

Engrenages cylindriques droits

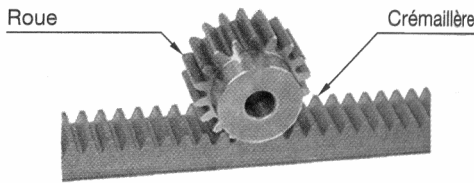
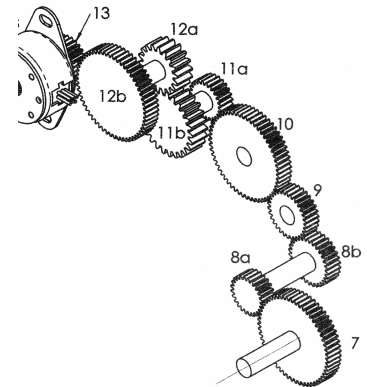
Ce document a pour but de rappeler les points essentiels concernant les engrenages cylindriques droits.

Définitions :

Engrenages : mécanisme élémentaire composé de deux roues dentées.
La roue qui a le plus petit nombre de dents est appelée **pignon**.



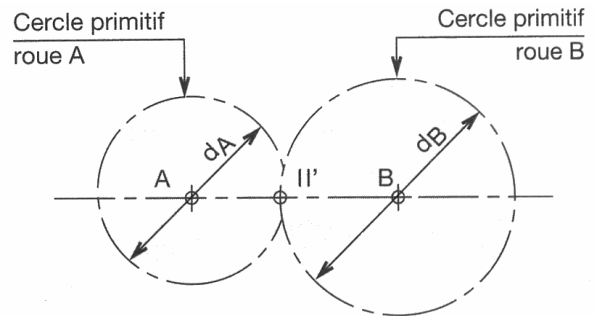
Une combinaison d'engrenages est appelée **train d'engrenages**.



Une **crémaillère** est une roue de rayon infini.

Surfaces primitives :

Les éléments des roues d'engrenage fournissant la même cinématique que ceux des roues de friction (sans glissement) sont qualifiés de « primitif de fonctionnement » : cylindre primitif, cercles primitifs, diamètres primitifs d . Ce sont des éléments fictifs qui ne correspondent à aucune surface réelle de la roue, mais qui sont fondamentaux sur le plan fonctionnel. Sur le dessin de définition de la roue le diamètre primitif est une cote fonctionnelle théorique (encadrée).



Module :

Si on note :

d le diamètre primitif ;

Z le nombre de dents d'une roue ;

p le pas entre deux éléments homologues consécutifs au niveau du primitif;

La circonférence s'exprime par :

$$C = \pi d \quad \text{et} \quad C = Z p \quad \Rightarrow \quad d = (p/\pi) Z \quad \text{avec } Z \in \mathbf{N}$$

Comme on souhaite que le diamètre ait une valeur "simple" on a normalisé la quantité (p/π) et on l'a appelée **module**.

$m = (p/\pi)$	$d = m Z$
---------------	-----------

Limitation de denture :

Cylindre de tête :

Cylindre passant par les sommets des dents.

On note d_a son diamètre.

On appelle saillie la partie de la dent comprise entre le cylindre primitif et le cylindre de tête, sa valeur est h_a .

Cylindre de pied :

Cylindre passant par le fond de l'espace entre deux dents. On note d_f son diamètre.

On appelle creux la partie de la dent comprise entre le cylindre primitif et le cylindre de pied, sa valeur est h_f .

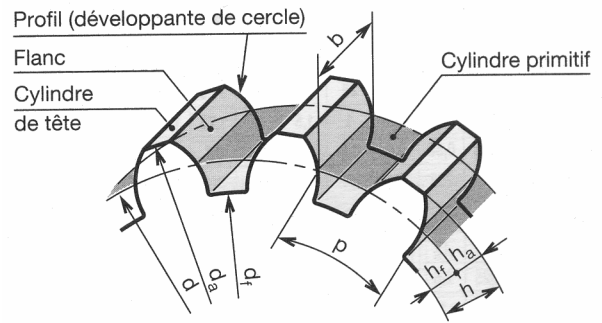
Dans la plus part des cas on adopte $h_a = m \Rightarrow d_a = d + 2m$
 $h_f = 1,25m \Rightarrow d_f = d - 2,5m$

Largeur de denture b :

Largeur de la partie dentée d'une roue, mesurée suivant une génératrice du cylindre primitif.

Flanc :

Portion de la surface d'une dent comprise entre le cylindre de tête et le cylindre de pied.

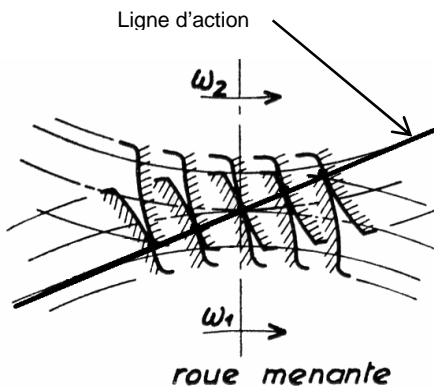


Profil :

Développante de cercle

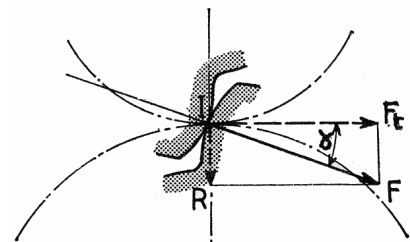
Les flancs des dents en contact doivent rester en contact tout au long de l'engrainement en garantissant la cinématique souhaitée ; de plus, plusieurs couples de dents restent en contact. On dit que les profils sont conjugués. On montre que la développante de cercle est une courbe qui possède ces propriétés ; elle est majoritairement utilisée pour la définition des profils de denture.

Ligne d'action



C'est l'ensemble des positions successives du point de contact.

Avec le profil en développante de cercle, la ligne d'action est une droite de direction constante, c'est aussi, si on néglige le frottement, la droite d'action de la force de contact ; on l'appelle aussi droite de poussée.

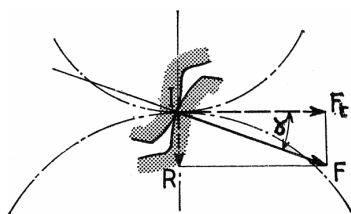


Angle de pression

C'est l'angle que fait la ligne d'action avec la tangente aux cercles primitifs.

Sa valeur est normalisée :

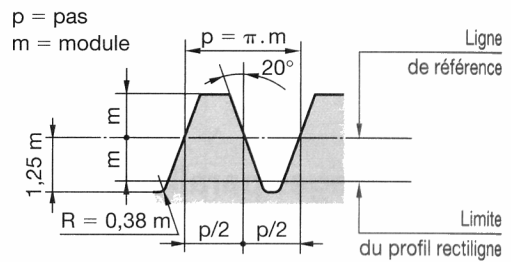
$\alpha = 20^\circ$



Crémaillère de référence

C'est une crémaillère qui définit les caractéristiques communes à toutes les roues cylindriques en développante de cercle.

Son profil est normalisé :

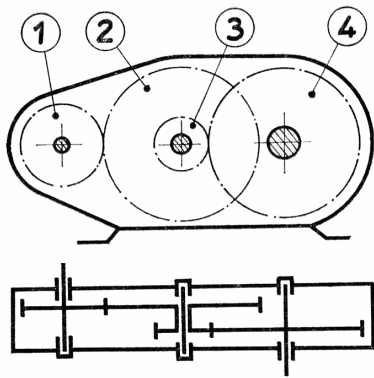


Calculs cinématiques :

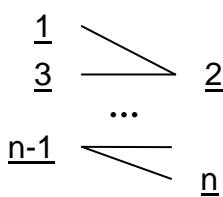
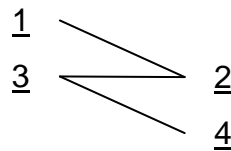
Rapport de transmission pour un engrenage :

$$r = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{N_2}{N_1} = - \frac{Z_1}{Z_2}$$

Représentation simplifiée d'un train d'engrenages :



La cinématique du réducteur schématisé ci-contre peut se représenter de façon symbolique de la manière suivante :

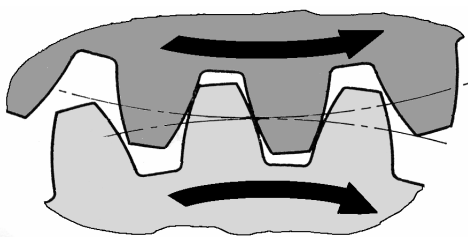


Rapport de transmission d'un train d'engrenages :

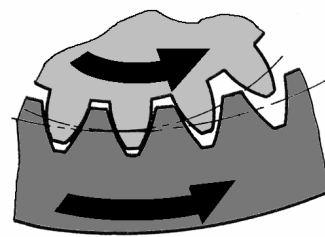
$$r = \frac{\omega_{Sortie}}{\omega_{Entrée}} = \frac{\omega_n}{\omega_1} = (-1)^p \frac{Z_1 \cdot Z_3 \dots Z_{n-1}}{Z_2 \cdot Z_4 \dots Z_n}$$

Où p est le nombre de "contacts extérieurs"

Nature des contacts :



Dans le cas, le plus fréquent, de contact entre deux roues dont les dents sont dirigées vers l'extérieur, on parle de "contact extérieur", le sens de rotation est inversé



Dans le cas de "contact intérieur", c'est-à-dire lorsqu'une roue engraine avec une couronne, le sens de rotation est inchangé, c'est pourquoi on ne compte pas ces contacts dans la relation précédente

Entraxe :

L'entraxe a est la somme des rayons primitifs. On a donc :

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = m \frac{Z_1 + Z_2}{2}$$

Calcul de résistance :

En première approximation, le module peut être calculé par la formule :

$$m = 2,34 \sqrt{\frac{\|\vec{F}_t\|}{kR_{pe}}}$$

$\|\vec{F}_t\|$ = force tangentielle en newtons.

k = coefficient de largeur de denture, $b = k.m$

R_{pe} = résistance pratique à l'extension du matériau de la dent en MPa.