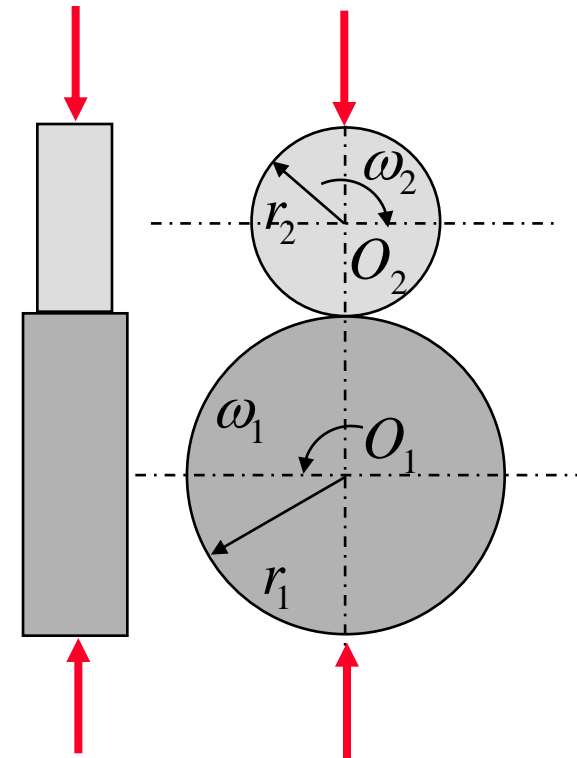
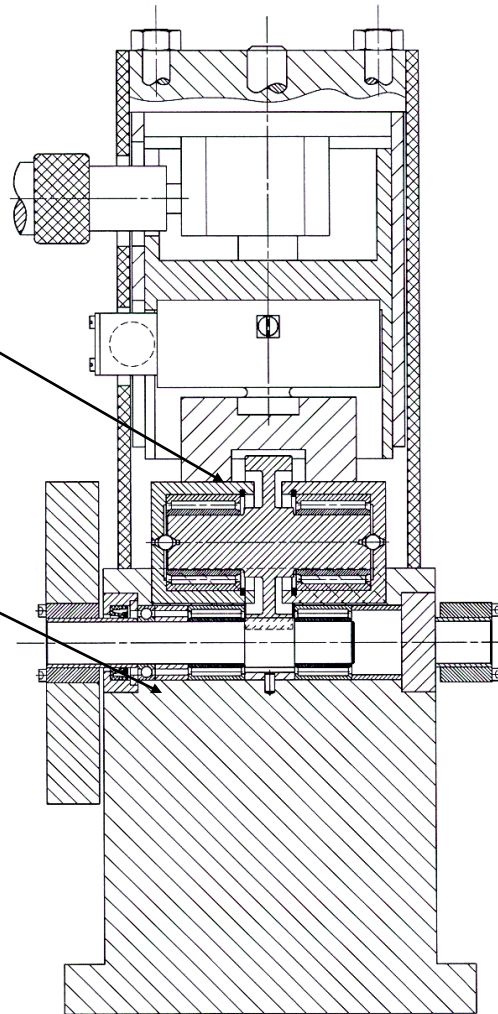
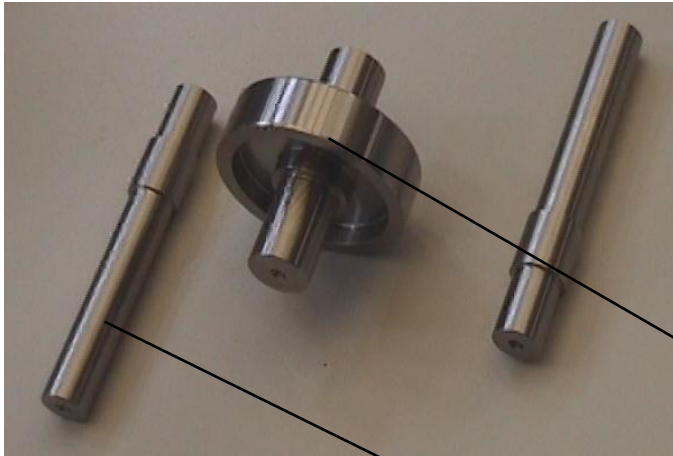


Sommaire

- ◆ Transmission par roues lisses
- ◆ Transmission par poulies et courroies
- ◆ Embrayages

Transmission par roues lisses



- ◆ Fonction: transmettre un moment et une vitesse de rotation entre arbres parallèles
- ◆ Principe physique: frottement (précontrainte)
- ◆ Rapport de vitesse varie avec moment transmis

Transmission par roues lisses : cinématique et statique

$$v_1 = r_1 \omega_1 \quad v_2 = r_2 \omega_2$$

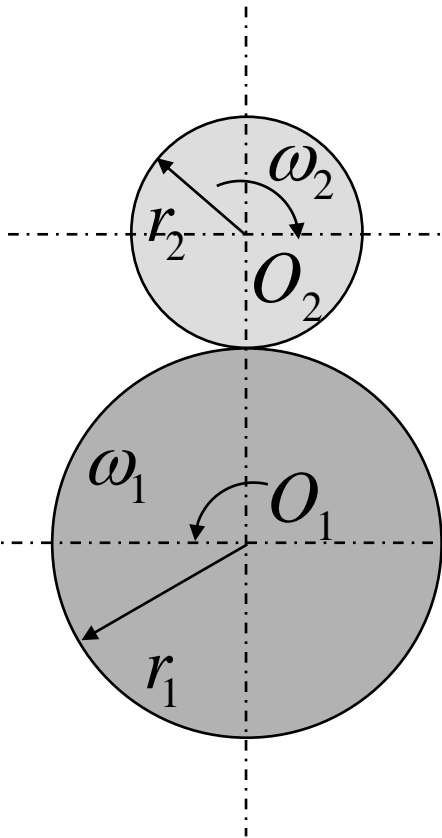
$$\text{Glissement } g = \frac{v_1 - v_2}{v_1} = \frac{r_1 \omega_1 - r_2 \omega_2}{r_1 \omega_1} = 1 - \frac{r_2}{r_1} \left(\frac{1}{i} \right)$$

$$i = \frac{1}{(1-g)} \frac{r_2}{r_1} \quad \frac{r_2}{r_1} = i_g = \text{rapport géométrique}$$

$$\text{Si } g = 0 \rightarrow i = \frac{r_2}{r_1}$$

$$\text{Puissances: } P_1 = M_1 \omega_1 \quad P_2 = M_2 \omega_2 = \eta P_1 = \eta M_1 \omega_1$$

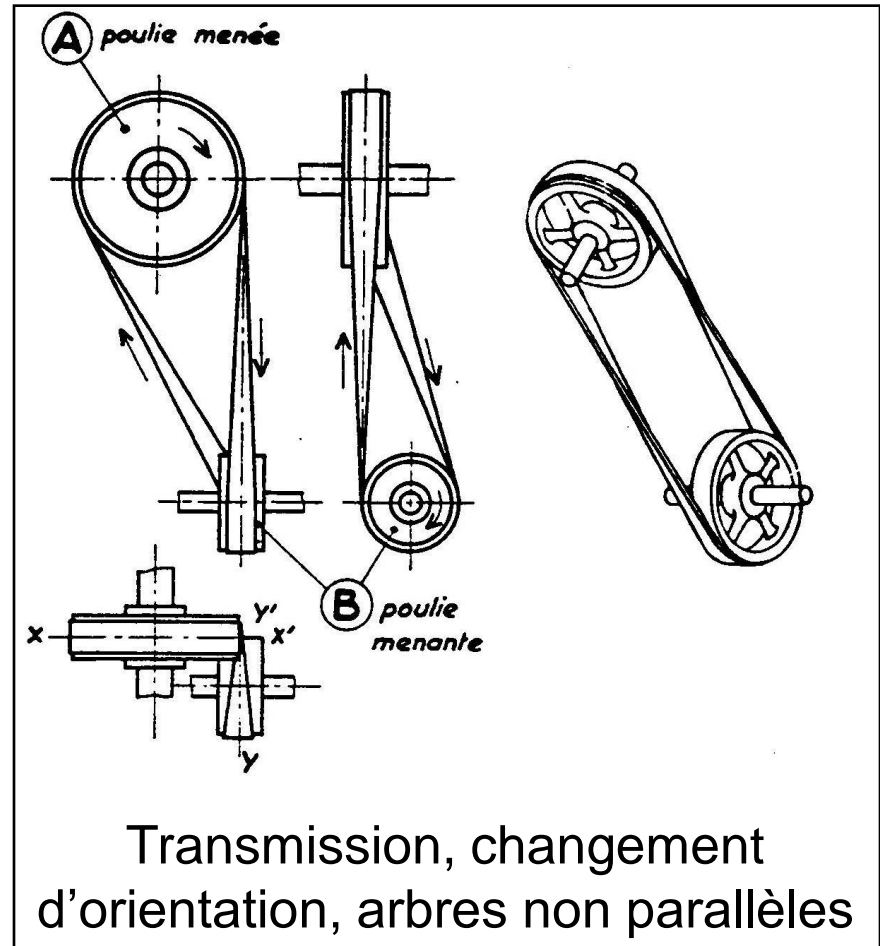
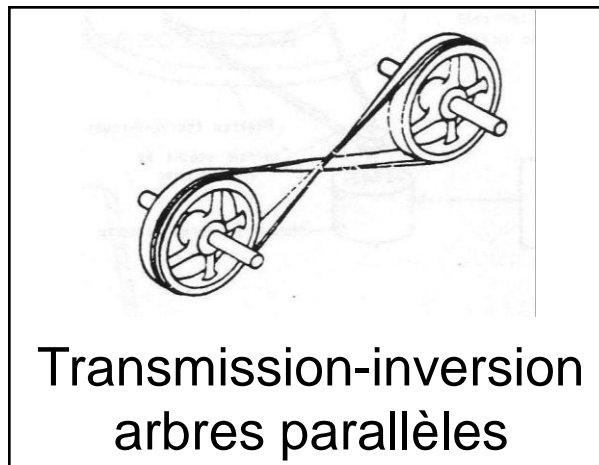
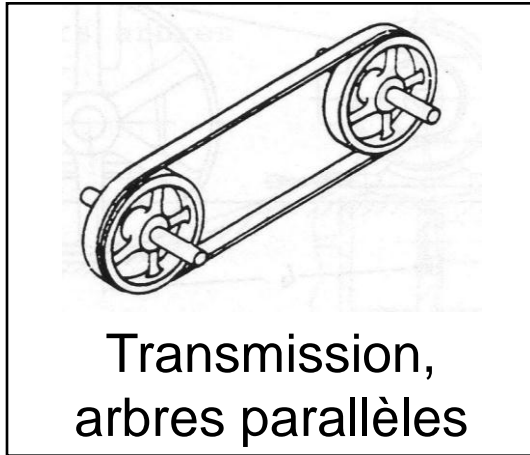
$$\frac{M_2}{M_1} = \eta \frac{\omega_1}{\omega_2} = \eta i = \eta \frac{1}{(1-g)} \frac{r_2}{r_1} = \eta \frac{1}{(1-g)} i_g$$



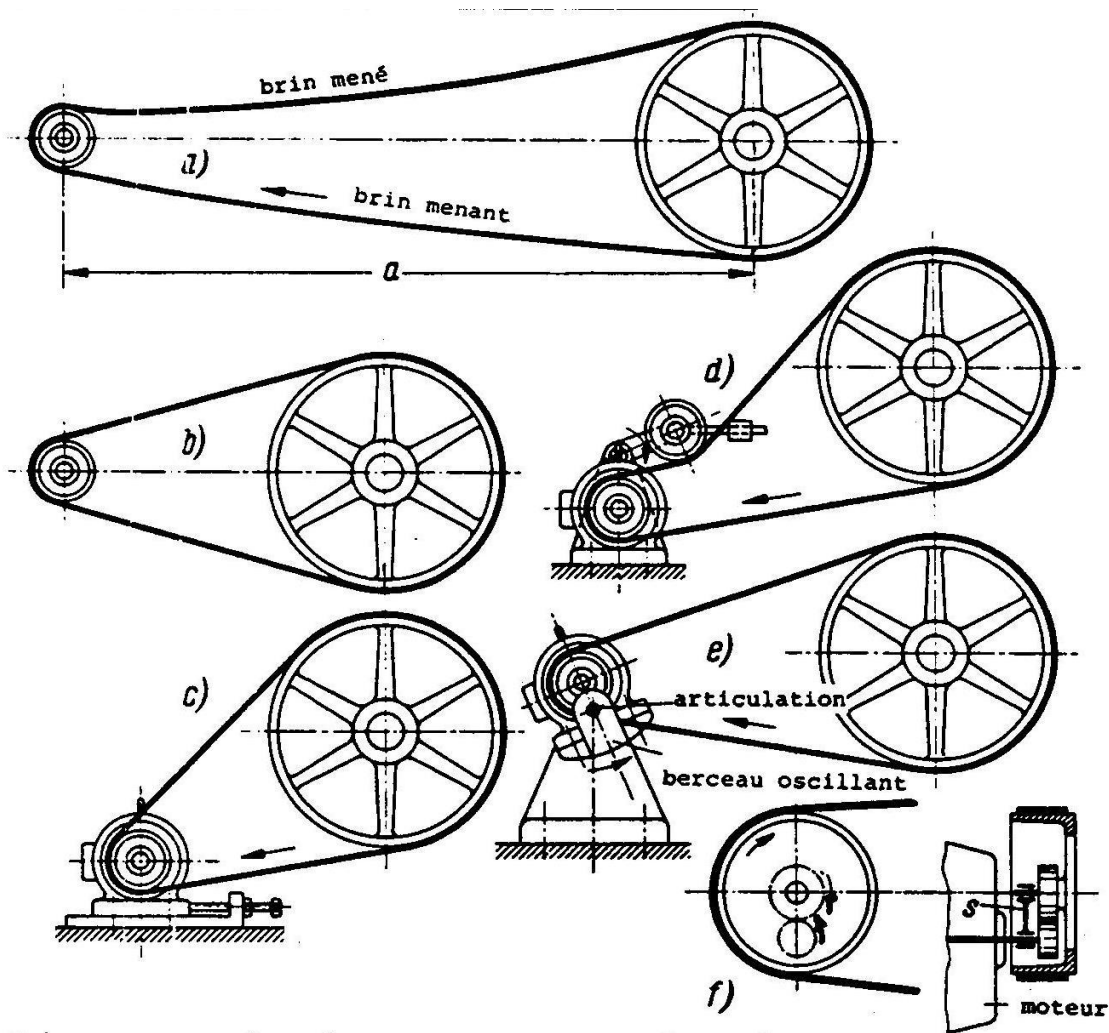
Transmissions par poulies et courroies

- ◆ Fonction: transmettre un moment et une vitesse de rotation entre arbres parallèles ou gauches
- ◆ Principe physique: frottement (précontrainte)
- ◆ Rapport de vitesse varie avec moment transmis

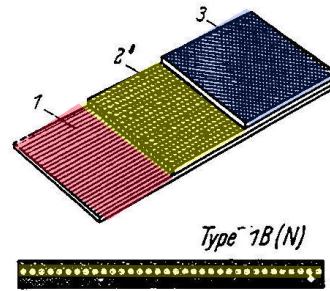
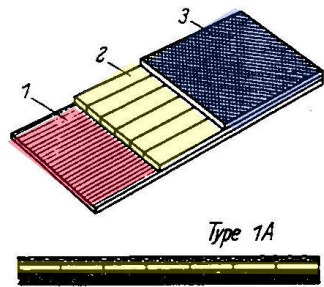
Configuration - fonction



Précontrainte des courroies



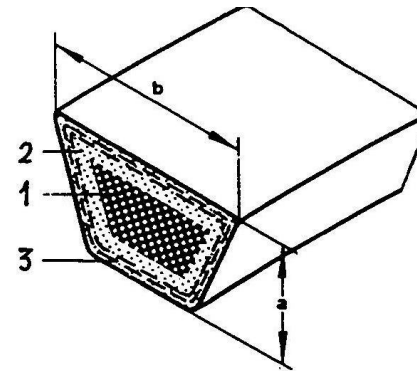
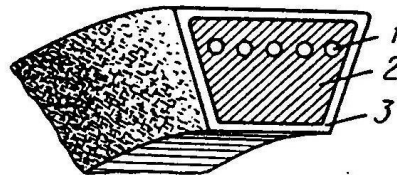
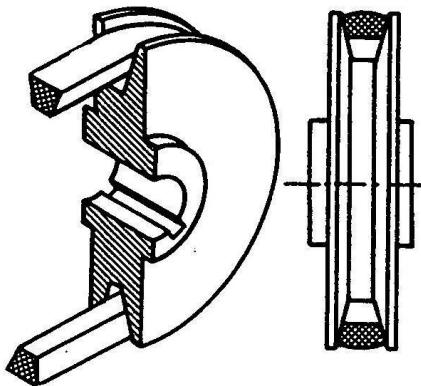
Technologie des courroies



Courroies plates

1. Couche de frottement
2. Rubans / fils (2') de traction
3. Couche de protection

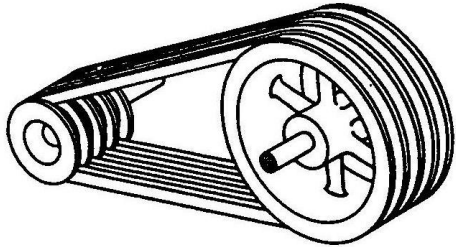
Courroies trapézoïdales



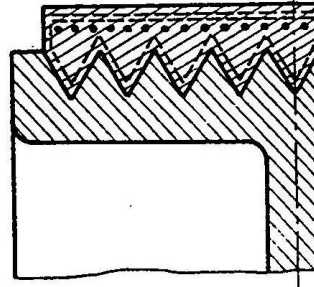
- 1) câble et fils de traction
- 2) caoutchouc
- 3) toile de revêtement

Technologie des courroies

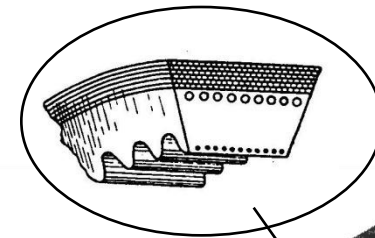
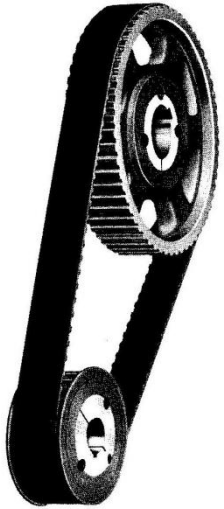
Courroies trapézoïdales multiples



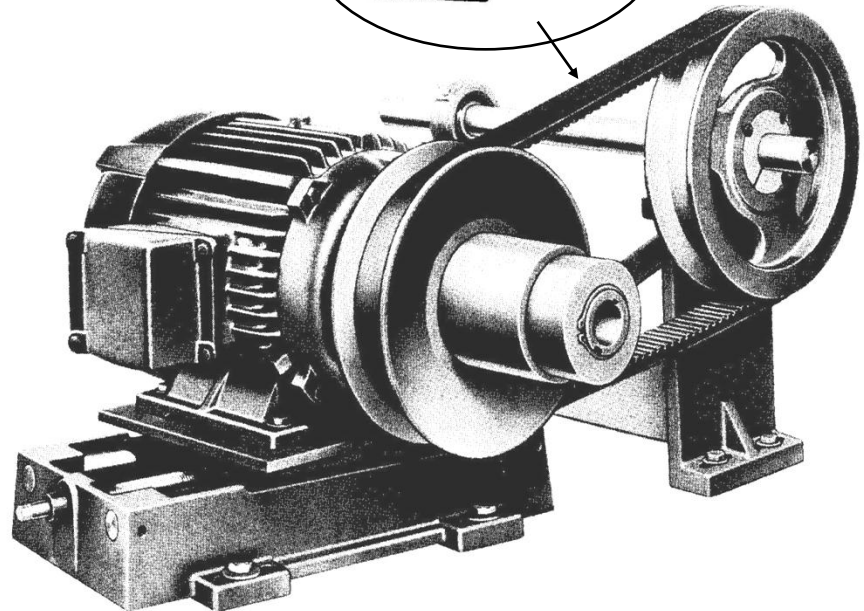
Courroie « poly-V »



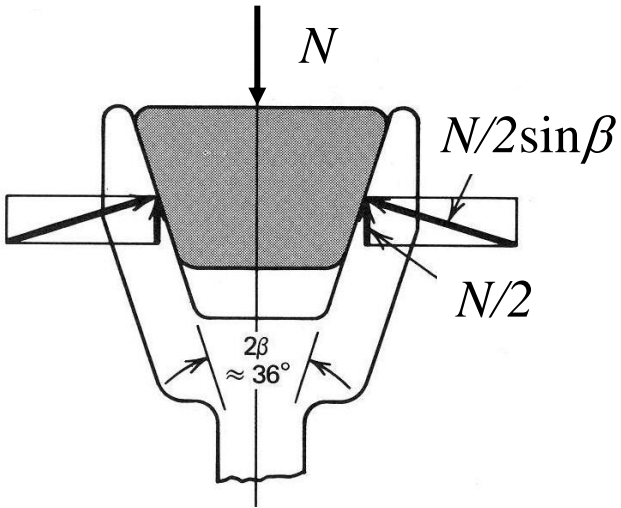
Courroie dentée



Courroie crantée



Technologie des courroies



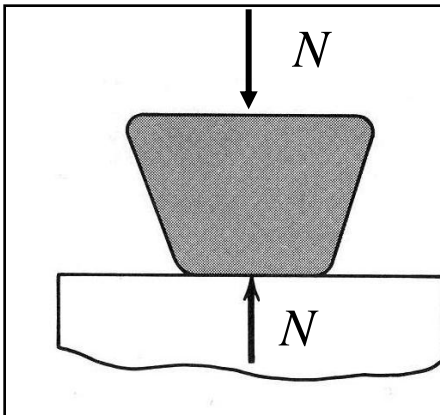
Courroie trapézoïdale:

Effort normal appliqué = N

Effort normal à la surface de contact = $\frac{N}{\sin \beta}$

Force de frottement: $F_f = \mu \frac{N}{\sin \beta}$

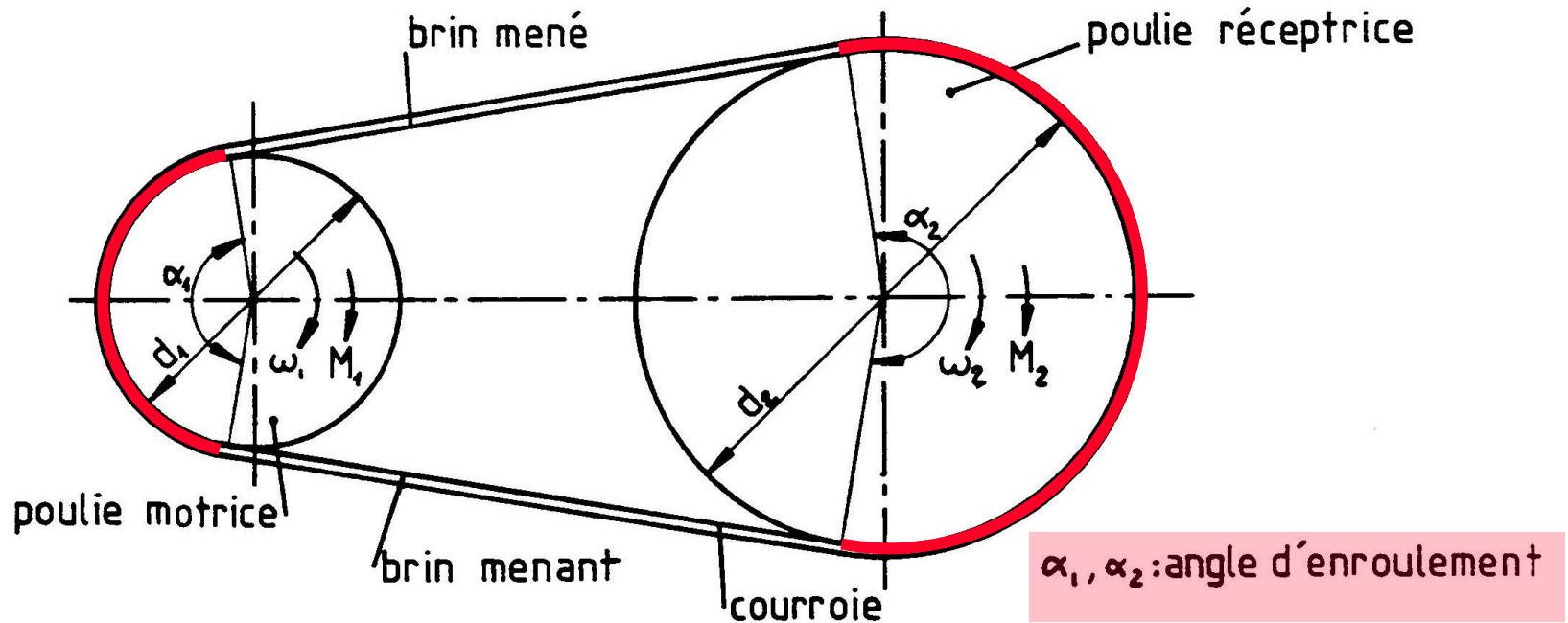
Pour $\beta = 18^\circ \rightarrow F_f \approx 3.2\mu N$



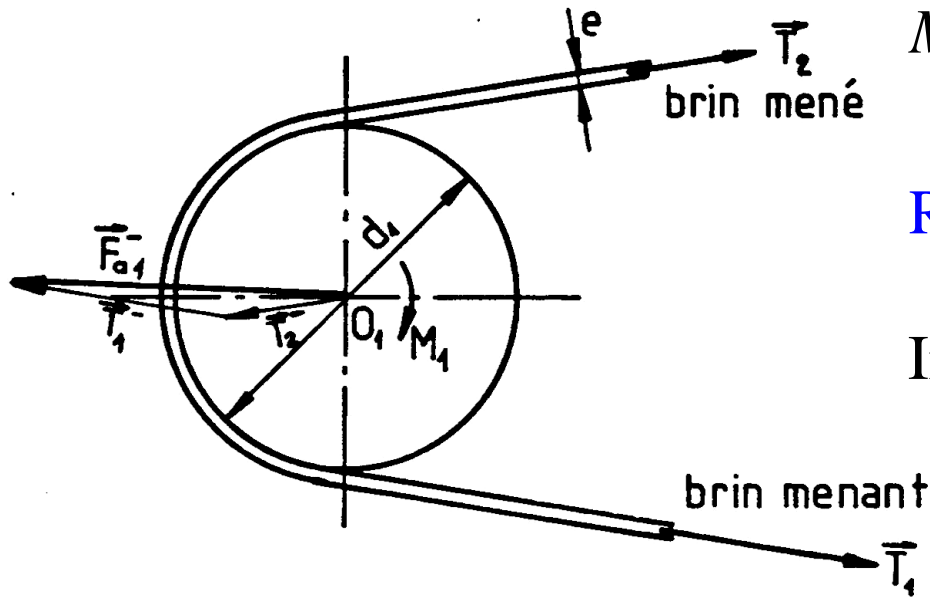
Courroie plate:

Force de frottement: $F_f = \mu N$

Analyse des transmissions par courroies



Analyse des transmissions par courroies: première considération statique



$$\vec{F}_{a1}^- = -(\vec{T}_1 + \vec{T}_2)$$

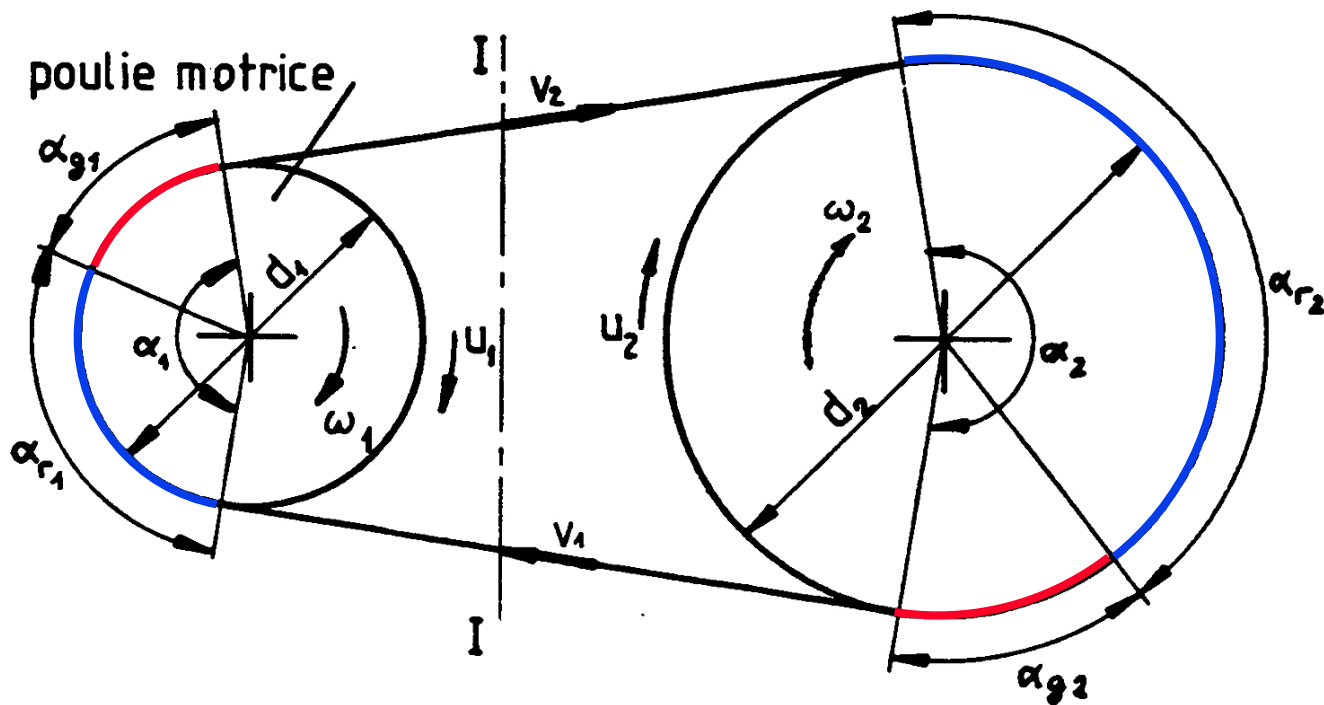
$$M_1 = \left(\frac{d_1}{2} + \frac{e}{2} \right) (T_1 - T_2)$$

$$M_2 = \left(\frac{d_2}{2} + \frac{e}{2} \right) (T_1 - T_2)$$

Rapport des couples: $\frac{M_2}{M_1} = \frac{d_2 + e}{d_1 + e}$

Indépendant du glissement.

Analyse des transmissions par courroies: cinématique



α_{g1}, α_{g2} angles de glissement α_{r1}, α_{r2} angles de repos

$v_1 \neq v_2$ à cause du glissement et de l'extension de la courroie

$$\dot{m}_1 = \rho_1 A_1 v_1 = \dot{m}_2 = \rho_2 A_2 v_2$$

Analyse des transmissions par courroies: cinématique

Section de la courroie après allongement ε : $A = A_0(1 - \mu\varepsilon)^2$

μ coefficient de Poisson

Densité après allongement: $\rho = \frac{\rho_0}{(1 + \varepsilon)(1 - \mu\varepsilon)^2}$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \rightarrow \frac{\rho_0 A_0}{(1 + \varepsilon_1)} v_1 = \frac{\rho_0 A_0}{(1 + \varepsilon_2)} v_2$$

$$v_2 = \frac{(1 + \varepsilon_2)}{(1 + \varepsilon_1)} v_1 \quad T_1 > T_2 \rightarrow \varepsilon_1 > \varepsilon_2 \rightarrow v_1 > v_2 \rightarrow \text{glissement } g$$

$$\text{sur } \alpha_{r1} : v_1 = \frac{d_1 + e}{d_1} u_1 = \frac{d_1 + e}{2} \omega_1 ; \text{ sur } \alpha_{r2} : v_2 = \frac{d_2 + e}{d_2} u_2 = \frac{d_2 + e}{2} \omega_2$$

Analyse des transmissions par courroies: cinématique

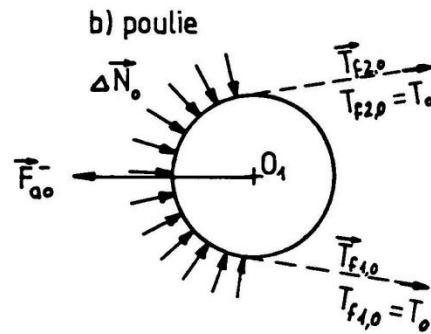
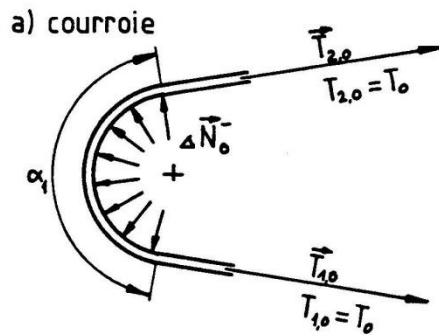
Glissement: $g = \frac{v_1 - v_2}{v_1}$ $g = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{1 + \varepsilon_1} \approx \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = \frac{T_1}{A_0 E} - \frac{T_2}{A_0 E}$

Rapport de vitesse $i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \left(\frac{d_2 + e}{d_1 + e} \right) \left(\frac{v_1}{v_2} \right)$

$$\frac{v_2}{v_1} = 1 - g \rightarrow i = \left(\frac{d_2 + e}{d_1 + e} \right) \frac{1}{1 - g}$$

Si $g \ll 1$ et $e \ll d_1, d_2 \rightarrow i \approx \frac{d_2}{d_1}$

Analyse des transmissions par courroies: statique, transmission arrêtée



$$T_{1,0} = T_{2,0} = T_{f1,0} = T_{f2,0} = T_0$$

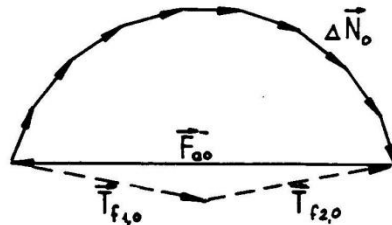
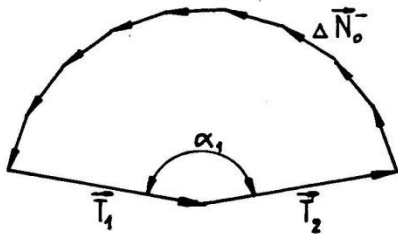
Equilibre de la poulie:

$$\sum \Delta \vec{N}_0 + \vec{F}_{a0}^- = 0$$

Equilibre de la courroie:

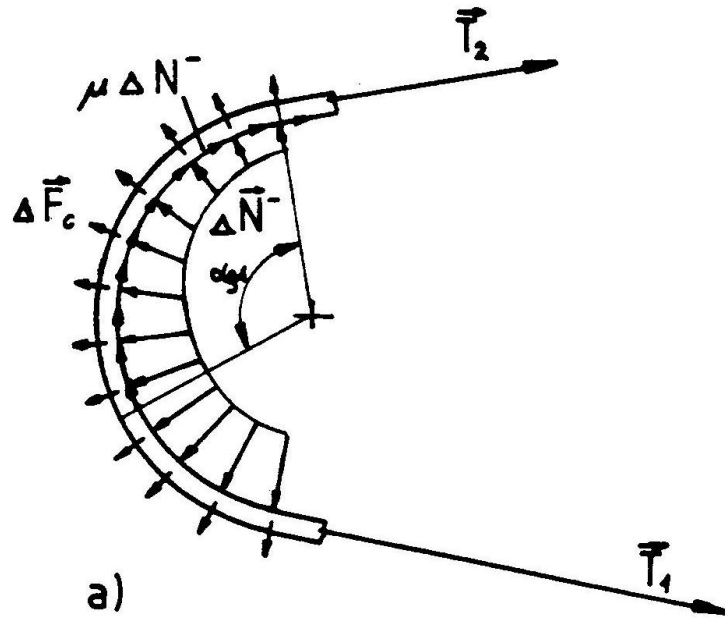
$$\sum \Delta \vec{N}_0 = \vec{T}_{f1,0} + \vec{T}_{f2,0} = 2T_0$$

$$F_{a0} = 2T_0 \sin \frac{\alpha_1}{2}$$

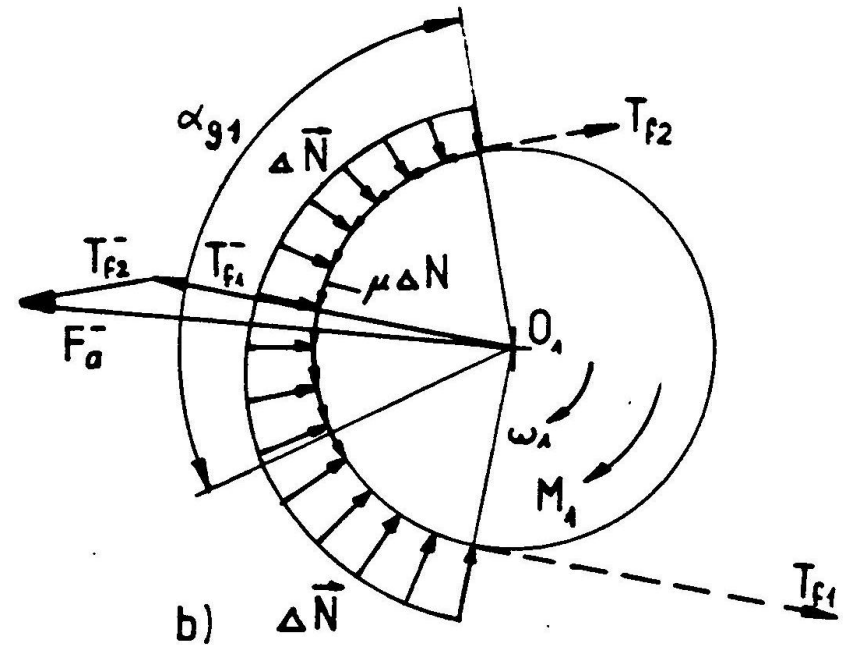


Analyse des transmissions par courroies: statique, transmission en charge, vitesse faible

Courroie



Poulie



Analyse des transmissions par courroies: statique, transmission en charge, vitesse faible

Si vitesses faibles, efforts centrifuges négligeables: $T_1 = T_{f1}$; $T_2 = T_{f2}$

Equilibre d'un élément de ruban:

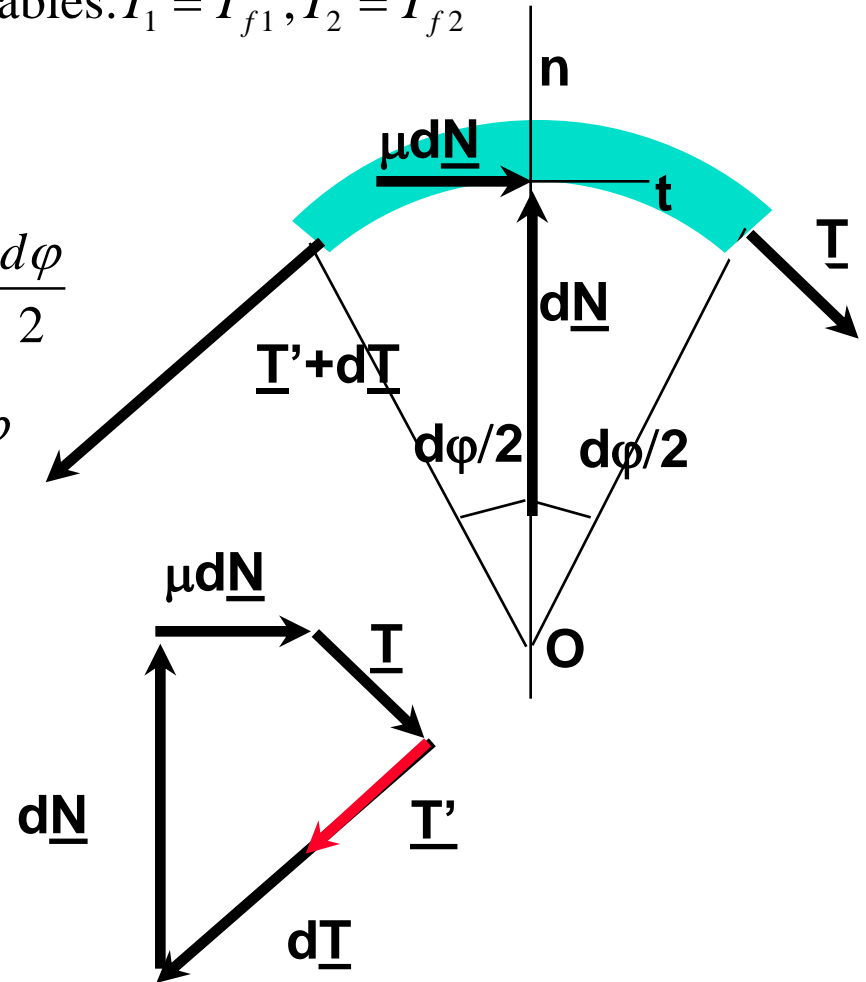
$$dM_f = rdF_f = r\mu dN,$$

$$\mu dN = dT \cos \frac{d\varphi}{2}, \quad dN = 2T \sin \frac{d\varphi}{2} + dT \sin \frac{d\varphi}{2}$$

$$\text{avec: } \cos \frac{d\varphi}{2} \approx 1 \quad \sin \frac{d\varphi}{2} \approx \frac{d\varphi}{2} \quad dT = \mu T d\varphi$$

Après intégration entre 0 et φ :

$$T = T_2 e^{\mu\varphi} \quad T_1 = T_2 e^{\mu\alpha_g} \quad \text{Loi d'Euler}$$



Analyse des transmissions par courroies: statique, transmission en charge, vitesse faible

On peut démontrer en admettant une longueur constante de la courroie:

$$T_1 + T_2 = 2T_0$$

Relation d'Euler: $T_1 = T_2 e^{\mu\alpha_{g1}} \Rightarrow T_2 = \frac{2T_0}{e^{\mu\alpha_{g1}} + 1}$

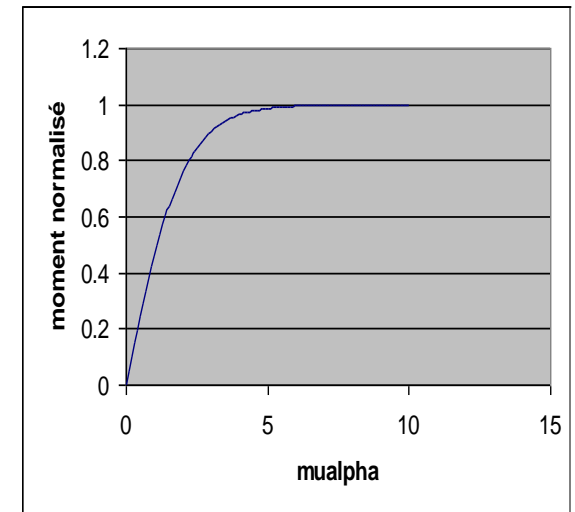
Moment résultant sur la poulie menante:

$$M_1 = (d_1 + e) \frac{e^{\mu\alpha_{g1}} - 1}{e^{\mu\alpha_{g1}} + 1} T_0$$

Angle d'enroulement: $\alpha_1 = \alpha_{g1} + \alpha_{r1}$

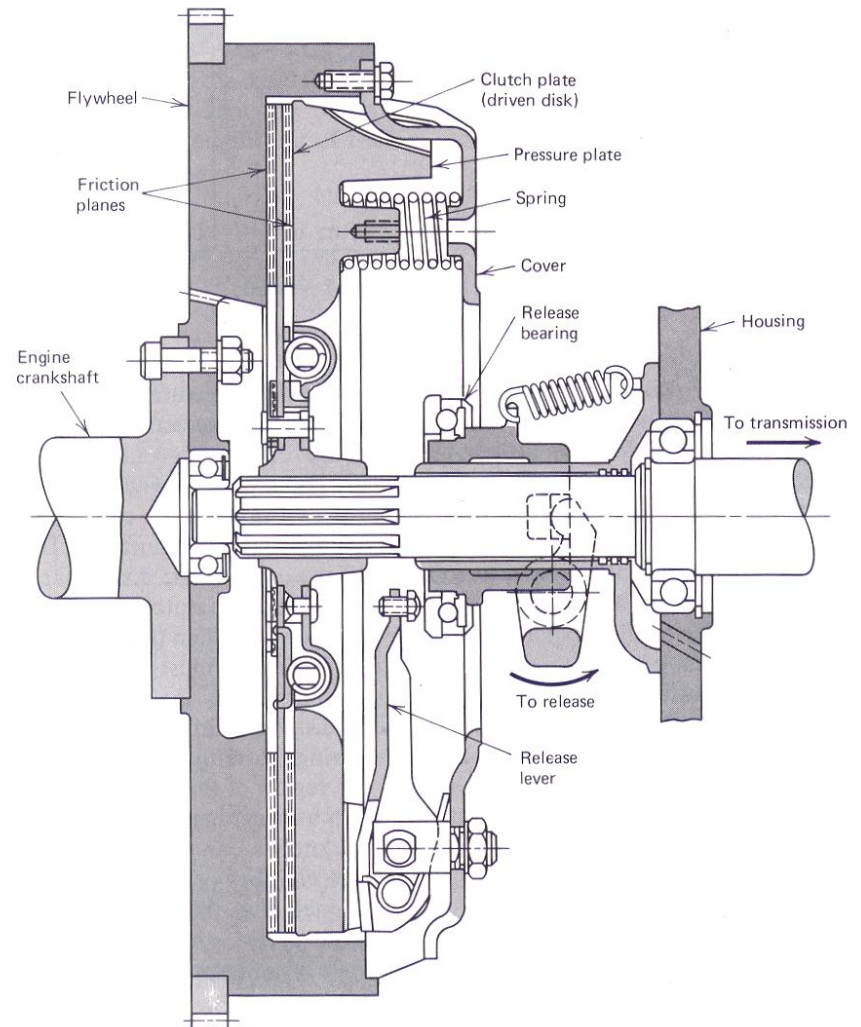
Moment maximum transmissible: $\alpha_1 = \alpha_{g1}$

$$M_{1\max} = (d_1 + e) \frac{e^{\mu\alpha_1} - 1}{e^{\mu\alpha_1} + 1} T_0$$

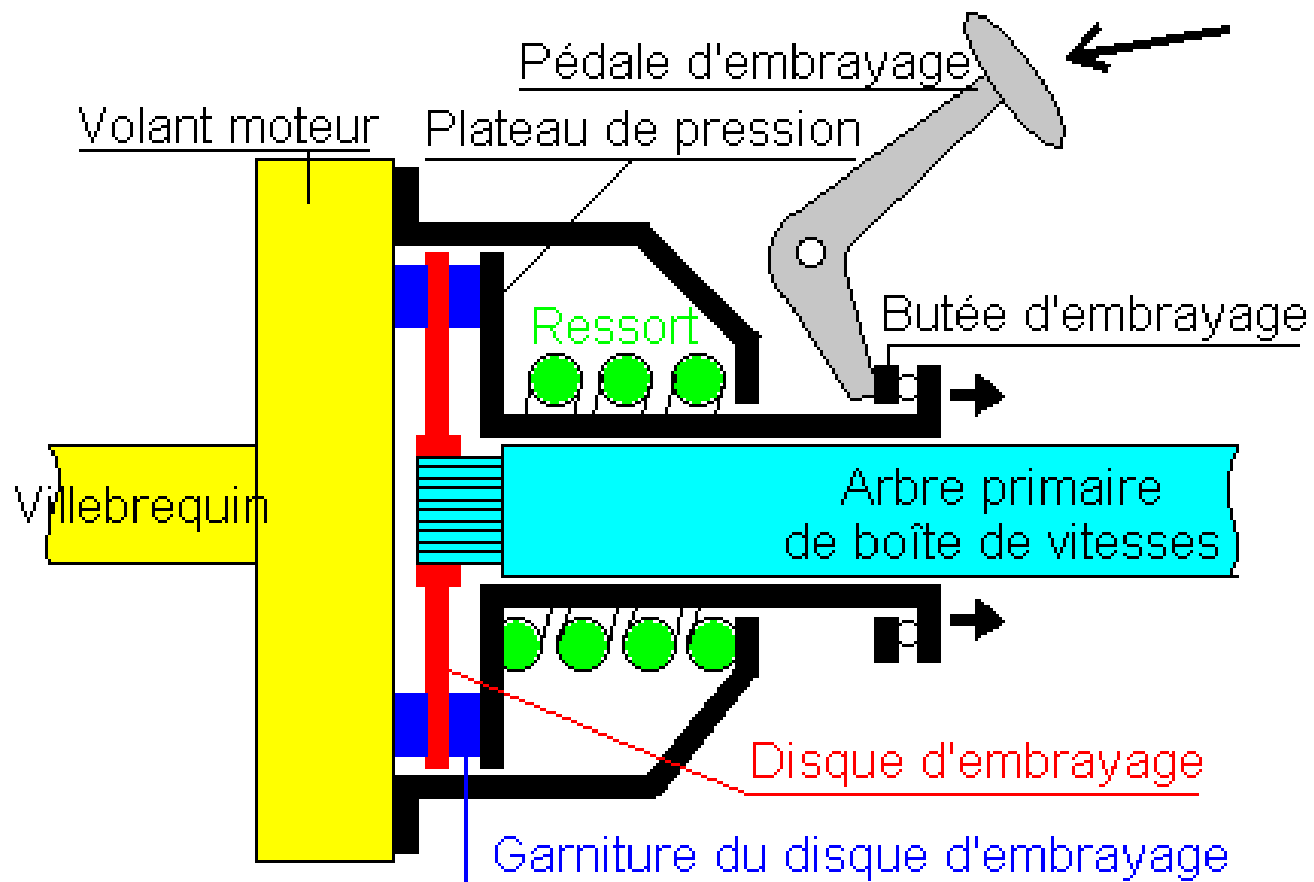


Embrayages à friction

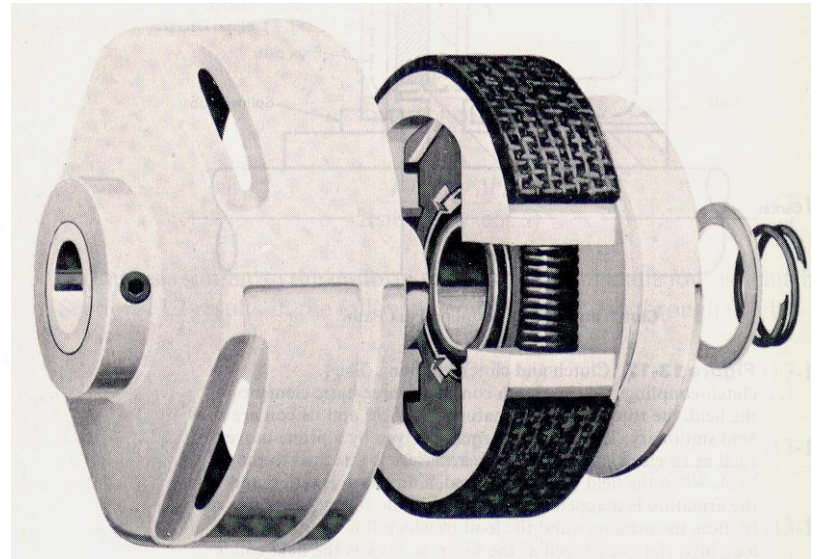
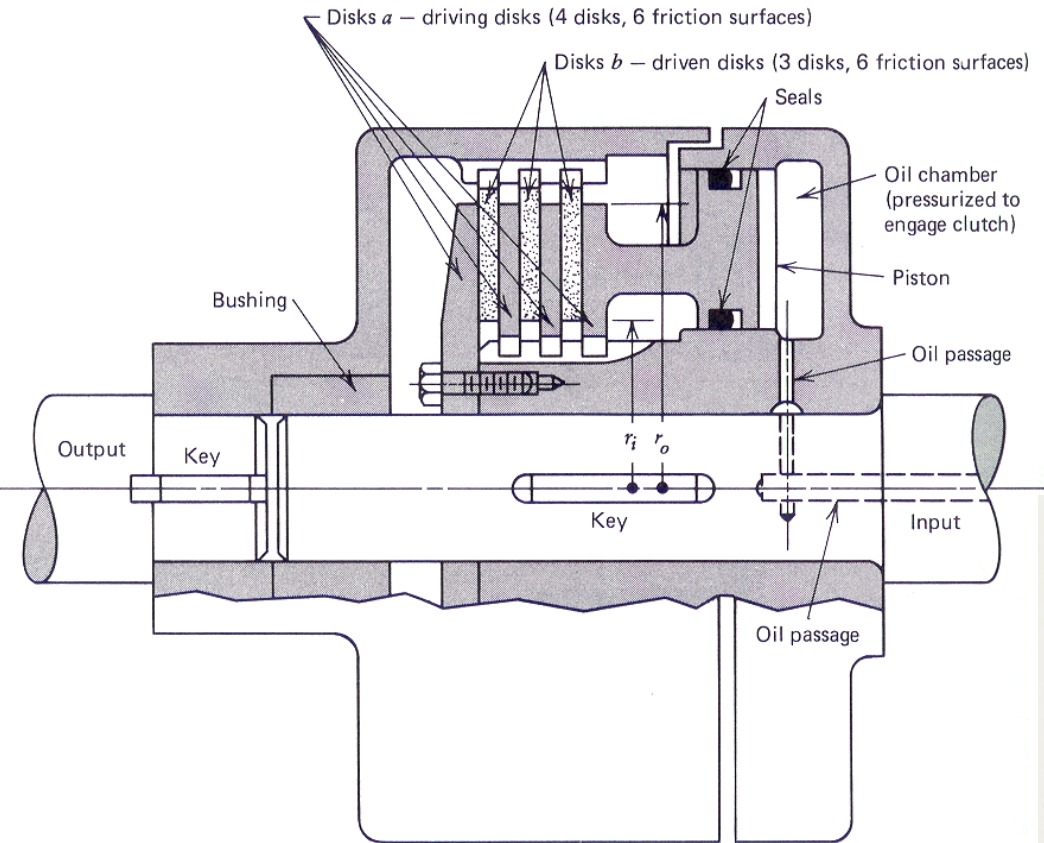
- ◆ **Fonctions:** séparer ou accoupler deux arbres sur commande. Transmettre un couple. Adapter les caractéristiques de 2 syst.
- ◆ **Principe physique:** frottement => force normale
 - ressorts
 - pression hydraulique
 - force électromagnétique
 - force centrifuge
- ◆ **Configuration géométrique:**
 - disques
 - sabots
 - ressorts
 - coins, encliquetage



Embrayage à friction: schéma



Embrayages à friction



Embrayages (p. 70)

