

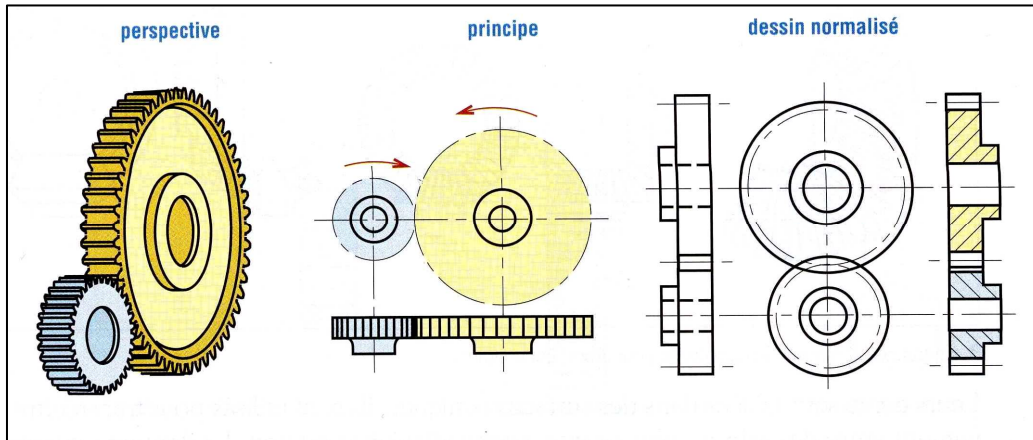


### 3. DIFFERENTS TYPES D'ENGRENAGES

#### 3.1 Engrenages cylindriques

a) à dentures droites.

**Engrd.fli**  
**Engrdint.fli**

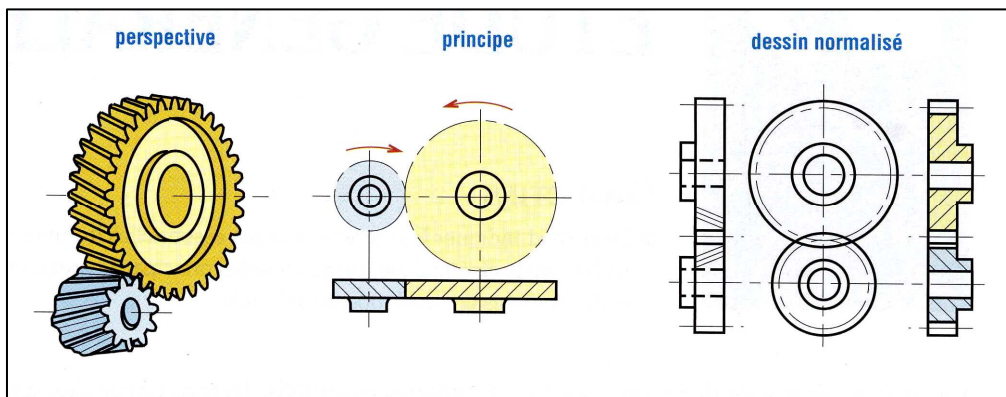


- Remarques: - le pignon et la roue tournent en sens contraire.
- les tailles des dents du pignon et de la roue sont identiques (même module).
- les plus simples et les plus économiques.
- utilisés dans le cas d'arbres parallèles.
- schématisation : Voir 5.1.

- Exemple d'utilisation : **montre**,.....

b) à dentures hélicoïdales.

**Engre3.flc**

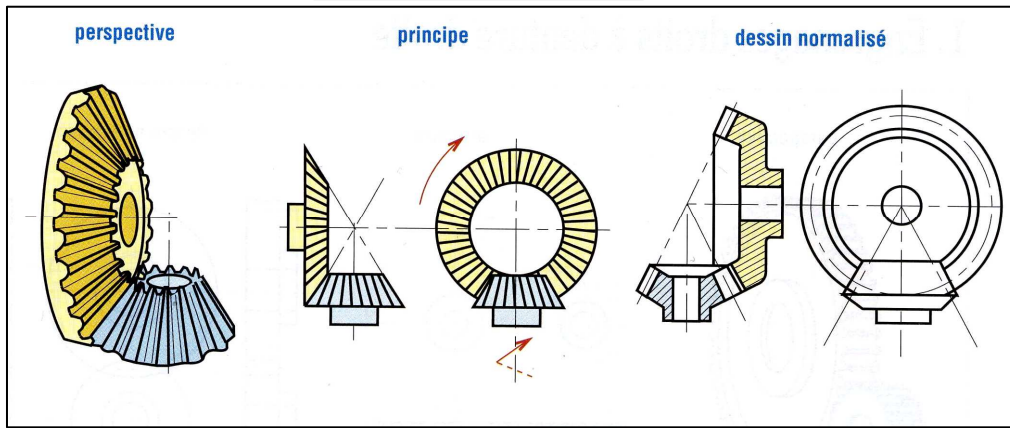


- Remarques: - le pignon et la roue tournent en sens contraire.
- les tailles des dents du pignon et de la roue sont identiques (même module).
- les dents des roues sont inclinées par rapport à l'axe de rotation des arbres.
- **plus performants et silencieux que les précédents.**
- le plus souvent utilisés dans le cas d'arbre parallèles.
- schématisation : Voir 5.1.

- Exemple d'utilisation : **Boite de vitesse automobile**,.....

### 3.2 Engrenages coniques

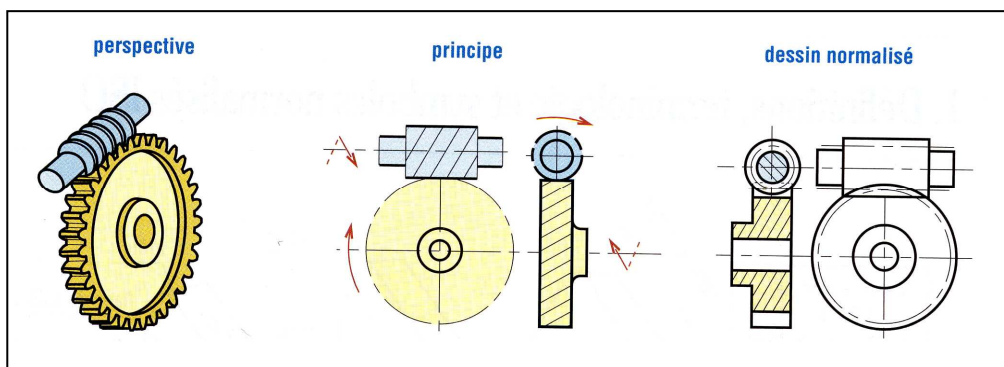
**Conik1.flc**  
**Conik 2.flc**



- Remarques: - le pignon et la roue tournent en sens contraire.
  - les tailles des dents du pignon et de la roue sont identiques (même module).
  - les dents sont taillées sans des surfaces coniques.
  - **utilisés dans le cas d'axes concourants.**
- Exemple d'utilisation : **Pont de 4x4,**.....

### 3.3 Engrenages roue et vis sans fin.

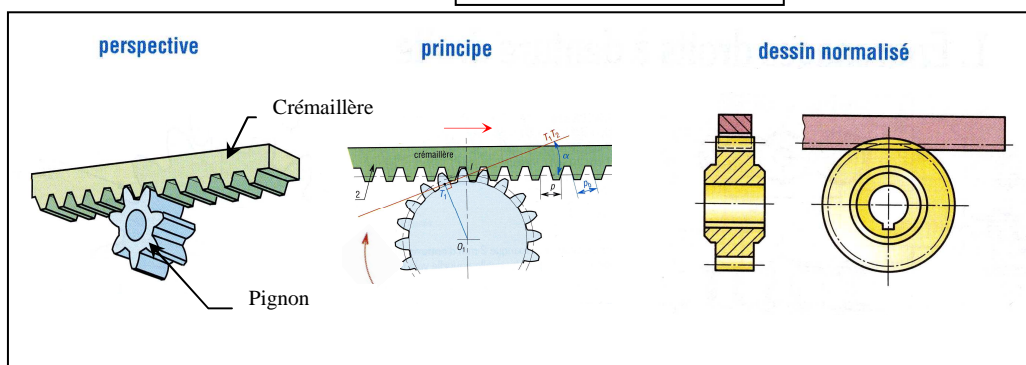
**Rouvi-40.flc**



- Remarque: - l'une des roues ressemble à une vis, l'autre à une roue classique.
  - Très grande réduction de vitesse
  - possibilité de rendre la transmission irréversible
  - non inversion du sens de rotation
- Exemple d'utilisation : **moto réducteur d'essuie glace,**.....

### 3.4 Engrenages pignon crémaillère

**Cremaille1.flc**



- Remarque: - permet de transformer une rotation en translation et inversement.
  - les tailles des dents du pignon et de la crémaillère sont identiques
- Exemple d'utilisation : **Direction de voiture,**.....

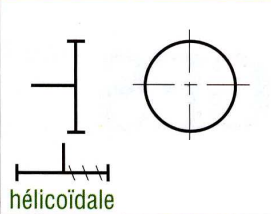
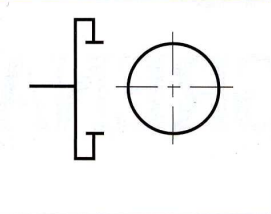
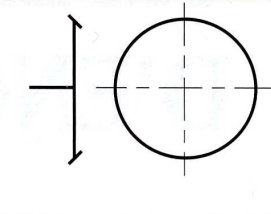
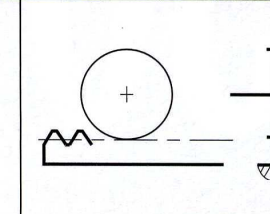
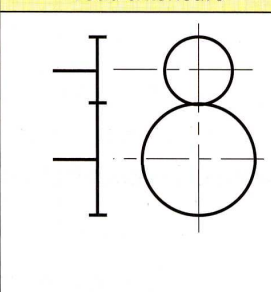
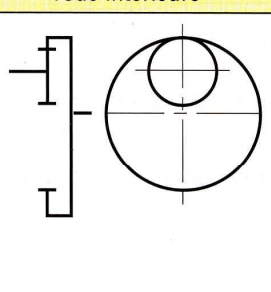
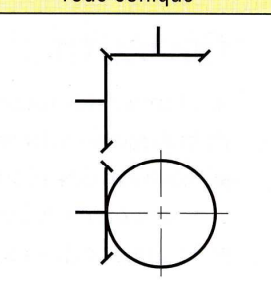
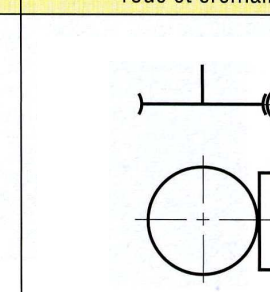
## 4. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

Voir documents 1 et 2.

**Module 1.flc**  
**Module 3.flc**

## 5. TRAINS D'ENGRENAGES

### 5.1 Schématisations

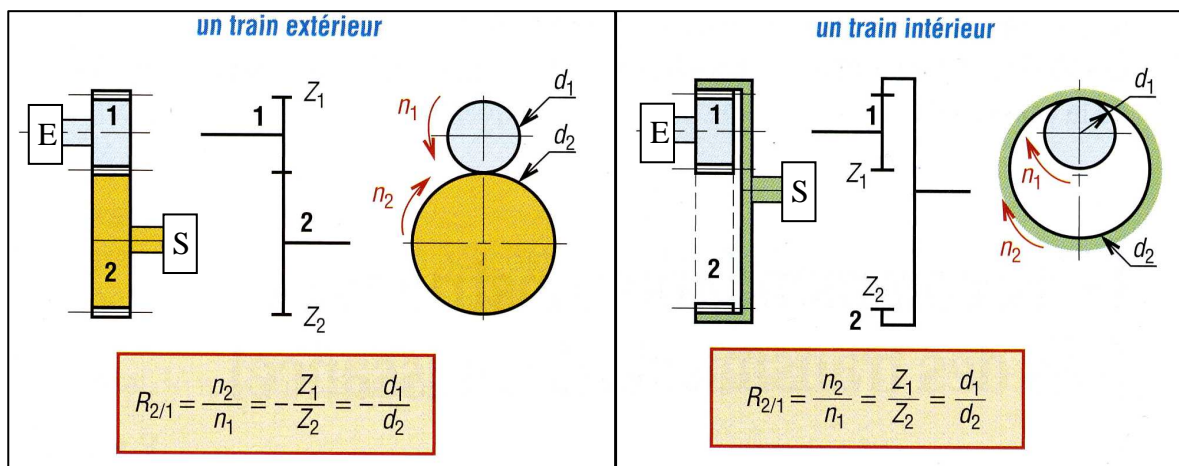
Schémas cinématiques (normalisation)			
			
roue extérieure	roue intérieure	roue conique	roue et crémaillère
			
denture extérieure	denture intérieure		
engrenages droits		engrenages coniques	roue et vis sans fin

### 5.2 Etude des trains classiques

- Trains à un engrenage

**Engre 1.flc**  
**Engre 2.flc**

**Train simple**



Pour un couple roue-pignon, le rapport de transmission  $r$  est égal au rapport inverse des nombres de dents. Le signe moins (cas des roues extérieures) indique une inversion du sens de rotation entre l'entrée et la sortie.

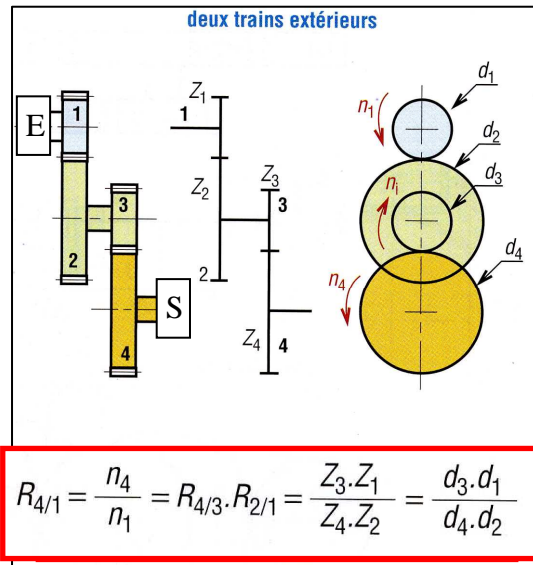
Exemple:  $n_1 = 1500$  tr/mn,  $Z_1 = 15$  dents,  $Z_2 = 30$  dents, dentures droites extérieures.

Réalisez le schéma représentant la chaîne de transmission et calculez  $n_2$ .

**+ Ex 2,4 et 5**

- Trains à deux engrenages

**Souffleur**



Pour deux couples roue-pignon en série. Le rapport de réduction est égal au **produit** des rapports de transmission de chacun des couples de roues.

Exemple:  $n_1 = 1500$  tr/mn,  $Z_1=15$  dents,  $Z_2=30$  dents,  $Z_3=17$  dents,  $Z_4=51$  dents, dentures droites extérieures. Réalisez le schéma représentant la chaîne de transmission et calculez  $n_2$ .

**5.3 Cas général : trains à N engrenages**

- Voir Fig C doc 2.

$$r = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{N_s}{N_e} = (-1)^n \frac{\text{Produit des } Z \text{ menantes}}{\text{Produit des } Z \text{ menées}}$$

n : nombre de **contacts extérieurs**

- Remarque : les roues menantes sont les roues motrices de chaque couple de roues. Les roues menées sont les roues réceptrices.

Exemple: dans le cas d'un train d'engrenages (Fig C doc 2) avec  $Z_1=20$ ,  $Z_2=40$ ,  $Z_3=17$ ,  $Z_4=125$ . Réalisez le schéma représentant la chaîne de transmission. Quelle est la vitesse de sortie si  $n_1 = 1500$  tr/mn ?

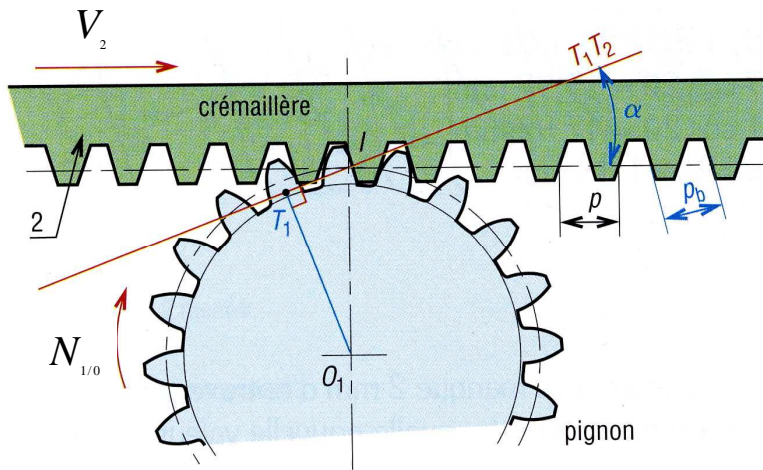
**+ Ex 10 et 11**

**5.4. Cas particuliers**

a) Engrenages roue et vis sans fin

- Le calcul du rapport de réduction est le même que pour un train d'engrenage classique.
- Prendre pour le nombre de dents de la vis, le nombre de **filets de la vis** ( 1 à 3 filets)
- Il n'y a pas d'inversion du sens de rotation entre la roue et la vis sans fin.

b) Engrenage pignon-crémaillère



$$V_2 = \frac{m \cdot Z_1}{2} \times \omega_{1/0}$$

$$\omega_{1/0} = \frac{\pi \cdot N_{1/0}}{30}$$

m/s      rad/s      tr/mn

**6. PUISSANCE TRANSMISE ET PUISSANCE PERDUE**

$$P_e = C_e \cdot \omega_e$$

Watt    N.m    rad/s

$$P_s = C_s \cdot \omega_s$$

Watt    N.m    rad/s

$$\omega = \frac{\pi \cdot N}{30}$$

rad/s      tr/mn

Pour une crémailière:

Généralement  $\vec{F}_s$  et  $\vec{V}_s$  sont colinéaires donc :

$$P_s = \vec{F}_s \cdot \vec{V}_s = \|\vec{F}_s\| \cdot \|\vec{V}_s\| \cos(\vec{F}_s, \vec{V}_s)$$

W      N      m/s

$$P_s = F_s \cdot V_s$$

rendement  $\eta = \frac{P_s}{P_e}$

$$0 \leq \eta \leq 1$$

\* Si le rendement est égal à **1**, alors il n'y a aucune perte d'énergie:  $P_e = P_s$

\* Si le rendement n'est pas égal à 1, alors il y a des pertes d'énergie dues aux frottements:

-Remarque: - Le rendement diminue la puissance transmise ( $P_s = C_s \cdot \omega_s$ ) ce qui veut dire que  $C_s$  diminue mais  $\omega_s$  **reste inchangée quelle que soit la valeur du rendement.**

\* Si le rendement  $\eta$  est différent pour chaque engrenage alors:

$$\eta_{total} = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \dots$$

$$\eta_{total} \leq 1$$

\* Différents rendements : - engrenage cylindrique :  $\eta=0.95$  à  $0.99$

- engrenage conique :  $\eta=0.8$  à  $0.95$

- roue et vis :  $\eta=0.5$  à  $0.7$

Puissance perdue :

$$P_{perdue} = P_e - P_s = P_e (1 - \eta)$$