

TRANSMISSION PAR POULIES ET COURROIES

I. FONCTION

Le dispositif poulies et courroie permet de transmettre par adhérence, à l'aide d'un lien flexible appelé « **courroie** », un mouvement de rotation continu entre deux arbres éloignés.

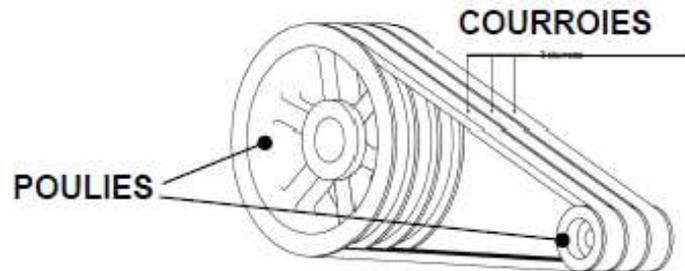
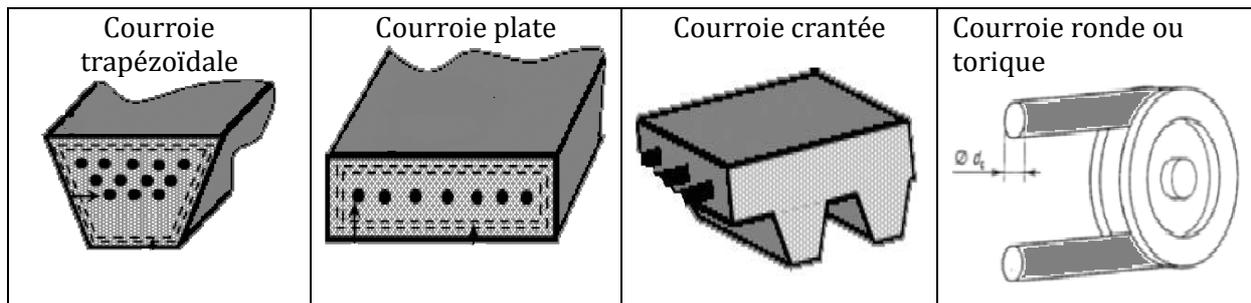


Figure 1

II. LES PRINCIPAUX TYPES DE COURROIES

Il existe une grande variété de courroies : la courroie trapézoïdale, la courroie crantée, la courroie plate et la courroie ronde torique.



III. ETUDE D'UNE TRANSMISSION PAR POULIES ET COURROIE

III.1. Schéma cinématique

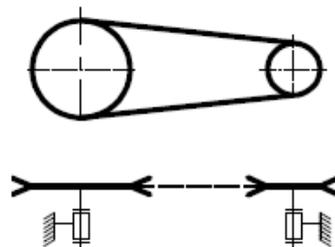


Figure 2

La transmission de mouvement entre la poulie motrice et la poulie réceptrice d'un système poulies et courroie est représentée ci-dessous.

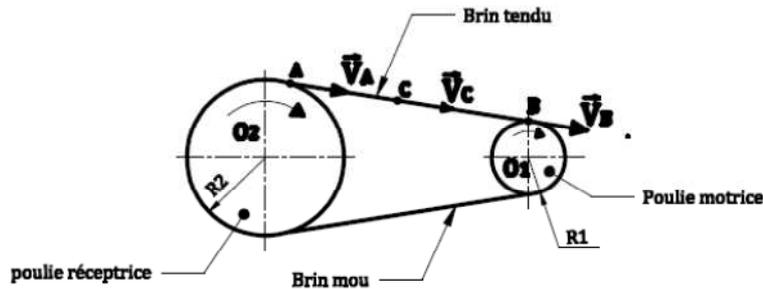


Figure 3

III.2 Rapport de transmission

En négligeant le glissement entre les poulies et la courroie :

- La vitesse linéaire sur la poulie motrice : $\|\vec{V}_B\| = R_1 \omega_1$

- La vitesse linéaire sur la poulie réceptrice : $\|\vec{V}_A\| = R_2 \omega_2$

ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires respectives de la poulie motrice et la poulie réceptrice exprimées en «rad /s»

La courroie est considérée comme inextensible ce qui implique que :

$$\|\vec{V}_B\| = \|\vec{V}_A\| = \|\vec{V}_C\| \text{ alors } R_1 \omega_1 = R_2 \omega_2 \text{ et par conséquent } \frac{R_1}{R_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

$$\text{Or } R_1 = \frac{d_1}{2} \text{ et } R_2 = \frac{d_2}{2}$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi N_1}{60} \text{ et } \omega_2 = \frac{2\pi N_2}{60} \frac{R_1}{R_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

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

N_1 : vitesse de rotation de la poulie motrice en tr/min

N_2 : vitesse de rotation de la poulie réceptrice en tr/min

III.3 Etude de la transmission

Etude statique

Au repos, pour assurer l'adhérence entre la courroie et la poulie motrice et l'entraînement au démarrage, une tension de pose T_0 est nécessaire : elle est la même pour les deux brins.

Appliquons le principe fondamental de la statique

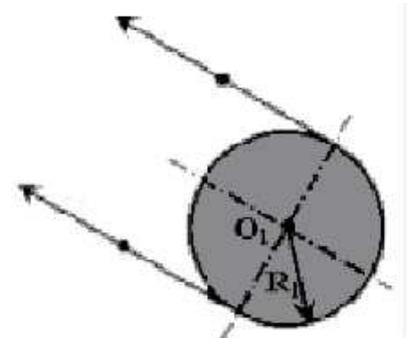


Figure 4

$$\begin{cases} \vec{T} + \vec{t} + \vec{R} = \vec{0} \\ \vec{M}_{O_1}(\vec{T}) + \vec{M}_{O_1}(\vec{t}) + \vec{M}_{O_1}(\vec{R}) = \vec{0} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -T - t + R = 0 \\ TR_1 - tR_1 + 0 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow$$

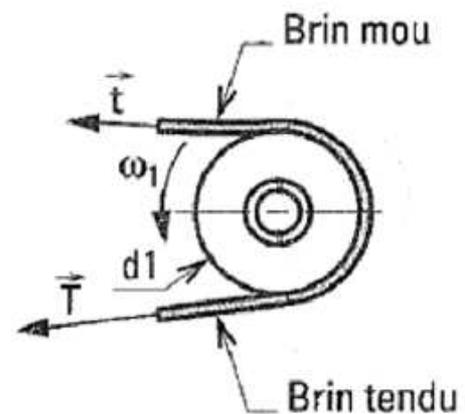
$$\begin{cases} T + t = R \\ R_1(T - t) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T + t = R \\ (T - t) = 0 \end{cases} \begin{cases} T + t = R \\ T = t \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} T + T = R \\ T = t \end{cases} \text{ ou } \begin{cases} t + t = R \\ T = t \end{cases} \text{ ou } \begin{cases} 2T = R \\ T = t \end{cases} \text{ ou } \begin{cases} 2t = R \\ T = t \end{cases}$$

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

Etude Dynamique

En mouvement, la tension \vec{T} sur le brin tendu de la courroie est supérieure à la tension \vec{t} sur le brin mou de la courroie. L'application du couple moteur sur la poulie motrice ou menante génère un effort tangentiel F_t .



$$\begin{cases} \vec{T} + \vec{t} + \vec{R} = m\vec{a} \\ \vec{M}_{O_1}(\vec{T}) + \vec{M}_{O_1}(\vec{t}) + \vec{M}_{O_1}(\vec{R}) + \vec{C}_m = \vec{0} \end{cases}$$

$$-TR_1 + tR_1 + C_m = 0 \Leftrightarrow C_m = R_1(T - t)$$

$$\text{Or } C_m = F_t \times \frac{d_1}{2} \Leftrightarrow F_t \times R_1 = R_1(T - t) \text{ Figure 5}$$

$$\boxed{\mathbf{F_t = (T - t)}}$$

II.4 Puissance transmissible en fonction de la vitesse de rotation ω

Par définition, la puissance $P = F_t \times V$

F_t : Effort tangentiel nécessaire à la transmission en newton (N)

V : vitesse linéaire de la courroie en m/s

P : puissance en watt

$$P = F_t \times V \text{ et } V = R\omega \Leftrightarrow P = F_t \times R \times \omega \text{ or } F_t \times R = C \Leftrightarrow P = C\omega$$

$$\boxed{P = C\omega}$$

III.5 Condition de transmission

Si la force d'adhérence F_a est supérieure à l'effort tangentiel F , il y a adhérence :

$F_a > F_t$; adhérence donc entraînement

$F_a < F_t$; Frottement donc glissement

La force d'adhérence est proportionnelle :

α : angle d'enroulement

f : coefficient de frottement

T_0 : tension de pose

En fonctionnement normale, la tension de la courroie dans les deux brins dépend du sens de rotation de la poulie motrice et est donné par la formule d'Euler : $\frac{T}{t} = e^{f\alpha}$ pour les courroies plates.

e : la base du logarithme népérien

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

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

$$\frac{T}{t} = e^{3f}$$

Donc pour augmenter la capacité de transmission, on peut agir sur le coefficient de frottement f ou sur l'angle d'enroulement α .

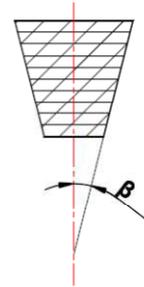


Figure 6

III.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 de la courroie avec la poulie ;
- Compenser le vieillissement naturel d'un lien flexible dont 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

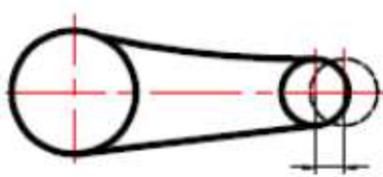
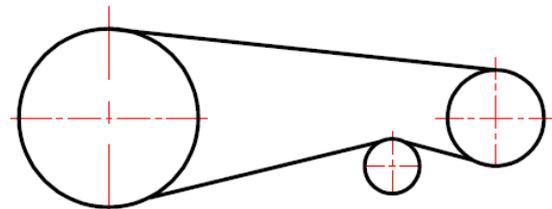


Figure 7



Utilisation d'un enrouleur de courroie Figure 8

Avantages et inconvénients d'un système poulie courroie :

Avantages	Inconvénients
- Transmission silencieuse	- Durée de vie limitée
- Grandes vitesses de transmission (de	- Couple transmissible faible pour les

60 à 100 m/s pour les courroies plates)
- Grand entraxe possible entre les poulies

courroies plates
- Tension initiale de la courroie nécessaire
pour garantir l'adhérence

APPLICATION

Un moteur fournit à un mécanisme une puissance $P_m=10\text{KW}$ à la vitesse de rotation $N_m=1500\text{tr/min}$. La transmission se fait par un système poulies et courroies à trois gorges et trois courroies trapézoïdales. On donne le diamètre de la poulie motrice $d_m=100\text{mm}$ et le diamètre de la poulie réceptrice $d_r=250\text{mm}$.

- 1) Calculer le couple sur la poulie motrice (C_m)
- 2) Calculer l'effort tangentiel sur la poulie motrice
- 3) Déterminer la vitesse de rotation de la poulie réceptrice (N_r)