

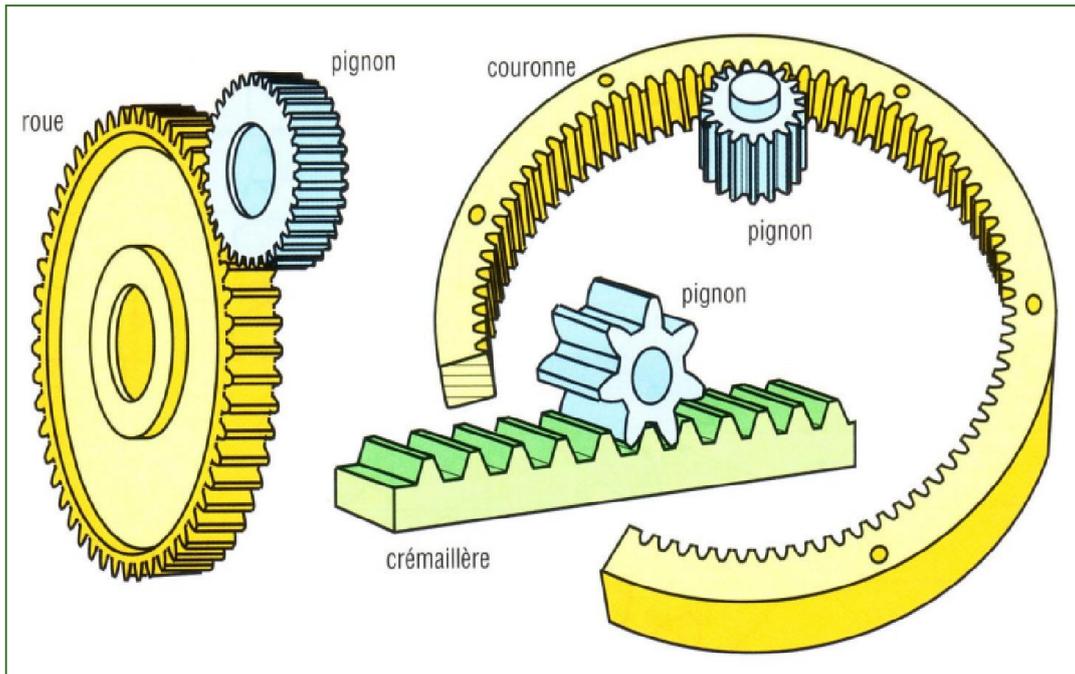
Engrenages

I Fonction :

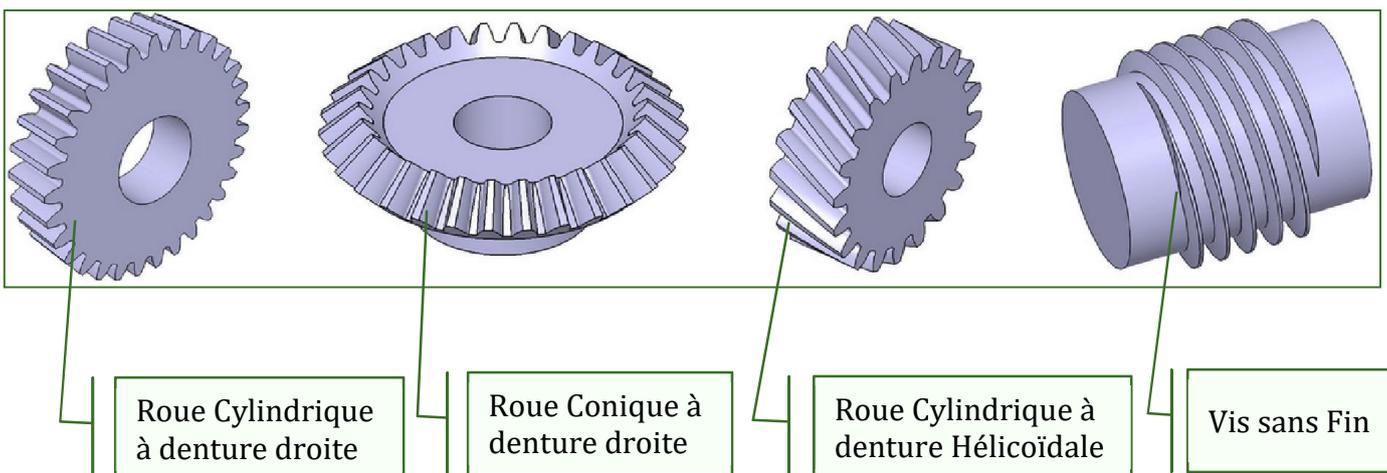
Transmettre un mouvement de rotation par **Obstacle** entre arbres rapprochés

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}

V Engrenages cylindriques à denture droite

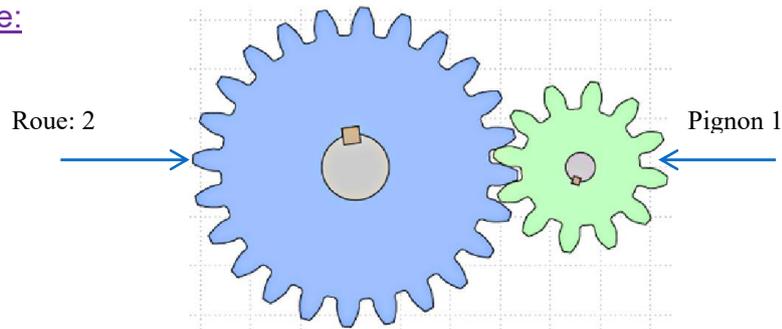
La transmission par denture droite engendre du Bruit et des Vibrations

1) Condition d'engrènement :

Même module (m)

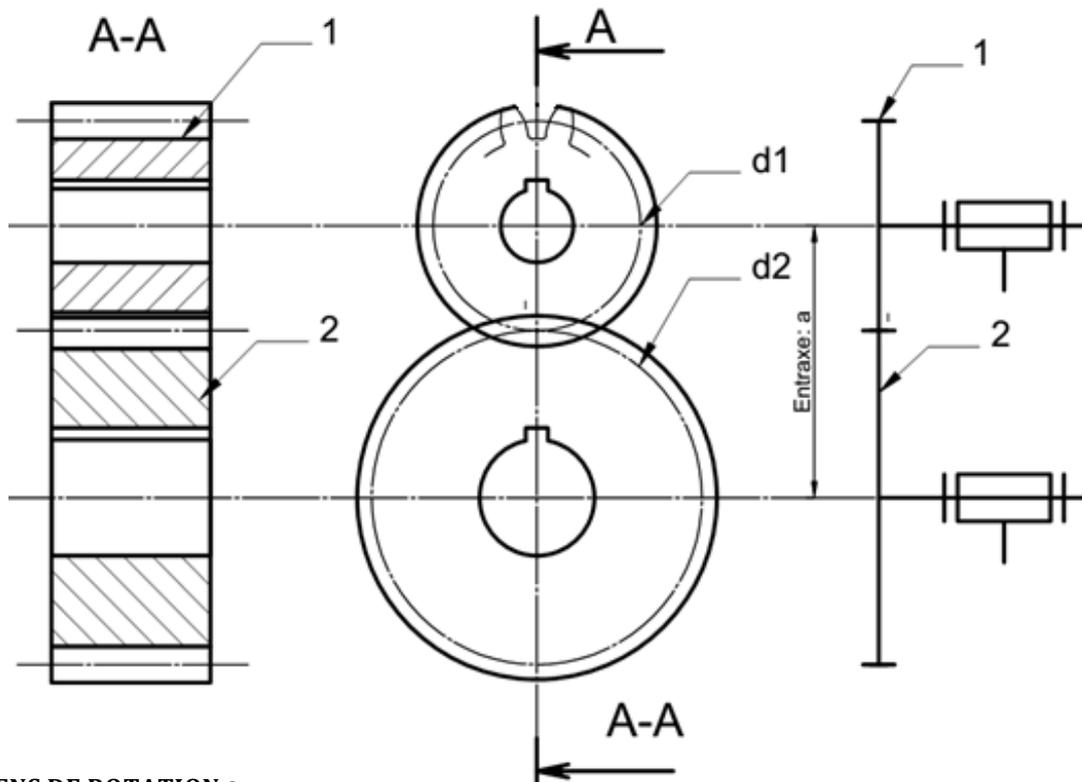
2) Engrenage Extérieur

1) Principe:



2) Représentation graphique

3) Schéma Cinématique



□ SENS DE ROTATION :

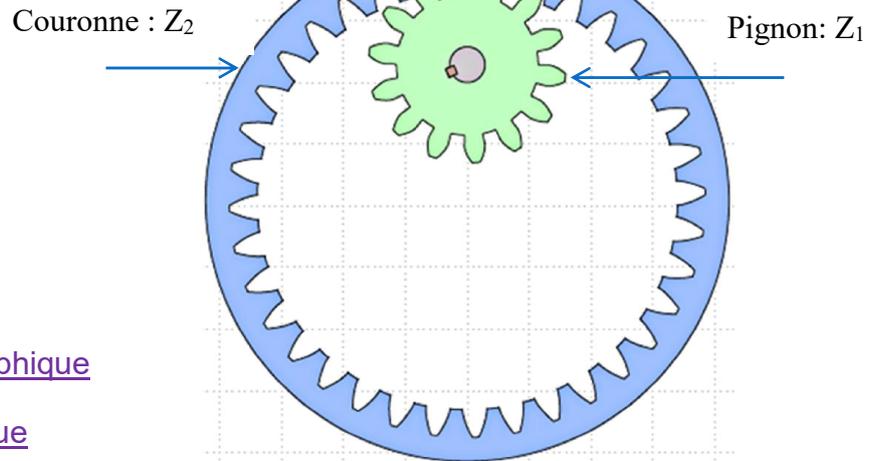
Les deux roues tournent en sens inverse

□ ENTRAXE :

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

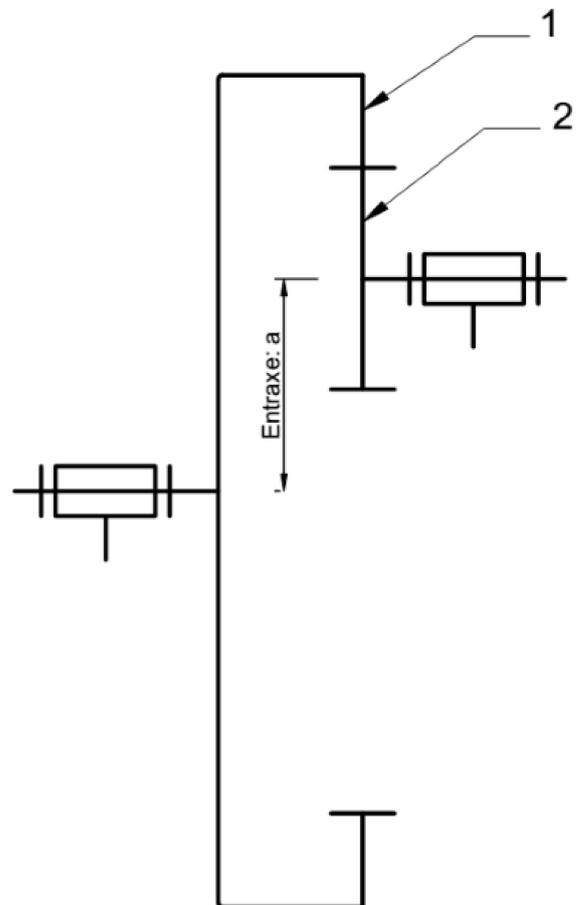
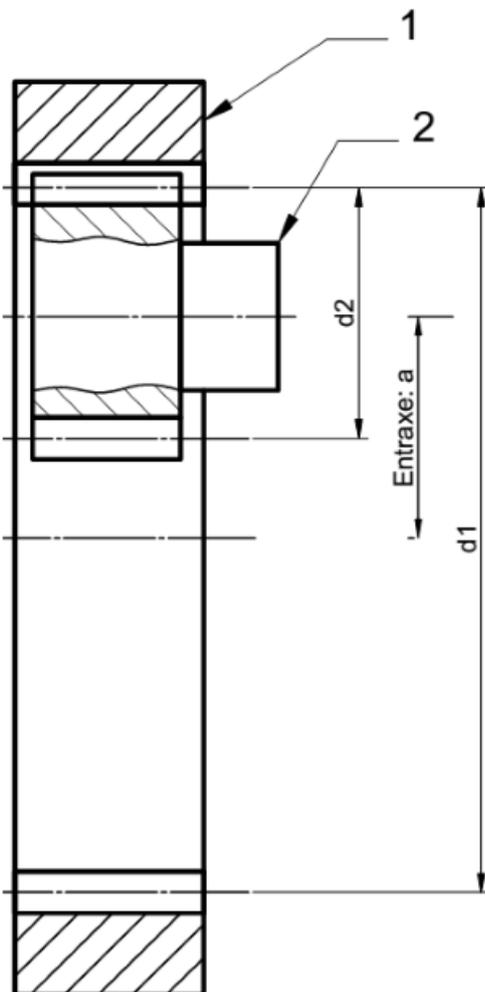
3) Engrenage Intérieur

1) Principe:



2) Représentation graphique

3) Schéma Cinématique



□ SENS DE ROTATION

Les deux roues tournent dans le même sens

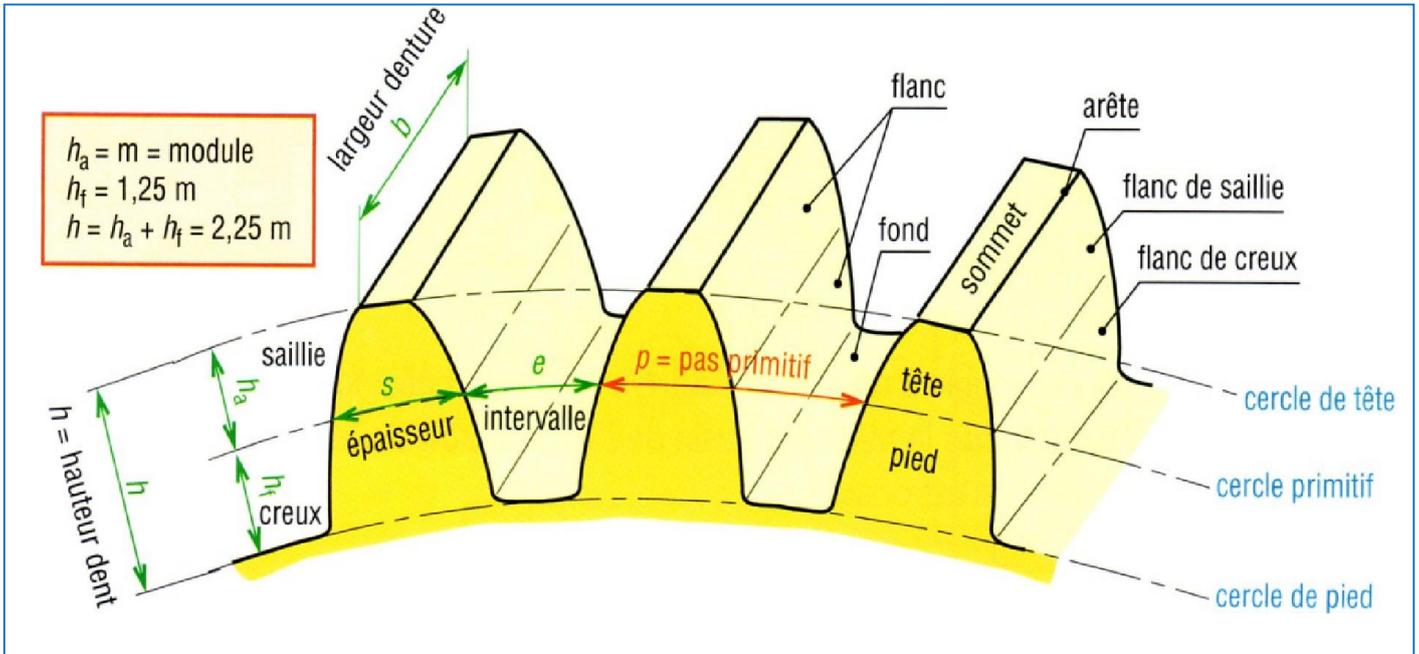
□ ENTRAXE:

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

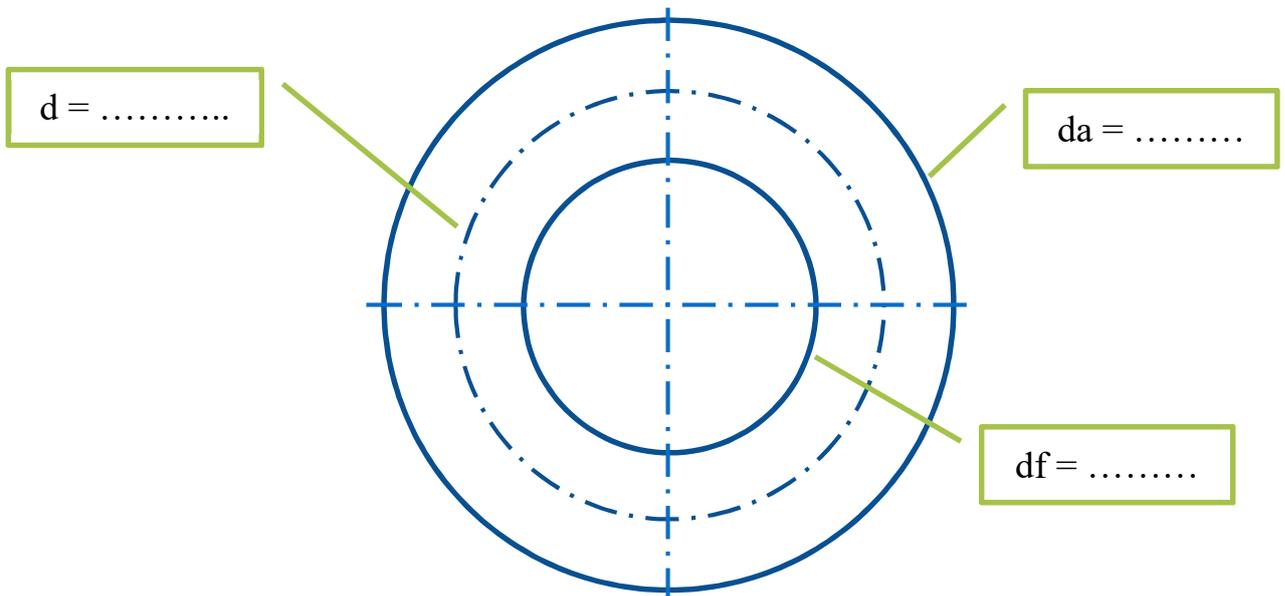
4) Rapport de Transmission

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

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	$a = (d_1 + d_2)/2$



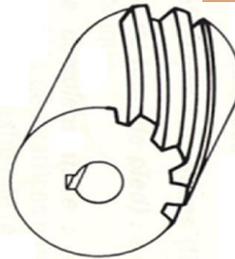
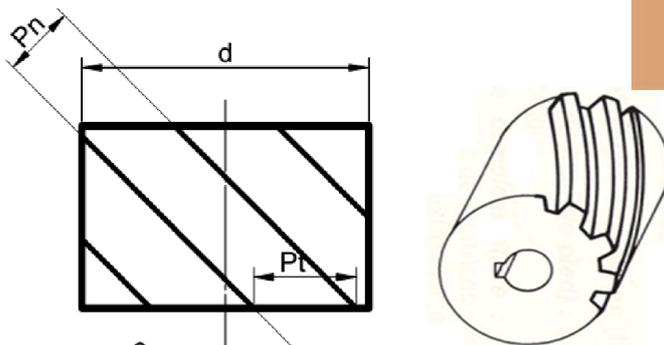
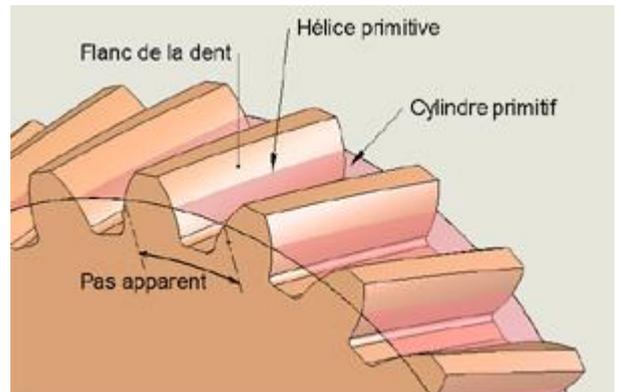
VI Engrenages cylindriques à denture hélicoïdale

Fonctionnement plus silencieux que celui des engrenages à denture droite

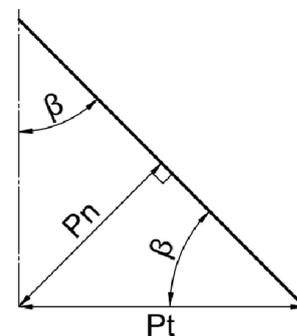
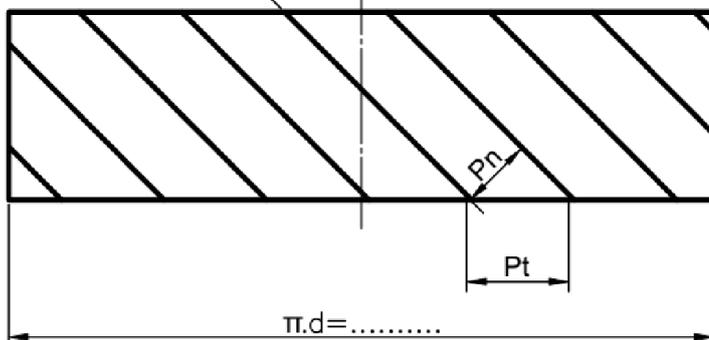
1) Condition d'engrènement :

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

2) Caractéristiques :



$$\begin{aligned} P_n &= P_t \cos \beta \\ m_n &= m_t \cos \beta \\ d &= m_t \cdot Z \end{aligned}$$



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



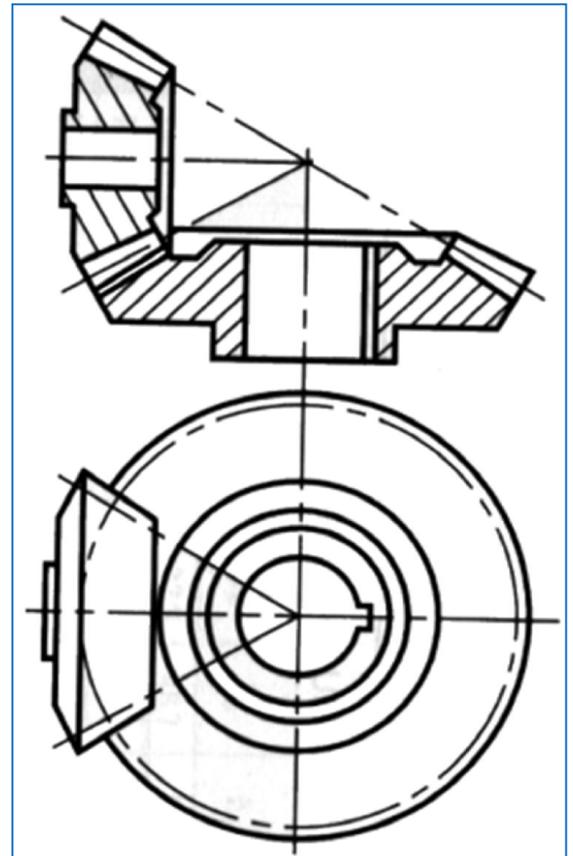
VII Engrenages coniques.

Transmettre le mouvement entre deux arbres concourants,

1) Condition d'engrènement :

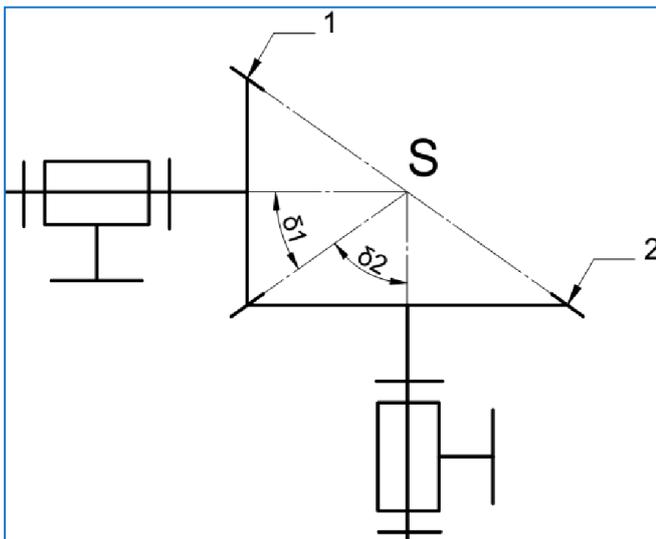
- Même module
- Les sommets des deux cônes soient confondus

2) Principe:



3) Représentation graphique:

4) Schéma Cinématique

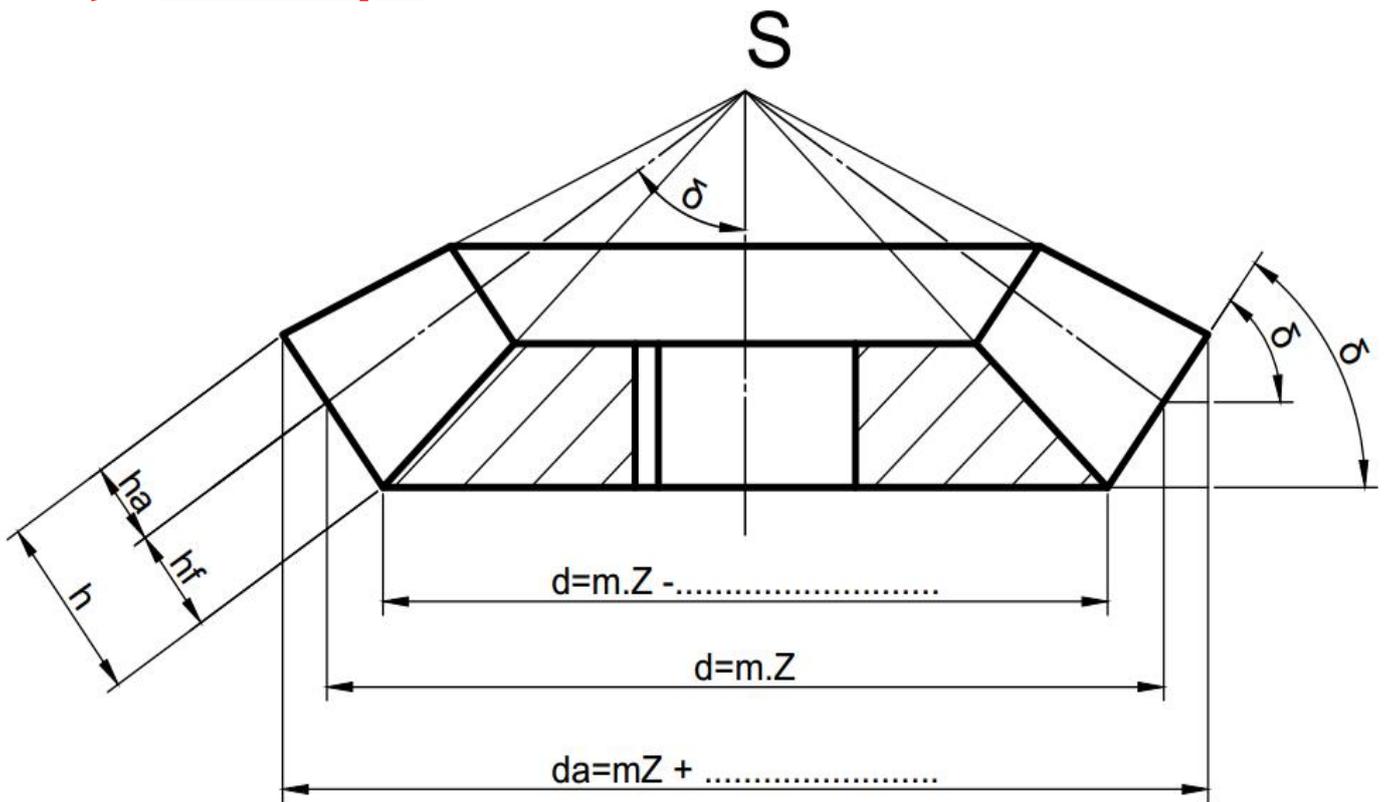


5) Rapport des vitesses

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{\sin \delta_1}{\sin \delta_2} = \tan \delta_1$$

(δ : Cône primitif)

6) Caractéristiques



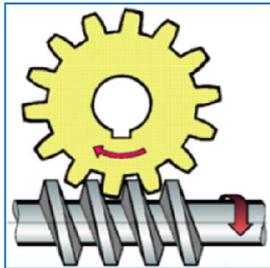
Désignation	Formule	Désignation	Formule
Module	m	Diamètre de tête	$d_{a1} = d_1 + 2m \cos \delta_1$
Nombre de dents	Z	Diamètre de pied	$d_{f1} = d_1 - 2,5m \cos \delta_1$
Angle primitif	$\tan \delta_1 = Z_1/Z_2$	Saillie	$h_a = m$
Diamètre primitif	$d_1 = mZ_1$ et $d_2 = mZ_2$	Creux	$h_f = 1,25m$

VIII Engrenage gauche : le système roue-vis sans fin

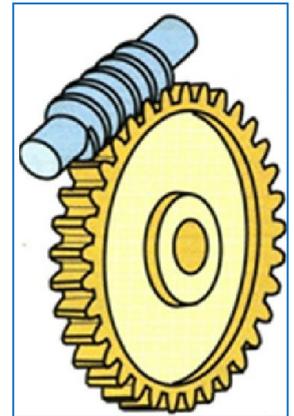
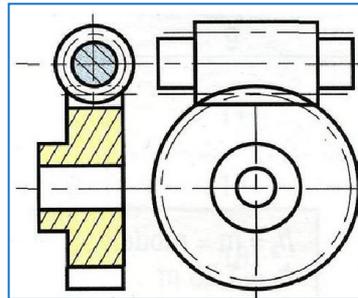
1) Condition d'engrènement :

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

2) Principe:

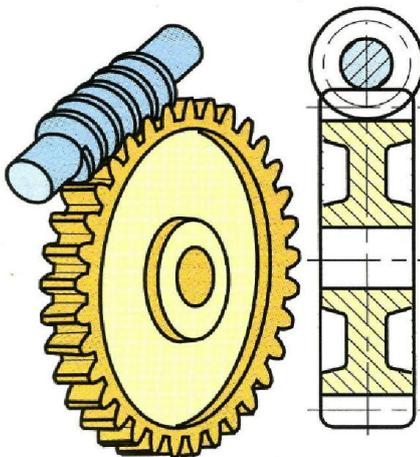


Représentation normalisée

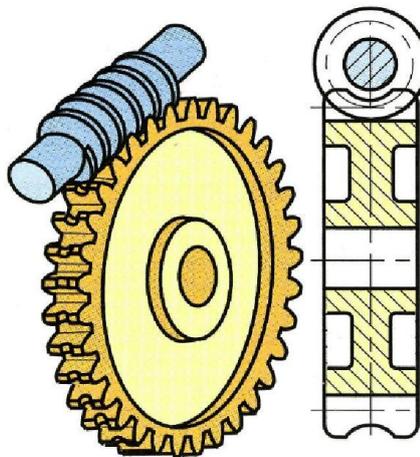


3) Famille de roue et vis sans fin :

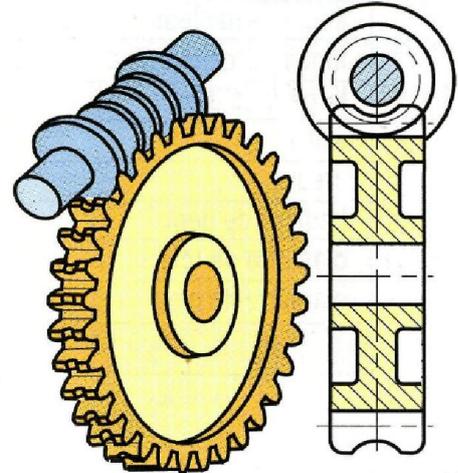
Vis sans fin
avec roue cylindrique



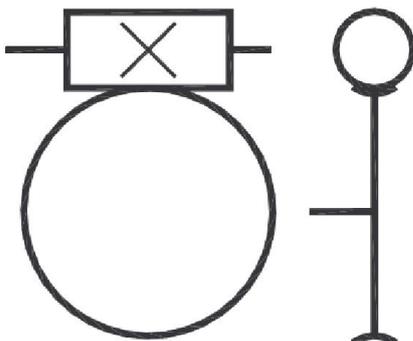
Vis sans fin tangente
avec roue creuse



Vis globique
avec roue creuse



4) Schéma Cinématique



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.

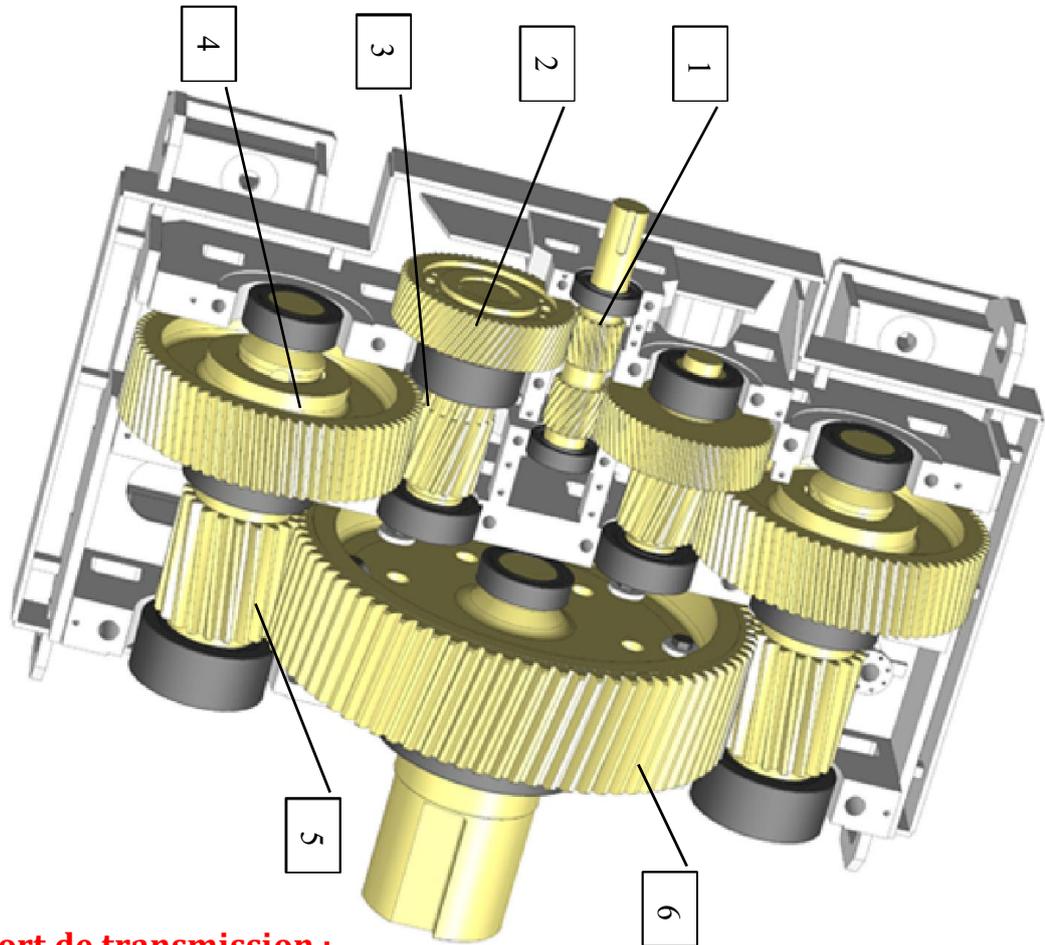
7) Inconvénients

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

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 :

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

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

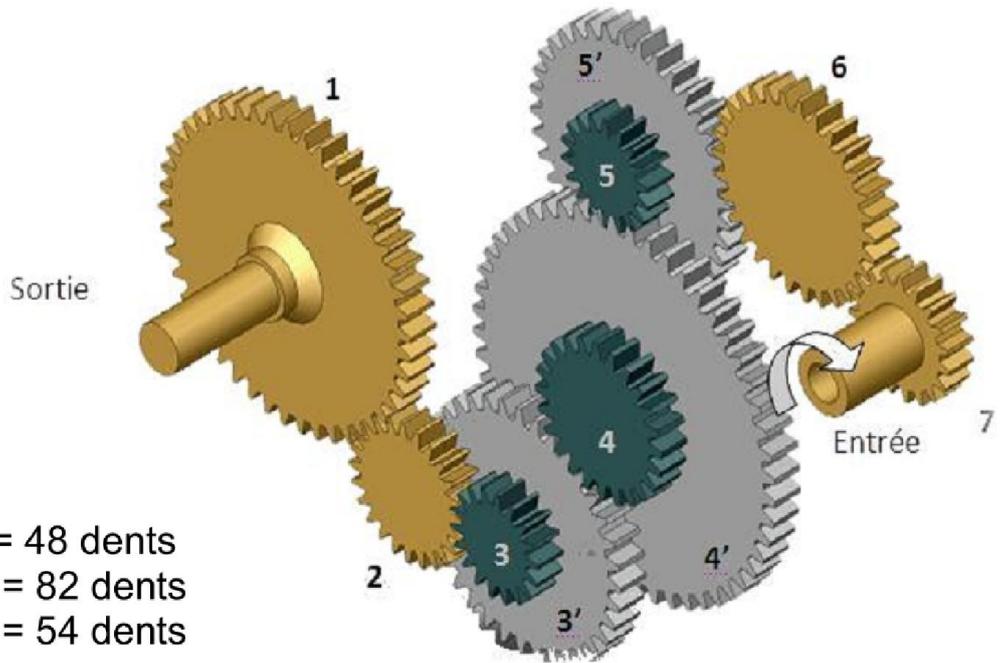
3) Raison du train

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

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

.....

