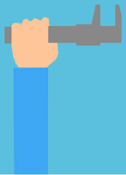
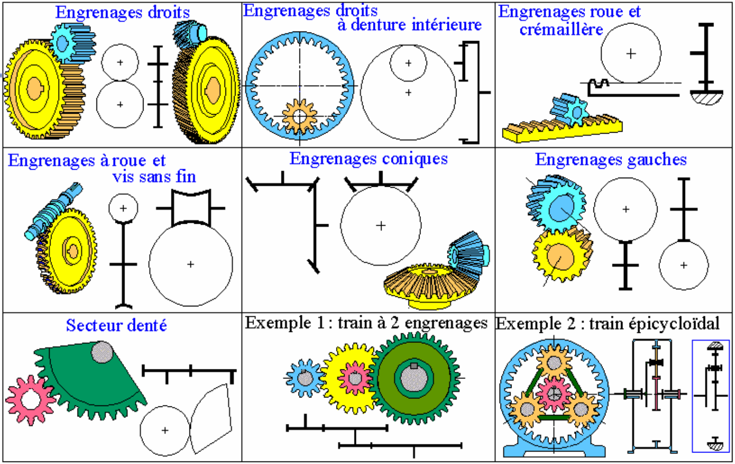
Engrenages

Renaud Costadoat
Lycée Dorian






Les engrenages

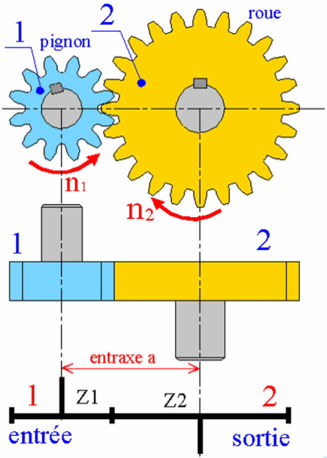


Les trains d'engrenages

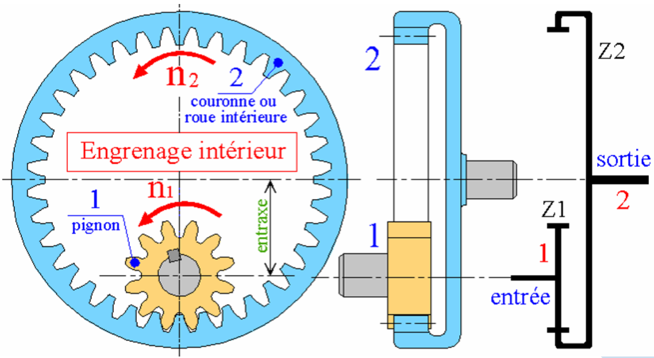
- Les trains d'engrenages sont utilisés dans une grande quantité de machines et mécanismes divers,
- Les dentures hélicoïdales, plus silencieuses sont les plus utilisées lorsqu'il s'agit de transmettre de la puissance,
- Afin de réduire l'encombrement et économiser la matière on limite le rapport de transmission d'un même couple de roue ($1/8 \leq Z_1/Z_2 \leq 8$). Au-delà de ces valeurs, il est préférable d'utiliser deux couples de roues ou plus,
- Dans la plupart des applications, les trains d'engrenages fonctionnent en réducteur (réduisent la vitesse et augmentent le couple),
- Ils sont liés aux arbres en rotation par des liaisons encastrement démontables, souvent en utilisant des **clavettes**.

Trains à un engrenage: contact extérieur

- Pour un couple de roues, si Z_a est le nombre de dents de la roue (a) et D_a son diamètre primitif, le rapport de transmission est :
  $R_{2/1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = -\frac{Z_1}{Z_2} = -\frac{D_1}{D_2}$,
- Remarque: Le signe $-$ indique une inversion du sens de rotation entre l'entrée 1 et la sortie 2.
- Le rapport des couples transmis, en supposant un rendement η est:
  $\eta.\frac{C_1}{C_2} = R_{2/1} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$,
  - C_1 : couple sur la roue 1 (« moteur »),
  - C_2 : couple sur la roue 2 (« récepteur »), $\eta \leq 1$.



Trains à un engrenage: contact intérieur



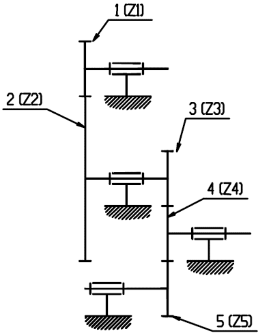
Rapport de transmission est :

$$R_{2/1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

Le rapport des couples transmis, en supposant un rendement η est:

$$\eta.\frac{C_1}{C_2} = R_{2/1} = \frac{\omega_2}{\omega_1}.$$

Exemple: Calculer $\frac{\omega_5}{\omega_1}$



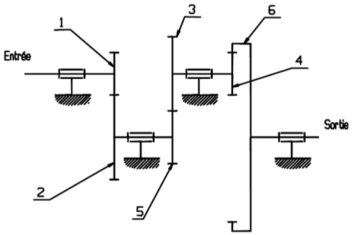
Formule générale

Definition

$$r = \frac{\omega_S}{\omega_E} = (-1)^p . \frac{\text{produit des roues menantes}}{\text{produit des roues menées}}.$$

- Avec:
  - p: nombre de contacts extérieurs,
  - ω_S: vitesse de rotation de la pièce de sortie du réducteur,
  - ω_E: vitesse de rotation de la pièce d'entrée du réducteur.
- Pour les trains avec engrenages coniques et systèmes roues et vis sans fin, la formule générale est applicable en supprimant le $(-1)^p$,
- Dans le cas d'un engrenage roue et vis, le nombre de filet de la vis correspond à son nombre de dents.

Exemple: Calculer $\frac{\omega_S}{\omega_E}$

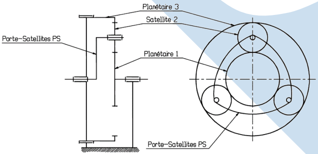


- $Z_1 = 32$ dents,
- $Z_2 = 65$ dents,
- $Z_3 = 80$ dents,
- $Z_4 = 18$ dents,
- $Z_5 = 25$ dents,
- $Z_6 = 85$ dents.

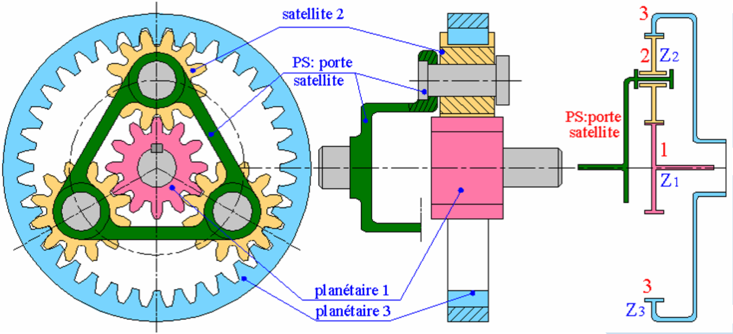
Trains épicycloïdaux

- Un train d'engrenage est dit « épicycloïdal »lorsque, au cours du fonctionnement une ou plusieurs roues dentées tournent autour d'un arbre mobile en rotation. Ces roues dentées possèdent donc un mouvement relatif de rotation autour de leur axe et un mouvement d'entraînement de rotation autour de l'axe de l'arbre,
- Ils autorisent de grands rapports de réduction sous un faible encombrement et sont régulièrement utilisés dans les boîtes de vitesse automatique.

Cette configuration est la plus utilisée. On peut avoir 2,3 ou 4 satellites (sans influence sur le rapport de transmission). Le système, par défaut, a deux mobilités.



Train épicycloïdal simple



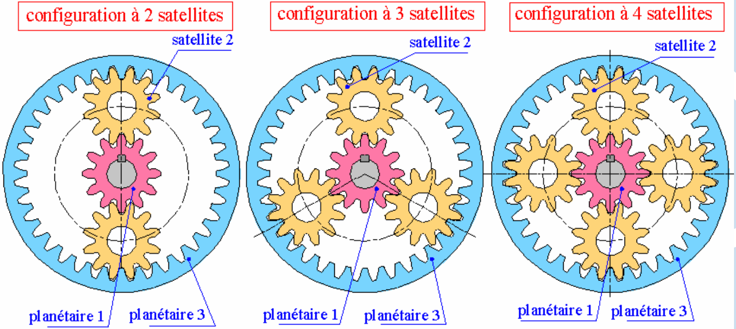
Formule de Willis:

Definition

$$\frac{\omega_c - \omega_{ps}}{\omega_p - \omega_{ps}} = (-1)^p . \frac{\text{produit des roues menantes}}{\text{produit des roues menées}}$$

c: Couronne, p: planétaire, ps: porte satellite.

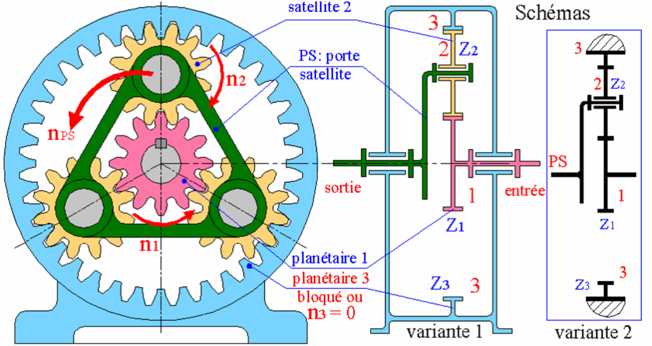
Les satellites



Remarque: le nombre des satellites est sans influence sur le rapport de transmisssion

Cas usuels de fonctionnement

Couronne bloquée

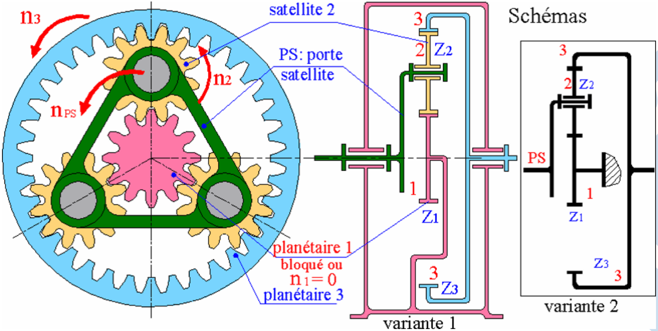


Remarque

$$\frac{\omega_{ps}}{\omega_p} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3} = \frac{C_p}{C_{ps}}$$

Cas usuels de fonctionnement

Planétaire bloqué

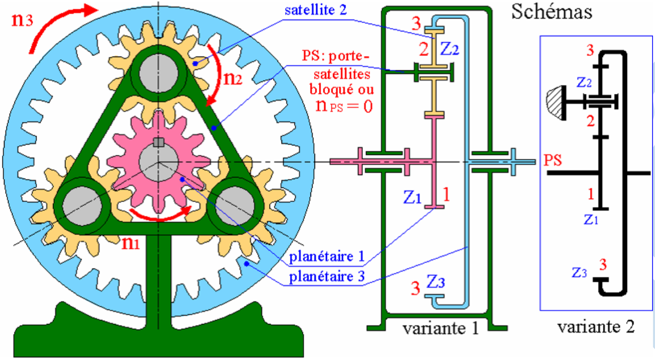


Remarque

$$\frac{\omega_{ps}}{\omega_c} = \frac{Z_3}{Z_1 + Z_3} = \frac{C_c}{C_{ps}}$$

Cas usuels de fonctionnement

Porte satellites bloqué



Remarque

$$\frac{\omega_c}{\omega_p} = -\frac{Z_1}{Z_3} = \frac{C_p}{C_c}$$