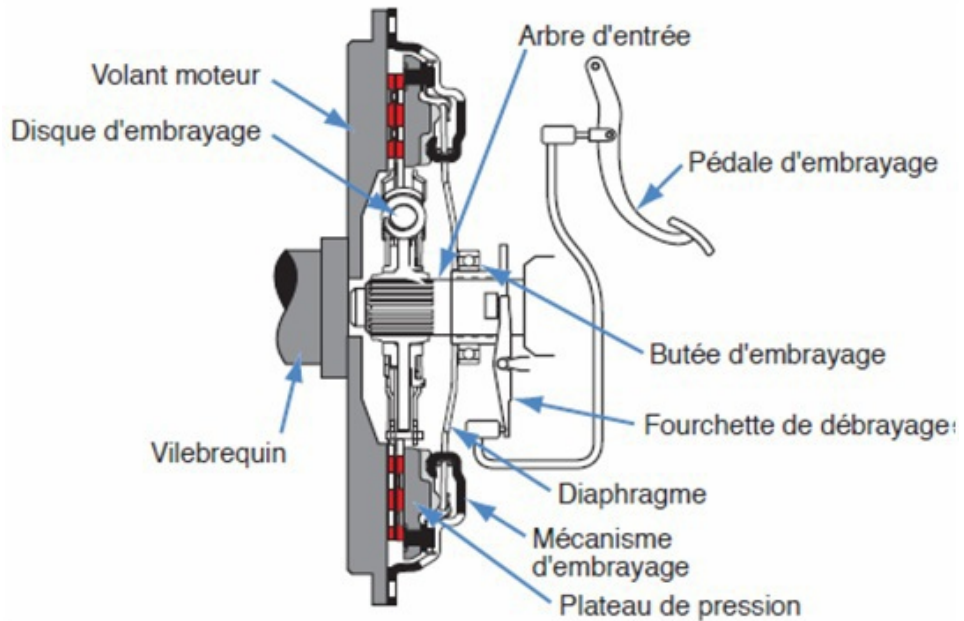


Figure 13 : Phase d'embrayage. [1]

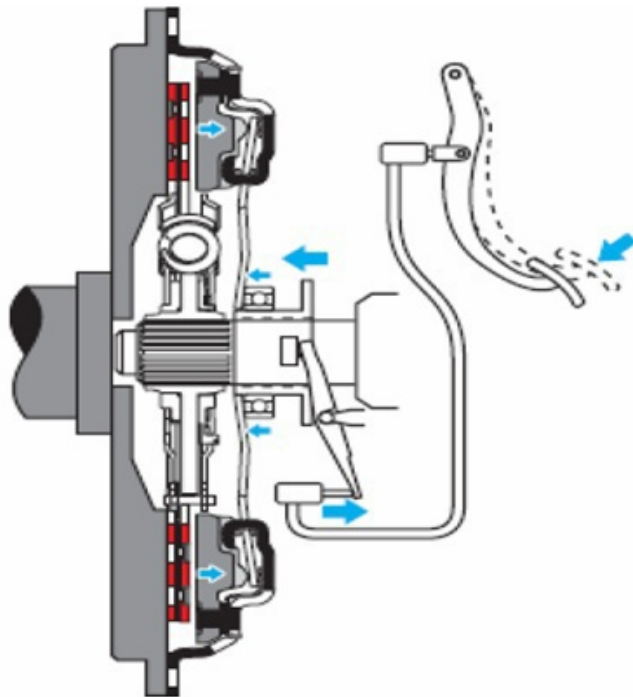


Figure 14 : Phase de débrayage [1]

2.2. Embrayage multi disques

Dans un système de transmission (Figure 15), le couple transmissible est inférieur au couple moteur car une partie de ce couple est perdue par frottement dans les paliers, engrenages, etc. Le couple développé au niveau de l'organe d'accouplement est le couple d'adhérence provoqué par la force d'adhérence nécessaire pour maintenir les deux plateaux de l'organe d'accouplement en contact. Les conditions suivantes doivent être vérifiées pour avoir une bonne transmission :

- Le couple moteur C_m doit être inférieur au couple d'adhérence C_a pour éviter le patinage du disque d'embrayage.
- Le couple transmissible C_{tr} doit être supérieur au couple résistant C_r pour entraîner la machine.
- Le couple moteur C_m doit être supérieur au couple résistant C_r sinon le moteur cale.

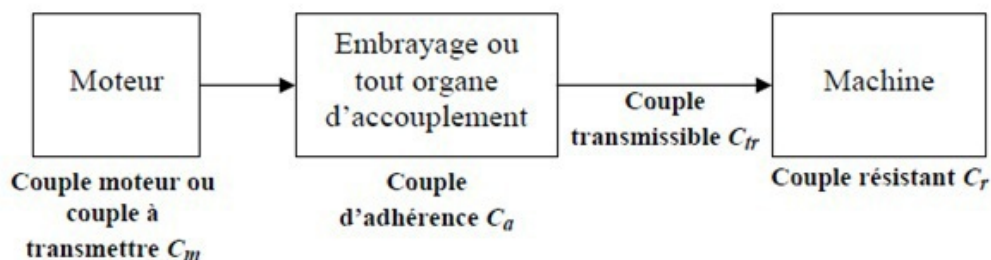


Figure 15 : Couples développés dans un système de transmission [3]

Pour faire entraîner une charge très importante comme un camion chargé de marchandise, il faut avoir un couple transmissible très important et supérieur au couple résistant de ce camion, ceci veut dire qu'il faut augmenter le couple moteur et par conséquent le couple d'adhérence. En effet, comme nous l'avons vu que pour un seul disque, le couple d'adhérence est proportionnel au coefficient de frottement, diamètre moyen de la garniture de friction et la pression d'appui.

L'augmentation de la pression d'appui afin d'augmenter le couple d'adhérence peut nuire le matériau de la garniture, ainsi l'augmentation du diamètre moyen rend l'embrayage plus encombrant, la seule solution est de multiplier le nombre des disques et donc le nombre des surfaces frottantes afin d'augmenter le couple d'adhérence. La multiplication des disques a un aspect avantageux sur la répartition de l'usure sur tous les disques et prolonge la durée de vie du système.

L'exemple de la Figure 16 montre un embrayage multi disques avec 3 de paires des surfaces en contact.[3]^{p.17} ↗

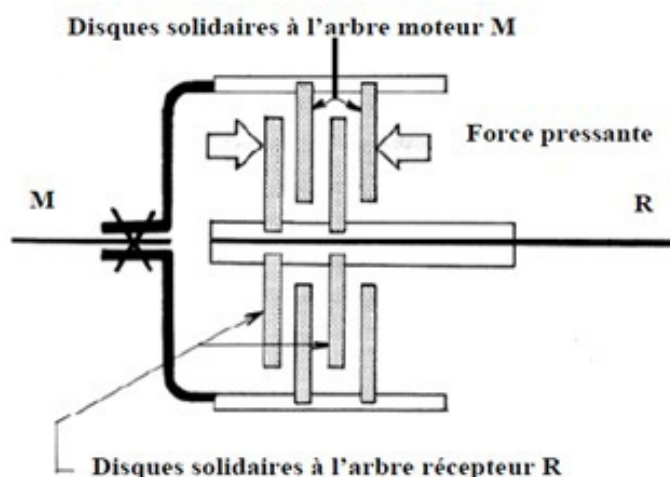


Figure 16 : Embrayage multi disques[3]

3. Les limiteurs de couple

3.1. Définition :

Les limiteurs de couple sont des composants de sécurité mécaniques utilisés en transmission de puissance. Le principe de base du limiteur de couple est de supprimer la transmission de couple entre une partie tournante entraînante et la partie tournante entraînée lorsque le couple transmis à celle-ci dépasse une valeur déterminée.[6]^{p.17} ↗

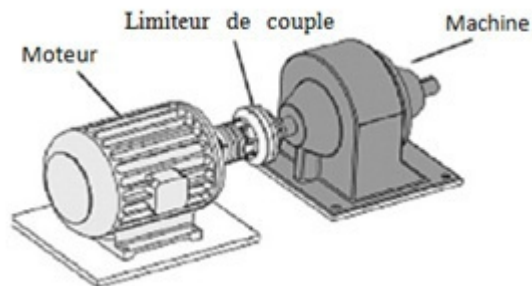


Figure 17: limiteur de couple [6]

3.2. Présentation :

Le limiteur de couple représenté en 2 vues en coupe A-A et B-B est un organe de sécurité de transmission mécanique. Il est monté sur l'arbre moteur d'un transporteur entraînant le tapis roulant d'une ligne de transfert de produits dans une usine. [6]^{p.17} ↗

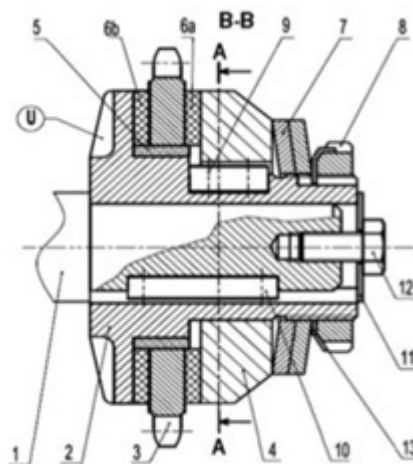


Figure 18 : limiteur de couple représenté en coupe A-A et B-B [6]

3.3. Fonctionnement :

Le limiteur de couple, 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 blocage accidentel du convoyeur, l'arbre moteur continuera de tourner mais il y aura Pignon d'entraînement glissement entre le pignon (03) et les garnitures (06a) et (06b) permettant ainsi d'éviter la rupture des organes les plus fragiles de la transmission. [6]^{p.17} ↗

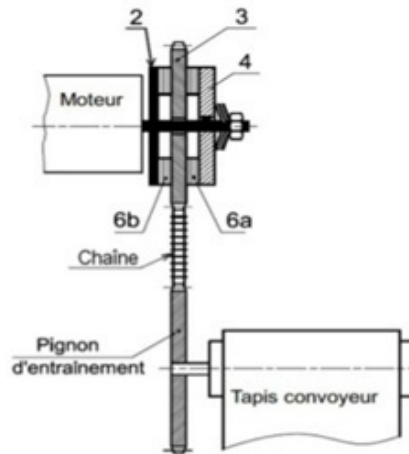


Figure 19 : Convoyeur à band [6]

3.4. Le couple maximal transmissible :

$$C_t = \frac{2}{3} \times n \times f \times \|\vec{F}\| \times \left(\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \right)$$

C_t : Couple transmis entre le moteur et le récepteur (N.m) ;

n : Nombre de surface de friction (frottement) ;

f : Coefficient de frottement ;

F : Effort presseur en (N) ;

R : Le grand rayon de la surface de friction en (mm) ;

r : Le petit rayon de la surface de friction en (mm) ; [6]^{p.17} ↗

Références

[1]

Amine Beloufa, Cours Eléments de Machines destiné aux étudiants de Master 2 Filière : Génie Mécanique Spécialité : Mécanique & Energétique. Centre universitaire – Ain Témouchent.

[2]

AMEUR Toufik, Cours Construction Mécanique 2 Licence Académique Génie Mécanique Spécialité: Construction Mécanique, Université kasdi merbah ouargla, 2017/2018.

[3]

http://www.zpag.net/Tecnologies_Industrielles/accouplements.htm

[4]

Sebhi Amar Polycopie de construction mécanique Licence au master , Université Med Boudiaf de M'Sila, 2013/2014.

[5]

<http://mecaretro.free.fr/?Freins-a-Disque>

[6]

Mohamed Mtaallah, cours de génie mécanique, 2018/2019

[7]

<https://fr.scribd.com/document/396352894/Exercice-Limiteur-de-Couple-Transmissible-Eeve>