

Introduction :

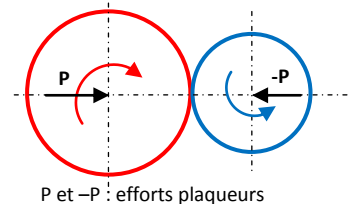
Un engrenage se comporte comme un assemblage de deux roues de friction.

Deux roues cylindriques (ou coniques) sont en contact sur une génératrice et soumises à un effort presseur. Le frottement au contact des deux roues permet de transmettre une puissance de la roue motrice vers la roue réceptrice. On suppose lors de l'étude d'un tel système que les deux roues roulent sans glisser l'une par rapport à l'autre. Cependant lors de la transmission de puissance, cette hypothèse devient fautive car les roues patinent. La seule solution pour éviter cela est d'augmenter l'effort plaqueur ; mais dans ces conditions, le rendement du système devient médiocre.

Pour palier à ce système, on utilise des roues dentées avec un profil spécifique (développante de cercle). Celles-ci se comportent de la même façon, on dit qu'elles engrènent sur leurs cercles primitifs ; à la différence près que la puissance est transmise par obstacle (dents) et non par adhérence.

Le rendement d'un engrenage est très élevé (env. 95%).

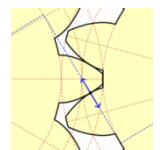
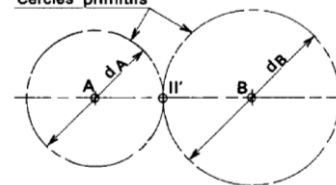
Roues de friction



P et -P : efforts plaqueurs

Engrenage

Cercles primitifs



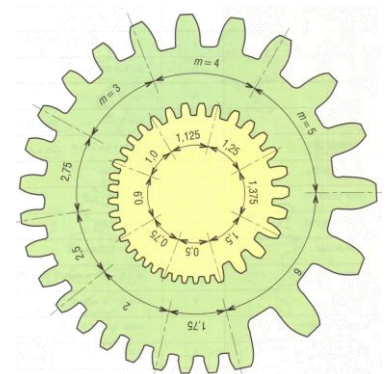
1 – Module d'une roue dentée :

Le module de la denture d'une roue dentée est la valeur qui permet de définir les caractéristiques de cette roue dentée. C'est le rapport entre le diamètre primitif de la roue et le nombre de ses dents.

Remarque : l'épaisseur de la dent et sa résistance, dépendent du choix du module. Ce choix ne peut pas être improvisé, mais doit se faire par une étude de RDM (Résistance des matériaux).

Un engrenage ne peut fonctionner que si les deux roues ont même module.

Le module est une grandeur normalisée représenté par la lettre m.



Modules normalisés de la série principale											
0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6

$$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d}{Z}$$

avec p : pas de la denture, d : diamètre primitif, Z : nombre de dents de la roue.

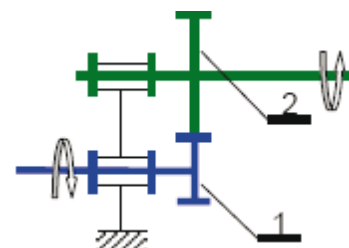
2 – Raison d'un engrenage ou rapport d'engrenage :

La raison (r) d'un engrenage est égale au rapport de la vitesse de la roue menée sur la vitesse de rotation de la roue menante.

Elle est égale :

- Au rapport inverse des nombres de dents ;
- Au rapport inverse des diamètres primitifs.

$$r = \frac{Z_{\text{roue menante}}}{Z_{\text{roue menée}}} = \frac{D_{\text{roue menante}}}{D_{\text{roue menée}}}$$



Exemple : Engrenage composé :

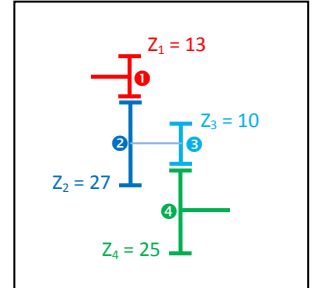
- D'un pignon d'entrée (1) de 15 dents;
 - D'une roue de sortie (2) de 60 dents et de diamètre primitif $D_2 = 60$.
- Calcul de la raison (rapport de transmission) de l'engrenage et calcul de D_1 :

$$r_{(2/1)} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{15}{60} = 0,25$$

$$D_1 = D_2 \cdot r = \frac{60}{0,25} = 60 \text{ mm}$$

3 – Rapport d'un train d'engrenage :

La raison globale (r) du train d'engrenages est égale au rapport de la vitesse de rotation de sortie sur la vitesse de rotation d'entrée du train d'engrenages. Elle est égale au produit des raisons de chaque engrenage.



Exemple :

$$r_{2/1} = \frac{13}{27} = 0,48 \quad ; \quad r_{4/3} = \frac{10}{25} = 0,4$$

$$r_{\text{global}} = r_{2/1} \times r_{4/3} = 0,48 \times 0,4 = 0,192$$

$$r_{\text{global}} = r_{2/1} \times r_{4/3} \times r_{6/5} \times \dots$$

D'une façon plus générale :

$$r_{\text{global}} = \frac{\text{Produit du nombre de dents des roues menantes}}{\text{Produit du nombre de dents des roues menées}}$$

Exemple :

$$r_{\text{global}} = \frac{13 \cdot 10}{27 \cdot 25} = \frac{130}{675} = 0,192$$

Si

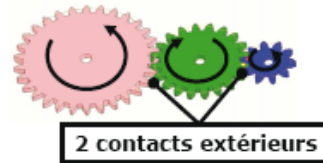
$r < 1$: Le train d'engrenages est un réducteur.

$r > 1$: Le train d'engrenages est un multiplicateur.

4 – Sens de rotation :

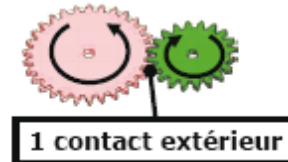
Nombre de contacts extérieurs pairs (2, 4, 6, ...) :

Sens de rotation de sortie identique à celui de l'entrée



Nombre de contacts extérieurs impairs (1, 3, 5, ...) :

Le sens de rotation de sortie est inverse à celui de l'entrée.



Le rapport de transmission devient :

$$r = (-1)^n \times \frac{\text{Produit du nombre de dents des roues menantes}}{\text{Produit du nombre de dents des roues menées}}$$

Avec $n = \text{nombre de contact}$

Si $r > 0$ alors le sens de rotation de sortie est identique à celui de l'entrée.

Si $r < 0$ alors le sens de rotation de sortie est inverse à celui de l'entrée.

5 – Entraxe d'un engrenage :

L'entraxe d'un engrenage est la distance entre les axes de symétrie des deux roues dentées composant l'engrenage. Cette valeur détermine le fonctionnement optimal de l'engrenage.

$$a = \frac{d_A + d_B}{2} = \frac{m \cdot Z_A}{2} + \frac{m \cdot Z_B}{2} = m \cdot \frac{(Z_A + Z_B)}{2}$$

