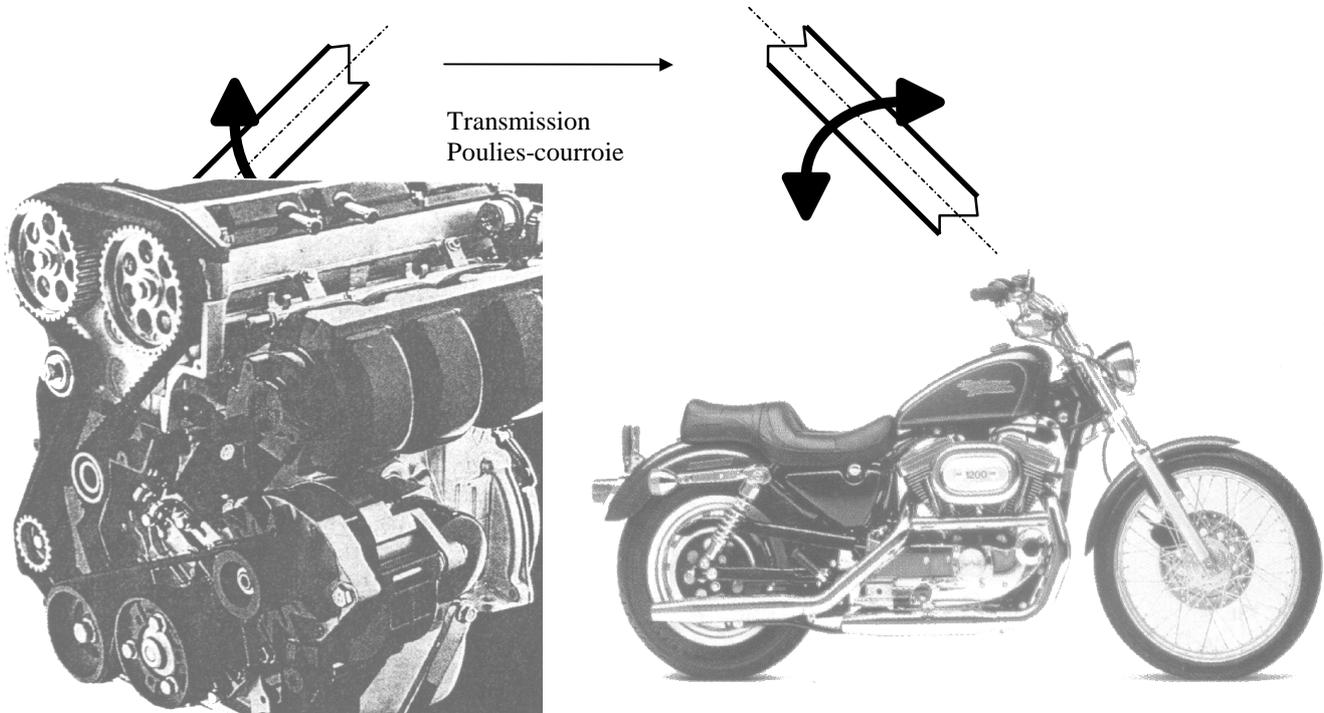


**1. BUT**

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.

**2. INTERET**

Ce système permet de plus :

- 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.

**3. INCONVENIENTS**

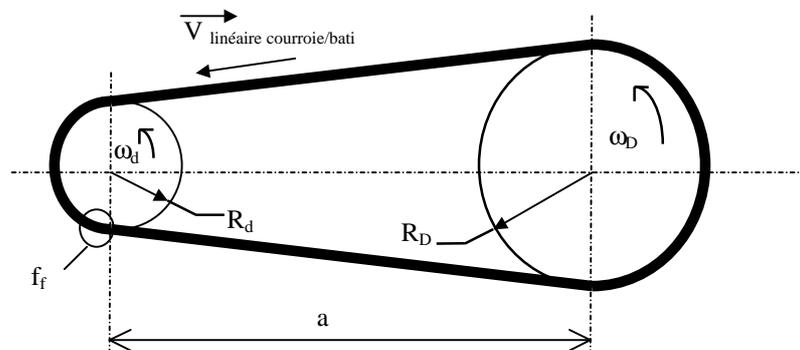
Les courroies ont une durée de vie plus limitée que la plupart des organes mécaniques, il faut donc **surveiller l'usure** et prévoir un **plan d'entretien périodique** (Maintenance préventive) pour palier au vieillissement de la courroie.

**4. FONCTIONNEMENT****4.1. PARAMETRAGE**

Une transmission par courroie est constituée d'une :

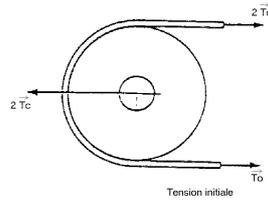
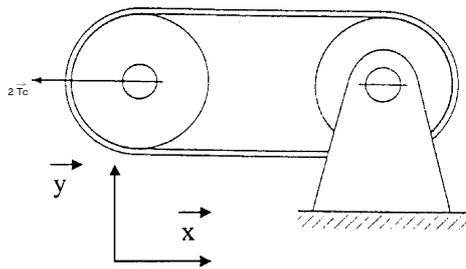
- Petite poulie 1 ( $d, R_d, \omega_d, \theta_d$ )
- Grande poulie 2 ( $D, R_D, \omega_D, \theta_D$ )
- Courroie ayant :
  - Une vitesse linéaire  $V$
  - Un coefficient de frottement avec les poulies  $f_f$ .

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



#### 4.2. ACTIONS MECANQUES AU REPOS

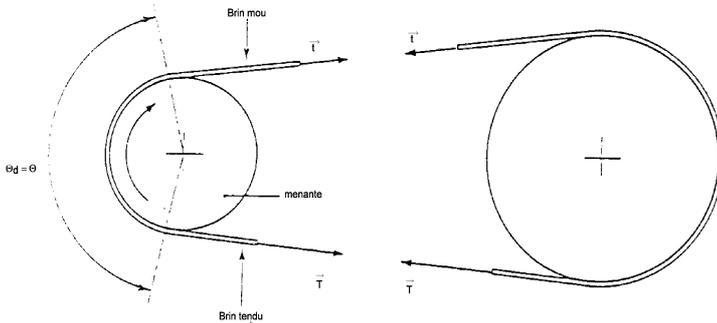
Pour éviter le patinage de la courroie il faut introduire une tension initiale  $T_0$  dans chaque brin de la courroie.



Une des deux poulies doit être montée en liaison glissière (perpendiculaire /axe de rotation) de façon à pouvoir tendre la courroie.

**L'axe de cette poulie supportera dans le plan  $(\vec{x}, \vec{y})$  une action mécanique d'intensité  $2T_0$ .**

#### 4.3. ACTIONS MECANQUES EN MOUVEMENT



En fonctionnement, la poulie menante tire sur un brin de la courroie, il y a alors déséquilibre dans les tensions de chaque brin.

Nous avons un brin:

-supportant une tension  $T > T_0$  (brin tendu).

-supportant une tension  $t < T_0$  (brin mou).

En considérant l'allongement de la courroie sur le périmètre total :

$$T + t = 2T_0 \quad (1)$$

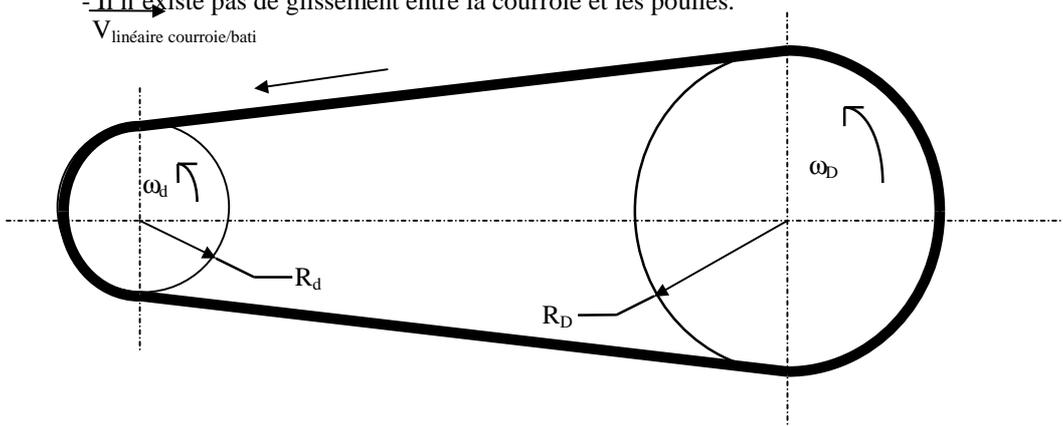
## 5. MECANIQUE

### 5.1 CINEMATIQUE

#### 5.1.1 Hypothèses

- La courroie est inextensible.
- Il n'existe pas de glissement entre la courroie et les poulies.

$V_{\text{linéaire courroie/bati}}$



#### 5.1.2 Conséquences

La vitesse linéaire  $V$  de la courroie est constante en tout point de celle-ci et est égale à la vitesse des points du périmètre de contact poulie-courroie :

$$V_{\text{linéaire courroie/bati}} = \omega_d \cdot R_d = \omega_D \cdot R_D$$

D'où le rapport de réduction  $r$  du système poulies-courroie  $r = \frac{\omega_D}{\omega_d} = \frac{R_d}{R_D}$

$$\text{et } \omega_D \cdot r_{\text{récepteur}} = r \cdot \omega_d \cdot r_{\text{moteur}} \quad (2)$$

### 5.2 GLISSEMENT

Il existe un glissement entre la courroie et les poulies ce qui implique :

Un échauffement du système       $\Rightarrow$  Perte de puissance par effet joules.

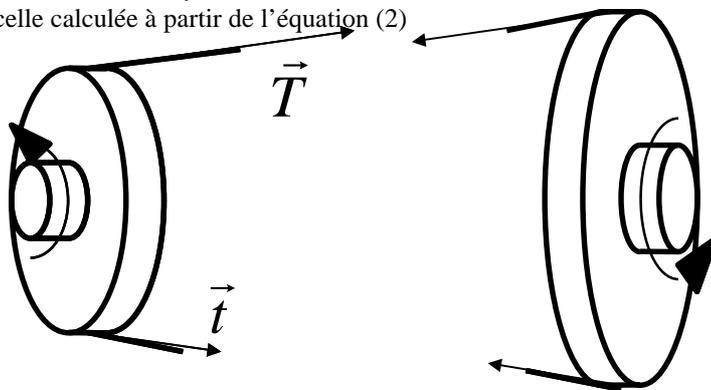
Une usure des poulies et de la courroie       $\Rightarrow$  Production de poussière, perte des caractéristiques géométriques et donc cinématiques du système.

Une vitesse de sortie différente de celle calculée à partir de l'équation (2)

$$P_d = C_d \cdot \omega_d$$

$$= (T-t) \cdot R_d \cdot \omega_d$$

(4)



$$P_D = C_D \cdot \omega_D$$

$$= (T-t) \cdot R_D \cdot \omega_D$$

### 5.3 PUISSANCE TRANSMISSIBLE

#### 5.3.1 Rendement mécanique

(temps)

Selon le type de courroie utilisée le rendement du système réel est d'environ 90% à 98%.

Cette technologie est un très bon système de transmission de puissance de ce point de vue-la.

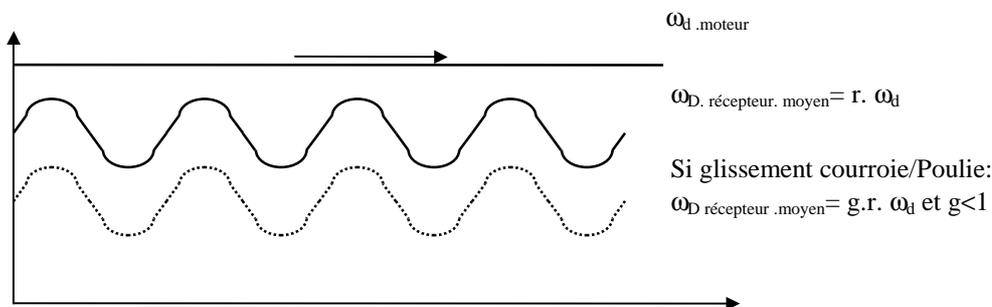
$$P_r = P_m \cdot \eta_g \quad (3)$$

tel que  $0,90 < \eta_g < 0,98$

#### 5.3.2 Lois cinématique et mécanique d'entrée-sortie

Expression des puissances.

En réalité, il y a une légère fluctuation de la vitesse de rotation de sortie liée à l'élasticité de la courroie.



Si le rendement global vaut 1 . Supposons la poulie d motrice.

$$(3) \Rightarrow P_D = P_d$$

$$C_d \cdot \omega_d = C_D \cdot \omega_D \Rightarrow \frac{C_D}{C_d} = \frac{\omega_d}{\omega_D}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{C_D}{C_d} = \frac{\omega_d}{\omega_D} = \frac{R_D}{R_d} = 1} \quad (5)$$

Si le rendement global est différent de 1 . Supposons la poulie d motrice.

$$(3) \Rightarrow P_D = \eta_g \cdot P_d$$

$$C_d \cdot \omega_d = \eta_g \cdot C_D \cdot \omega_D \Rightarrow \frac{C_D}{C_d} = \eta_g \frac{\omega_d}{\omega_D}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{C_D}{C_d} = \eta_g \frac{\omega_d}{\omega_D} = \eta_g \frac{R_D}{R_d} = \eta_g \frac{1}{r}} \quad (6)$$

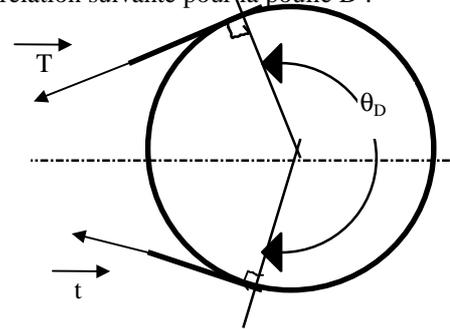
#### 5.4. PARAMETRES INFLUENTS SUR LA TRANSMISSION DE LA PUISSANCE

##### 5.4.1 Relation d'EULER

En supposant une répartition uniforme des forces d'adhérences entre la poulie et la courroie et en négligeant les forces dues à l'accélération centrifuge devant les forces d'entraînements, nous pouvons établir la relation suivante pour la poulie D :

$$T = t \times e^{\theta_D \times f_f}$$

(7) dite relation d'Euler



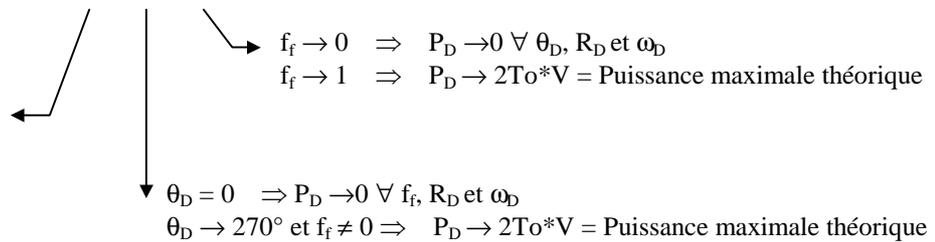
où  $\theta_D$  est l'arc d'enroulement de la courroie sur la poulie.  
Il se calcule, comme  $\theta_d$  par relation trigonométrique à partir de  $R_d$  et  $R_D$ .

##### 5.4.2 Puissance transmissible.

D'après (1),(4) et (7)

on obtient  $P_D$  = Puissance transmise sur la roue réceptrice D  
= fonction ( $T_0, \theta_D, f_f$ )

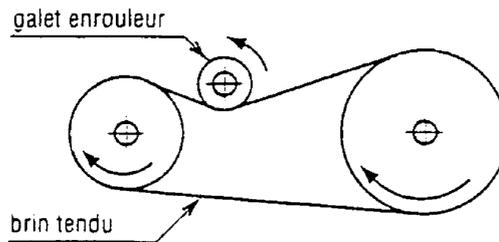
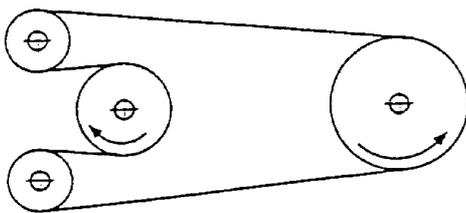
$P_D$  augmente proportionnellement avec  $T_0$ , la tension de pose.



#### 6. CONSEQUENCES TECHNOLOGIQUES

Pour augmenter la puissance transmissible plusieurs solutions ont été développées :

- en augmentant, et en changeant le type de surface de contact (la formule d'Euler est alors modifiée) → courroies trapézoïdales, polyurés.
- en augmentant l'angle d'enroulement par l'ajout d'un galet tendeur-enrouleur :



- en augmentant la tension de pose  $T_0$ . (limitée par la résistance aux charges radiales des liaisons des axes aux parties fixes)

## 7. REALISATION

### 7.1 MONTAGES-POSITION DES POULIES

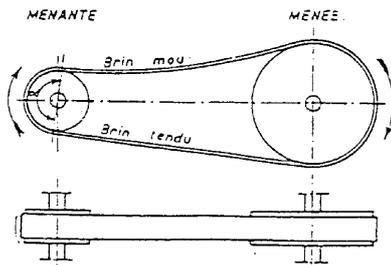
Condition :

**Quant un brin de courroie sort d'une poulie il doit se trouver dans le plan médian de la poulie réceptrice.**

Il faut prévoir un système technologique permettant le réglage géométrique d'une des poulies pour vérifier cette condition de fonctionnement. Ce réglage se réalise par rotation (rotule sur l'axe de rotation) ou par translation (glissière sur l'axe de rotation) de l'axe d'une des deux poulies.

La qualité et le rendement d'une transmission par courroie sont étroitement liés à la précision de position des poulies lors du montage.

#### 7.1.1. Arbres à axes parallèles



Le sens de rotation des deux poulies est inversé si la courroie est croisée (fig 2), et conservé dans le cas contraire (fig 1).

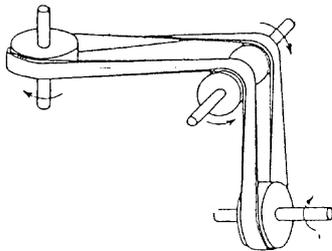
En cas d'inversion du sens de rotation le frottement entre les brins de courroie est souvent préjudiciable à sa longévité.

#### 7.2.1. Arbres à axes quelconques (fig 3 et 4)

Cette disposition entraîne généralement l'emploi de deux poulies **folles** de renvoi assurant l'entrée et la sortie de la courroie dans le plan de chacune des poulie (fig 3).

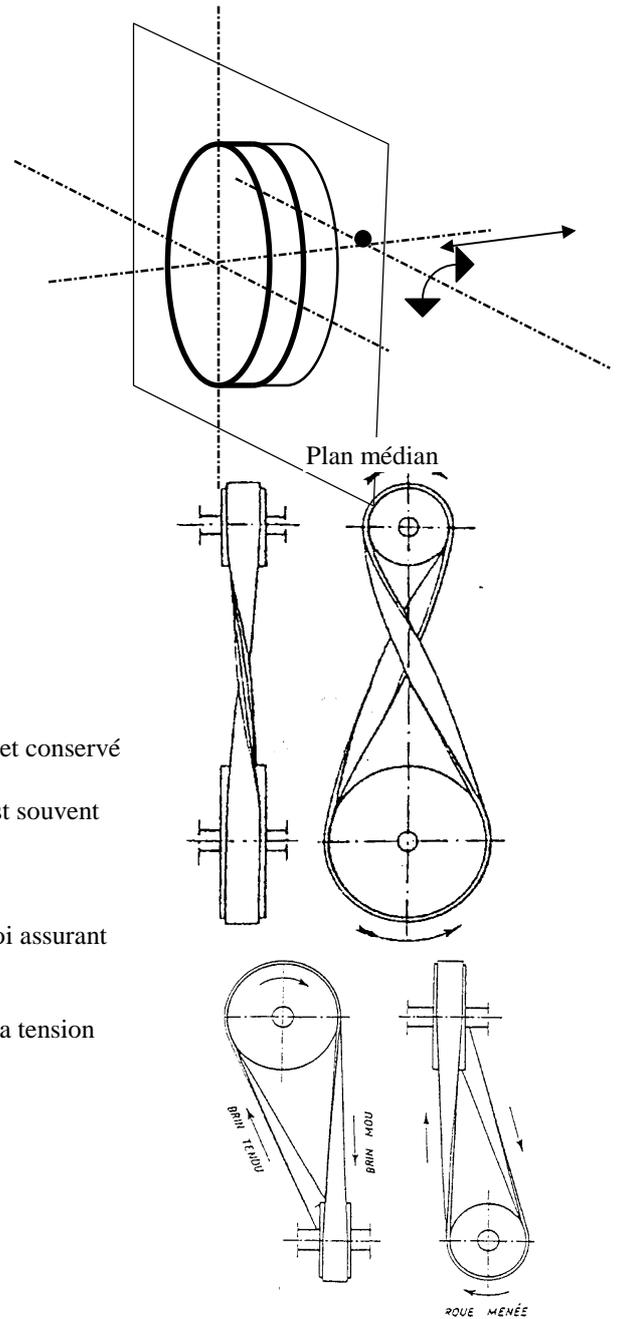
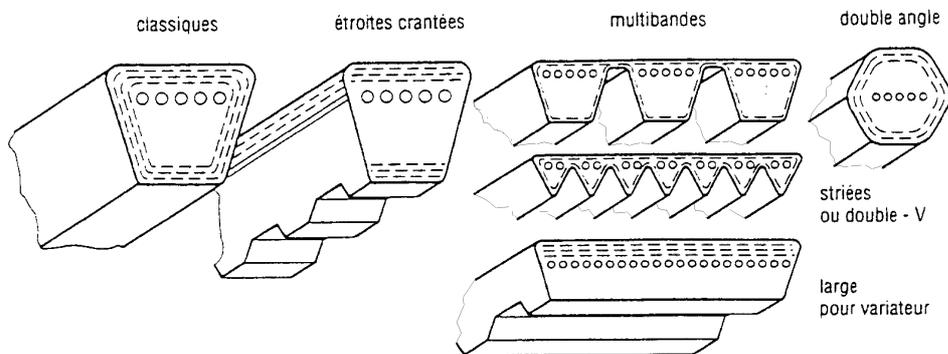
### 7.2 TYPES DE COURROIE

Afin de conserver la souplesse nécessaire à leur emploi et de pouvoir supporter la tension



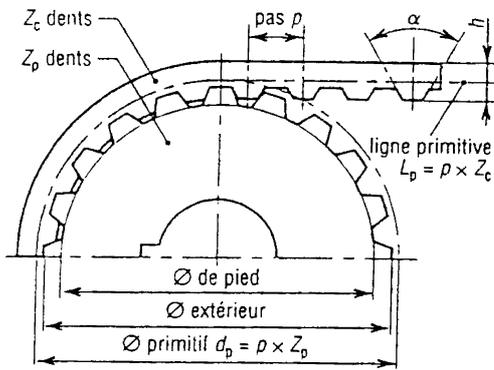
permettant de transmettre le couple, les courroies sont composites :

- D'une matrice en caoutchouc synthétique.
- De fibres métalliques ou céramiques qui lui procurent sa résistance mécanique à la tension.



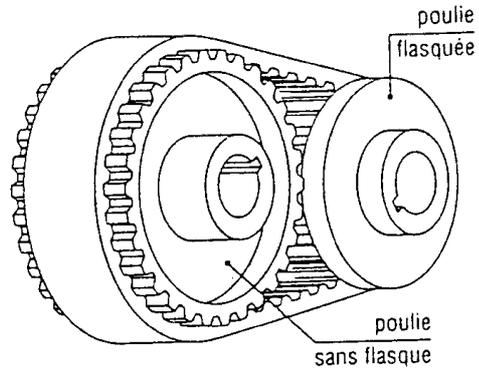
7.2.1 COURROIES SYNCHRONES

Elles permettent d'obtenir un rapport de réduction parfait et de transmettre de fortes puissances. La liaison par frottement est remplacée par une liaison par obstacle par l'intermédiaire de dents :



Rapport de réduction :

$$r = \frac{\omega_D}{\omega d} = \frac{R_d}{R_D} = \frac{Z_d}{Z_D}$$



7.2.2 COURROIES

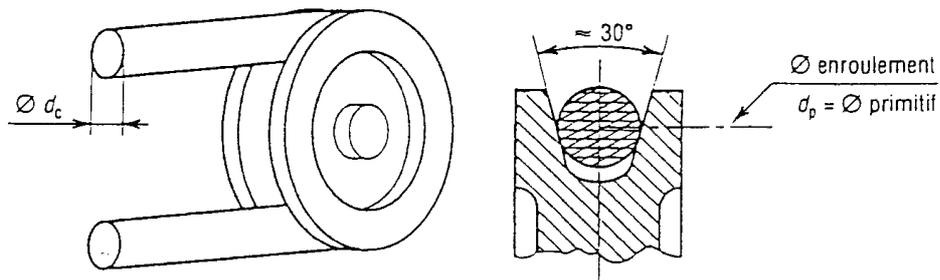
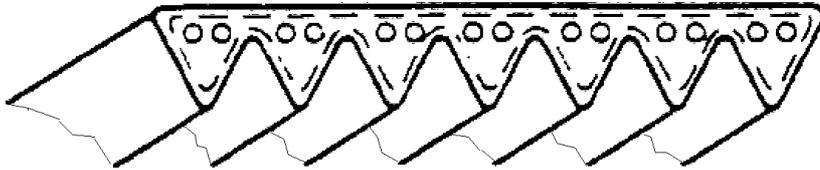
TRAPEZOIDALES ET A STRIES (POLY-V)

Permettent un montage compact pour la même puissance transmise.

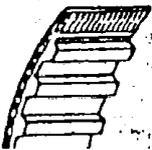
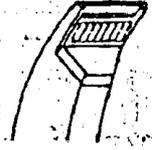
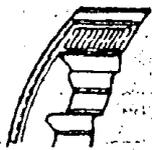
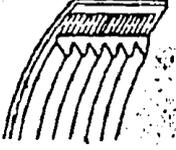
7.2.3 COURROIES RONDES, CARRES, HEXAGONALES

Permettent l'utilisation de plusieurs faces différentes pour entraîner les poulies. Souvent utilisées pour de petits mécanismes. (Baladeur, vidéo, autoradio, moteur,...)

Matière (Elastomère naturel ou artificiel)



### 7.2.4 TABLEAU DE CHOIX DU TYPE DE COURROIE

Aptitudes →  Type de courroies ↓	Puissance transmissible						Observations - Utilisation	
	kW	Rapport de transmission		m/s	Allongement	Rendement		Tenue en température
						%	°C	
<b>Courroie trapézoïdale crantée synchrone</b> 	jusqu'à 95 kW pour une largeur b = 100 mm	$\leq 1/10$	$\leq 60$	ne s'allonge pas	$\leq 98$	- 40 à + 100	++	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Machines de bureau.</li> <li>- Rotatives (imprimeries).</li> <li>- Outils portatifs.</li> <li>- Réducteurs de vitesse.</li> <li>- Commande d'ascenseur.</li> <li>- Entraînement arbres à cames.</li> <li>- Mécanismes de positionnement.</li> <li>- Compteurs.</li> </ul>
<b>* Courroie trapézoïdale série classique</b> 	jusqu'à 30 kW pour une largeur b = 22 mm	$\leq 1/15$	$\leq 30$	faible	$\leq 96$	- 55 à + 70	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concasseurs à mâchoires.</li> <li>- Industries minières.</li> <li>- Variateurs de vitesses.</li> <li>- Groupes entraîneurs.</li> <li>- Machines agricoles.</li> <li>- Convoyeurs - Transporteurs.</li> <li>- Accepte les contraintes brusques.</li> <li>- Force circonférentielle élevée.</li> </ul>
<b>Courroie trapézoïdale série étroite lisse</b> 	jusqu'à 65 kW pour une largeur b = 22 mm	$\leq 1/10$	$\leq 40$	faible	$\leq 96$	- 55 à + 70	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Machines de génie civil.</li> <li>- Industrie minières (mines de fond).</li> <li>- Groupe entraîneur.</li> <li>- Machines à bois (scie à cadre).</li> <li>- Élévateurs de décharge.</li> <li>- Accepte les rudes conditions de service.</li> </ul>
<b>Courroie trapézoïdale série étroite crantée</b> 	jusqu'à 80 kW pour une largeur b = 22 mm	$\leq 1/10$	$\leq 50$	très faible	$\leq 98$	- 30 à + 80	++	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compacteurs - Déchiqueteuses.</li> <li>- Rotatives (imprimeries).</li> <li>- Groupe électrogène de soudure.</li> <li>- Bandes transporteuses.</li> <li>- Machines à bois (raboteuse, dégauchisseuse).</li> <li>- Extrudeuse - Compresseurs à piston.</li> <li>- Ventilateurs - Pompe centrifuge.</li> </ul>
<b>* Courroie à stries</b> 	jusqu'à 20 kW	$\leq 1/40$	$\leq 60$	faible	$\leq 98$	- 30 à + 80	+++	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Machines à affranchir.</li> <li>- Machines offset.</li> <li>- Raboteuses portatives.</li> <li>- Machines à laver.</li> <li>- Fraiseuses - Cireuses.</li> <li>- Entraîneurs de broches.</li> <li>- Broyeurs - Effiloir.</li> <li>- Véhicules automobiles.</li> </ul>
<b>* Courroie plate</b> 	jusqu'à 10 kW pour une largeur b = 10 mm	$\leq 1/20$	$\leq 60$	très faible	$\leq 98$	- 30 à + 80	+++	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mémoire à disque (informatique)</li> <li>- Machines de nettoyage des sols</li> <li>- Courroies de fermeture.</li> </ul>