

## Les engrenages

Un engrenage est composé de deux roues dentées.

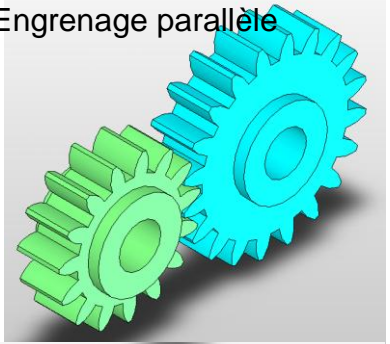
L'une des roues entraîne l'autre par l'action des dents qui sont successivement en contact.

La roue qui a le plus petit nombre de dents est appelée pignon.

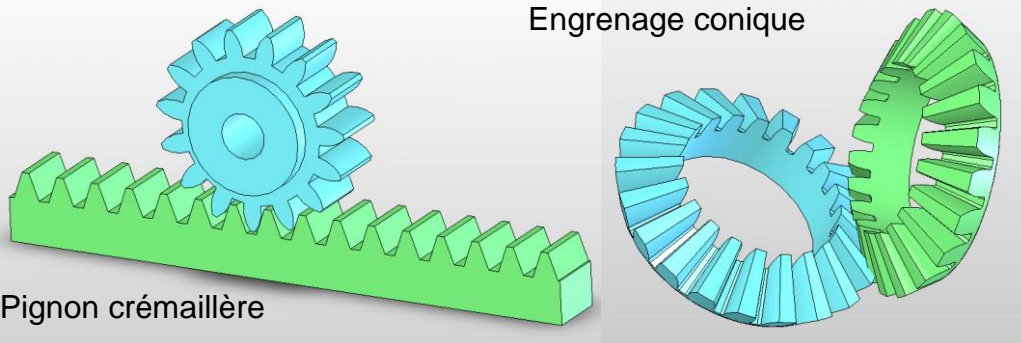
Une combinaison d'engrenages est appelée train d'engrenages.

Selon la position relative des axes, on distingue :

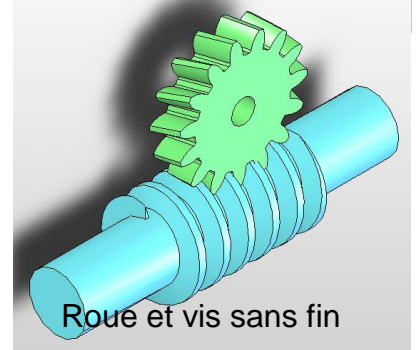
### Engrenage parallèle



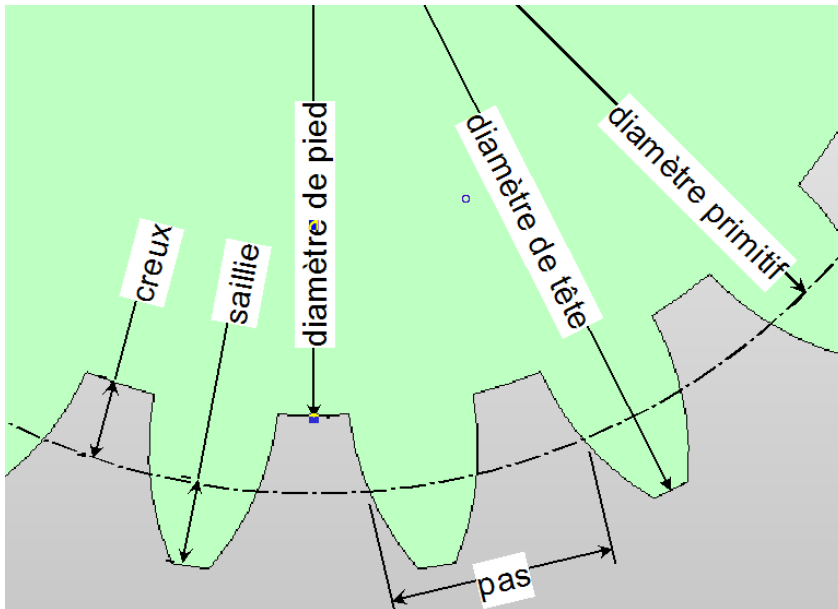
### Engrenage conique



Pignon crémaillère



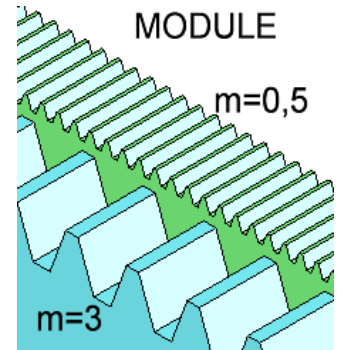
Roue et vis sans fin



### Pignon à denture droite

#### Module $m$

Deux pignons, roues, crémaillère et vis sans fin qui engrenent ensemble ont la même taille de dents.



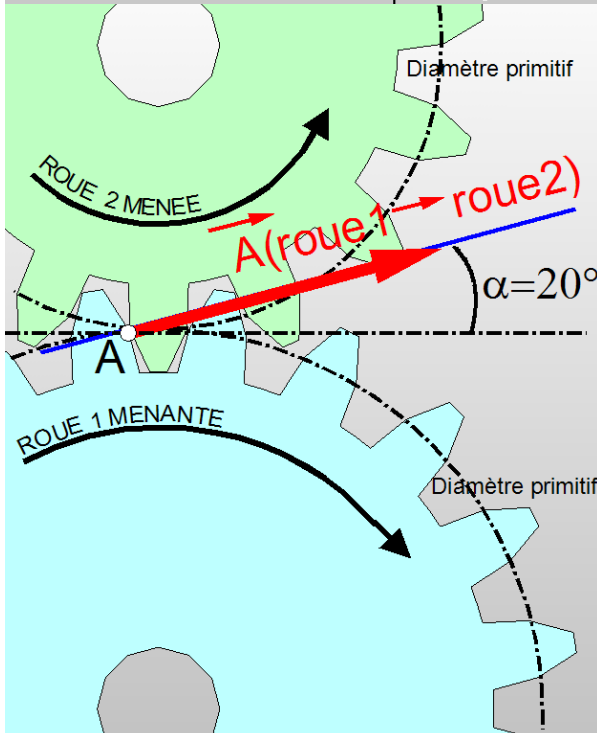
#### Nombre de dents $Z$

#### Diamètre primitif $D = m \cdot Z$

**Diamètre de pied  $d_f$**   $d_f = d - 2,5 \times m$

**Diamètre de tête  $d_a$**   $d_a = d + 2 \times m$

**Pas  $p$**   $p = \pi \times m$



Un engrenage se comporte comme 2 cylindres roulant l'un sur l'autre de diamètre leur diamètre primitif.

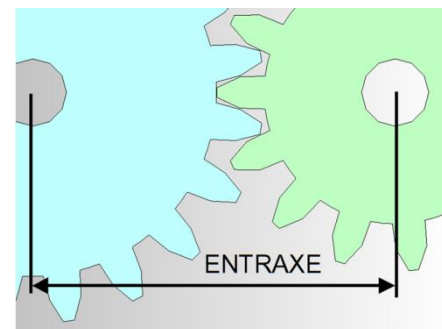
#### Entraxe

C'est la distance qui sépare les axes des deux pignons.

$$e = m \times \frac{Z_1 + Z_2}{2}$$

#### Angle de pression

C'est l'angle entre le support de l'action mécanique et la tangente commune aux diamètres primitifs des pignons. Généralement  $\alpha = 20^\circ$ .



**Roue menante** : c'est la roue motrice

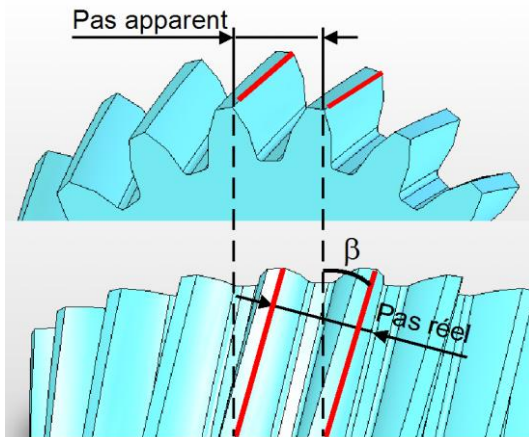
**Roue menée** : c'est la roue entraînée

Rapport de transmission  $r$

$$r = \frac{N_{sortie}}{N_{entrée}} = - \frac{Z_{menants}}{Z_{menés}} \quad r = \frac{N_{sortie}}{N_{entrée}} = (-1)^n \cdot \frac{\text{Produit des } Z_{menants}}{\text{Produit des } Z_{menés}}$$

avec  $n$  : nombre de contacts d'engrenage extérieurs

### Pignon à denture hélicoïdale



Du fait de l'inclinaison des dentures, il est nécessaire de définir des caractéristiques réelles et apparentes (mesurées sur la face du pignon) :

**Module réel  $m_n$  ; Module apparent  $m_t$**

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$$

**Pas réel  $p_n$  ; Pas apparent  $p_t$**

$$p_t = \frac{p_n}{\cos \beta}$$

**Angle d'hélice  $\beta$**

$$20^\circ < \beta < 30^\circ$$

### Roue et vis sans fin

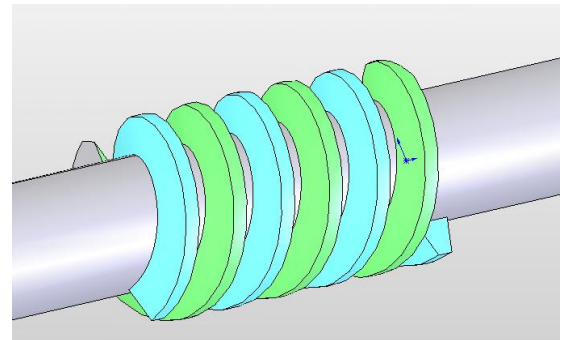
La vis est définie par son nombre de filet  $n$  (1 filet = 1 enroulement). (Ici dans notre exemple il y a deux filets).

**Rapport de transmission**

$$r = \frac{N_{vis}}{N_{roue}} = \frac{Z_{roue}}{n}$$

**Réversibilité**

Si  $\beta_{roue} < \text{angle d'adhérence roue-vis}$  la roue ne peut pas entraîner la vis, le système est dit irréversible. ( $\beta_{roue} < 10^\circ$  généralement).



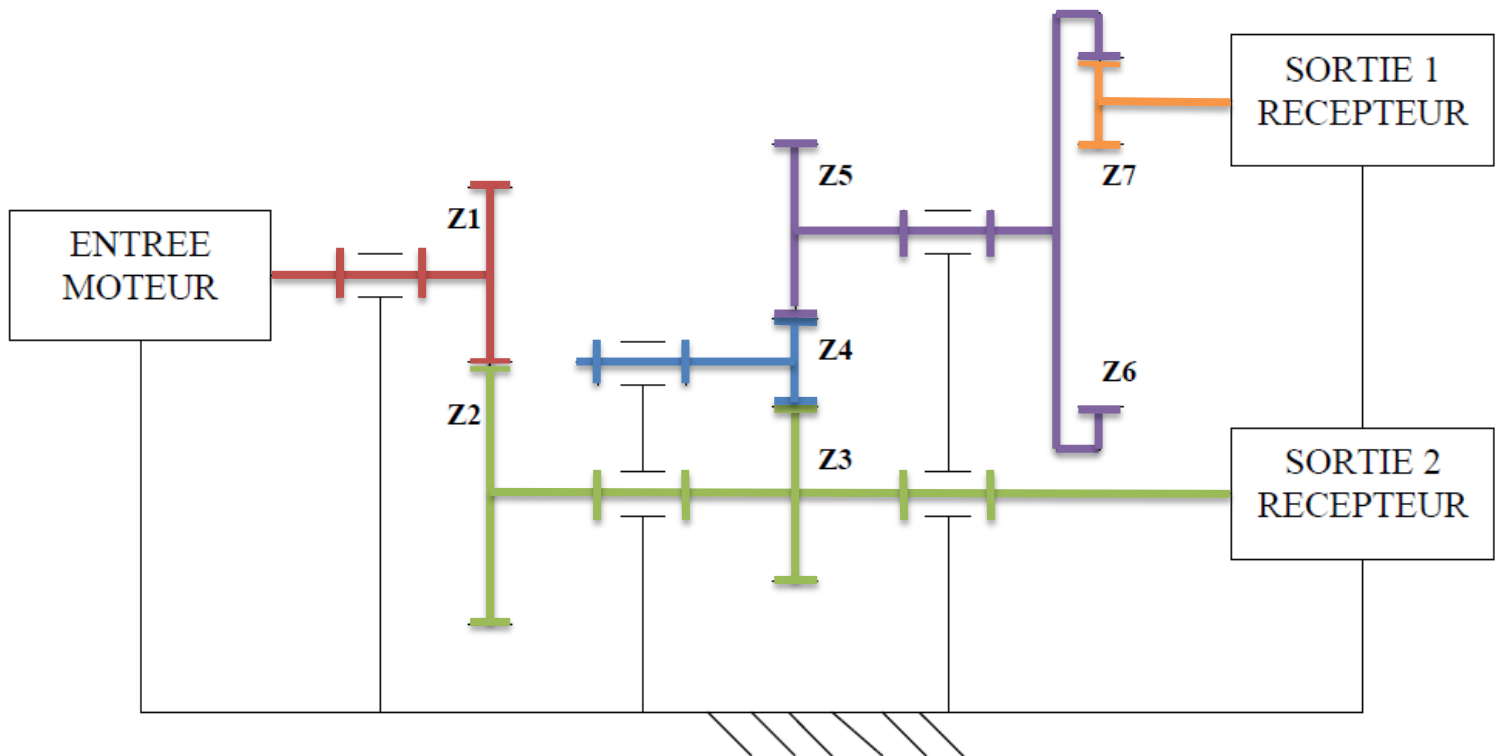
### Aptitudes

TYPE	APTITUDES		
	Rapport de transmission	Rendement	Prix moyen relatif
Engrenage cylindrique	1/3 à 1	0,9 à 0,98	1 à 1,5
Engrenage conique	1/3 à 1	0,9 à 0,98	3
Roue et vis sans fin	1/20 à 1/5	0,5 à 0,9	3

### Représentation graphique

Engrenage à denture droite extérieur	Roue et vis sans fin
Engrenage à denture droite intérieur	Engrenage conique

## Trains d'engrenages



On donne :

Fréquence de rotation du moteur  $N$  entrée = 1500 trs/mn

$Z1 = 30$  dents

$Z2 = 40$  dents

$Z3 = 28$  dents

$Z4 = 18$  dents

$Z5 = 32$  dents

$Z6 = 122$  dents

$Z7 = 19$  dents

Dans notre exemple, le train comporte 2 sorties pour 1 entrée

Rapport de transmission pour un train d'engrenages :

$$r = \frac{N_{\text{sortie}}}{N_{\text{entrée}}} = (-1)^n \cdot \frac{\text{Produit des } Z_{\text{menants}}}{\text{Produit des } Z_{\text{menés}}} \text{ avec } n : \text{ nombre de contacts d'engrenage extérieurs}$$

### Calcul r sortie 1

$$\frac{N_{\text{sortie1}}}{N_{\text{entrée}}} = (-1)^3 \cdot \frac{Z1 \cdot Z3 \cdot Z4 \cdot Z6}{Z2 \cdot Z4 \cdot Z5 \cdot Z7} = -\frac{30 \cdot 28 \cdot 122}{40 \cdot 32 \cdot 19} = -4,21$$

Donc  $N_{\text{sortie1}} = 4,21 \cdot 1500 = 6315$  trs/mn dans le sens opposé à l'entrée

### Calcul r sortie 2

$$\frac{N_{\text{sortie2}}}{N_{\text{entrée}}} = (-1)^1 \cdot \frac{Z1}{Z2} = -\frac{30}{40} = -0,75$$

Donc  $N_{\text{sortie2}} = 0,75 \cdot 1500 = 1125$  trs/mn dans le sens opposé à l'entrée