

TRANSMISSION PAR CHAÎNE ET COURROIE

Table des matières

1 Fonction d'une telle transmission.....	2
2 Principes de fonctionnement.....	2
2.1 Conséquences du roulement sans glissement.....	2
2.2 Existence d'un glissement.....	2
2.3 Transmission de l'effort.....	3
Tension de la courroie.....	3
Coincement de la courroie.....	3
Déformation de la courroie.....	3
2.4 Utilisation d'obstacles, transmission synchrone.....	4
3 Comparaison des transmissions.....	5
3.1 Courroie plate.....	5
3.2 Courroie trapézoïdale.....	6
3.3 Courroie à stries (Poly-V).....	6
3.4 Courroie crantée.....	7
3.5 Chaîne.....	8

1 Fonction d'une telle transmission

La fonction d'une transmission par chaîne ou courroie est d'adapter l'énergie fournie par un moteur.

Elle permet de transmettre la puissance entre deux arbres parallèles distants, qui peuvent être fixes ou mobiles l'un par rapport à l'autre, en modifiant la vitesse de rotation et le couple.

Elle permet également de transformer un mouvement de rotation en mouvement de translation.



2 Principes de fonctionnement

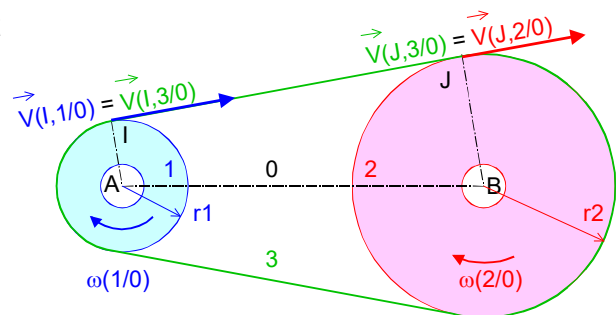
2.1 Conséquences du roulement sans glissement

L'absence de glissement entre la courroie 3 et les poulies 1 et 2 entraîne la relation :

$$V(I,1/0) = V(I,3/0) = V(J,3/0) = V(J,2/0) = V$$

où V est la vitesse linéaire de la courroie.

$$V = \omega(2/0) \times r_2 = \omega(1/0) \times r_1$$



Le rapport de transmission est alors défini par :

$$k = \omega_2 / \omega_1 = r_1 / r_2 = d_1 / d_2$$

d_1 et d_2 sont les diamètres primitifs des roues.

2.2 Existence d'un glissement

En l'absence d'obstacles, l'élasticité de la courroie entraîne un glissement sur les deux poulies. Ce glissement ne dépend pas du couple transmis (en première approximation).

$$k = \omega_2 / \omega_1 = (1 - g) d_1 / d_2 \text{ avec } g \approx 2\%$$

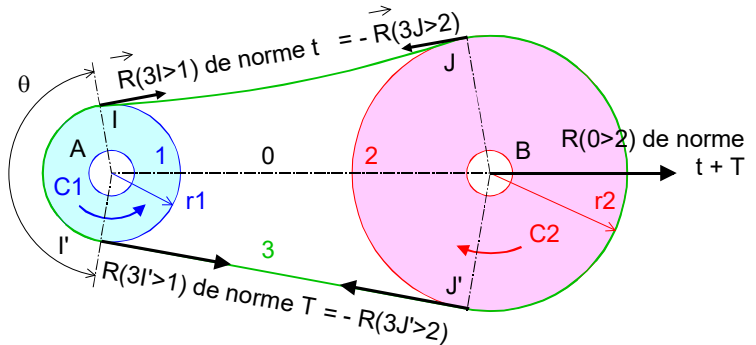
Il est responsable du rendement de 98 % dans les transmissions par courroies plates.

2.3 Transmission de l'effort

Tension de la courroie

L'effort entre la courroie et les poulies est transmis par adhérence. Pour cela, la courroie doit être tendue.

Il existe donc un brin tendu supportant une tension T , et un brin mou supportant une tension t . Le couple exercé sur les poulies dépend de la différence entre ces deux tensions.



$$(T - t) = -C2 / r2 = C1 / r1$$

L'effort exercé sur le guidage des poulies dépend lui de la somme de ces deux tensions. Pour maximiser $(T - t)$ tout en minimisant $(T + t)$ il faut que le rapport T / t soit le plus grand possible.

$$\text{Or } T / t = \exp(\mu \theta)$$

Avec μ : coefficient de frottement entre la courroie et les poulies ($\mu \approx 0,25$)
et θ : angle d'enroulement de la courroie sur la plus petite poulie (θ en rad).

$$\theta = \pi - 2 \arcsin [(d2 - d1) / 2a] \quad (a \text{ entraxe})$$

Coincement de la courroie

En utilisant une courroie à section trapézoïdale, on augmente le rapport T / t par le coincement de la courroie dans la gorge en V des poulies :

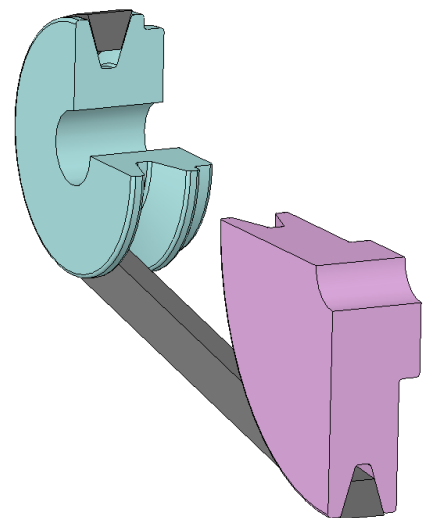
$$T / t = \exp(3 \mu \theta)$$

Pour un même couple à transmettre, on diminue alors la tension nécessaire et les efforts sur les paliers.

Déformation de la courroie

Chaque tronçon de courroie est fléchi au passage des poulies et redressé entre les deux poulies. Cette flexion périodique du matériau imparfaitement élastique entraîne un dégagement de chaleur responsable d'une légère chute du rendement.

Ce dégagement de chaleur est d'autant plus important que la courroie est épaisse et que sa vitesse linéaire est élevée.



2.4 Utilisation d'obstacles, transmission synchrone

Des dents sont disposées à l'intérieur de la courroie et engrènent sur celles des roues.

Le pas p entre ces dents doit être le même pour la courroie et pour les deux roues. Contrairement aux roues dentées pour réducteurs, le pas est entier :

$$p = 5,10 \text{ mm ou } 1/4", 3/8", 1/2", 5/8" \text{ (pouce)}$$

Les poulies sont alors désignées par leur nombre de dents z_1 et z_2 .

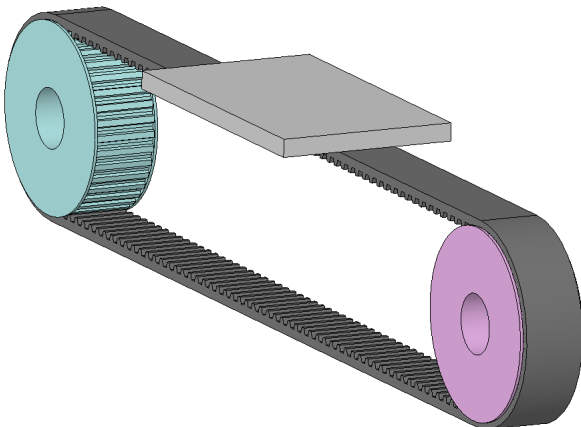
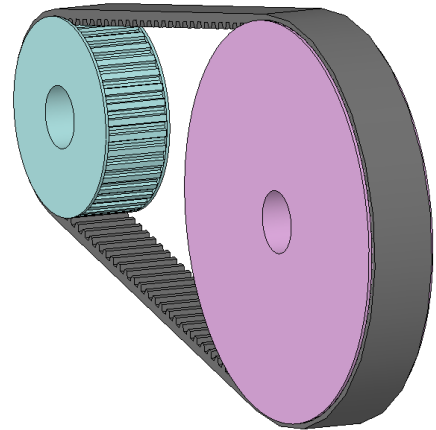
Ce sont les diamètres primitifs d_1 et d_2 qui ne sont pas entiers.

$$d_1 = p / \sin(\pi / z_1), d_2 = p / \sin(\pi / z_2)$$

Le rapport de transmission devient : $k = z_1 / z_2$

Il n'y a aucun glissement dans cette transmission ce qui lui vaut son nom de transmission synchrone. Ces courroies sont à ce titre souvent utilisées comme transformation de mouvement dans des dispositifs de mise en position de chariots (axes linéaires). La vitesse du chariot se déduit de la vitesse de rotation du pignon par la formule :

$$V = \omega_1 d_1 / 2$$



3 Comparaison des transmissions

3.1 Courroie plate

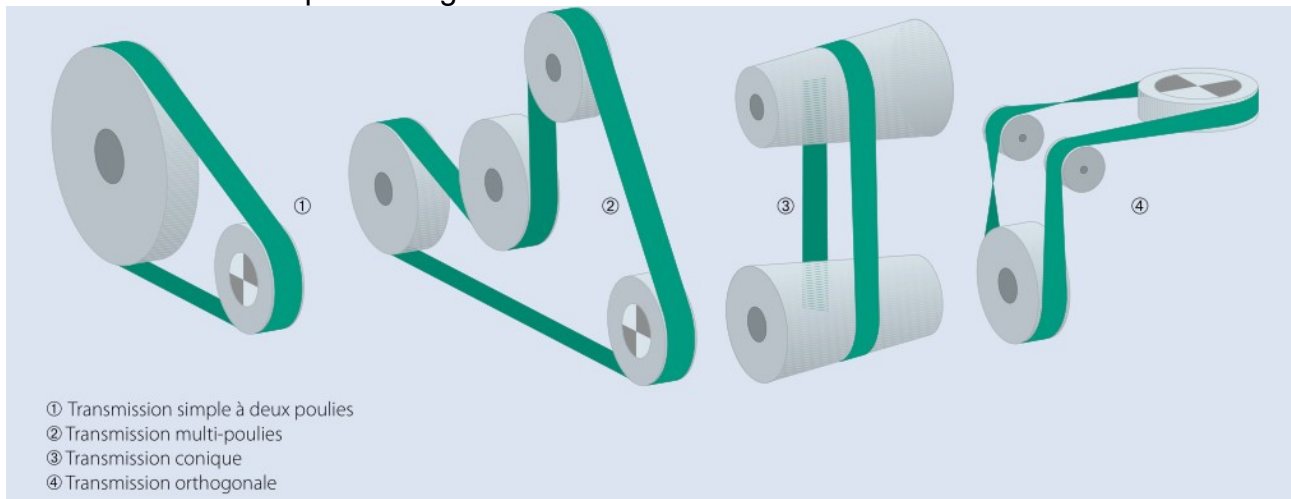
Ce type de courroie est de faible épaisseur. Bien qu'armée de fibres de renfort, elle reste très souple. Générant peu de dégagement de chaleur par flexion, elle permet une vitesse linéaire élevée : $V_{\max} = 60 \text{ m/s}$.

En l'absence de coincement, son adhérence est faible et il ne faut pas trop réduire l'angle d'enroulement sur le pignon. Le rapport de transmission est donc limité : $k_{\max} = 1 / 20$.

Le rendement est élevé (faible dégagement de chaleur) : $\eta = 98\%$. Il est dû au glissement de la courroie ($g = 2\%$).

Remarque : la poulie est légèrement bombée ce qui assure le centrage de la courroie même en l'absence de bords.

Cette courroie peut être livrée en anneau mais aussi au mètre car elle peut être aboutée par l'utilisateur en fonction de ses besoins (agrafage ou collage). Elle peut en outre être utilisée dans de multiples configurations :



Elle est bon marché mais nécessite un mécanisme capable de générer une tension forte impliquant des efforts importants sur les axes.

3.2 Courroie trapézoïdale

Moins souple que la courroie plate, elle est davantage sujette à l'échauffement. C'est pourquoi sa vitesse linéaire est limitée : $V_{\max} = 30 \text{ m/s}$ (illustration page 3).

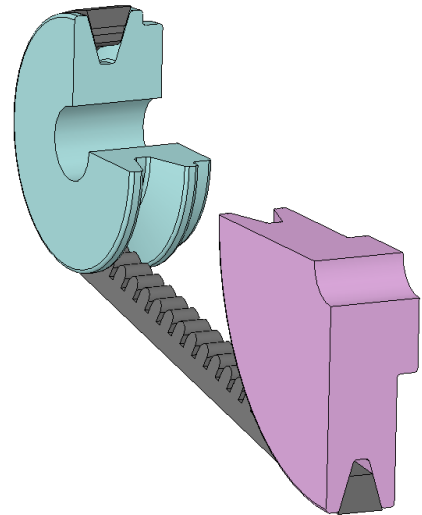
Par contre, son adhérence multipliée par 3 grâce au coincement, permet de transmettre un couple plus important.

Sa raideur ne permet pas un enroulement sur un diamètre trop petit, c'est pourquoi son rapport de transmission est limité : $k_{\max} = 1 / 15$.

Le rendement souffre à la fois du glissement ($g = 2\%$) et de la perte d'énergie par dégagement de chaleur. Il reste correct : $\eta = 96\%$.

Elle ne peut être livrée qu'en anneau de longueur standard.
Elle est bon marché et nécessite une tension réduite.

Pour diminuer la rigidité de ces courroies, certains fournisseurs proposent des courroies trapézoïdales crantées (voir ci-dessus). Ces crans augmentent la souplesse mais n'ont aucun effet sur le glissement.



3.3 Courroie à stries (Poly-V)

Elle allie les avantages de la courroie plate et de la courroie trapézoïdale.

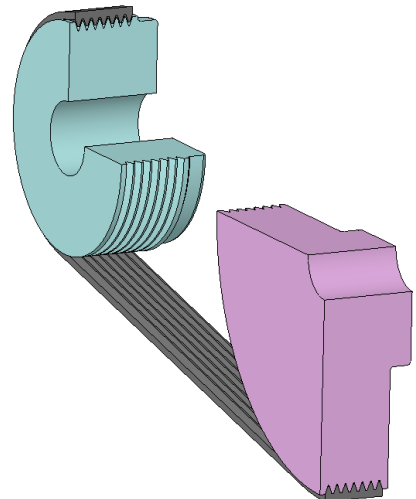
Souple, elle permet une vitesse linéaire élevée : $V_{\max} = 50 \text{ m/s}$.

Son adhérence reste multipliée par 3 du fait du coincement des stries.

Cela lui autorise un rapport de transmission exceptionnel : $k_{\max} = 1 / 40$.

Son rendement est élevé : $\eta = 98\%$.
Il est dû au glissement de la courroie ($g = 2\%$).

Elle ne peut être livrée qu'en anneau de longueur standard. Son prix est plus élevé que celui des courroies précédentes mais elle ne nécessite qu'une tension réduite.



3.4 Courroie crantée

Ces courroies sont très souples ce qui leur permet une vitesse linéaire élevée : $V_{\max} = 60 \text{ m/s}$.

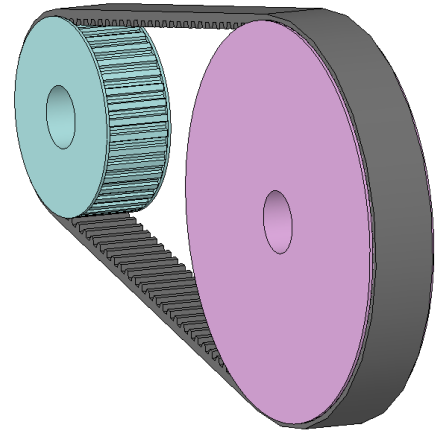
Grâce aux dents, elles peuvent transmettre un couple important.

L'engrènement correct ne peut se faire sur un pignon trop petit ou avec un angle d'enroulement trop faible, c'est pourquoi le rapport de transmission est limité $k_{\max} = 1 / 10$.

Le rendement est élevé : $\eta = 98\%$. Il est dû à la flexion de la courroie et aux frottements entre les dents et la poulie.

Cette courroie peut être livrée en anneau ou au mètre et aboutée par agrafage si l'agrafe ne passe pas sur la poulie. C'est le cas lorsqu'on réalise une transformation de mouvement rotation – translation.

Son prix est plus élevé que celui d'une courroie plate. Aucune tension n'est requise, mais un simple réglage d'entraxe.



3.5 Chaîne

Constituée de maillons reliés par des axes, elle engrène sur des pignons et entre dans la catégorie des transmissions synchrones.

Du fait de sa masse et des vibrations engendrées par son passage sur les pignons, la vitesse linéaire est limitée : $V_{\max} = 30 \text{ m/s}$ pour une chaîne au pas de 3/8".

Les obstacles que constituent les maillons permettent de transmettre un couple très important.

L'engrènement correct ne peut se faire sur un pignon trop petit ou avec un angle d'enroulement trop faible, c'est pourquoi le rapport de transmission est limité : $k_{\max} = 1 / 8$.

Le rendement est élevé : $\eta = 98\%$, mais la lubrification est indispensable. Elle est livrée au mètre et est aboutée au moyen d'un maillon rapide. C'est un système de transmission bon marché qui ne demande qu'un réglage d'entraxe.

Comme la courroie plate, la chaîne peut être utilisée sur ses deux faces. L'utilisation de maillons spéciaux permet en outre de réaliser facilement des systèmes de transport de produit (convoyage).

