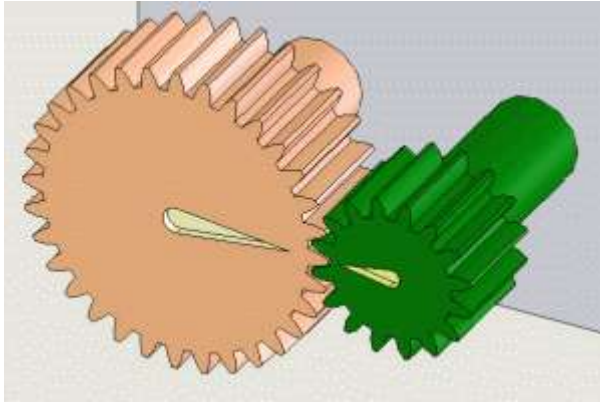
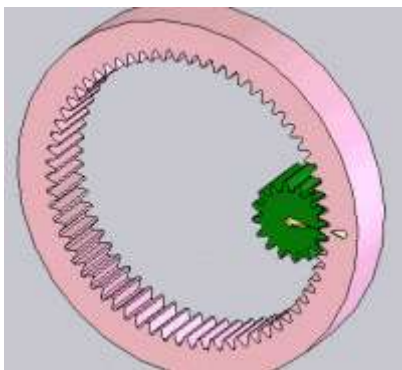


Transformation de rotation en rotation adaptée



Engrenages à arbres parallèles

Définition: Le système à **engrenages à arbres parallèles** permet de transmettre un mouvement de rotation et d'adapter la **vitesse** et le **couple**.



- Système pignon / roue , les deux roues tournent en sens inverse
- La petite roue tourne plus rapidement que la grande mais le couple est plus important sur la grande roue.
- Système pignon / couronne , les deux roues tournent dans le même sens



moto réducteur



Engrenage moteur/différentiel voiture RC



Train engrenage cheville NAO

Engrenages à arbres parallèles

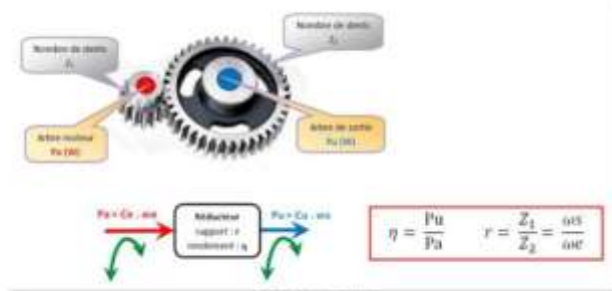
Bon à Savoir!

Avantages :

- Transmission de puissances élevées
- Bon rendement
- Durée de vie importante
- Fiable

Inconvénients :

- Nécessite un assemblage précis
- Engendre des vibrations, bruyant
- Nécessite une lubrification

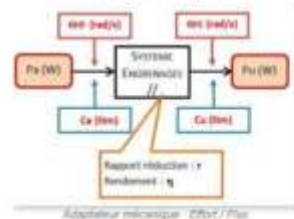


Un système à engrenages peut être représenté par le schéma ci-contre :

- Entrée** : énergie de mécanique de rotation, caractérisée par une vitesse angulaire ω_e et un couple C_e
- Sortie** : énergie de mécanique de rotation, caractérisée par une vitesse angulaire ω_s et un couple C_u

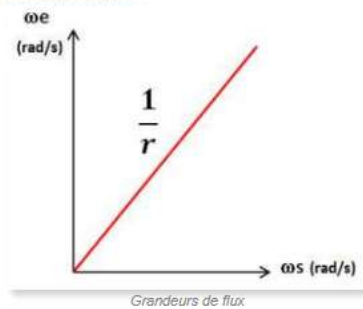
Paramètres :

- Le **rapport de réduction** : rapport entre le nombre de dents des roues dentées.
- Le **rendement** : rapport entre la puissance de sortie et la puissance d'entrée, il illustre les pertes.



Grandeurs de flux : le rapport de réduction r peut-être supérieur ou inférieur à un

$$r = \frac{\omega_s}{\omega_e}$$

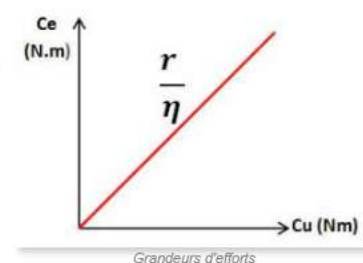


Grandeurs d'effort :

Le système actionné en sortie demande un couple C_u qui va appeler un couple C_e à fournir en entrée.

La puissance en entrée est égale à la puissance en sortie au rendement près.

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{C_u \cdot \omega_s}{C_e \cdot \omega_e} = \frac{C_u}{C_e} \cdot r$$



Engrenages à couple conique

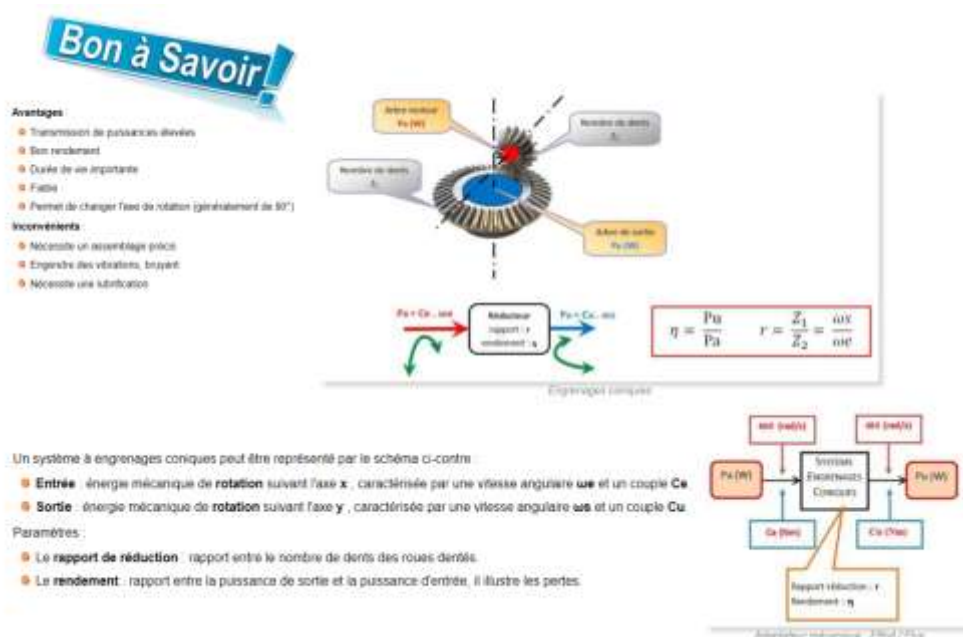


Définition:

Le système à **engrenages à couple conique** est un engrenage conique destiné à transmettre un mouvement de rotation entre deux arbres non **parallèles** concourants (souvent avec un angle droit). Il permet également d'adapter la **vitesse** et/ou le **couple**.

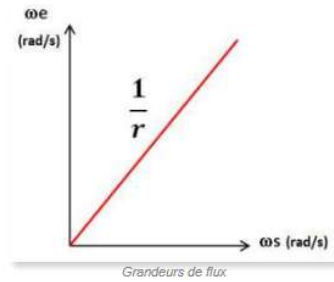


Réducteur à renvois d'angle



Grandeurs de flux : le rapport de réduction r peut-être supérieur ou inférieur à un

$$r = \frac{\omega S}{\omega e}$$

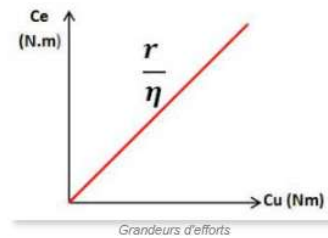


Grandeurs d'effort :

Le système actionné en sortie demande un couple C_u qui va appeler un couple C_e à fournir en entrée.

La puissance en entrée est égale à la puissance en sortie au rendement près.

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{C_u \cdot \omega S}{C_e \cdot \omega e} = \frac{C_u}{C_e} \cdot r$$

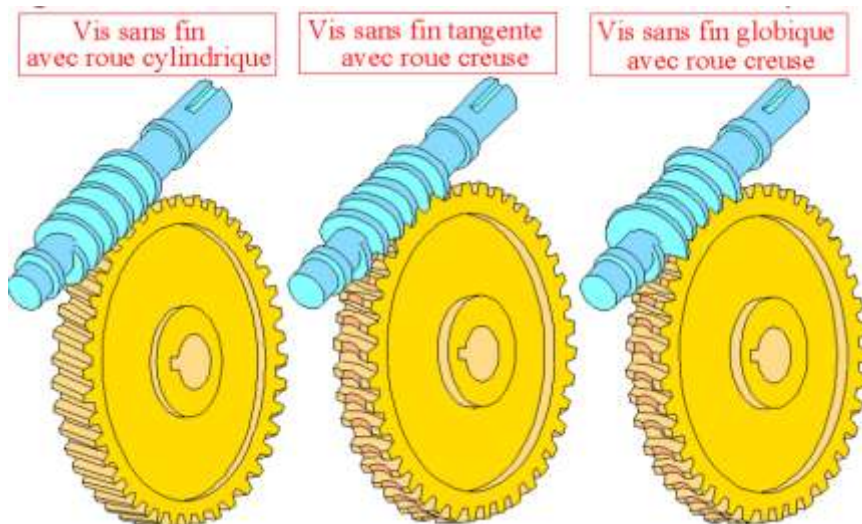


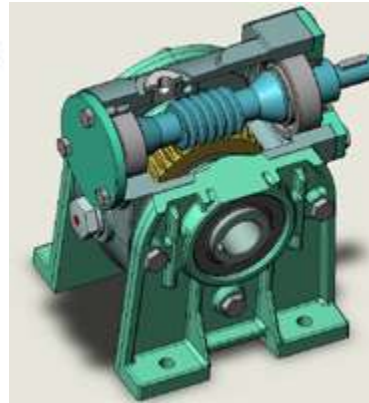
Engrenage à roue et vis sans fin

Définition:

Le système à **engrenages à roue et vis sans fin** permet d'adapter la **vitesse** de rotation et/ou le **couple** , il permet également de **changer l'axe de rotation** le tout avec un minimum d'encombrement.

Le rapport de réduction peut être très important avec un faible encombrement.





Treuil

Réducteur

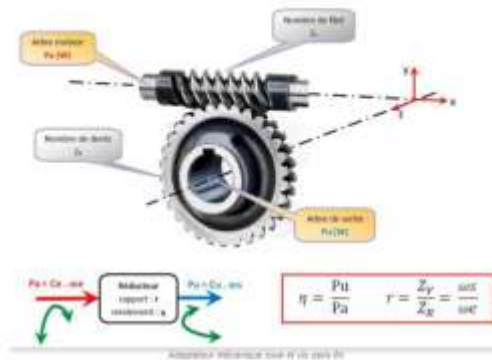
Bon à Savoir

Avantages

- Transmission de puissances élevées
- Peu de vibrations, silencieux
- Durée de vie importante
- Fiable
- Rapport de réduction important avec un encombrement réduit

Inconvénients

- Nécessite un assemblage précis
- Rendement plus faible que des engrenages classiques
- Nécessite une lubrification



Exemple de vis à deux filets



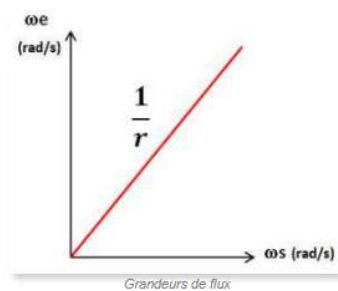
Un système roue et vis sans fin peut être représenté par le schéma ci-contre

- Entrée : énergie mécanique de rotation suivant l'axe x , caractérisée par une vitesse angulaire ω_e et un couple C_e
 - Sortie : énergie mécanique de rotation suivant l'axe z , caractérisée par une vitesse angulaire ω_s et un couple C_s
- Paramètres :
- Le rapport de réduction : rapport entre le nombre de filets de la vis et le nombre de dents de la roue.
 - Le rendement : rapport entre la puissance de sortie et la puissance d'entrée, il illustre les pertes.



Grandeurs de flux : le rapport de réduction r peut-être supérieur ou inférieur à un

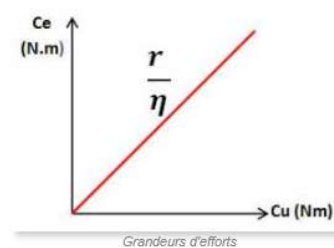
$$r = \frac{\omega_s}{\omega_e}$$



Grandeurs d'effort :

Le système actionné en sortie demande un couple C_u qui va appeler un couple C_e à fournir en entrée.
La puissance en entrée est égale à la puissance en sortie au rendement près.

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{C_u \cdot \omega_s}{C_e \cdot \omega_e} = \frac{C_u}{C_e} \cdot r$$



Système poulies-courroie

Définition:

Le système à **poulies-courroie** permet de transmettre un mouvement de **rotation** à une distance plus ou moins importante.

Il existe plusieurs types de transmission par poulies-courroie : courroies plates, rondes, trapézoïdales, striées et crantées.



Différents types de courroies

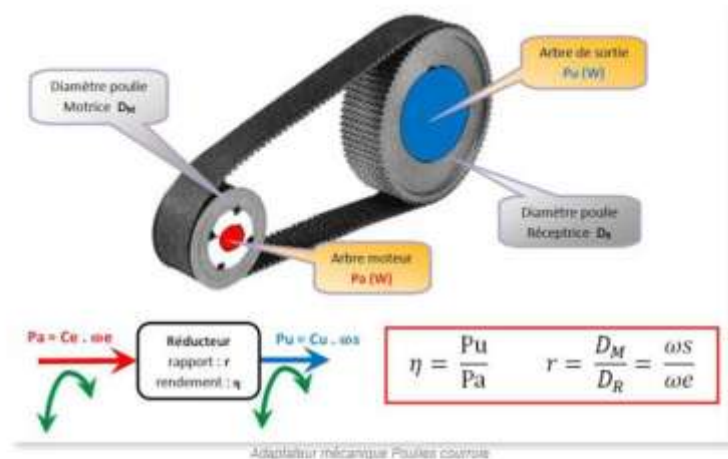
Bon à Savoir!

Avantages :

- Souplesse de la transmission due à l'élasticité de la courroie
- Possibilité de faire varier l'entraxe
- Pas de lubrification
- Silencieux

Inconvénients :

- Usure de la courroie
- Rapport de transmission irrégulier du au glissement
- Nécessité d'un tendeur de courroie

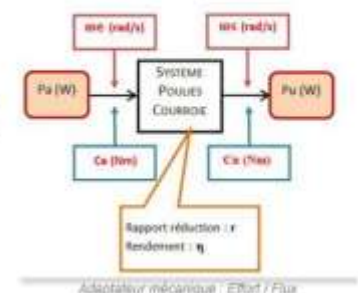


Un système poulies-courroie peut être représenté par le schéma ci-contre :

- **Entrée** : énergie mécanique de **rotation** suivant l'axe **x**, caractérisée par une vitesse angulaire ω_e et un couple **C_e**.
- **Sortie** : énergie mécanique de **rotation** suivant l'axe **x**, caractérisée par une vitesse angulaire ω_s et un couple **C_u**.

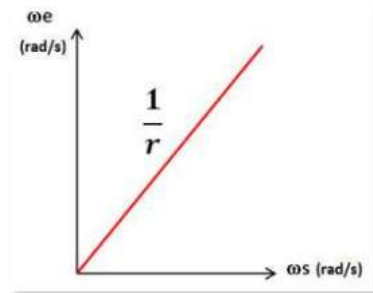
Paramètres :

- Le **rapport de réduction** : rapport entre le diamètre des poulies.
- Le **rendement** : rapport entre la puissance de sortie et la puissance d'entrée, il illustre les pertes.



Grandeurs de flux : le rapport de réduction r peut-être supérieur ou inférieur à un

$$r = \frac{\omega_s}{\omega_e}$$



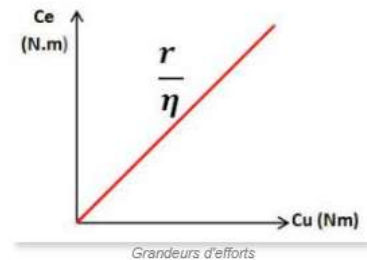
Grandeurs de flux

Grandeurs d'effort :

Le système actionné en sortie demande un couple C_u qui va appeler un couple C_e à fournir en entrée.

La puissance en entrée est égale à la puissance en sortie au rendement près.

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{C_u \cdot \omega_s}{C_e \cdot \omega_e} = \frac{C_u}{C_e} \cdot r$$



Grandeurs d'efforts

Système roues dentées-chaîne

Définition:

Le système à **roues dentées-chaîne** permet de transmettre un mouvement de **rotation** à une distance plus ou moins importante.

La transmission par chaîne est utilisée pour des vitesses de rotation peu élevées

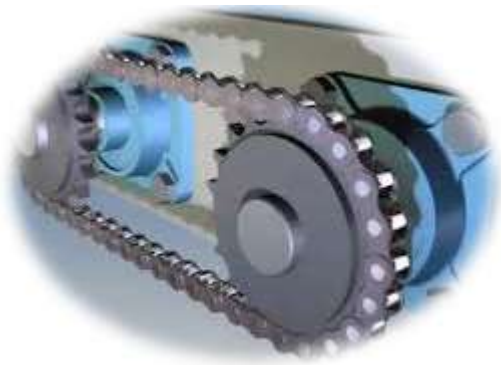


Les chaînes

QUEL EST L'INTERET D'UNE TRANSMISSION PAR CHAÎNE?

Le système **pignon chaîne** permet de transmettre un mouvement de rotation sans glissement à une distance pouvant aller jusqu'à plusieurs mètres.

Contrairement aux courroies, une tension initiale n'est pas nécessaire pour obtenir l'adhérence, ce qui diminue l'effort.



Transmission par chaîne

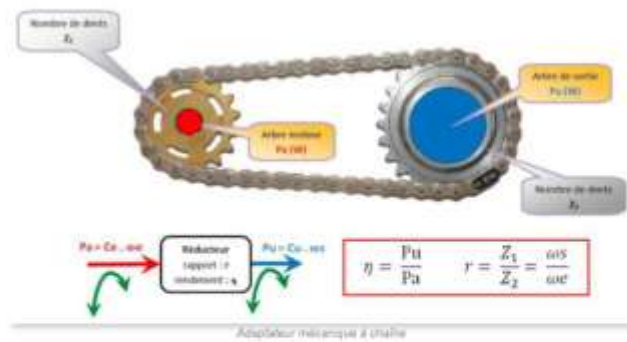
Bon à Savoir!

Avantages :

- Transmission synchrone (pas de glissement)
- Transmission de puissance élevée
- Robuste

Inconvénients :

- Vitesse de rotation peu élevée
- Nécessite une lubrification
- Bruyante

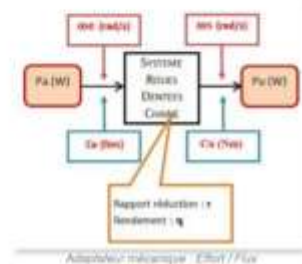


Un système roues dentées-chaîne peut être représenté par le schéma ci-contre

- Entrée** : énergie mécanique de **rotation** suivant l'axe **x**, caractérisée par une vitesse angulaire **ωe** et un couple **Ce**.
- Sortie** : énergie mécanique de **rotation** suivant l'axe **x**, caractérisée par une vitesse angulaire **ωs** et un couple **Cu**.

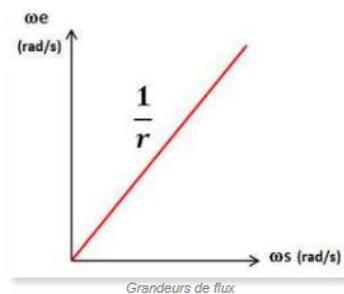
Paramètres :

- Le **rapport de réduction** : rapport entre le nombre de dents des roues dentées.
- Le **rendement** : rapport entre la puissance de sortie et la puissance d'entrée, il illustre les pertes.



Grandeurs de flux : le rapport de réduction r peut-être supérieur ou inférieur à un

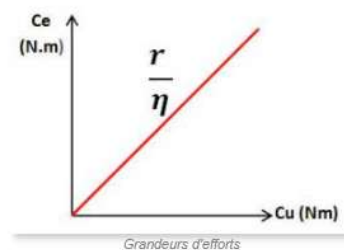
$$r = \frac{\omega_s}{\omega_e}$$



Grandeurs d'effort :

Le système actionné en sortie demande un couple C_u qui va appeler un couple C_e à fournir en entrée. La puissance en entrée est égale à la puissance en sortie au rendement près.

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{C_u \cdot \omega_s}{C_e \cdot \omega_e} = \frac{C_u}{C_e} \cdot r$$



Transformation de mouvement de rotation en translation ou inversement

Système vis-écrou



Définition:

Le système à **vis et écrou** permet de transformer un mouvement de **rotation** en un mouvement de **translation** en combinant les mouvements d'une vis et d'un écrou.

Il existe **deux types de systèmes à vis et écrou**. Dans certains systèmes, c'est la **vis** qui joue le rôle d'**organe moteur**. Dans ce cas, le mouvement de rotation de la vis se transforme en mouvement de translation pour l'écrou.

Attention:

Réversibilité:

Ce mécanisme est généralement **irréversible**. Il ne peut qu'être amorcé par une rotation de l'organe moteur. En effet, une translation de la vis ou de l'écrou bloque le mécanisme.

Cependant, si le nombre de filets est supérieur à 2, le système devient réversible (cas peu fréquent).

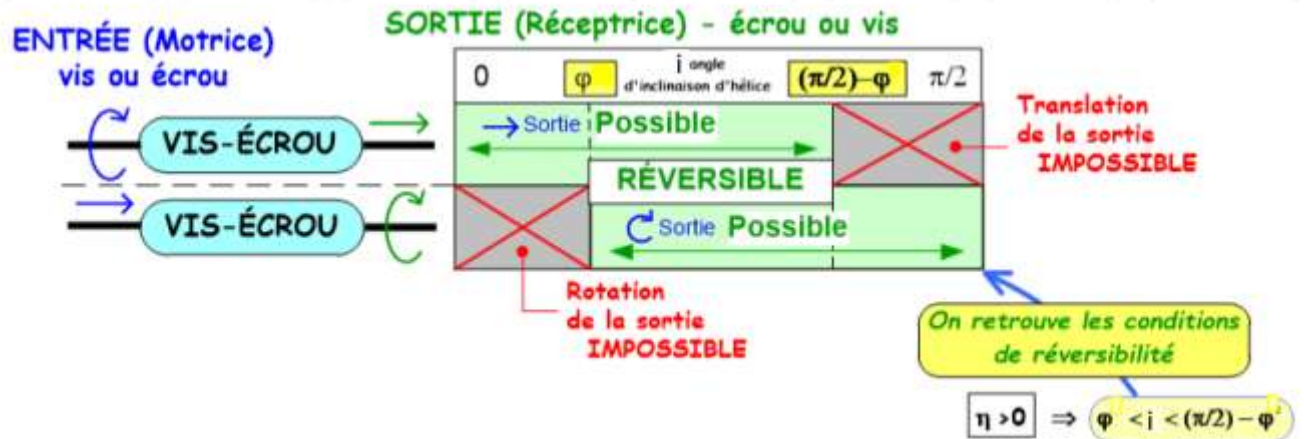
L'irréversibilité est utilisée par exemple dans les **systèmes de levage** (garage automobile) pour sécuriser le fonctionnement. La charge ne pouvant descendre sans la rotation du moteur électrique, le fabricant peut certifier que le système reste immobile en cas de coupure de courant.

Dans le cas d'un effort axial moteur, le rendement est égal à $\eta = \frac{\tan(i-\varphi)}{\tan i}$. Si $i < \varphi$, alors $\tan(i-\varphi) < 0$.

Or, $\eta > 0$. Donc la condition de réversibilité s'écrit :

Système vis écrou réversible $\Leftrightarrow i > \varphi$

Pour autres filets, on remplace φ par φ'



Bon à Savoir!

Avantages :

- Ce mécanisme permet d'exercer des forces et des pressions importantes.
- Il permet aussi des ajustements fins.

Inconvénients :

- Ce mécanisme génère beaucoup de frottement.
- Sa fragilité peut entraîner des problèmes de guidage.
- Le système est lent à moins d'avoir un pas de vis important.

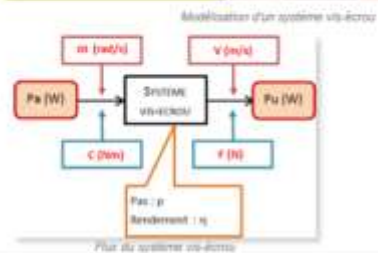


Un système vis-écrou peut être représenté par le schéma ci-contre :

- Entrée : énergie de rotation, caractérisée par une vitesse angulaire ω et un couple C .
- Sortie : énergie de translation, caractérisée par une vitesse linéaire V et une force F .

Paramètres :

- Le pas : déplacement relatif (en m) pour une rotation d'un tour
- Le rendement (faible pour une vis à billes, important pour une vis classique)



Grandeurs de flux :

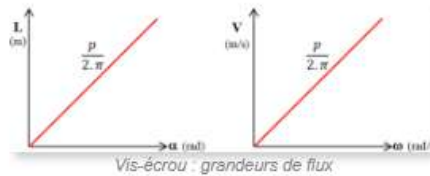
L'écrou avance d'un pas pour 1 tour de vis, soit 2π radians.

On obtient ainsi une longueur parcourue :

$$L = p \cdot \frac{\alpha}{2\pi}$$

En divisant par le temps, on obtient la relation entre les vitesses.

$$V = \frac{p \cdot \omega}{2\pi}$$



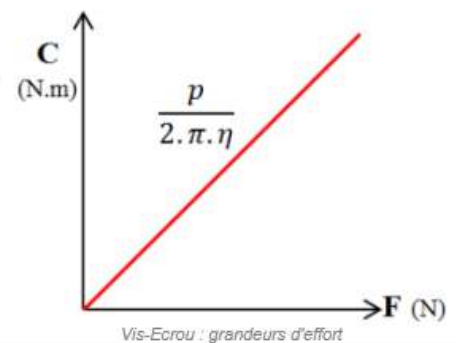
Grandeurs d'effort :

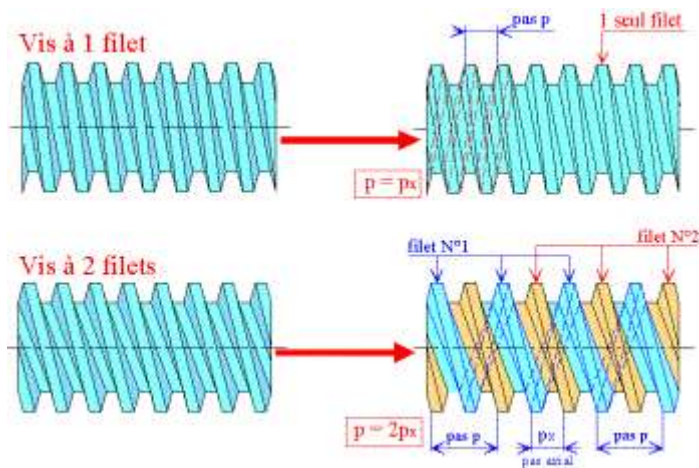
Le système actionné en sortie demande un effort F qui va appeler un couple C à fournir en entrée.

La puissance en entrée est égale à la puissance en sortie au rendement près :

$$P_a = C \cdot \omega = \frac{F \cdot V}{\eta} \Rightarrow C = \frac{F \cdot V}{\eta \cdot \omega} = \frac{F \cdot p \cdot \omega}{\eta \cdot \omega \cdot 2\pi}$$

$$C = \frac{F \cdot p}{2\pi \cdot \eta}$$





P =pas de la vis

Système pignon-crémaillère

Définition:

Le système à **pignon et crémaillère** transforme le mouvement de **rotation du pignon** en un mouvement de **translation de la crémaillère** ou vice versa.

Ce système comprend une roue dentée qu'on appelle « **pignon** » et une tige dentée qu'on appelle « **crémaillère** ». Lorsque le pignon tourne, ses dents s'engrènent dans les dents de la crémaillère et entraînent cette dernière dans un mouvement de translation.



Avantages :

- Il n'y a aucun glissement lors de la transformation de ce mouvement.
- La force de ce système est relativement grande.

Inconvénients :

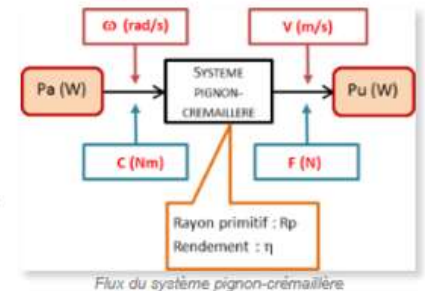
- Les engrenages qui sont utilisés peuvent nécessiter une lubrification importante.
- Ce mécanisme nécessite un ajustement précis à cause des dents entre la roue et la crémaillère.
- Il y a beaucoup d'usure.
- Ce n'est pas un mouvement cyclique, c'est un mouvement fini (on doit s'arrêter lorsqu'on est rendu au bout de la crémaillère).

Un système pignon-crémaillère peut être représenté par le schéma ci-contre :

- **Entrée** : énergie de rotation, caractérisée par une vitesse angulaire ω et un couple C .
- **Sortie** : énergie de translation, caractérisée par une vitesse linéaire V et une force F .

Paramètres :

- Le **rayon primitif** : rayon primitif du pignon (en m), dépendant du nombre de dents et du module.
- Le **rendement**



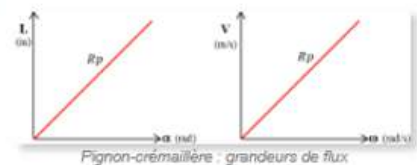
Grandeurs de flux :

La crémaillère avance d'une distance L égale à l'arc α (en radians) décrit par le cercle primitif.

$$L = R_p \cdot \alpha$$

En divisant par le temps, on obtient la relation entre les vitesses.

$$V = \omega \cdot R_p$$



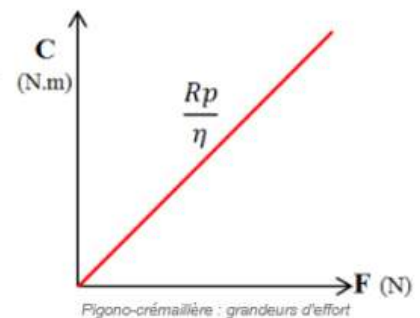
Grandeurs d'effort :

Le système actionné en sortie demande un effort F qui va appeler un couple C à fournir en entrée.

La puissance en entrée est égale à la puissance en sortie au rendement près :

$$P_a = C \cdot \omega = \frac{F \cdot V}{\eta} \Rightarrow C = \frac{F \cdot V}{\eta \cdot \omega} = \frac{F \cdot R_p \cdot \omega}{\eta \cdot \omega}$$

$$C = \frac{F \cdot R_p}{\eta}$$



Système à came et tige-poussoir

Définition:

Le système de **came et tige-poussoir** (aussi appelée tige guidée) permet de transformer le mouvement de rotation de la came en un mouvement de translation alternatif (de va-et-vient) de la tige-poussoir.

On appelle «came» une roue qui a la forme d'un œuf. La came peut aussi être un disque de forme irrégulière ou un disque dont le pivot est décentré. Dans ce cas, on parle d'«excentrique». On appelle «tige-poussoir» ou «tige guidée» la tige qui est appuyée sur la came. Lorsque la came tourne, la tige-poussoir effectue un mouvement de translation alternatif (mouvement de va-et-vient rectiligne).

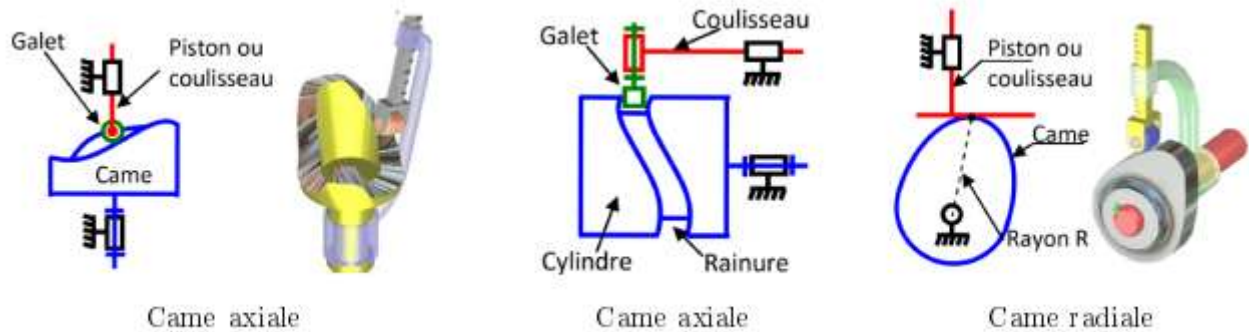
Attention:

Réversibilité

Le contact de la tige sur la came ne peut être maintenu que grâce à une force de rappel souvent obtenue à l'aide d'un ressort. Une traction sur la tige ne peut donc pas entraîner la came. Ce système est **irréversible**.



Arbre à came



Bon à Savoir!

Avantages :

- On peut configurer la came de façon à faire varier le déplacement de la tige d'un mouvement de translation à un autre.
- Ce système permet une réduction considérable de la vitesse.
- Il permet des ajustements précis.

Inconvénients :

- Les pièces s'usent rapidement et elle nécessite un besoin constant de lubrification.
- Le risque de vibrations importantes est présent si la came tourne à grande vitesse.



Came à profil elliptique

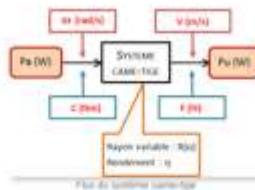
La came a la particularité d'avoir un **rayon variable**. La loi cinématique d'entrée/sortie dépend donc de la forme de la came. En fait, la forme de la came doit être déterminée en fonction de la loi d'entrée/sortie souhaitée.

Un système came-tige peut être représenté par le schéma ci-contre :

- Entrée** : énergie de **rotation**, caractérisée par une vitesse angulaire ω et un couple C .
- Sortie** : énergie de **translation**, caractérisée par une vitesse linéaire V et une force F .

Paramètres :

- Le **rayon variable** détermine la **course** = rayon maximum - rayon minimum.
- Le **rendement**.



Grandeurs de flux :

Le mouvement de la tige est périodique. Il dépend de la forme de la came.

On fait l'hypothèse que le mouvement de rotation se fait à vitesse angulaire constante.

Pour connaître la vitesse de la tige, il faut dériver la course de la tige par rapport au temps.

Dans l'exemple suivant la came est de forme elliptique.



Grandeurs d'effort :

La tige est généralement rappelée par un ressort. La force exercée par le ressort est de la forme : $F = F_0 + k \cdot L$

- F_0 : précontrainte
- k : raideur du ressort
- L : longueur de déplacement de la tige

La puissance en entrée est égale à la puissance en sortie au rendement près :

$$P_a = C \cdot \omega = \frac{F \cdot V}{\eta} \Rightarrow C = \frac{F \cdot V}{\eta \cdot \omega} = \frac{(F_0 + k \cdot L) \cdot V}{\eta \cdot \omega}$$

Ce système est complexe en raison de la variabilité de la forme de la came. Il est préférable de déterminer le couple de manière expérimentale.