

## Transmettre l'énergie mécanique

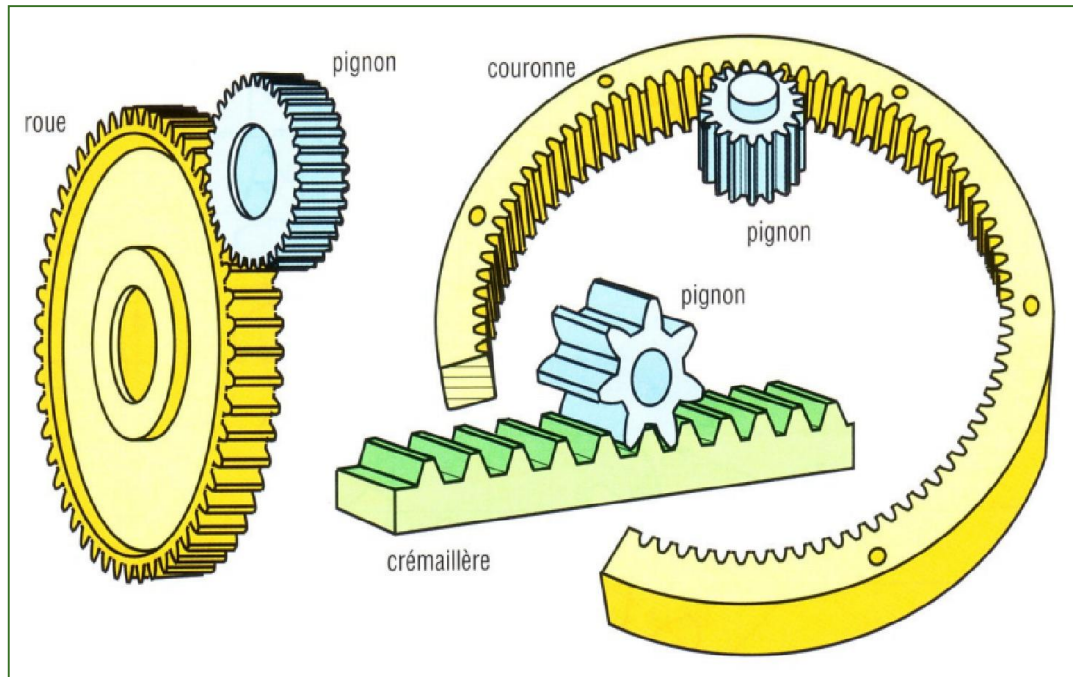
### Engrenages

#### I Fonction :

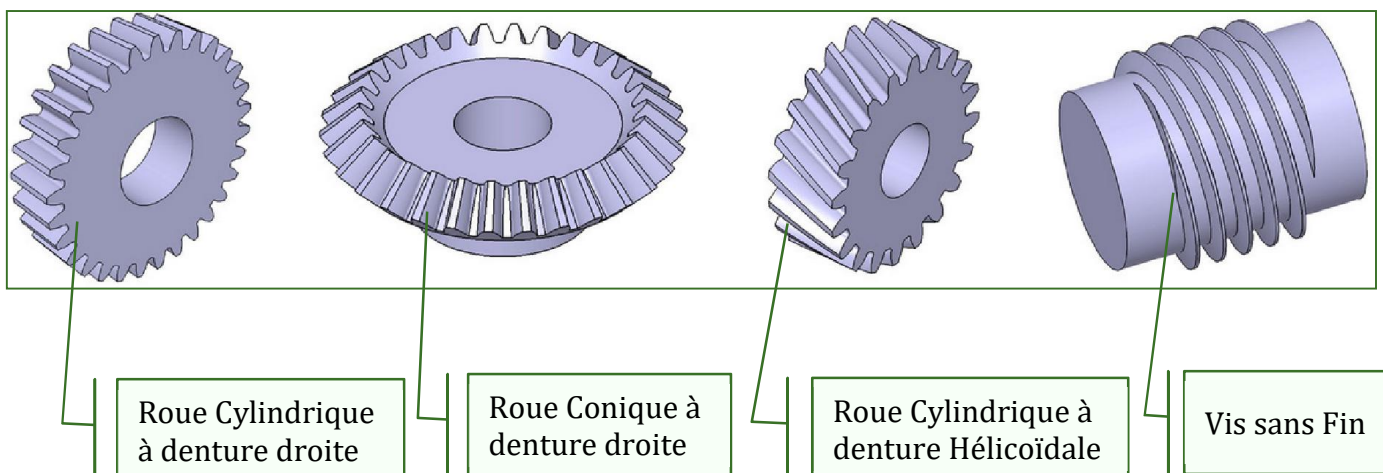
Transmettre un mouvement de rotation par **Obstacle** entre arbres rapprochés

#### 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

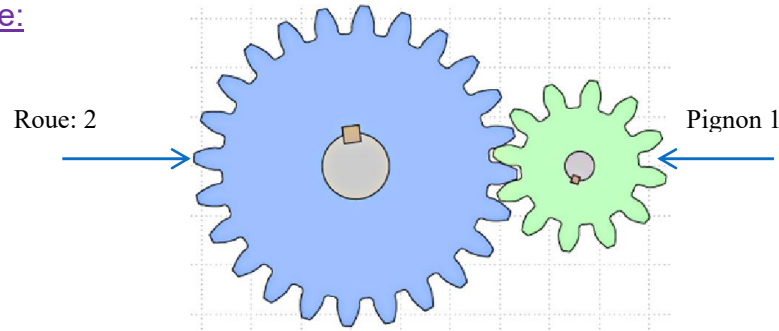
La transmission par denture droite engendre du Bruit et des Vibrations

#### 1) Condition d'engrènement :

Même module (m)

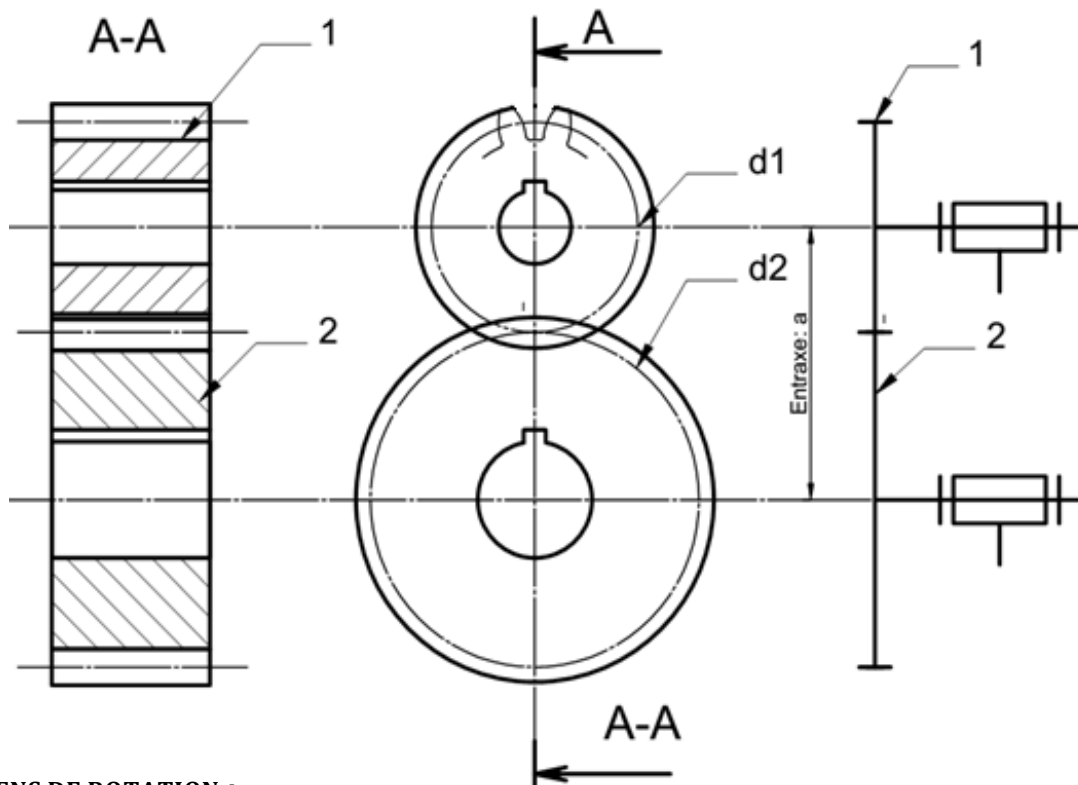
#### 2) Engrenage Extérieur

##### 1) Principe:



##### 2) Représentation graphique

##### 3) Schéma Cinématique



##### □ SENS DE ROTATION :

Les deux roues tournent en sens inverse

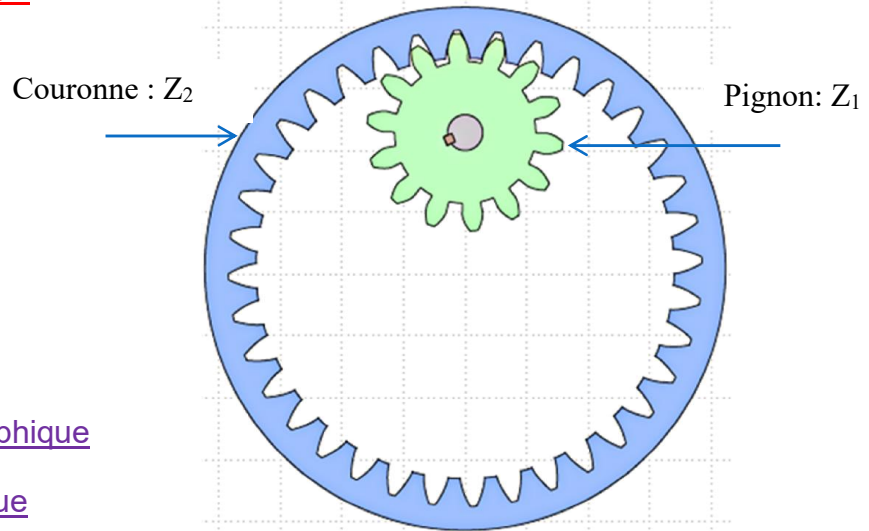
##### □ ENTRAXE :

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

## Transmettre l'énergie mécanique

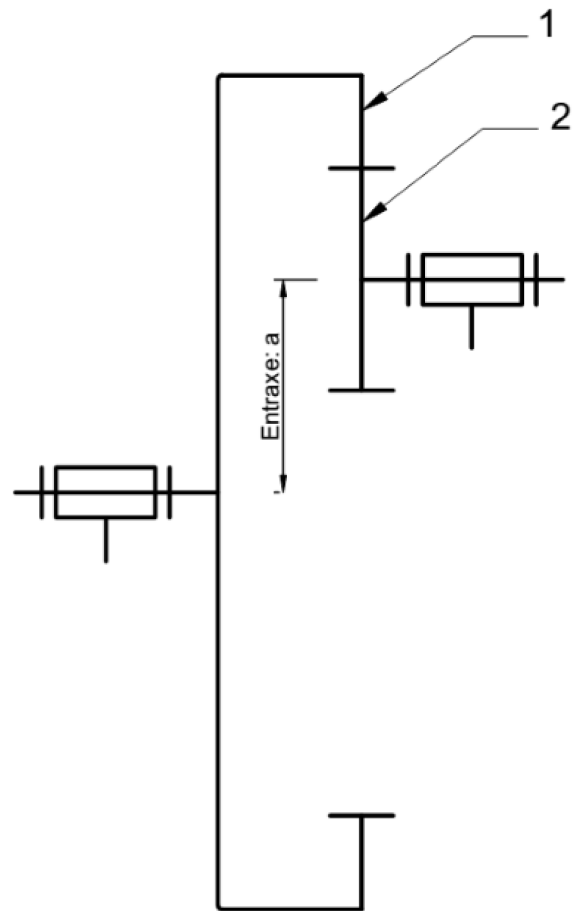
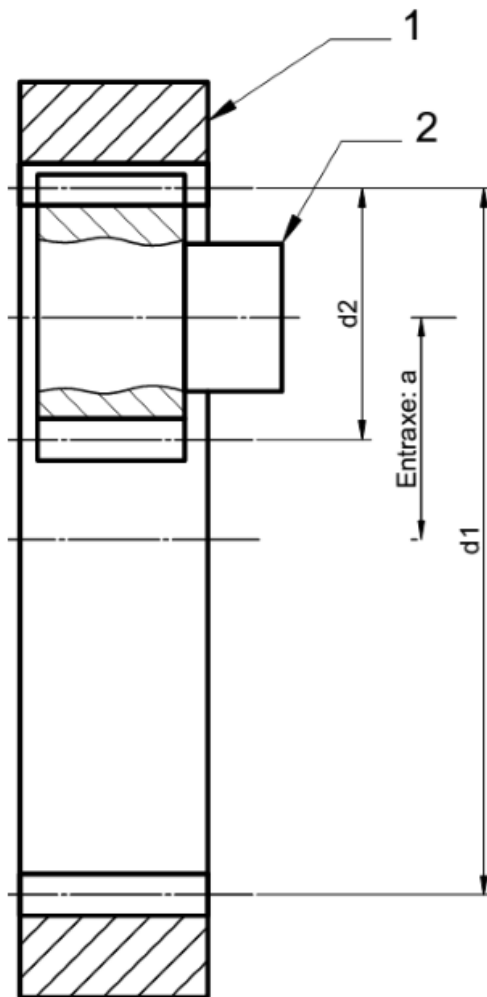
### 3) Engrenage Intérieur

#### 1) Principe:



#### 2) Représentation graphique

#### 3) Schéma Cinématique



#### □ SENS DE ROTATION

Les deux roues tournent dans le même sens

#### □ ENTRAXE :

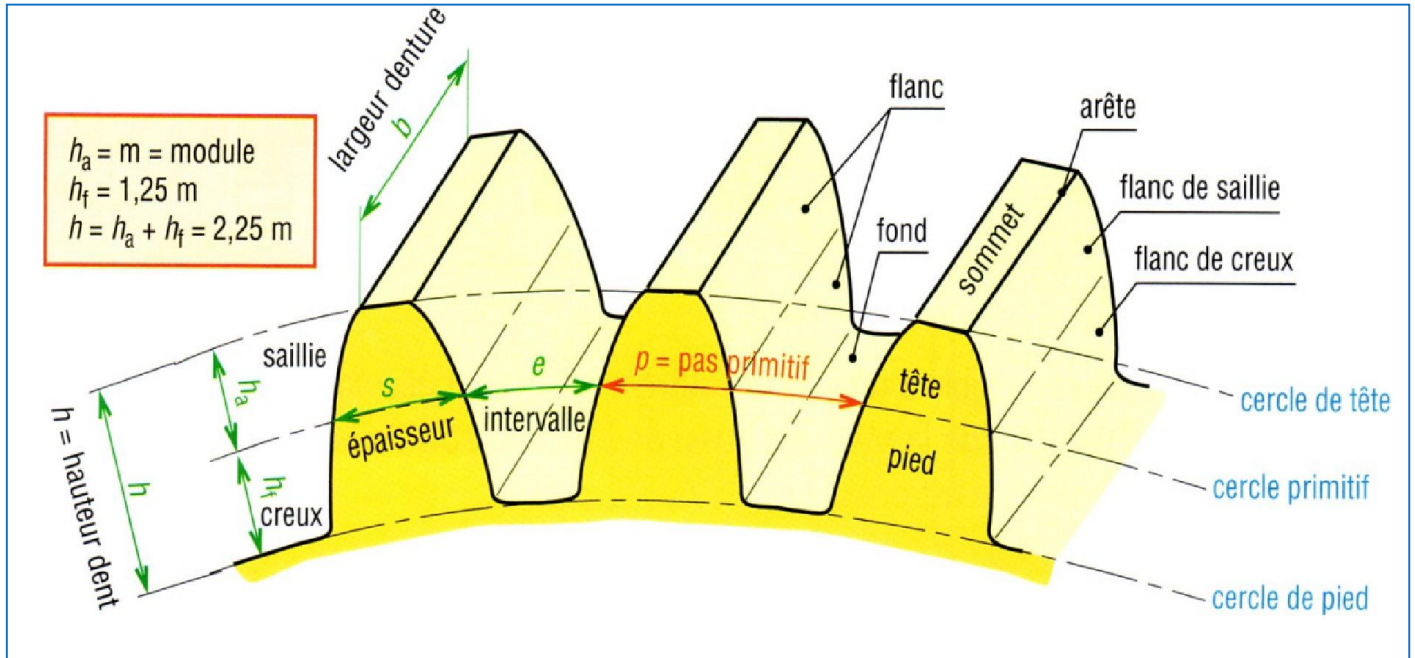
$$a = \frac{d_1 - d_2}{2} = \frac{m(Z_1 - Z_2)}{2}$$

## Transmettre l'énergie mécanique

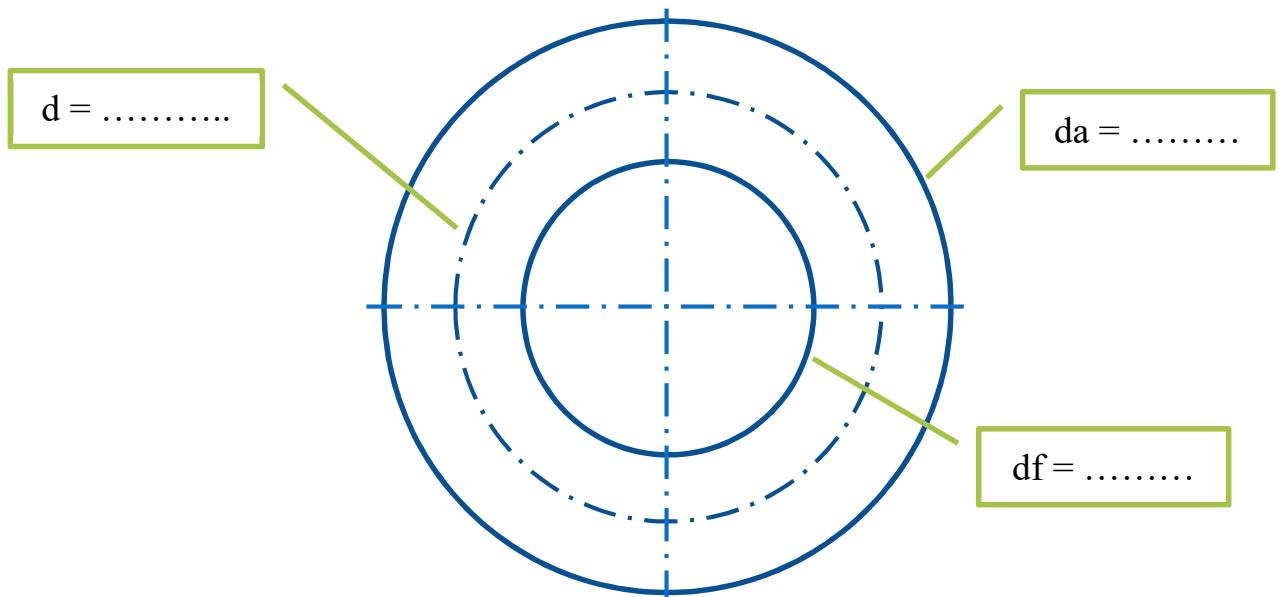
### 4) Rapport de Transmission

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

### 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

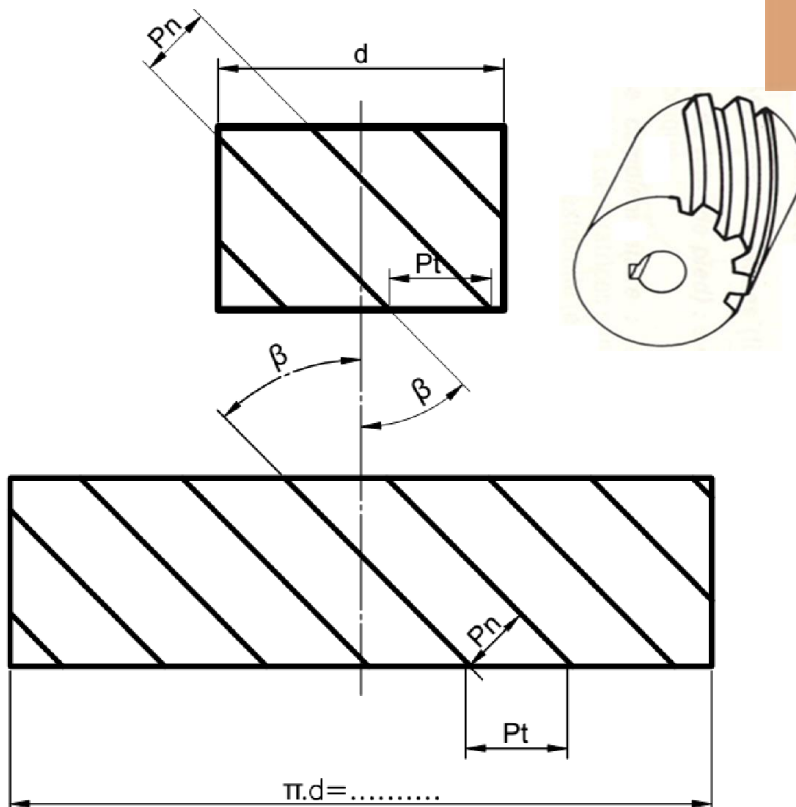
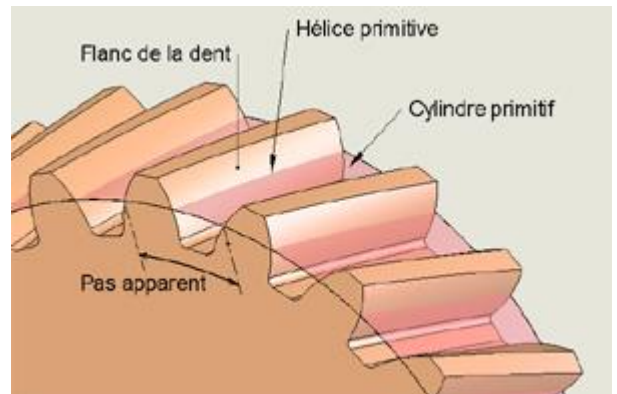
### VI Engrenages cylindriques à denture hélicoïdale

Fonctionnement plus silencieux que celui des engrenages à denture droite

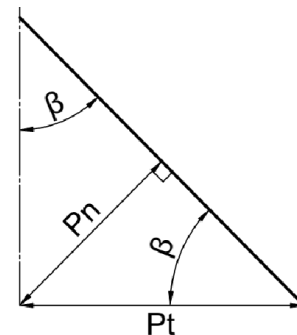
#### 1) Condition d'engrènement :

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

#### 2) Caractéristiques :



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



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	$\beta$ Entre $20^\circ$ et $30^\circ$	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

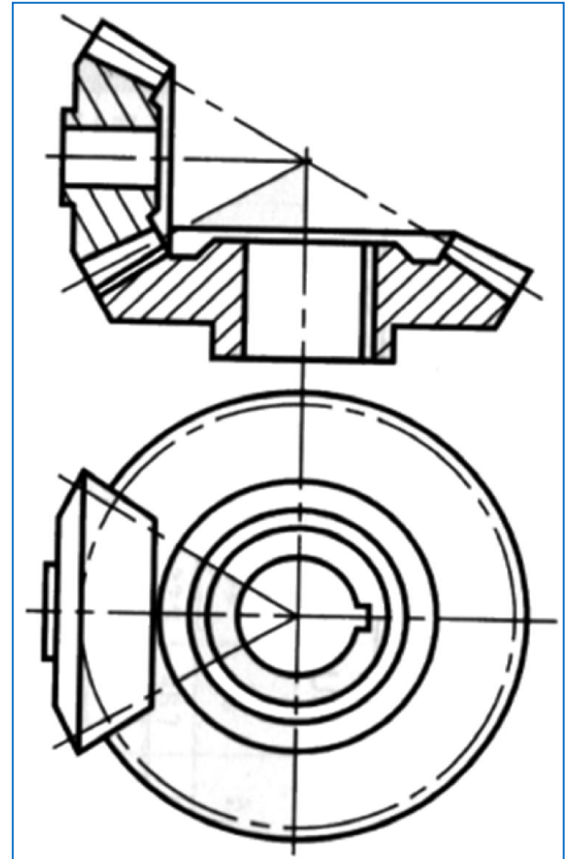
### VII Engrenages coniques.

Transmettre le mouvement entre deux arbres concourants,

#### 1) Condition d'engrènement :

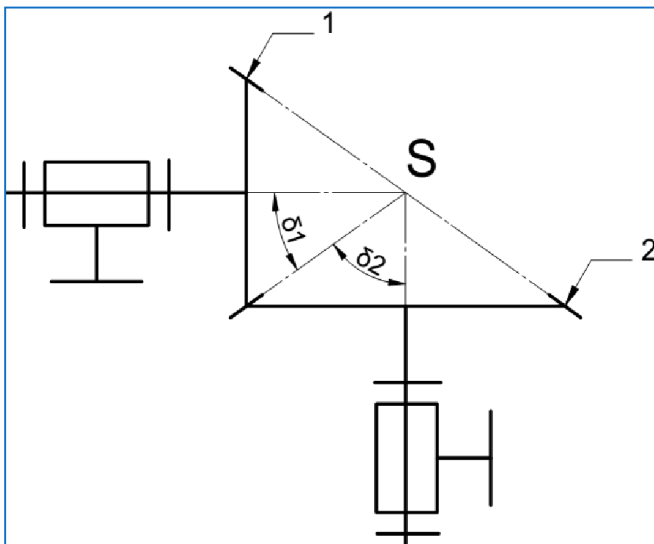
- Même module
- Les sommets des deux cônes soient confondus

#### 2) Principe:



#### 3) Représentation graphique:

#### 4) Schéma Cinématique



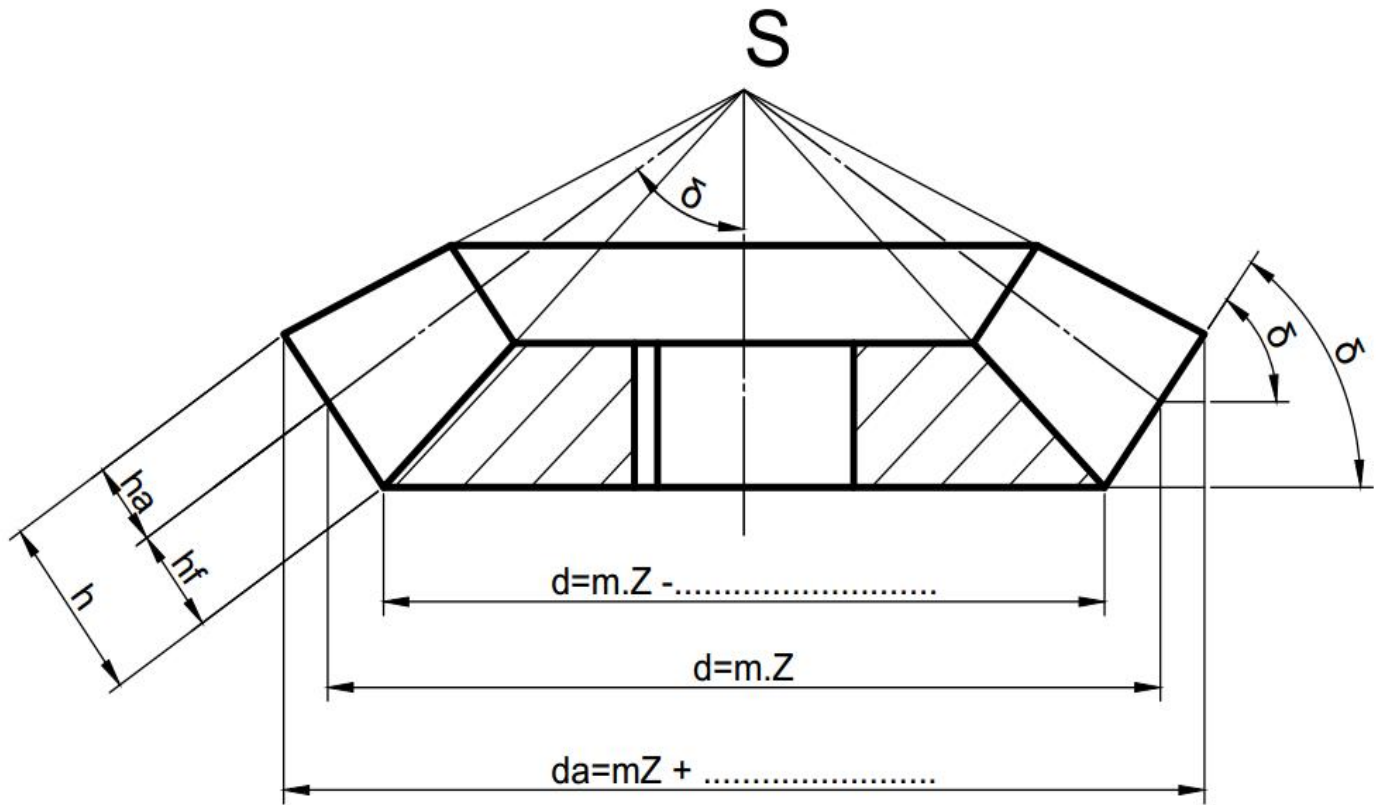
#### 5) Rapport des vitesses

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

( $\delta$ : 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

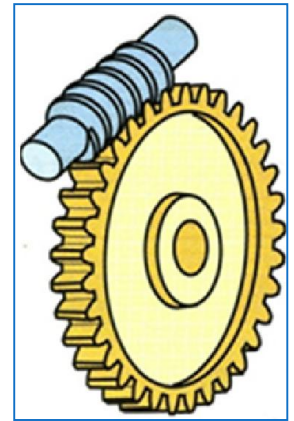
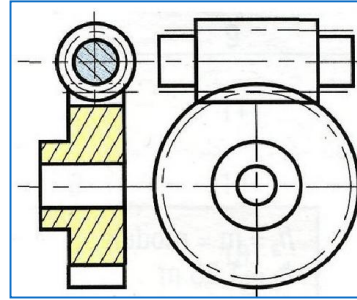
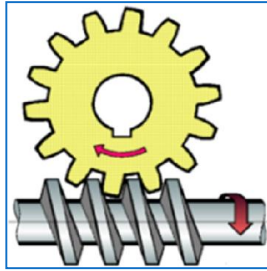
### VIII Engrenage gauche : le système roue-vis sans fin

#### 1) Condition d'engrènement :

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

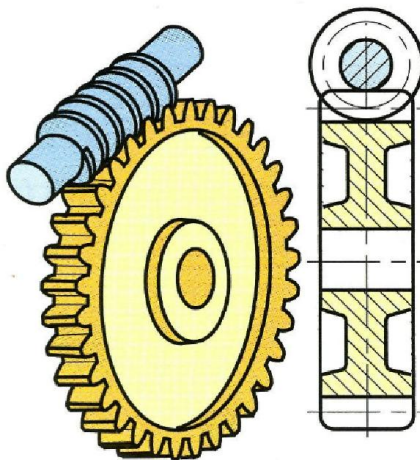
#### 2) Principe:

#### Représentation normalisée

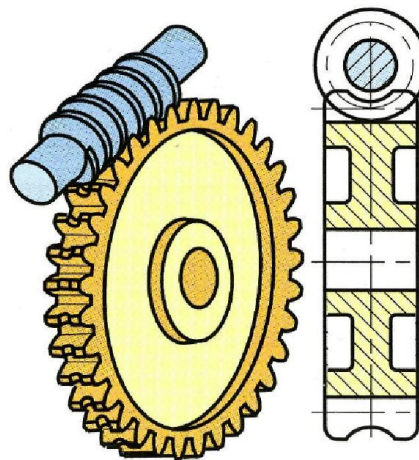


#### 3) Famille de roue et vis sans fin :

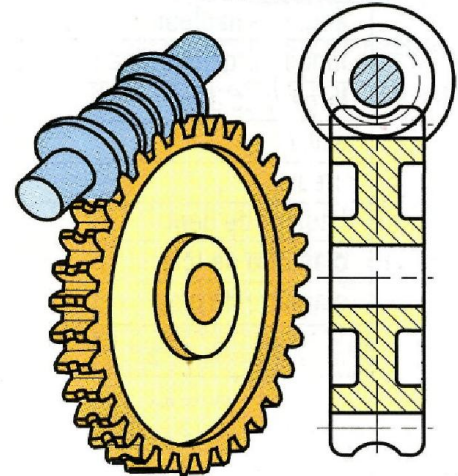
Vis sans fin  
avec roue cylindrique



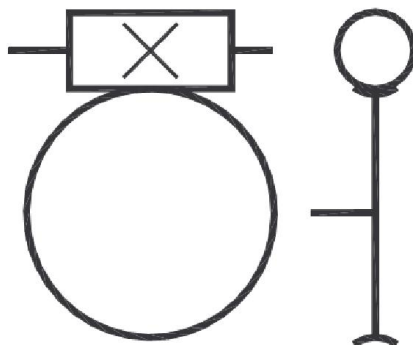
Vis sans fin tangente  
avec roue creuse



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

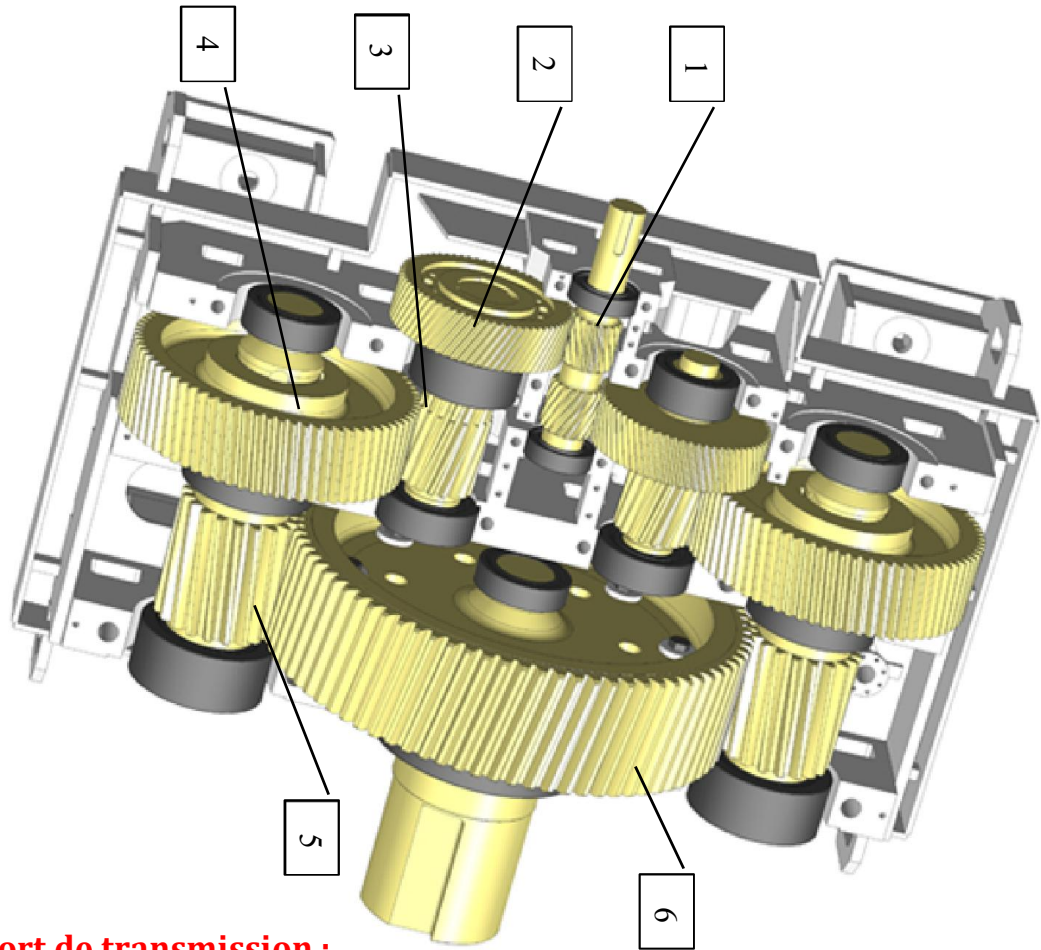
- ❑ Rendement faible (60%) (du fait du frottement)
- ❑ Effort axial important

## 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

Sortie

Entrée

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

3'  
4'  
5'  
6'

= 48 dents  
= 82 dents  
= 54 dents

$$z_7 = 30 \text{ dents}$$

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....