

#### **Chapitre 4: Transmission de mouvement (calcul et dimensionnement) (3 semaines)**

- ❖ Paliers et butées à roulements
- ❖ Courroies et Chaînes....

##### **4.1. Introduction:**

Les butées et paliers lisses sont des éléments de machines qui servent à supporter et à guider des axes ou des arbres soit dans la direction radiale fi paliers, soit dans la direction axiale fi butées. Les paliers lisses utilisent les propriétés physiques des lubrifiants afin d'éviter dans la mesure du possible le contact de parties solides entre les pièces mobiles et les surfaces de glissement. Si le fluide sépare entièrement ces composants, le coefficient de frottement dit équivalent est fortement abaissé et l'usure des surfaces devient presque toujours négligeable. La présence d'un fluide, le plus souvent liquide, déformable et visqueux, amortit les vibrations et les à-coups, diminue le bruit, réduit les jeux, évacue l'énergie calorifique produite par les pertes. Les butées et paliers lisses restent malgré tout des éléments exigeants dans l'entretien et le contrôle en fonctionnement. Ils concurrencent avantageusement les éléments à roulements à partir de 150 mm de diamètre ou dans des applications particulières comme les grandes vitesses, les centrages de haute précision, les rigidités élevées ou les faibles pertes.

##### **4.2. Les paliers lisses ou Coussinets**

###### **4.2.1. Rappel :**

Economiques, souvent utilisés, les coussinets sont interposés entre un arbre et son logement pour diminuer le frottement et faciliter ainsi le mouvement de rotation et/ou translation. Ils sont construits à partir de matériaux présentant de bonnes qualités flottantes (bronze, étain, plomb, graphite, Téflon, PTFE, polyamide). Ils peuvent être utilisés à sec ou avec lubrification. Figure 4.1.



Figure 4.1. Paliers. [5,6]

###### **4.2.2. Les différentes familles de coussinets**

- ❖ **Coussinets autolubrifiants; Figure 4.2.**

Ils sont fabriqués à partir de poudre de bronze (cuivre 78% + étain 22%) ou d'alliage ferreux (fer + cuivre + plomb) compactées. Ces poudres sont dans un premier temps comprimées dans un moule puis chauffées dans un four pour obtenir des pièces poreuses.

Cette opération de fabrication s'appelle **le frittage**. Un lubrifiant (huile ou graphite) est ensuite injecté dans les porosités du coussinet. Dans le cas de l'huile, le coussinet restitue l'huile en fonctionnement, et l'absorbe à l'arrêt.

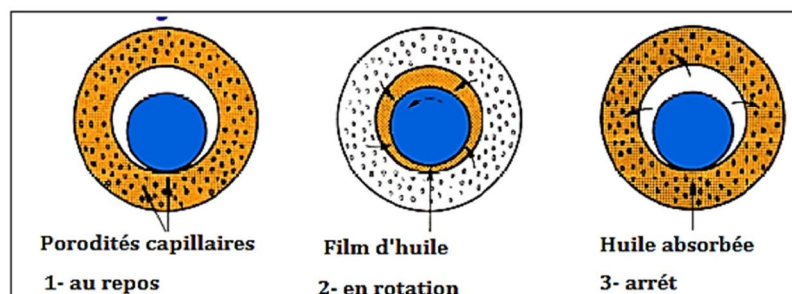


Figure 4.2. Paliers avec système autolubrification. [5,6]

- ❖ **Coussinets composites type Glacier**

Ils peuvent fonctionner à sec ou avec un léger graissage au montage sous des vitesses périphériques inférieures à 3 m/s. Figure. 4.3.



Figure 4.3. Coussinets composites type Glacier

Ils sont constitués de 3 couches principales:

- La base est une tôle d'acier roulée (+ cuivre et étain).
- Une couche de bronze fritte.
- La surface flottante en résine acétal ou en PTFE (Polytetrafluorethylene) avec addition d'un lubrifiant solide: plomb, graphite... Figure. 4.4.

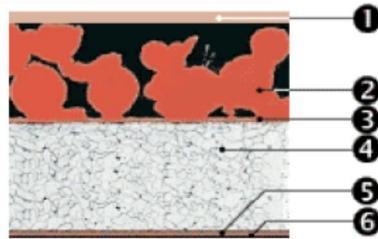


Figure. 4.4. Constituants du coussinet composite: **1** Polytetrafluorethylene (PTFE), **2** Bronze/étain ou Bronze/plomb, **3** Couche de liaison (cuivre), **4** Support en acier, **5** Couche de cuivre **6** Couche d'étain, Protection du support en acier).

❖ **Coussinets polymères**

Ils sont constitués d'un seul matériau polymère homogène, qui peut être du PTFE (Polytetrafluorethylene), Nylon, acétal, ...

Ils sont utilisés lorsqu'il est nécessaire d'avoir une grande résistance chimique. Ils sont insensibles aux poussières. Ils ont comme inconvénients de se déformer à terme sous charge (fluage), et d'avoir un faible coefficient de conductivité thermique (mauvaise évacuation de la chaleur). Figure. 4.5.



Figure. 4.5. Palier en polymere. [5,6]

**4.2.3. Calcul et dimensionnement des coussinets (régime non hydrodynamique)**

**1. Pression diamétrale (statique ou faible vitesse de rotation),** Figure. 4.6.

La pression circonférentielle  $p'$  est égale à la pression diamétrale  $p$

$$P = F / (d \cdot L)$$

- F : charge radiale sur le palier (N)
- d : diamètre intérieur du coussinet (mm)
- L : longueur du coussinet (mm)
- p : pression diamétrale (N/mm<sup>2</sup>)

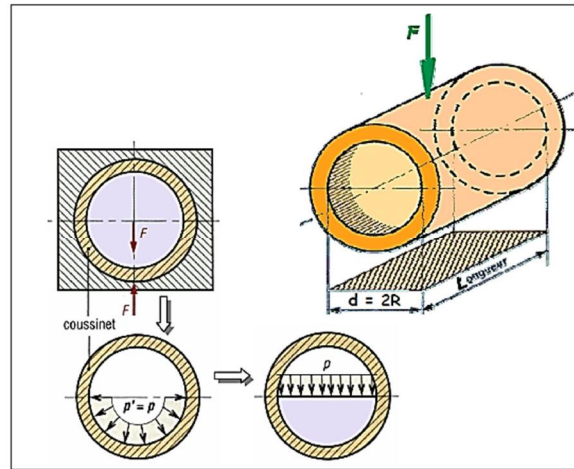


Figure. 4.6. Répartition des charges sur un palier. [1]

## 2. Produit $p.V$ (en fonctionnement, régime onctueux)

Ce facteur  $p.V$  est le produit de la pression diamétrale  $p$  ( $N/mm^2$ ) par la vitesse circonférentielle  $V$  ( $m/s$ ). Il est déterminant pour le dimensionnement des coussinets.

La valeur de  $p.V$  permet de s'assurer, en fonction du matériau utilisé pour la fabrication du coussinet, s'il sera capable de supporter l'énergie engendrée par le frottement. Figure. 4.7.

$$p.V = p.R.\omega = p.R.(2\pi N / 60)$$

### Remarque:

L'unité de  $p.V$  est le watt/ $mm^2$  ou ( $N/mm^2$ ) x ( $m/s$ )

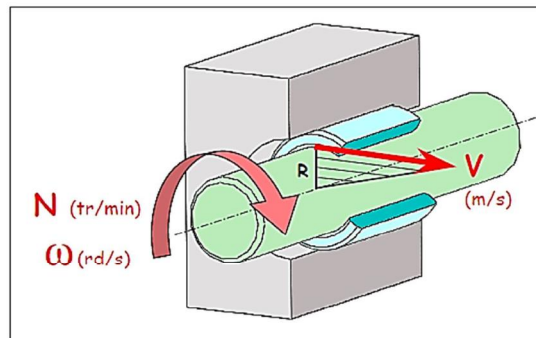


Figure. 4.7. Puissance sur palier. [5,6]

## 4.2.4. Montage des coussinets

### 1. Règle de montage

Afin de limiter les frottements, le coussinet doit être monté serré sur l'alésage, et glissant sur l'arbre, et non l'inverse. De cette façon la vitesse de glissement est la plus faible, Figure. 4.8.

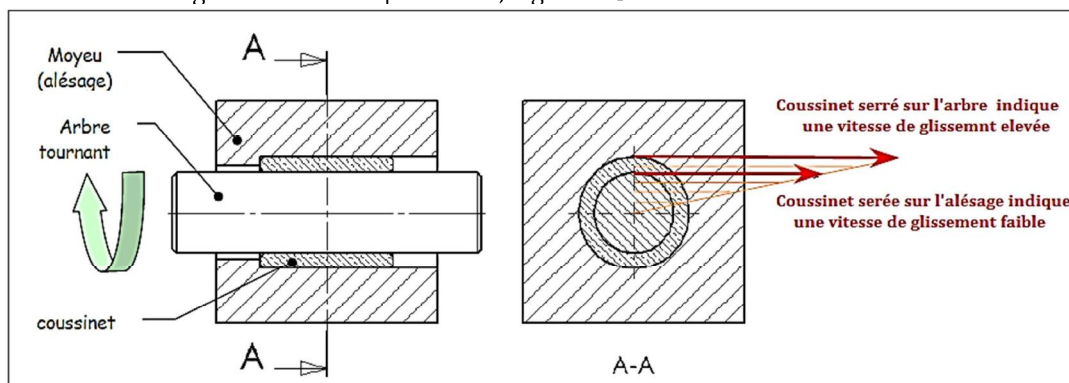
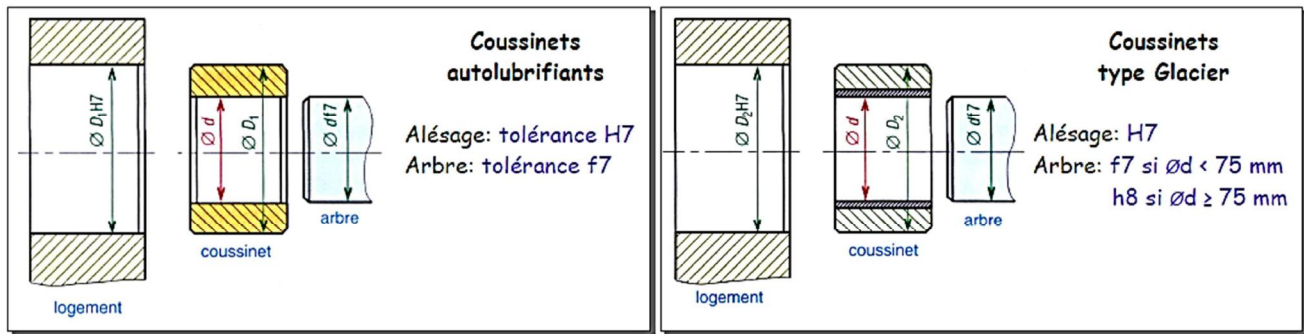


Figure. 4.8. Instructions de montage des coussinets. [5,6]

**2. Tolérances des pièces en contact avec le coussinet, Figure 4.9.**



**Figure 4.9.** Ajustements sur coussinets. [5,6]

**4.2.5. Comparaison des performances entre les familles de coussinets**

	Coussinets autolubrifiants	Coussinets Type glacier	Coussinets polymères
<b>Vitesse circonférentielle maximale (m/s)</b>	13 m/s (carbone, graphite) 7 à 8 m/s	2 à 3 m/s	2 à 3 m/s
<b>Températures limites de fonctionnement (°c)</b>	jusqu'à 400°c (graphite) jusqu'à 250°c (bronze/Plomb)	-40°c à +110°c (acétal) -200°c à +280°c (PTFE)	-40°c à +100°c (acétal) -80°c à +120°c (Nylon)
<b>Pression diamétrale admissible p (N/mm<sup>2</sup>)</b>	5 N/mm <sup>2</sup> (graphite) 20 à 30 N/mm <sup>2</sup> (bronze/plomb) 7 à 35 N/mm <sup>2</sup> (bronze/étain)	70 N/mm <sup>2</sup> (acétal) 50 N/mm <sup>2</sup> (PTFE)	7 à 10 N/mm <sup>2</sup>
<b>Produit p.V (N/mm<sup>2</sup>)x(m/s) ou watt/mm<sup>2</sup></b>	0,5 (graphite) 1,8 à 2,8 (bronze/plomb) 1,7 (bronze/étain)	3 (acétal) 1,8 à 3,6 brièvement (PTFE)	0,1 (acétal) 0,1 à 0,42 (Nylon)

**4.3. Les roulements**

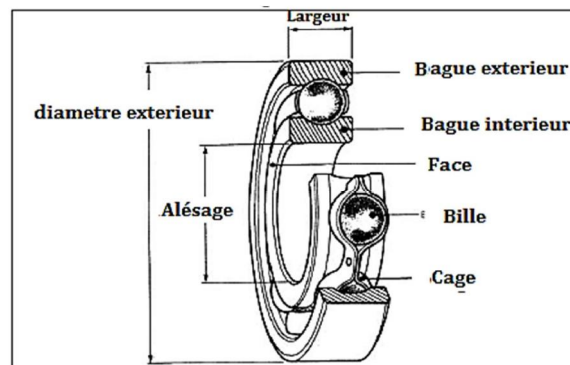
**4.3.1. Introduction**

Le roulement est un organe mécanique destiné à permettre la transmission des efforts entre deux pièces en rotation l'une par à l'autre avec un frottement minimal.

**4.3.2. Composition**

Un roulement est normalement constitué de quatre éléments différents, Figure 4.10:

- Une bague extérieure: elle sera montée dans un logement ménagé dans un bâti fixe ou un moyeu tournant ;
- Une bague intérieure rendue solidaire du tourillon de l'arbre tournant ou fixe
- Des éléments roulants qui permettent la rotation relative d'une bague par rapport l'autre
- La cage qui maintient l'écartement des éléments roulants et les empêche de frotter l'une contre l'autre



**Figure. 4.10.** Principaux éléments constitutifs d'un roulement. [1,5,6]

### 4.3.3. Principaux types de roulements

#### 1. Roulements à une rangée de billes à contact oblique

Dans le roulement à une rangée de billes à contact oblique, Figure 4.11. L'angle de contact des billes sur les pistes donne une capacité de charge axiale importante. Ce type de roulement peut supporter des charges axiales pures ou des charges combinées à condition que la proportion charge axiale sur charge radiale reste supérieure à une valeur qui dépend de l'angle de contact.



Figure 4.11. Roulement à une rangée de billes a contact oblique. [1,5,6]

**Domaine d'utilisation :** Nous utilisons principalement ce type des roulements dans les moteurs électriques verticaux avec charge axiale, paliers de butée se pompes, machines-outils, roues avant d'automobiles, ...

#### 2. Roulements à rotule sur deux rangées de billes

Ce roulement comporte deux rangées de billes roulant sur deux pistes de la bague intérieure et dans la même piste sphérique de la bague extérieure, Figure 4.12.



Figure 4.12 : Roulement à rotule sur deux rangées de billes. [1, 5, 6]

**Domaine d'utilisation :** Nous utilisons ces types des roulements dans les paliers de transmission et les ventilateurs centrifuges, etc.

#### 3. Roulements à une rangée de rouleaux cylindriques

Ce roulement peut supporter des charges radiales assez élevées mais pas de charges axiales, sauf dans le cas des roulements NJ ou NUP. Il convient aux grandes vitesses, Figure 4.13.



Figure 4.13. Roulement à une rangée de rouleaux cylindrique. [1, 5, 6]

**Domaine d'utilisation :** L'utilisation principale de ce type des roulements : moteurs électriques, turbocompresseurs, ventilateurs, boîtes de vitesses, etc.

#### 4. Roulements à deux rangées de rouleaux cylindriques

Ce type de roulement offre à la fois une grande capacité de charge radiale et une faible déformation élastique. Les broches de machines-outils, dans lesquelles les charges radiales sont supportées par des roulements à rouleaux cylindriques, sont généralement munies de butées à billes à contact oblique pour supporter les charges axiales, Figure 4.14.



Figure 4.14. Roulements à deux rangées de rouleaux cylindriques. [1,5,6]

#### 5. Roulements à aiguilles

Les roulements à aiguilles, Figure 4.15, comportent des éléments roulants cylindriques d'un diamètre relativement petit par rapport à leur longueur. Ayant une faible hauteur de section, ils conviennent bien dans les applications où l'espace radial disponible est limité. Leur capacité de charge est relativement élevée.



Figure 4.15. Roulements à aiguille. [1, 5, 6]

#### 6. Roulements à rouleaux coniques

Les rouleaux de ce roulement sont rigoureusement coniques. Leur grande base rectifiée, sphérique, s'appuie contre un épaulement de la bague intérieure.

Ses propriétés sont les mêmes que celles du roulement à une rangée de billes à contact oblique. Il peut supporter des charges plus élevées (contact linéaire), mais sa limite de vitesse est plus basse. Ces roulements sont en général montés par paires en opposition.

- La bague extérieure, appelée cuvette, est démontable.
- La bague intérieure avec sa cage et ses rouleaux est aussi appelée cône, Figure. 4. 16.

**Domaine d'utilisation :** l'utilisation de ce type dans les machines-outils, réducteurs, roues et ponts d'automobiles, roues folles de wagonnets, .....



Figure. 4. 16. Roulements à rouleaux coniques. [1, 5, 6]

### 7. Butées à billes à simple effet

Elle comporte une rangée de billes roulant entre une rondelle arbre et une rondelle logement. Ces butées n'admettent aucun déversement entre la rondelle arbre et la rondelle logement.

La rondelle logement à une surface d'appui plate ou sphérique; dans ce dernier cas, elle repose généralement sur une contreplaque sphérique. Les rondelles plates sont souvent préférées, les possibilités d'alignement de la rondelle sphérique ne devant intervenir qu'au montage. Figure. 4. 17.



Figure 4.17. Butées à billes à simple effet. [1, 5, 6]

### 8. Butées à billes à double effet

La butée à billes à double effet comprend deux jeux de billes, deux rondelles logement et une rondelle arbre ou rondelle médiane. Cette rondelle possède une gorge sur chacune de ses faces. Elle est montée de façon à transmettre les efforts axiaux, soit dans un sens, soit dans l'autre. Figure. 4.18.

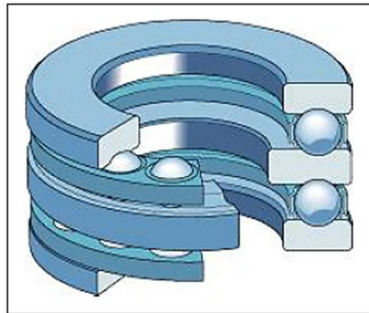


Figure 4.18. Butées à billes à double effet. [1, 5, 6]

**Domaine d'utilisation :** L'utilisation principale de ca types: réducteurs de vitesse, pivots, machines-outils, ect.....

### 9. Butées à billes à contact oblique

Cette butée autorise une augmentation de la vitesse de rotation et assure une plus grande rigidité axiale du montage sous la charge, Figure. 4.19.



Figure. 4.19. Butées à billes à contact oblique. [1, 5, 6]

### 10. Butées à rouleaux cylindriques et à aiguilles

Les butées à rouleaux cylindriques et les butées à aiguilles sont conçues pour des montages rigides susceptibles de supporter de fortes charges; elles sont peu sensibles aux chocs et d'un encombrement axial réduit. Figure. 4.20.



Figure 4.20. Butées à rouleaux cylindriques. [1, 5, 6]

**11. Butées à rotule sur rouleaux**

La rondelle logement comporte un chemin de roulement sphérique, ce qui autorise un léger déversement de la rondelle logement par rapport à l'axe de rotation. Dans des conditions de fonctionnement normales, les valeurs admissibles de l'angle de déversement sont d'environ deux degrés, Figure. 4.21



Figure. 4.21. Butées à rotule sur rouleaux. [1, 5, 6]

La charge de base est très élevée et des charges radiales importantes peuvent être aussi envisagées. Ce type de butées supporte des vitesses assez élevées à condition que la lubrification soit parfaite. Ces butées sont livrées en deux versions: à cage en tôle d'acier (désignation comportant le suffixe B) ou à cage massive guidée par une douille sertie dans l'alésage de la rondelle arbre.

**Domaine d'utilisation :** L'utilisation principale de ce type: pivots de turbine, ponts tournants, réducteurs à vis sans fin, ect...

**4.3.4. Symboles des roulements, Figure .4.22.**

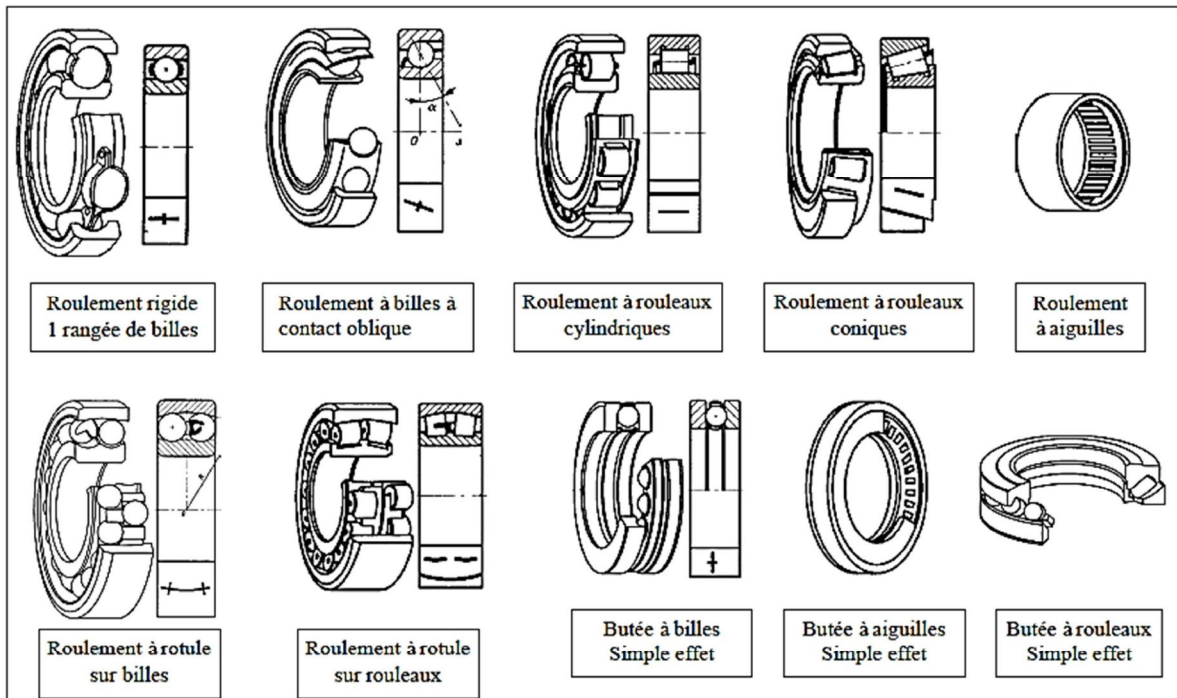


Figure .4.22. Symboles des roulements. [1, 5, 6]

**4.3.5. Charges supportées par les roulements**

Les actions mécaniques de contact exercées par les éléments roulants sur l'une ou l'autre bague sont en général schématisées par des forces ou des charges, Figure. 4.23.

On observe trois cas : Axiale, Radiale, Combinée.



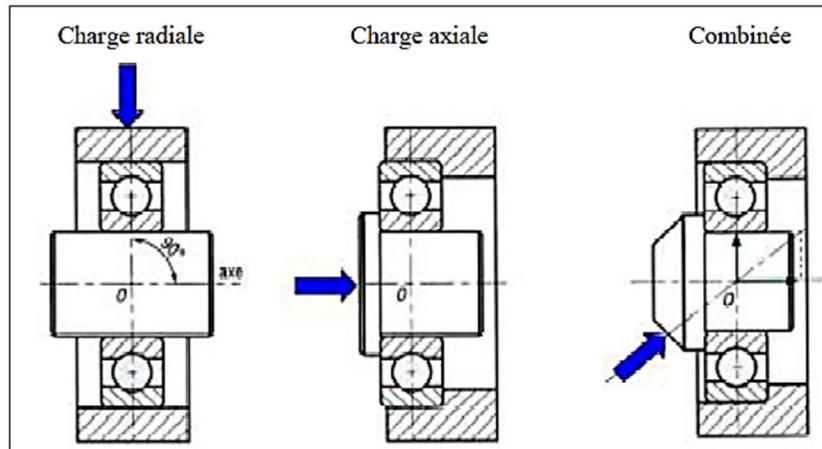


Figure. 4.23. Charges supportées par un roulement. [1, 5, 6]

#### 4.3.6. Choix d'un roulement

Le choix du type de roulements à utiliser dépend des exigences techniques propres à chaque cas (durée de vie exigée, importance des charges appliquées au roulement, place disponible, vitesse de rotation, températures de fonctionnement, jeux, précision, lubrification), et ne peut se faire que dans la connaissance parfaite des caractéristiques techniques de chaque type.

##### 1. Durée de vie d'un roulement

La durée de vie d'un roulement est définie par le nombre de tour ou d'heures exigé, à une vitesse constante donnée, avant que le roulement ne montre les premiers signes de fatigue du matériau qui le compose.

$$L_h = \left(\frac{C}{P}\right)^n \cdot \frac{10^6}{60 \cdot N}$$

Avec :

$L_h$ : Durée de vie nominale en heurs de fonctionnement.

$C$ : la charge dynamique de base, N.

$P$ : la charge dynamique équivalente, N.

$$n : \text{exposant, } \begin{cases} n = 3 : \text{pour - roulements à billes.} \\ n = 3/10 : \text{pour - roulements à rouleaux} \end{cases}$$

$N$ : le nombre de tours par minute.

Prenons deux groupes de roulements soumis à des conditions de charge différentes  $F_1$  et  $F_2$ , leurs durées Respectives  $L_1$  et  $L_2$  peuvent être calculées par l'équation suivante:

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^n \quad \text{Équation 5}$$

Le taux de charge dynamique  $C$  a été défini comme suite:

C'est la charge radiale qui cause la faillite de 10 % des roulements avant un million de révolutions à la vitesse de 331/3 tours par minute, et ce, lorsque la bague intérieure tourne.

Les catalogues de roulements donnent la valeur de  $C$  en fonction des conditions normalisées. Pour choisir un roulement, on devra ramener les conditions d'opération aux conditions normalisées.

Pour déterminer le taux de charge dynamique " $C$ " d'un roulement en fonction des conditions d'applications, sachant que :  $L_1 =$  durée désirée =  $N_d \cdot H_{10} \cdot 60$

Ou  $N_d$ : est la vitesse de rotation désirée d'une des parties du roulement, en nombre de tours par minute.

$H_{10}$ : est le nombre d'heures d'opération désirée à une fiabilité de 90 %

$$L_2 = 1 \times 10^6 = 331/3 \text{ tr/min} \times 500 \text{ heures} \times 60$$

$F_2$ : le taux de charge dynamique du roulement  $C$ .

$F_1$  : la charge radiale équivalente  $R_e$

L'équation 5 s'écrit donc

$$\frac{N_d \cdot H_{10} \cdot 60}{33\,1/3 \cdot 500} = \left(\frac{C}{P}\right)^n$$

Après réarrangement et simplification, le taux de charge dynamique du roulement  $C$  est calculé en utilisant l'équation suivante :

$$C = P \cdot \left(\frac{N_d \cdot H_{10}}{33\,1/3 \cdot 500}\right)^{1/n}$$

Cette équation permet de comparer les conditions d'opération à celles qui sont stipulées par le manufacturier. Le taux de charge est déterminé par rapport à une fiabilité de 90 % qui correspond à la durée nominale  $L_{10}$ .

## 2. Calcul des charges sur les roulements

En règle générale, les charges appliquées aux roulements sont une combinaison tels que: poids de l'arbre et des pièces fixées sur celui-ci, transmission de puissance (courroies ou engrenages), vibration ou chocs et forces dynamiques (Forces centrifuges).

Chaque machine est plus ou moins génératrice de vibrations ou de chocs. L'évaluation des charges en résultant étant très complexe, il est préférable de se baser sur l'expérience acquise. La formule fait intervenir des facteurs de correction qui offrent une sécurité satisfaisante.

$$F_r = f_w \cdot F_{rc}$$

$$F_a = f_w \cdot F_{ac}$$

Avec :

$F_r, F_a$ : Charges appliquées sur le roulement en [N].

$F_{rc}, F_{ac}$ : Charges théoriques calculées en [N].

$f_w$ : Facteur de charge.

Pour le calcul de la charge théorique due à la transmission :

$$T = 9550 (H/n)$$

$$F_m = T/r$$

Avec :

$T$ : couple transmis, N.m.

$H$ : puissance transmise, kW.

$n$ : vitesse de rotation, tr / min.

$F_m$ : Effort théorique transmis, N.

$r$ : rayon transmetteur, m.

## 4.4. Transmission par poulie-courroie

### 4.4.1. Définition:

Un système poulies courroie permet de transmettre une puissance dans le mouvement de rotation d'un arbre à un autre. Les deux, ou plusieurs arbres, pouvant être éloignés l'un de l'autre. Les courroies ont une durée de vie plus limitée que la plupart des organes mécanique, il faut donc surveiller l'usure et prévoir un plan d'entretien périodique (Maintenance préventive) pour palier au vieillissement de la courroie.

### 4.4.2. Description et fonctionnement:

Ces transmissions sont généralement utilisées en manutention – convoyage, ou en transmission de puissance. Transmettre par adhérence, à l'aide d'un lien flexible « courroie », un mouvement de rotation continu entre deux arbres éloignés.

Une transmission par courroie est constituée d'une :

- Petite poulie 1( $d, R_d, \omega_d, \theta_d$ )
- Grande poulie 2( $D, R_D, \omega_D, \theta_D$ )
- Courroie ayant :
  - \* Une vitesse linéaire  $V$
  - \* Un coefficient de frottement avec les poulies.

Les axes des poulies sont distants d'une longueur  $a$  appelée **entraxe** du système poulies-courroie, Figure. 4.24.

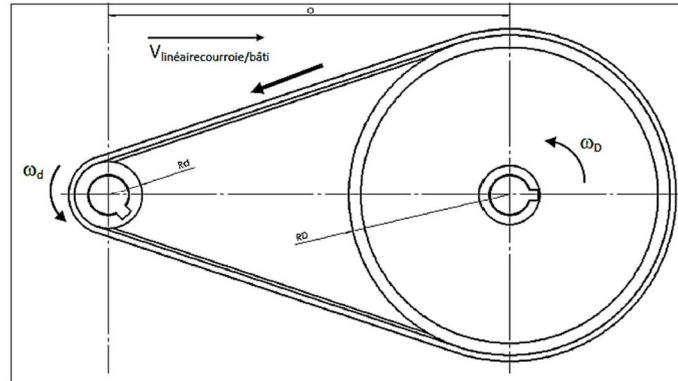


Figure. 4.24. Mécanisme de transmission par courroie. [1, 5, 6]

#### 4.4.3. Transmission par poulie-courroie, Avantages et inconvénients

##### 1. Intérêts

Ce système permet :

- ❖ pour un arbre moteur d'avoir plusieurs arbres récepteurs.
- ❖ un montage économique et une maintenance aisée.
- ❖ d'amortir les vibrations et les chocs de transmission ce qui augmente la durée de vie des organes moteur et récepteur.
- ❖ d'assurer un fonctionnement silencieux.

##### 2. Inconvénients

Les courroies ont une durée de vie plus limitée que la plupart des organes mécanique, il faut donc **surveiller l'usure** et prévoir un **plan d'entretien périodique** (Maintenance préventive) pour palier au vieillissement de la courroie.

#### 4.4.4. Classification des poulies / courroie :

Poulies et courroie :

Courroie plate (utilisée pour obtenir silence et vitesse)

Courroie ronde (utilisée pour les petits mécanismes)

Courroie trapézoïdale (utilisée pour transmettre de fortes puissances)

– Courroie trapézoïdale simple

– Courroie trapézoïdale double

– Courroie trapézoïdale triple

Courroie crantée (utilisée pour les basses vitesses et puissances importantes)

##### 1. Courroies plates

Très silencieuses, elles permettent de grands rapports de réduction et sont surtout utilisées à grande vitesse sous de faibles couples.

Elles ont un très bon rendement ( » 98 %, comparable aux engrenages).

Le bombé des poulies permet un meilleur guidage et une meilleure stabilité de la courroie et compense dans une certaine mesure un désalignement initial. Figure. 4.25.

##### ❖ Avantages

La forme trapézoïdale permet une meilleure adhérence de la courroie sur la poulie. Ainsi ce type de courroie permet des couples transmissibles plus importants ou des entraxes plus petits (arc d'enroulement plus petit).

##### ❖ Inconvénient

Le glissement est inévitable Les couples transmissibles restent faibles Ce type de courroie nécessite souvent l'utilisation d'un galet tendeur de courroie ou d'un système de tension par un réglage de l'entraxe.

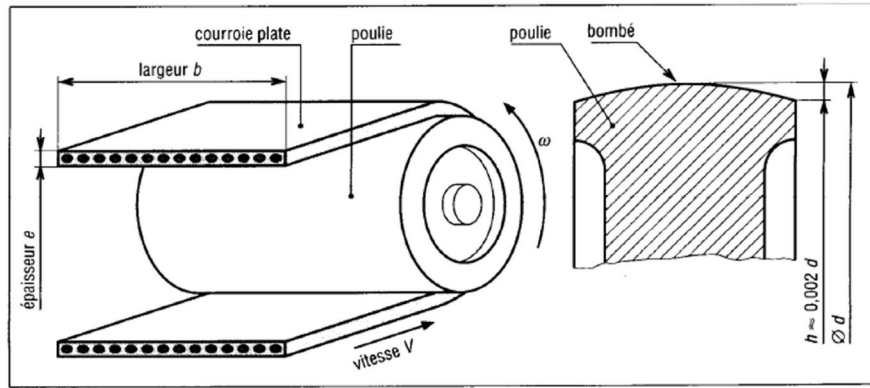


Figure. 4.25. Mécanisme de transmission par courroie plate. [1, 5, 6]

## 2. Courroies trapézoïdales

Les courroies trapézoïdales sont les plus utilisées. A tension égale, elles transmettent une puissance plus élevée que les courroies plates (conséquence de la forme en V augmentant la pression de contact et par là, l'effort transmissible). Figure. 4.26. Si une puissance élevée doit être transmise, on peut utiliser plusieurs courroies en parallèles sur la même poulie ( avec 1,2,3, ... 10 gorges). Le montage nécessite un bon alignement des poulies et un réglage de l'entraxe pour le montage et le démontage.

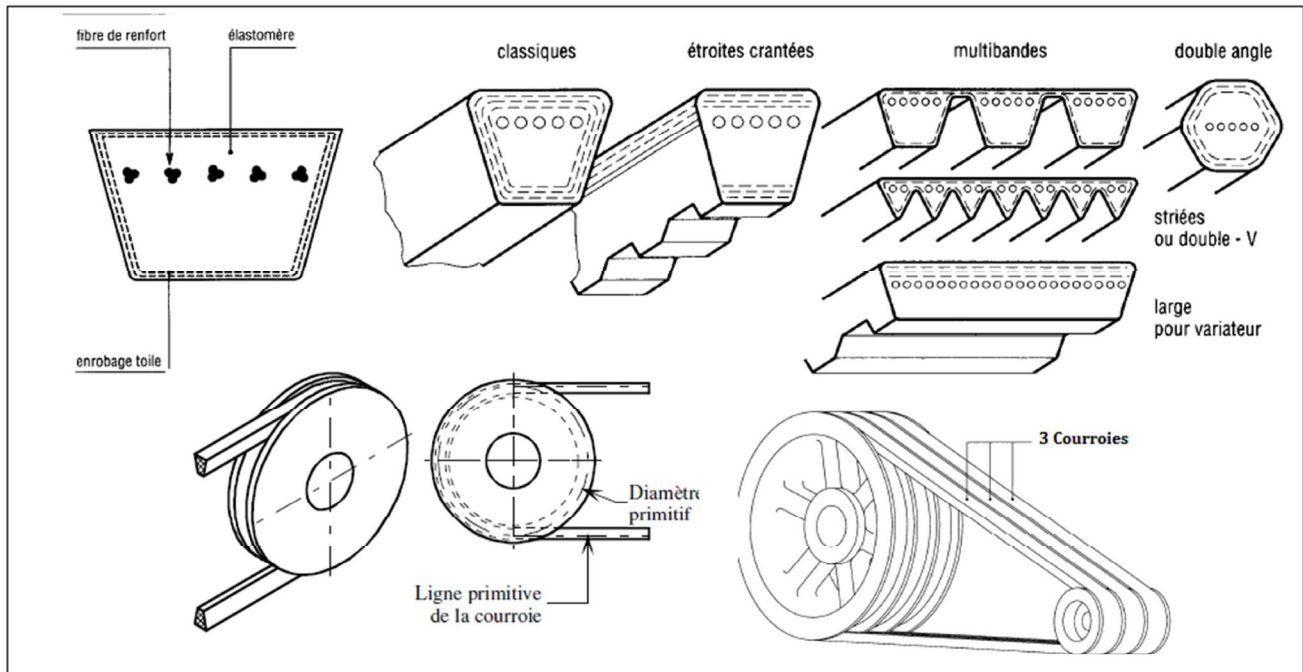


Figure. 4.26. Mécanisme de transmission par courroie trapézoïdale. [1, 5, 6]

### ❖ Avantages

La forme trapézoïdale permet une meilleure adhérence de la courroie sur la poulie. Ainsi ce type de courroie permet des couples transmissibles plus importants ou des entraxes plus petits (arc d'enroulement plus petit).

### ❖ Inconvénient

Le glissement reste inévitable. Il faut un bon alignement des poulies. Un système de réglage de l'entraxe est nécessaire pour le montage/démontage de la courroie ainsi que pour la tension de la courroie.

## 3. Courroies crantées (ou synchrones).

On peut les considérer comme des courroies plates avec des dents. Elles fonctionnent par engrènement, sans glissement, comme le ferait une chaîne mais avec plus de souplesse. Contrairement aux autres courroies, elles supportent bien les basses vitesses et exigent une tension initiale plus faible. Figure. 4.27.

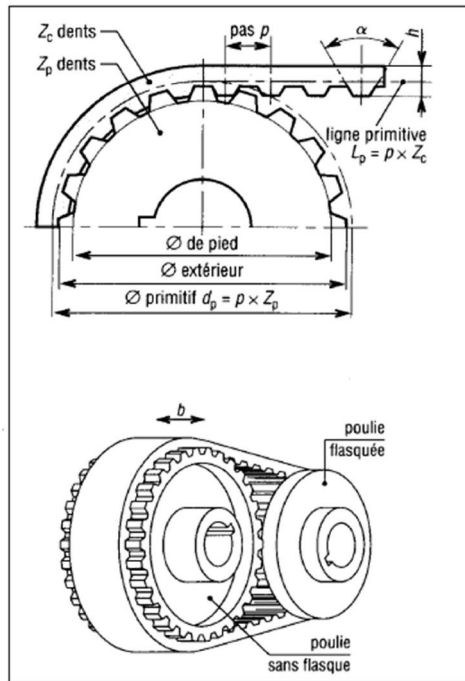


Figure. 4.27. Mécanisme de transmission par courroie crantée. [1, 5, 6]

**Avantages**

Les crans de la courroie et de la poulie interdisent tout glissement. Les vitesses des deux poulies sont ainsi bien synchronisées. Par rapport aux chaînes ces courroies sont silencieuses et ne nécessite pas de lubrification.

**Inconvénient**

Une des deux poulies doit être flasquée. Voir les deux si les axes sont verticaux. Un système de réglage de l'entraxe est nécessaire pour le montage/démontage de la courroie ainsi que pour la tension de la courroie.

**4.4.5. Différents types de montage**

Afin d'assurer une bonne adhérence entre la courroie et les poulies il est important de tendre la courroie avant la mise en route du système. Figure. 4.28.

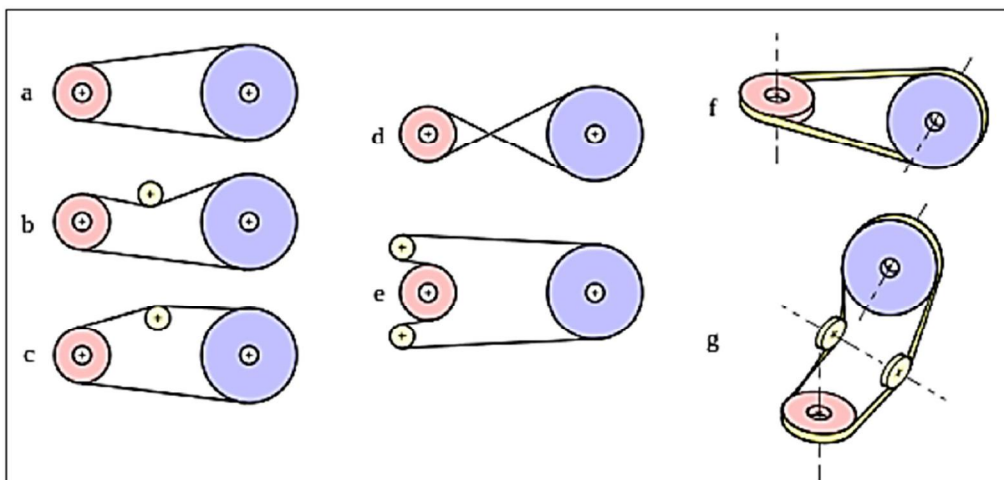


Figure. 4.28. Types de montage des courroies. [1, 5, 6]

**4.4.6. Calculs sur courroies**

Rapport de transmission : r

Le rapport de transmission (r) est égal :

$$r = n \text{ (poulie menée)} / n \text{ (poulie menante)} = d \text{ (poulie menante)} / d \text{ (poulie menée)}$$

Vitesse linéaire d'une courroie:  $V$

$$V = \omega \text{ (poulie menante)} \times r \text{ (poulie menante)}$$

$$V = \omega \text{ (poulie menée)} \times r \text{ (poulie menée),}$$

(Avec  $\omega$  en rd/s)

$$\text{Longueur d'une courroie: } L = 2a + 1.57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4a}$$

$$\text{Rapport des couples transmis: } C_2 / C_1 = \omega_1 / \omega_2 \text{ au rendement près.}$$

Le rendement dépend des matériaux utilisés, de la longueur de l'arc d'enroulement de la courroie. Il est défini par des facteurs correctifs (donnés par les constructeurs) qui modifie la puissance transmissible.

#### 4.4.7. Transmission par chaîne

Le système **pignon chaîne** permet de transmettre un mouvement de rotation sans glissement à une distance pouvant aller jusqu'à plusieurs mètres.

Contrairement aux courroies, une tension initiale n'est pas nécessaire pour obtenir l'adhérence, ce qui diminue l'effort.

Encore une fois, le but recherché est de réduire les pertes énergétiques introduites par les frottements au niveau des organes de transmission. Bien que plus bruyante qu'une transmission par courroie, une transmission par chaîne a un meilleur rendement (de l'ordre de 97% comparé à 93% pour une courroie).

Les chaînes sont utilisées en transmission de puissance mais aussi en manutention et convoyage et dans de nombreuses réalisations. Le système pignons chaînes permet de transmettre un mouvement de rotation sans glissement à une distance pouvant aller à plusieurs mètres. Figure. 4.29.

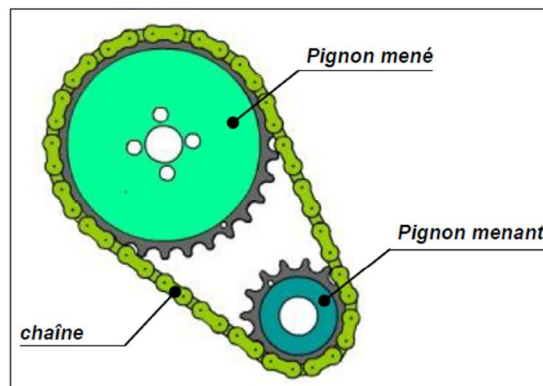


Figure. 4.29. Mécanisme de transmission par chaîne. [5, 6]

##### 1. Principales caractéristiques.

- ❖ Rapport de transmission constant (pas de glissement).
- ❖ Longues durées de vie.
- ❖ Aptitude à entraîner plusieurs arbres récepteurs en même temps à partir d'une même source.
- ❖ Sont essentiellement utilisées aux basses vitesses (moins de 13m/s pour les chaînes à rouleaux, moins de 20 m/s pour les chaînes silencieuses).
- ❖ Montage et entretien plus simples que celui des engrenages et prix de revient moins élevé.

##### Avantages

- ❖ La transmission est synchrone (Pas de glissement).
- ❖ Elles permettent la transmission de couples plus importants.
- ❖ Elles supportent des conditions de travail plus rudes.
- ❖ Elles ont une durée de vie plus élevée.

##### Inconvénient

- ❖ Elles sont plus bruyantes.
- ❖ Elles ne permettent pas des vitesses de rotation importantes.
- ❖ Elles nécessitent une lubrification.
- ❖ Les pignons ne peuvent pas avoir des axes verticaux.