

Objectifs : A la fin de la séance, je dois être capable de :

- Identifier un système de transmission par poulies-courroie ;
- Différencier les types de courroies (plate, trapézoïdale, ronde et crantée);
- Représenter le schéma cinématique d'une transmission par poulies-courroie ;
- Déterminer le rapport de vitesses, les efforts sur une courroie, la puissance transmissible et la longueur d'une courroie.

Prérequis : Notions de dessin industriel, introduction à la transmission de puissance.

1- FONCTION

Le système poulies-courroie permet de réaliser une transmission de puissance entre deux arbres **éloignés** en modifiant la fréquence de rotation et le couple transmis.

La transmission est **souple et silencieuse**.

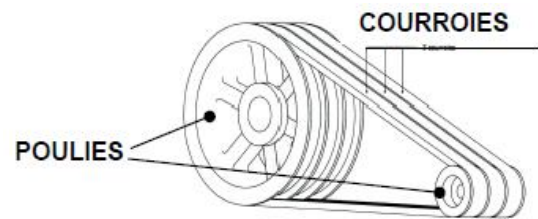


Fig.1 :
mise en
évidence

2- PRESENTATION

2-1- Principe d'une transmission par poulies et courroie :

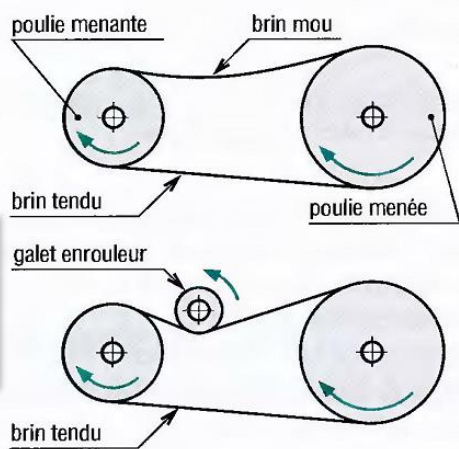


Fig. 2: cas de
poulies
tournant dans
le même sens.

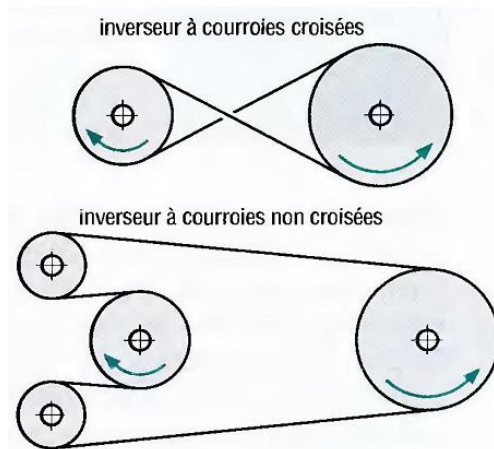


Fig. 3: cas de
poulies
tournant en
sens inverses.

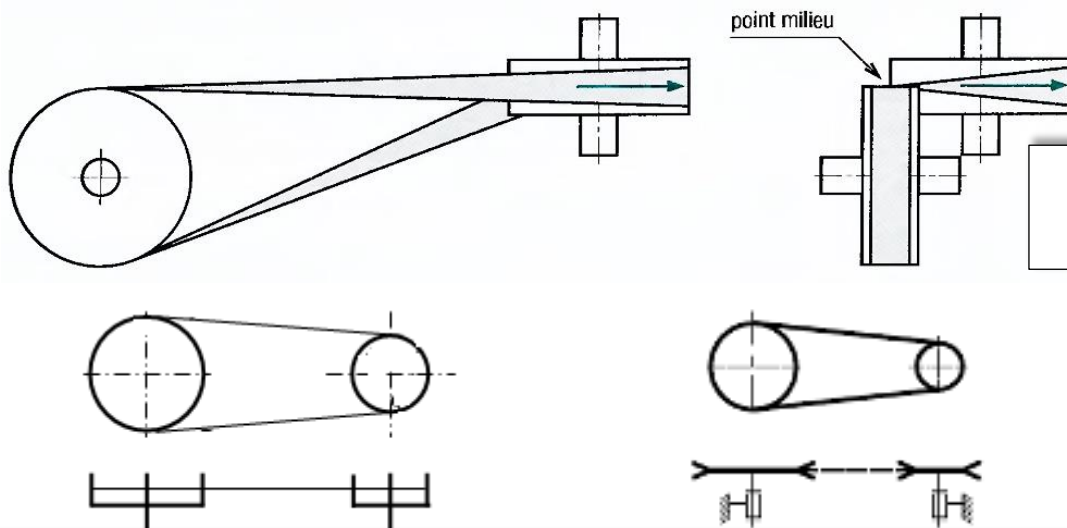


Fig. 4: cas
d'arbres
orthogonaux

Fig. 5: schéma cinématique pour courroie plate

schéma cinématique pour courroie trapézoïdale

2-2- Principaux types de courroies :

Courroie trapézoïdale

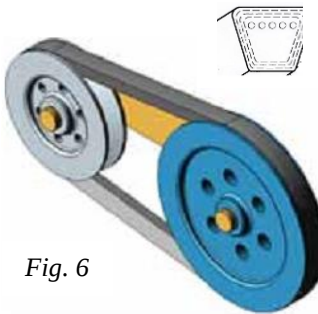


Fig. 6

- Puissance **transmissible élevée**

- Bonne stabilité latérale.
- Risque de coincement dans la gorge
- Rendement 92 %

Exemples d'utilisation :

- Tour parallèle
- Perceuse sensitive

Courroie plate

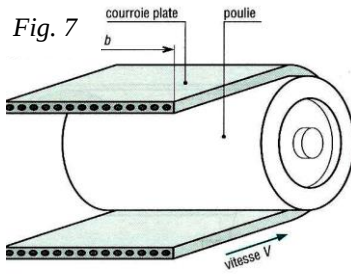


Fig. 7

- Faciles à plier mais peuvent débarquer par glissement (peuvent quitter la poulie)
- Très silencieuses, absorbent les chocs
- Transmission **de vitesses élevées 100 à 200 m/s.**

- Rendement jusqu'à 98 %

Exemples d'utilisation :

- Broyeur,...

Courroie crantée (ou synchrone)

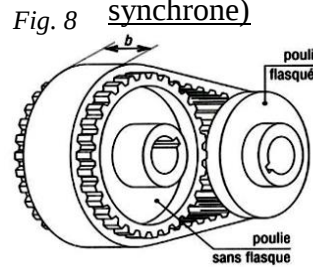


Fig. 8

- **Transmission silencieuse et sans glissement (rapport précis).**

- Une des deux poulies doit être flasquée afin que la courroie ne sorte pas des poulies

Exemples d'utilisation :

- Entraînement arbre à cames de moteurs d'automobile.

Courroie ronde ou torique

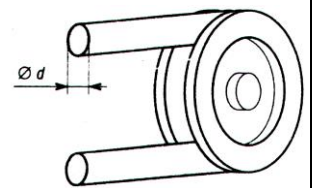
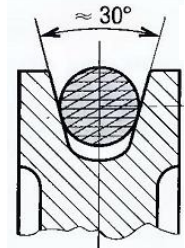


Fig. 9



Utilisée dans de petits mécanismes

2-3- Avantages et inconvénients :

Avantages	Inconvénients
- Transmission silencieuse - Grandes vitesses de transmission (de 60 à 200 m/s pour les courroies plates) - Grand entraxe possible entre les poulies. - Entretien facile (pas de lubrification)	- Durée de vie limitée - Couple transmissible faible pour les courroies plates - Tension initiale de la courroie nécessaire pour garantir l'adhérence (éviter le glissement). - Efforts sur les paliers souvent importants

3- ETUDE DE LA TRANSMISSION

3-1- Etude cinématique

- Rapport de vitesses

Hypothèse : glissement nul

$$\|\vec{V}_B\| = \|\vec{V}_A\|$$

$$\|\vec{V}_B\| = R_1 \omega_1, \quad \|\vec{V}_A\| = R_2 \omega_2$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

Nota : pour les systèmes utilisant des

courroies **crantées**, le rapport des vitesses est aussi égal au rapport des nombres de **dents** des poulies.

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

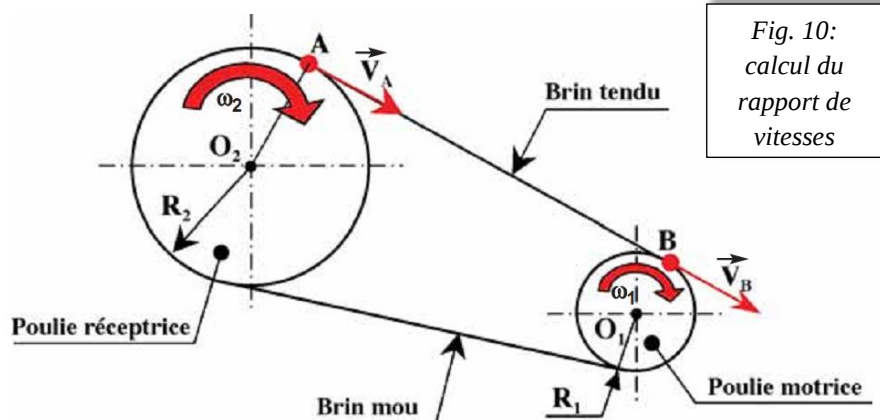


Fig. 10:
calcul du
rapport de
vitesses

3-2- Etude statique :

Au repos, pour assurer l'**adhérence** entre la courroie et la poulie motrice et ainsi l'entraînement au démarrage, une **tension de pose** $\vec{T}_0$ est nécessaire : elle est la **même** pour les deux brins.

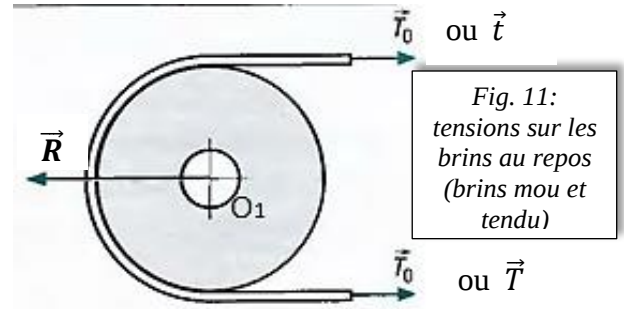


Fig. 11: tensions sur les brins au repos (brins mou et tendu)

Appliquons le principe fondamental de la statique :

$$\begin{cases} \vec{T} + \vec{t} + \vec{R} = \vec{0} \\ \overrightarrow{M_{O_1}}(\vec{T}) + \overrightarrow{M_{O_1}}(\vec{t}) + \overrightarrow{M_{O_1}}(\vec{R}) = \vec{0} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T + t - R = 0 \\ Tr_1 - tr_1 + 0 = 0 \end{cases}$$

$\vec{T}$: tension sur le brin tendu ;
 $\vec{t}$: tension sur le brin mou ;
 r_1 : rayon de la poulie

$$\begin{cases} T + t = R \\ r_1(T - t) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T + t = R \\ (T - t) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T + t = R \\ T = t \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T + T = R \\ T = t \end{cases} \text{ ou } \begin{cases} t + t = R \\ T = t \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2T = R \\ T = t \end{cases} \text{ ou } \begin{cases} 2t = R \\ T = t \end{cases}$$

$$T = t = T_0 : \text{c'est la tension de pose } T_0 = \frac{T+t}{2}$$

3-3- Etude dynamique :

En mouvement, la tension $\vec{T}$ est **supérieure** à la tension $\vec{t}$. L'application du couple moteur sur la poulie motrice ou menante génère un effort tangentiel F_t .

Appliquons le principe fondamental de la dynamique :

$$\begin{cases} \vec{T} + \vec{t} + \vec{R} = m\vec{a} \\ \overrightarrow{M_{O_1}}(\vec{T}) + \overrightarrow{M_{O_1}}(\vec{t}) + \overrightarrow{M_{O_1}}(\vec{R}) + \vec{C}_m = J\ddot{\theta} \end{cases}$$

$$\text{Or } \ddot{\theta} = 0$$

$$-Tr_1 + tr_1 + C_m = 0 \Leftrightarrow C_m = r_1 \cdot (T - t)$$

$$\text{or } C_m = F_t \cdot \frac{d_1}{2} \Leftrightarrow F_t \cdot r_1 = r_1 \cdot (T - t)$$

$$F_t = (T - t)$$

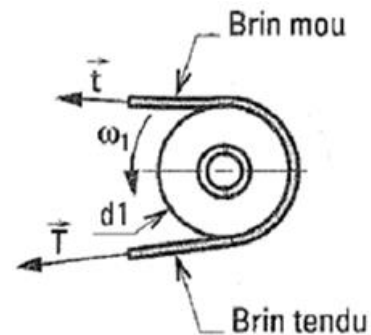


Fig. 12: tensions sur les brins lors de la rotation

3-4- Puissance transmissible

$$P = F_t \cdot V \rightarrow P = C\omega \Leftrightarrow P = F_t \times r \times \omega \quad \text{d'où}$$

P : puissance en Watt

C : Couple à transmettre en newton N.m

ω : vitesse angulaire de la poulie en rad/s

N : fréquence de rotation de la poulie en tr/min

$$P = (T - t) \times d \times \frac{\pi N}{60}$$

3-5- Condition d'entraînement :

La courroie est en adhérence sur la poulie si la force d'adhérence est supérieure à l'effort tangentiel.

La tension de la courroie dans les deux brins est donnée par

la formule d'Euler : $\frac{T}{t} = e^{f\theta}$. Donc pour augmenter la capacité de la transmission, on peut agir sur le coefficient de frottement f (choix des matériaux) ou sur l'angle d'enroulement θ .

Pour les courroies trapézoïdales : le demi-angle au sommet β est généralement à 20° .

On admet que :

$$\frac{T}{t} = e^{f \frac{1}{\sin \beta}} = e^{f \frac{1}{\sin 20^\circ}} = e^{3f}$$

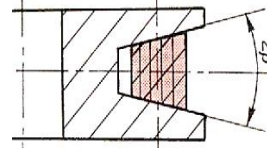


Fig. 13: tensions sur les brins, cas des courroies trapézoïdales

3. 6. Réglage de la tension de la courroie :

Toute transmission de puissance par courroie doit disposer d'un système de réglage destiné à :

- Créer la tension de pose (force T_0) de la courroie avec la poulie ;
- Compenser le vieillissement naturel de la courroie, la tendance est de s'allonger d'une manière irréversible.
- Intervenir pour réduire l'amplitude des battements dans les cas des transmissions à grand entraxe.

Quelques solutions pour résoudre ces problèmes

Déplacement d'un arbre par rapport à l'autre : cas 1

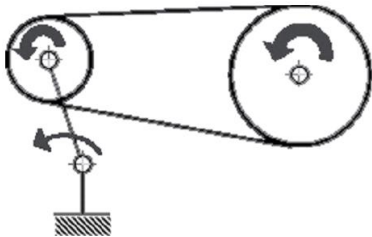


Fig. 14

Déplacement d'un arbre par rapport à l'autre : cas 2

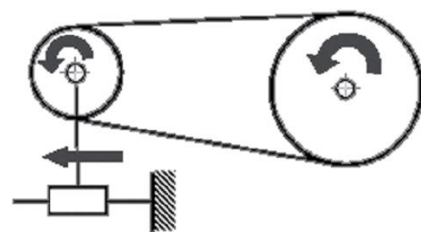


Fig. 15

Utilisation d'un galet enrouleur de courroie : cas 1

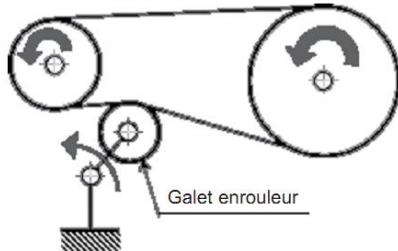


Fig. 16

Utilisation d'un galet enrouleur de courroie : cas 2

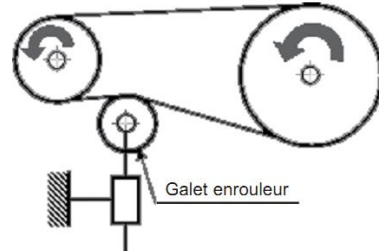


Fig. 17

3-6- Longueur des courroies :

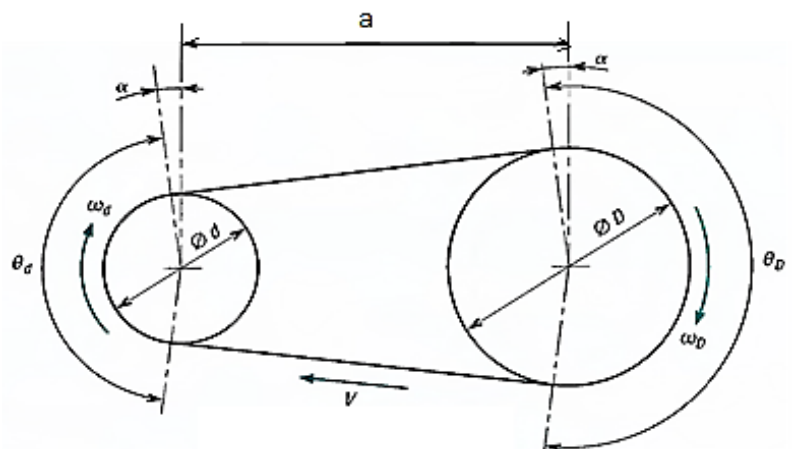


Fig. 18: détermination longueur de courroie

$$L = [4.a^2 - (D - d)^2]^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} (\theta_D . D + \theta_d . d)$$