

Transmettre l'énergie mécanique

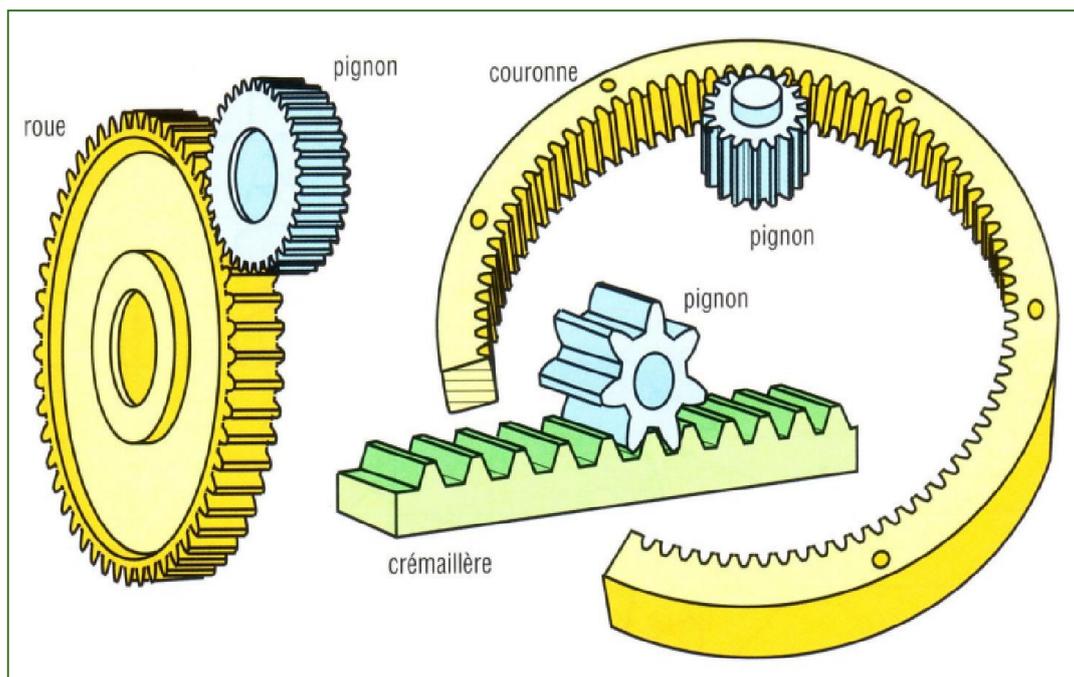
Engrenages

I Fonction :

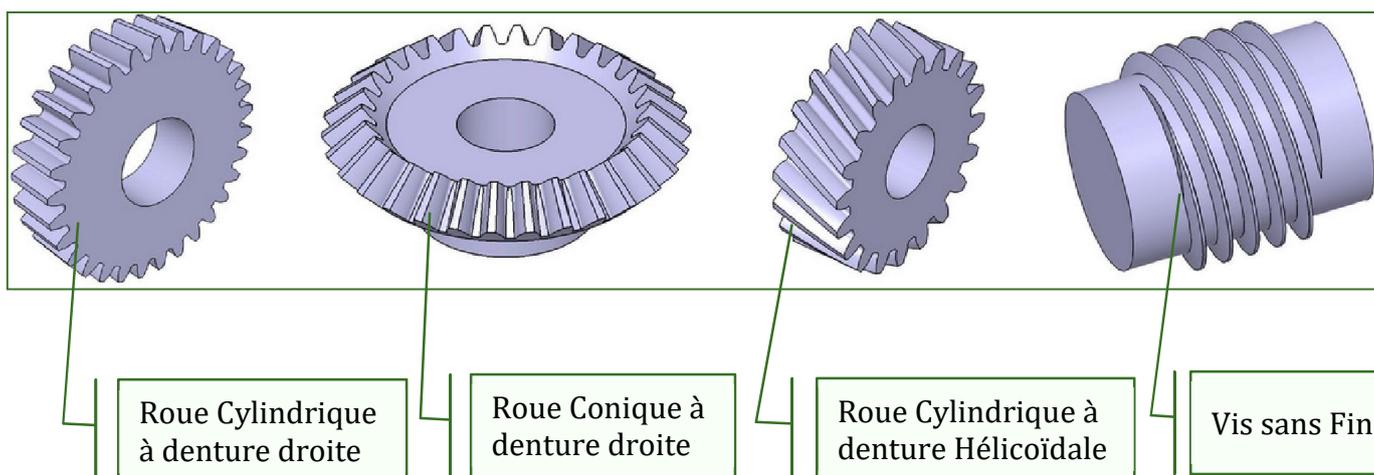
Transmettre un mouvement de rotation par **Obstacle** entre arbres rapprochés

II Terminologie

- ❑ Un engrenage est un ensemble de deux roues dentées complémentaires.
- ❑ Une roue à rayon infini est une crémaillère



III Types de roue et de denture



IV Paramètres caractéristiques des engrenages

- ❑ Le nombre de dents Z
- ❑ Le module m {caractérise la dimension de la denture}

Transmettre l'énergie mécanique

V Engrenages cylindriques à denture droite

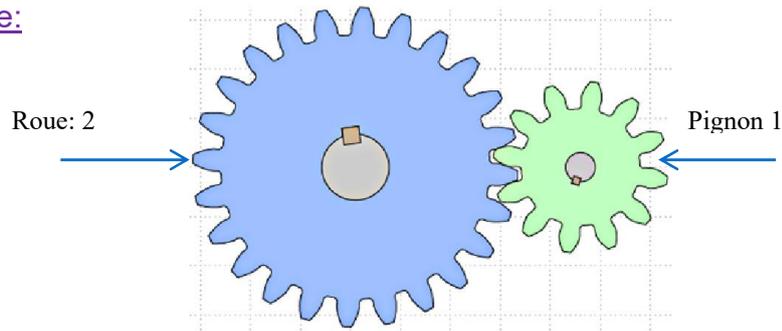
La transmission par denture droite engendre du Bruit et des Vibrations

1) Condition d'engrènement :

Même module (m)

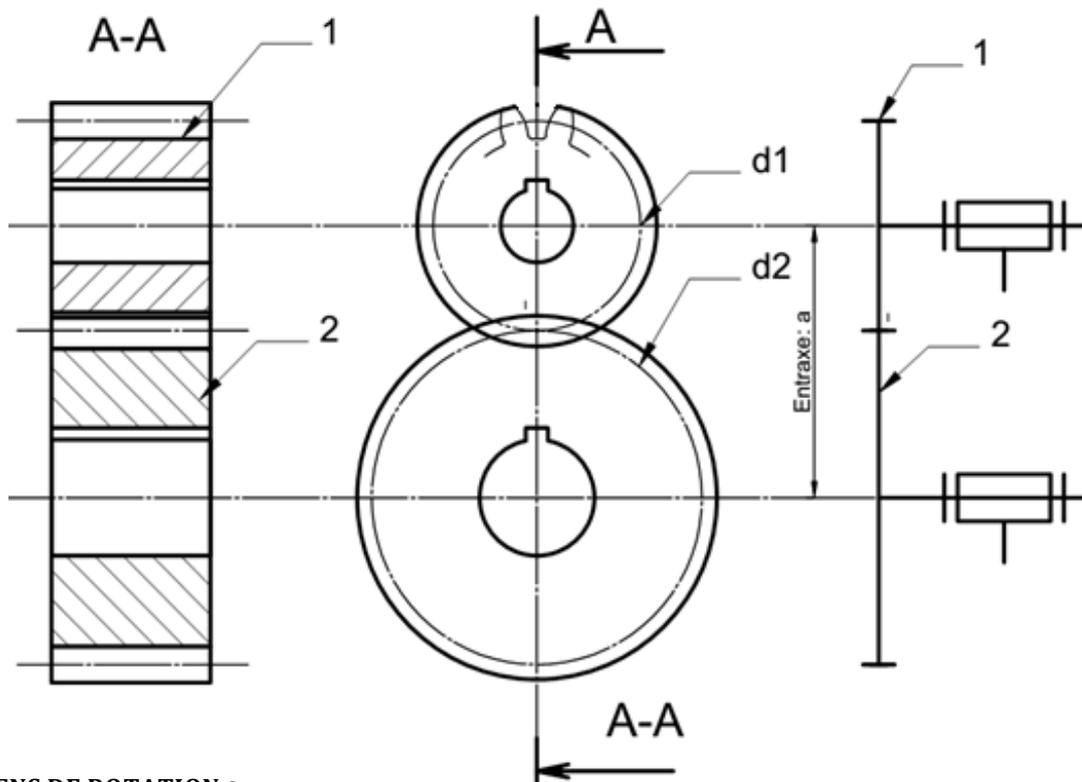
2) Engrenage Extérieur

1) Principe:



2) Représentation graphique

3) Schéma Cinématique



□ SENS DE ROTATION :

Les deux roues tournent en sens inverse

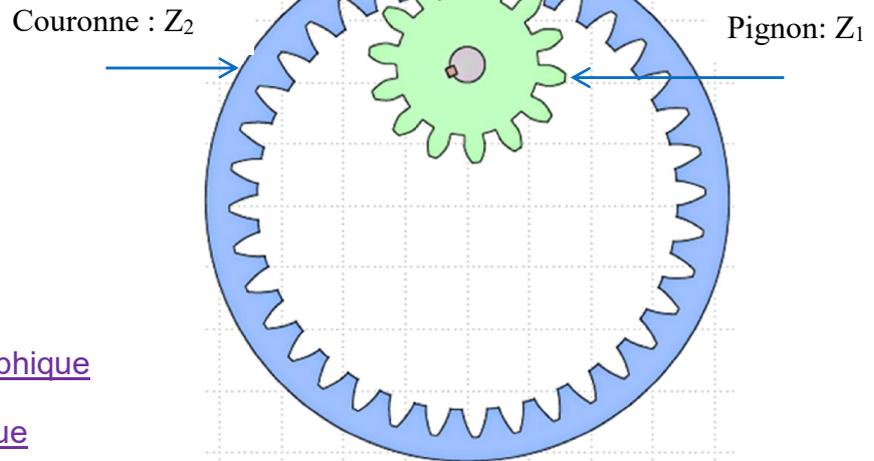
□ ENTRAXE :

$$a = \frac{d1+d2}{2} = \frac{m(Z1+Z2)}{2}$$

Transmettre l'énergie mécanique

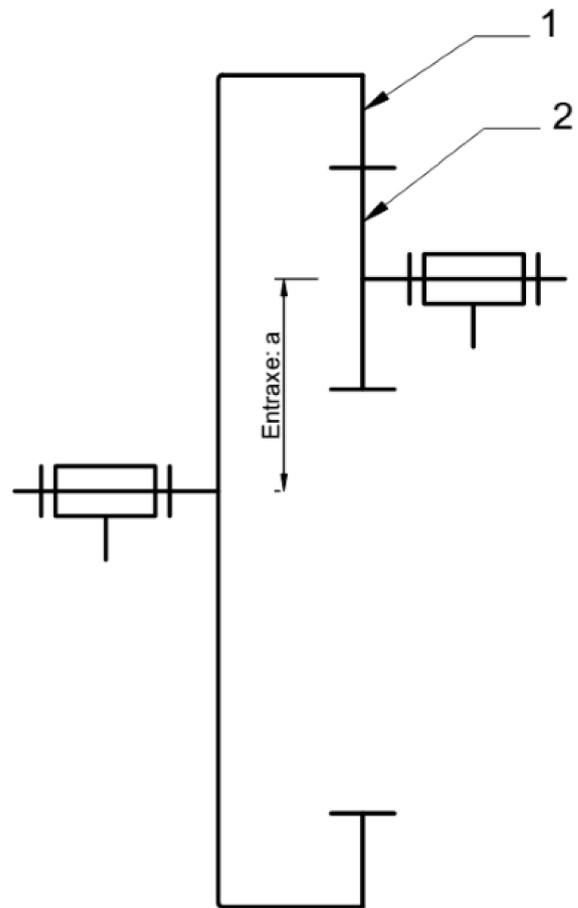
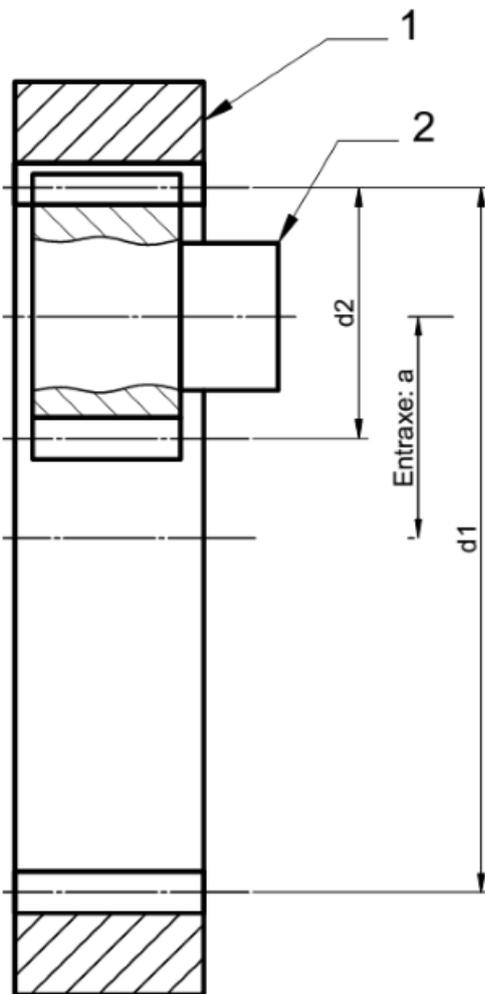
3) Engrenage Intérieur

1) Principe:



2) Représentation graphique

3) Schéma Cinématique



□ SENS DE ROTATION

Les deux roues tournent dans le même sens

□ ENTRAXE:

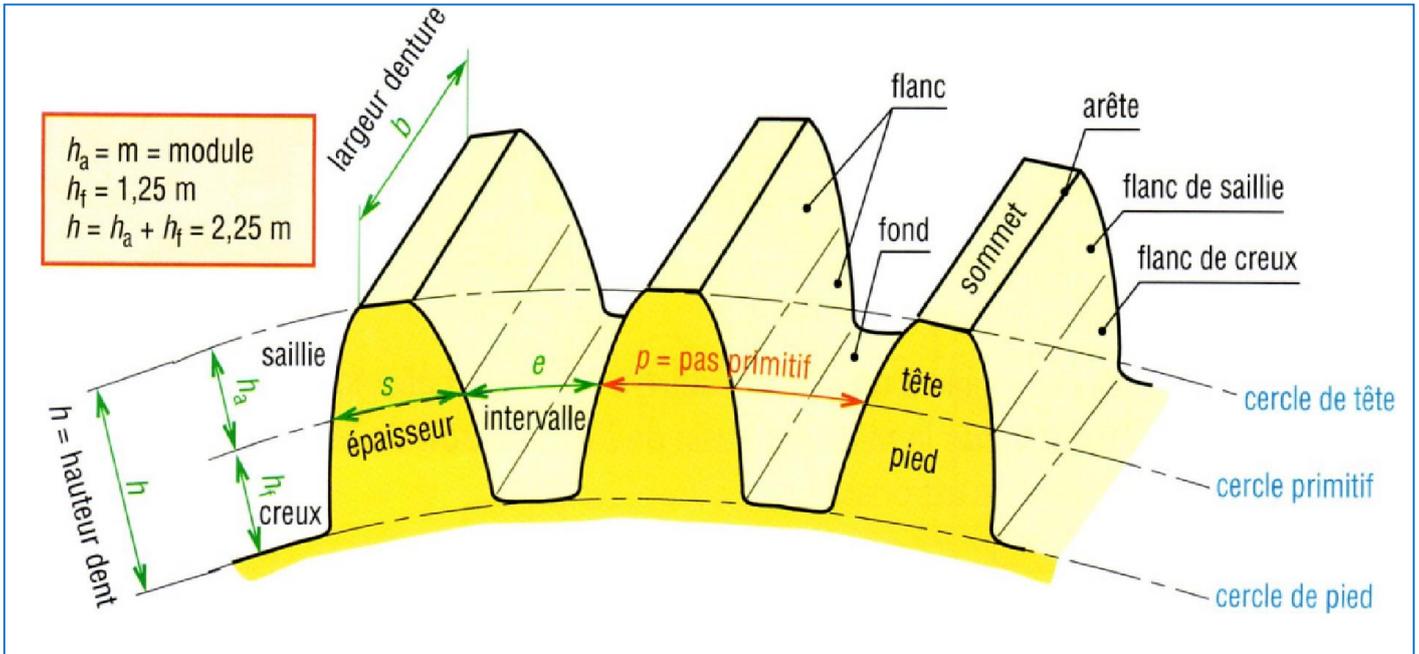
$$a = \frac{d1 - d2}{2} = \frac{m(Z1 - Z2)}{2}$$

Transmettre l'énergie mécanique

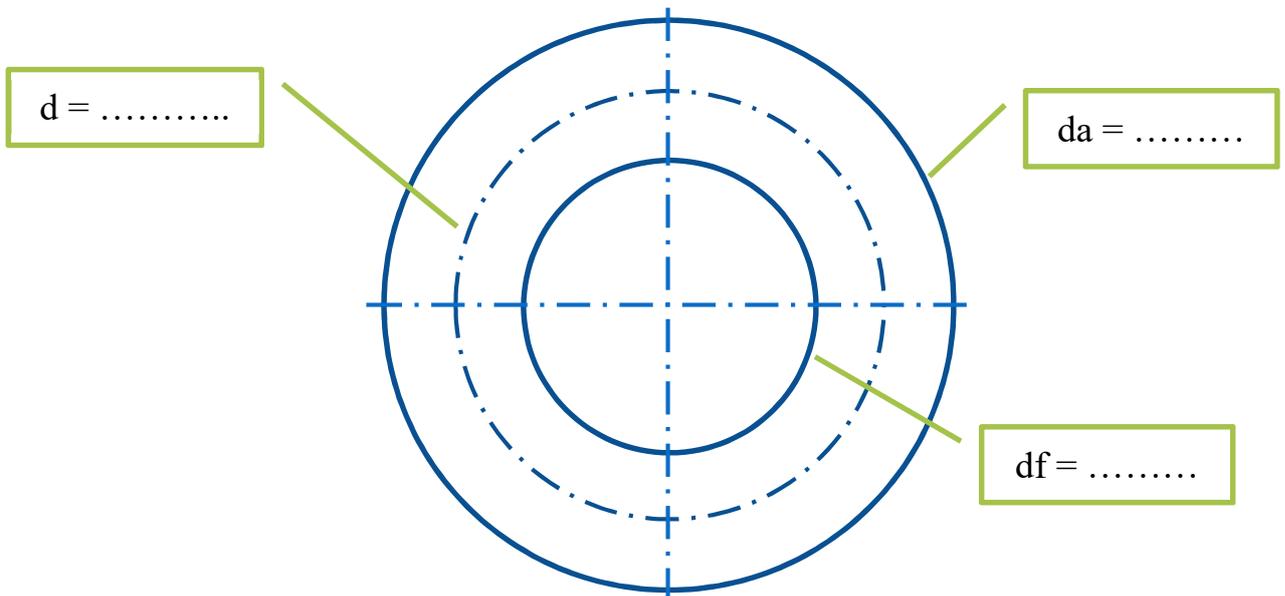
4) Rapport de Transmission

$$K = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{d_2}{d_1}$$

5) Caractéristiques :



| Désignation | Formule | Désignation | Formule |
|-------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|
| Module | m Par un calcul de RDM | Saillie | $h_a = m$ |
| Nombre de dents | Z | Creux | $h_f = 1,25m$ |
| Diamètre primitif | $d = mZ$ | Hauteur de dent | $h = 2,25m$ |
| Diamètre de tête | $d_a = d + 2m$ | Pas | $p = \pi m$ |
| Diamètre de pied | $d_f = d - 2,5m$ | Entraxe | $a = (d_1 + d_2)/2$ |



Transmettre l'énergie mécanique

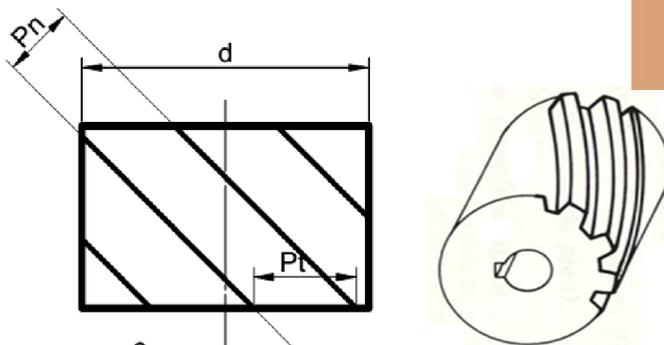
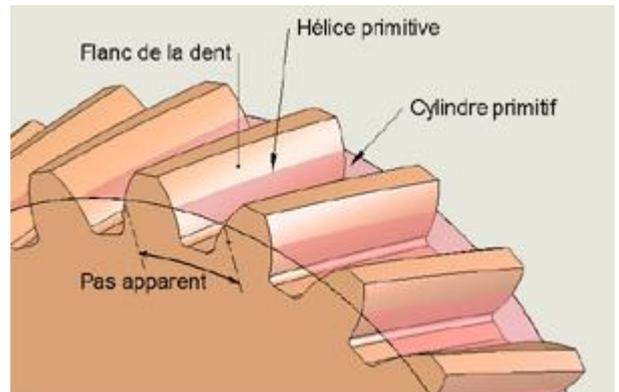
VI Engrenages cylindriques à denture hélicoïdale

Fonctionnement plus silencieux que celui des engrenages à denture droite

1) Condition d'engrènement :

- Même module (m)
- Même angle d'hélice
- Hélices de sens opposés

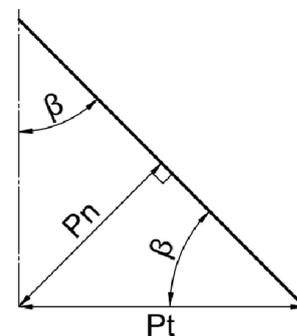
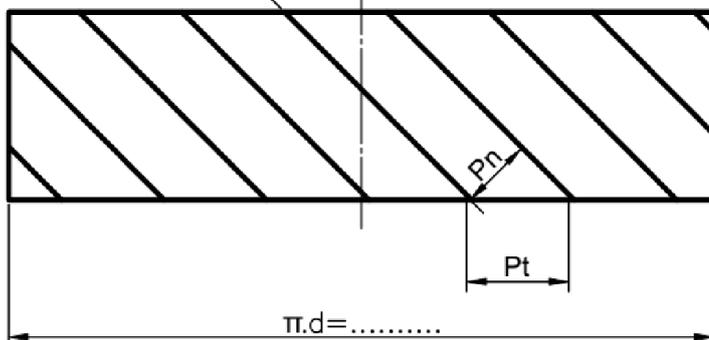
2) Caractéristiques :



$$P_n = P_t \cos \beta$$

$$m_n = m_t \cos \beta$$

$$d = m_t \cdot Z$$



| Désignation | Formule | Désignation | Formule |
|-----------------|--|-------------------|--------------------|
| Module réel | m_n Par un calcul de RDM | Hauteur de dent | $h = 2,25m_n$ |
| Nombre de dents | Z | Diamètre primitif | $d = m_t Z$ |
| Angle d'hélice | β Entre 20° et 30° | Diamètre de tête | $d_a = d + 2m_n$ |
| Module apparent | $m_t = m_n / \cos \beta$ | Diamètre de pied | $d_f = d - 2,5m_n$ |
| Pas apparent | $p_t = p_n / \cos \beta$ | Saillie | $h_a = m_n$ |
| Pas réel | $p_n = \pi m_n$ | | |

3) Inconvénients

La transmission provoque une poussée axiale des arbres.

Pour y remédier on utilise des roues à denture en chevron



Transmettre l'énergie mécanique

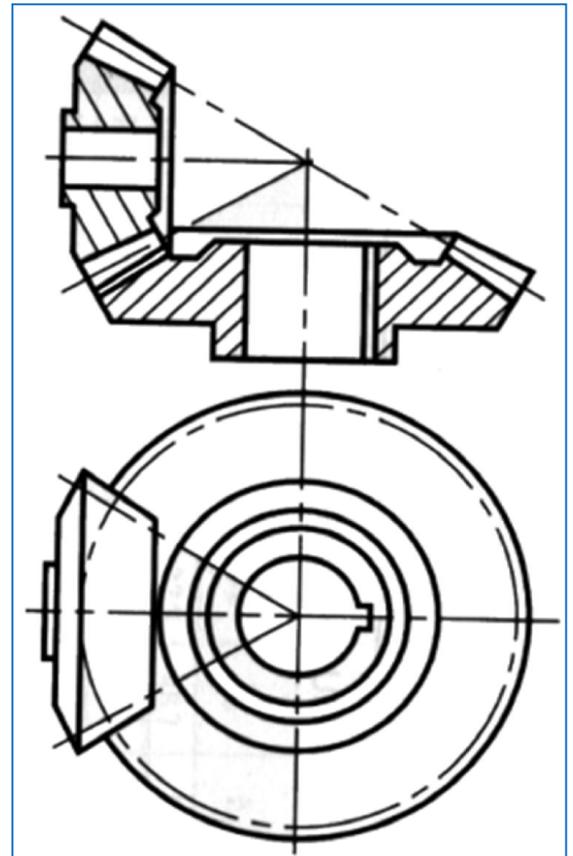
VII Engrenages coniques.

Transmettre le mouvement entre deux arbres concourants,

1) Condition d'engrènement :

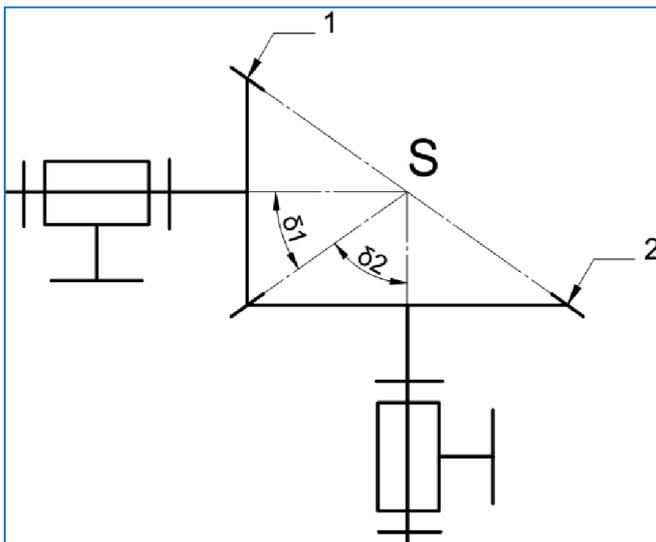
- Même module
- Les sommets des deux cônes soient confondus

2) Principe:



3) Représentation graphique:

4) Schéma Cinématique



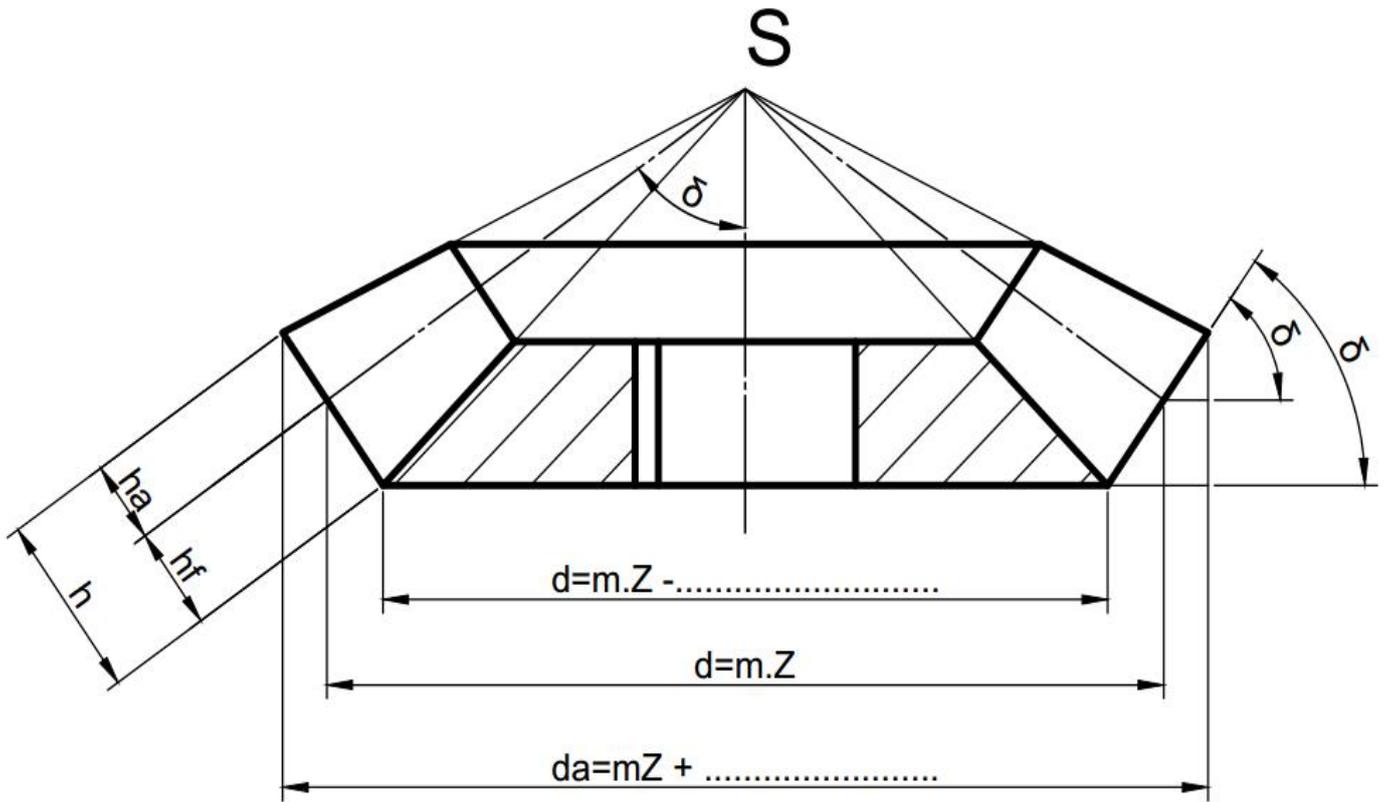
5) Rapport des vitesses

$$\frac{N2}{N1} = \frac{\omega2}{\omega1} = \frac{Z1}{Z2} = \frac{\sin \delta1}{\sin \delta2} = \tan \delta1$$

(δ : Cône primitif)

Transmettre l'énergie mécanique

6) Caractéristiques



| Désignation | Formule | Désignation | Formule |
|-------------------|------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| Module | m | Diamètre de tête | $d_{a1} = d_1 + 2m \cos \delta_1$ |
| Nombre de dents | Z | Diamètre de pied | $d_{f1} = d_1 - 2,5m \cos \delta_1$ |
| Angle primitif | $\tan \delta_1 = Z_1/Z_2$ | Saillie | $h_a = m$ |
| Diamètre primitif | $d_1 = mZ_1$ et $d_2 = mZ_2$ | Creux | $h_f = 1,25m$ |

Transmettre l'énergie mécanique

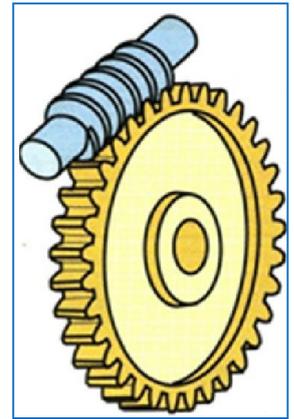
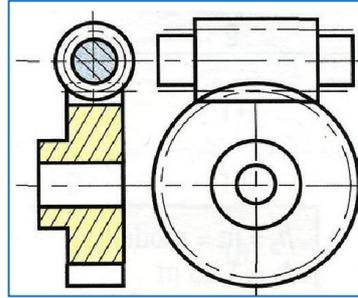
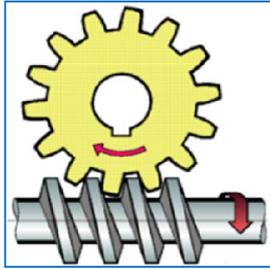
VIII Engrenage gauche : le système roue-vis sans fin

1) Condition d'engrènement :

- Même module axial.
- Même angle d'hélice.

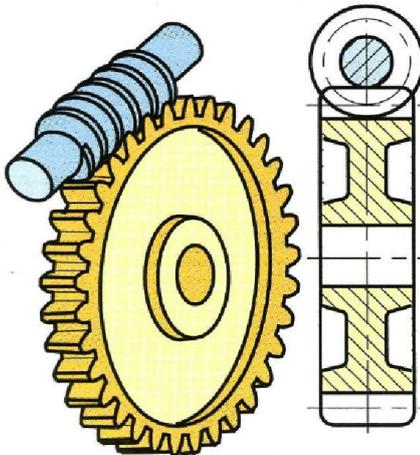
2) Principe:

Représentation normalisée

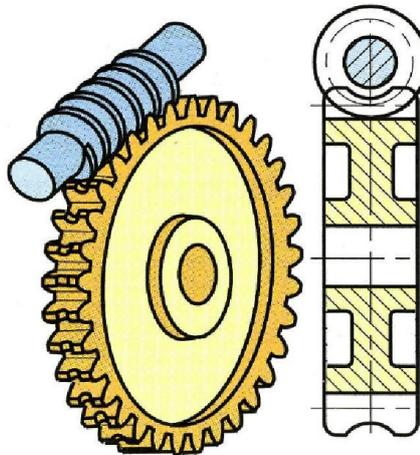


3) Famille de roue et vis sans fin :

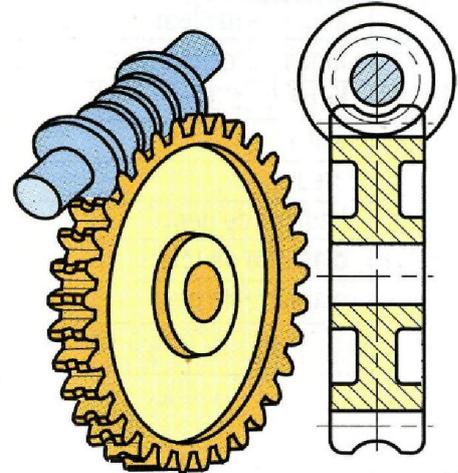
Vis sans fin
avec roue cylindrique



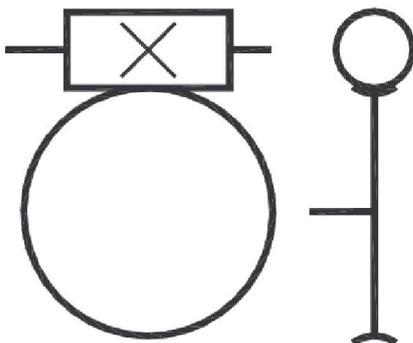
Vis sans fin tangente
avec roue creuse



Vis globique
avec roue creuse



4) Schéma Cinématique



Transmettre l'énergie mécanique

5) Rapport des vitesses

$$K = \frac{\omega_r}{\omega_v} = \frac{Z_v}{Z_r}$$

Z_v : nombre de filet de la vis
 Z_r : nombre de dents de la roue

6) Avantage :

- Grand rapport de réduction ($1/200^\circ$).
- Système presque toujours irréversible d'où sécurité anti-retour.

7) Inconvénients

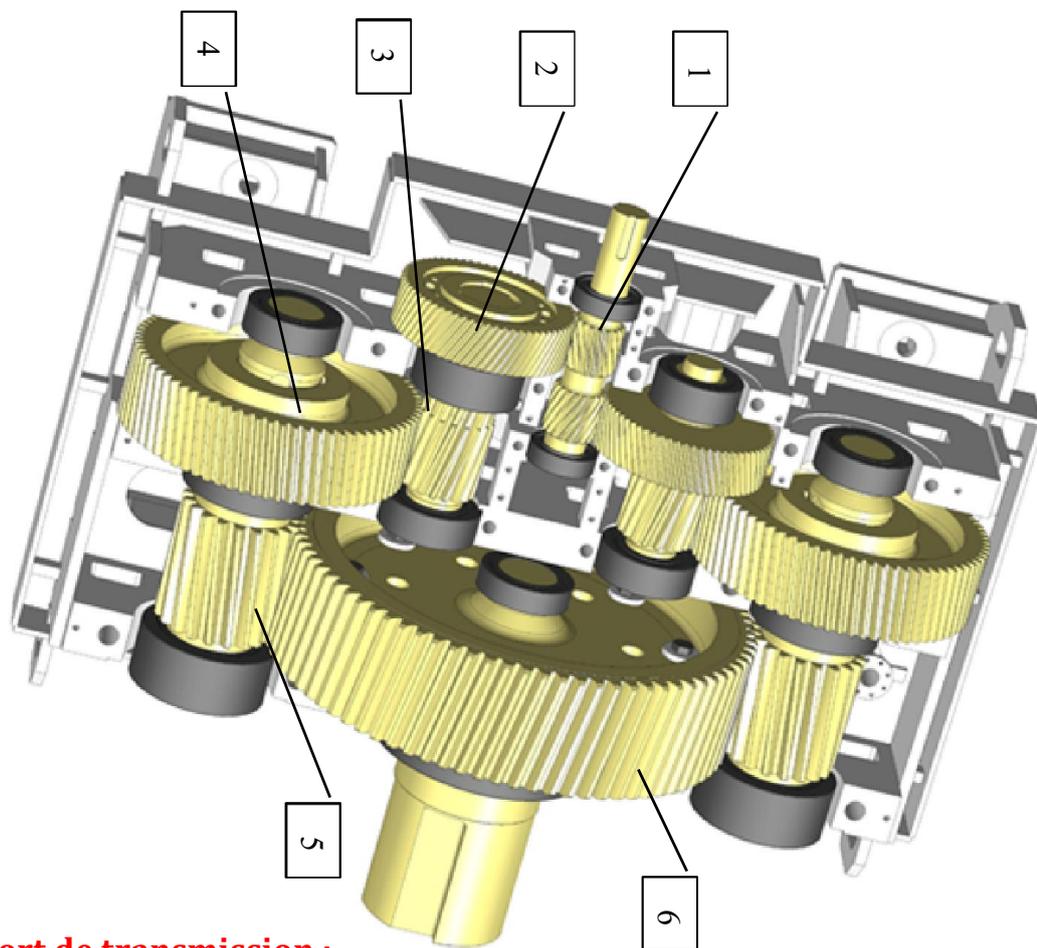
- Rendement faible (60%) (du fait du frottement)
- Effort axial important

Transmettre l'énergie mécanique

IX Train d'engrenage simple

1) Définition :

Un train simple est constitué d'une suite d'engrenages dont tous les axes de rotation sont fixes



2) Rapport de transmission :

$$K = \frac{N_s}{N_e} = \frac{\text{Produit des } Z \text{ menantes}}{\text{Produit des } Z \text{ Menées}}$$

$$K = \frac{N_6}{N_1} = \frac{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5}{Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6}$$

3) Raison du train

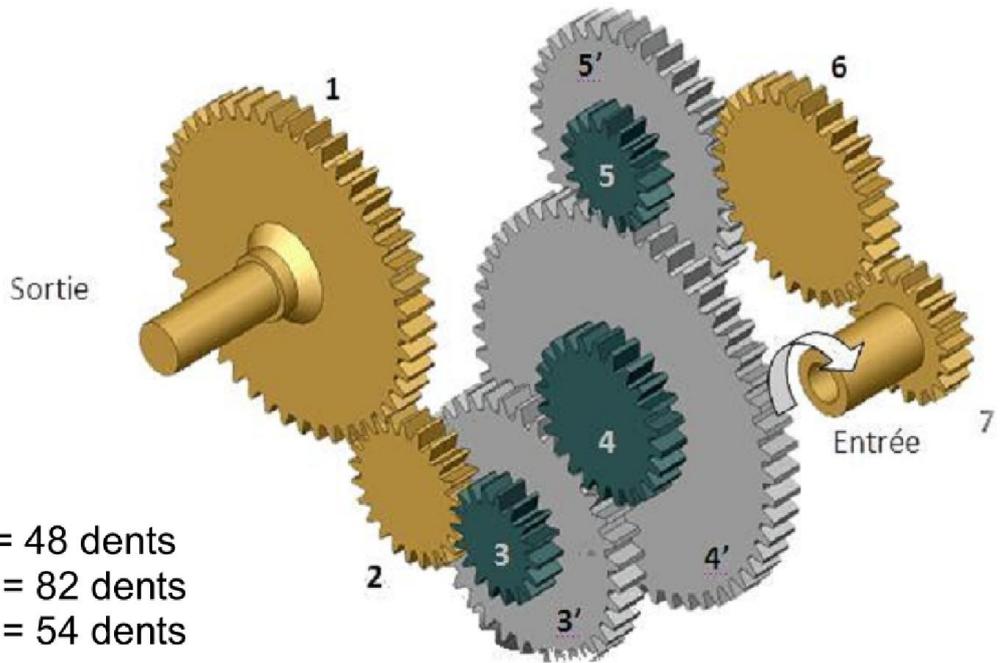
C'est le rapport de vitesse affecté du signe + ou -.

$$r = (-1)^n \frac{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5}{Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6}$$

n : nombre de contact extérieur, Soit 3 dans notre cas
 Si *n* est paire la sortie tourne dans le même sens que l'entrée
 Si *n* est impaire la sortie tourne dans le sens contraire que l'entrée

Transmettre l'énergie mécanique

4) Applications :



- $z_1 = 65$ dents
- $z_2 = 32$ dents
- $z_3 = 24$ dents - $z_{3'} = 48$ dents
- $z_4 = 38$ dents - $z_{4'} = 82$ dents
- $z_5 = 26$ dents - $z_{5'} = 54$ dents
- $z_6 = 42$ dents
- $z_7 = 30$ dents

➤ Donner l'expression du rapport de transmission du train d'engrenages.

$$K = \frac{N.}{N.} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

➤ Calculer ce rapport de transmission :

.....

➤ En déduire le sens de rotation de l'arbre de sortie 1

.....

