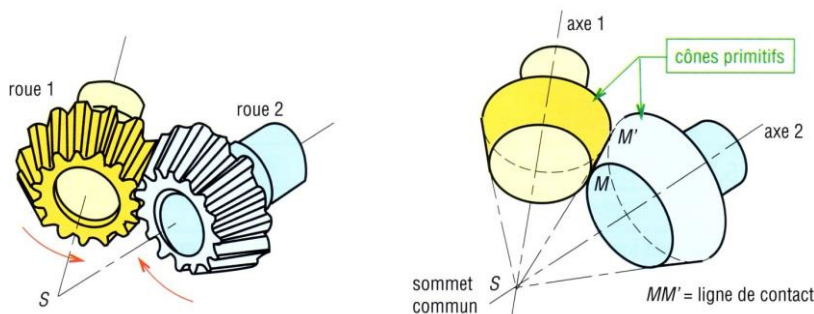


Les engrenages coniques et le train d'engrenages

II.1. Les engrenages coniques

C'est un groupe important utilisé pour transmettre un mouvement entre deux axes non parallèles dont les axes sont concourants. Les axes à 90° sont les plus courants.

Les surfaces primitives ne sont plus des cylindres mais des cônes (cônes primitifs). Les cônes sont tangents sur une ligne MM' et leur sommet commun est le point S . C'est aussi le point d'intersection des axes de rotation des 2 roues.

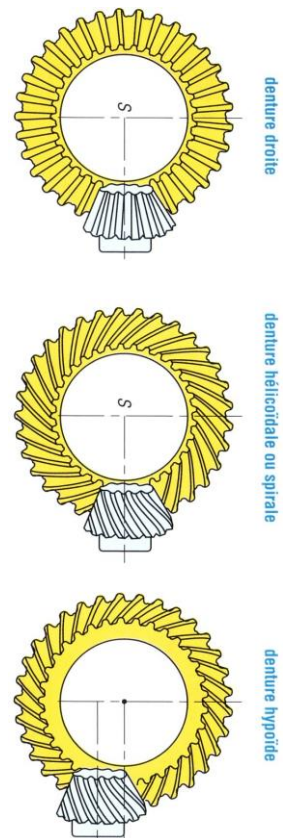


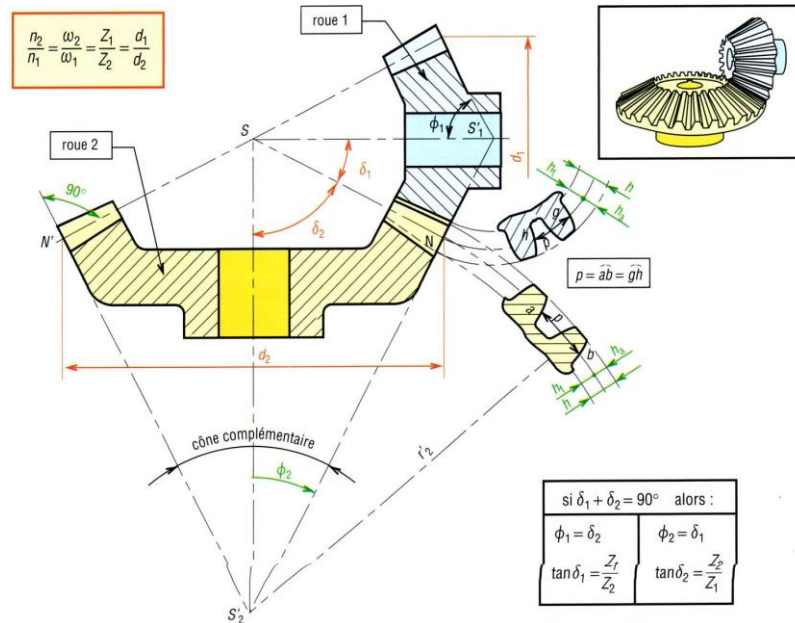
On distingue :

Les engrenages coniques à denture droite : Les plus simples et les plus utilisés. Pour des fréquences de rotation élevées, ils présentent les mêmes inconvénients que les engrenages à denture droite.

Les engrenages coniques à denture spirale : Ils permettent de diminuer les bruits à très grande vitesse et assurent une plus grande progressivité de transmission.

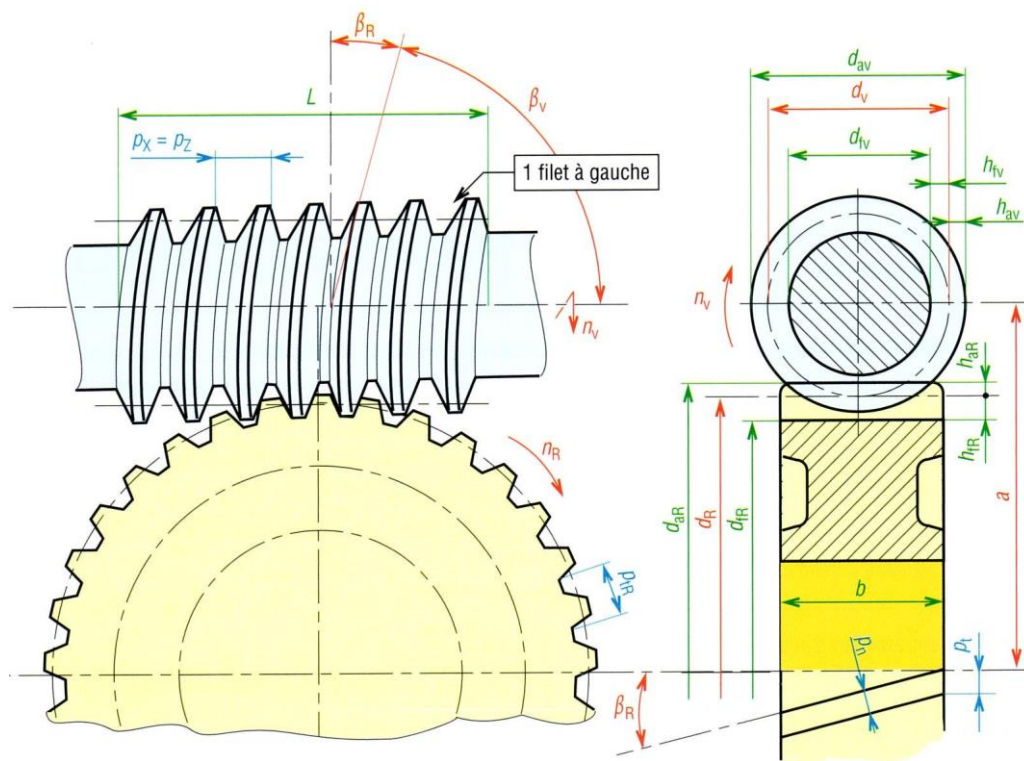
Les engrenages hypoïdes : Les axes de roues sont orthogonaux mais non concourants. Ils constituent une variante complexe des précédents avec les mêmes qualités générales.





II.2. Les engrenages gauches

La transmission du mouvement se fait entre deux arbres orthogonaux. Ces engrenages permettent de grands rapports de réduction (jusqu'à 1/200) et offrent des possibilités d'irréversibilité. Ils constituent les engrenages à l'engrènement le plus silencieux et sans chocs. En contrepartie le glissement et le frottement important provoquent un rendement médiocre.

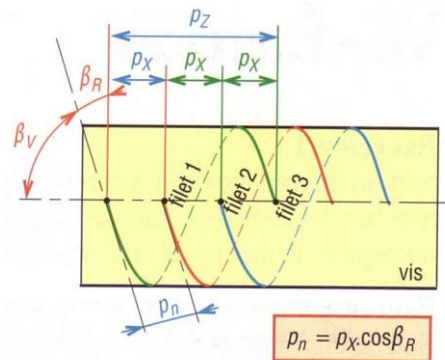
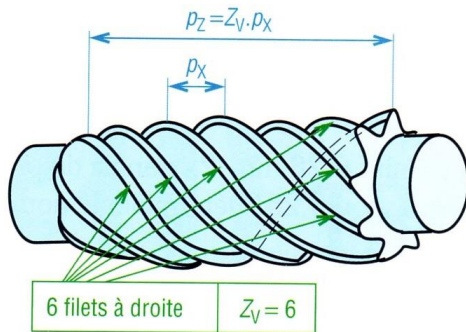


$\frac{n_R}{n_V} = \frac{Z_V}{Z_R}$	$\frac{n_R}{n_V} \neq \frac{d_V}{d_R}$	$\beta_V + \beta_R = 90^\circ$	$a = \frac{m_n}{2} \left(\frac{Z_V}{\sin \beta_R} + \frac{Z_R}{\cos \beta_R} \right)$	$p_{tR} = p_x$ $p_n = p_{nV} = p_{nR}$
-------------------------------------	--	--------------------------------	--	---

❑ Caractéristiques cinématiques et géométriques

Les caractéristiques de la roue sont celles d'une roue dentée à denture hélicoïdale. Le paramètre Z_v représente le nombre de filets de la vis (de 1 à 8 filets, parfois plus).

Le pas axial P_x mesure la distance (suivant l'axe) entre 2 filets consécutifs de la vis. Le pas de l'hélice P_z représente le pas du filet ou d'un des filets de la vis. ($P_z = Z_v \cdot P_x$ et $\tan \beta_R = P_z / \pi d_v$).



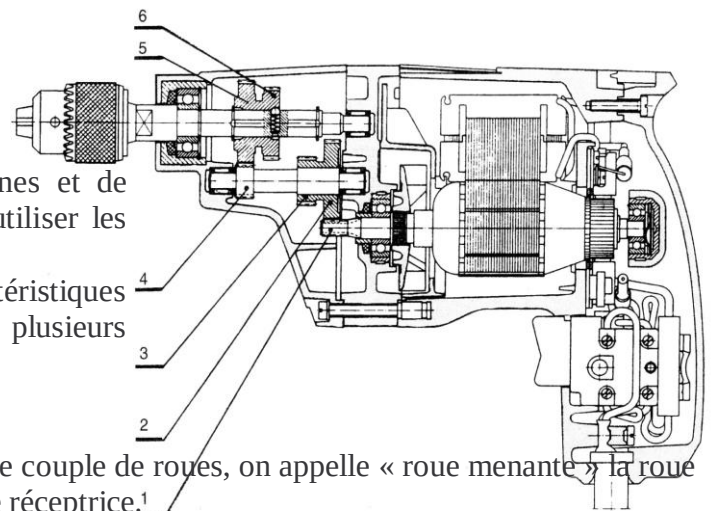
III. TRAINS D'ENGRENAGES

III.1 Définitions :

Présents dans une grande quantité de machines et de mécanismes, les trains d'engrenages peuvent utiliser les différentes roues dentées vues précédemment.

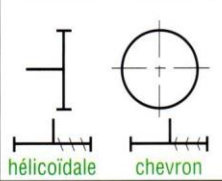
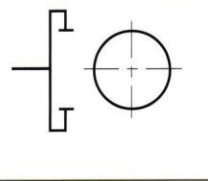
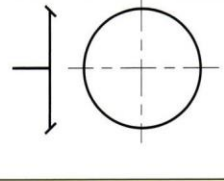
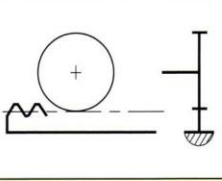
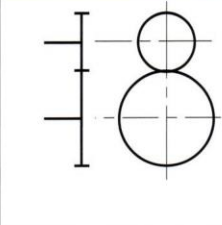
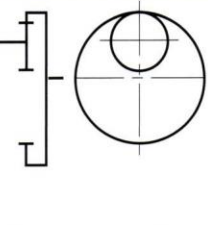
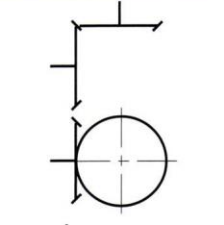
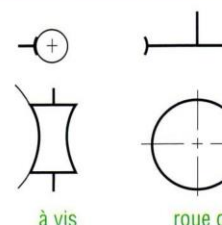
Ils ont pour vocation de transformer les caractéristiques du mouvement de l'arbre moteur en un ou plusieurs mouvements sur le ou les arbres de sortie.

Remarque : D'une manière générale dans chaque couple de roues, on appelle « roue menante » la roue dentée motrice et « roue menée » la roue dentée réceptrice.¹



❑ Schématisation

La schématisation normalisée proposée ci-dessous permet de représenter les engrenages de manière schématique dans les chaînes cinématiques usuelles.

Schémas cinématiques (normalisation)			
			
roue extérieure	roue intérieure	roue conique	roue et crémaillère
			
denture extérieure	denture intérieure	spirale	à vis globique
engrenages droits		engrenages coniques	roue creuse vis tangente

1. Schémas cinématiques des différents types d'engrenages.

□ Rapport de transmission

Le rapport de transmission (i) d'un train d'engrenage exprime le rapport entre la fréquence de rotation de l'arbre de sortie et celle de l'arbre d'entrée.

$$\text{Rapport de transmission} : i = \frac{m_s}{m_e}$$

- ω_e est la fréquence de rotation de l'arbre d'entrée exprimée en rad/s.
- ω_s est la fréquence de rotation de l'arbre de sortie exprimée en rad/s.

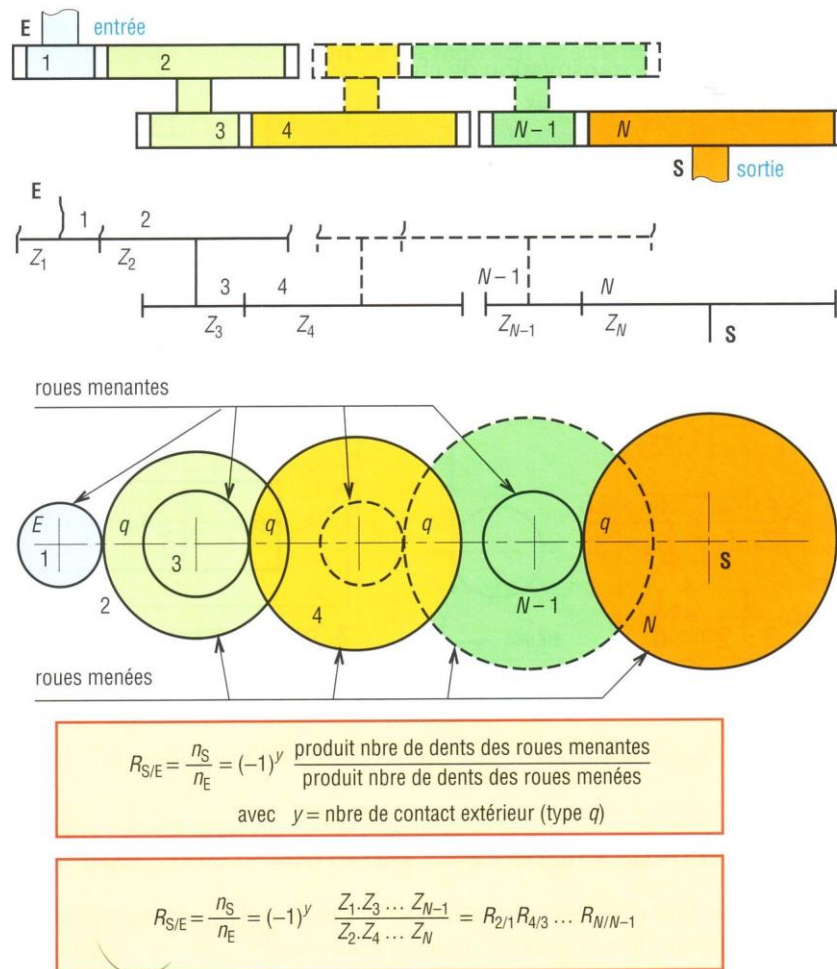
□ Raison du train d'engrenage

La raison (r) d'un train d'engrenage exprime le rapport entre le produit du nombre de dents des roues menées et le produit du nombre de dents des roues menantes.

$$\text{Raison du train} : r = (-1)^y \frac{\prod.(Z_{\text{menantes}})}{\prod.(Z_{\text{menées}})}$$

l'arbre d'entrée.

- y exprime le nombre de contacts extérieurs.
- $(-1)^y$ permet de savoir si il y a inversion du sens de rotation de

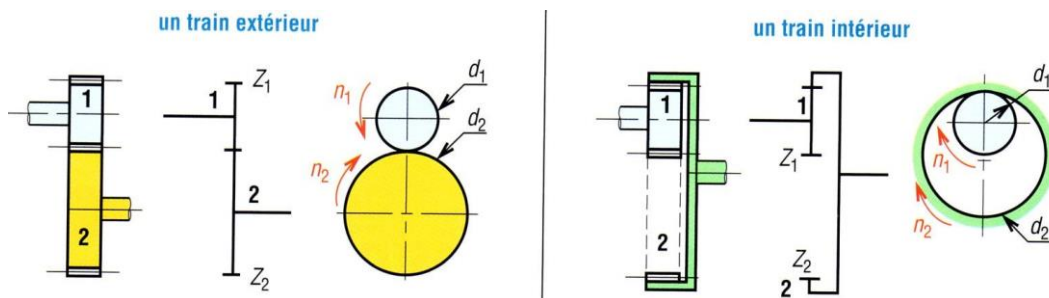


Remarque : Dans un train simple, la raison du train (r) est égale au rapport de transmission (i) de ce même train.

$$i = r$$

III.2 Applications :

□ Train à un engrenage



Données : $n_1 = 1500 \text{ tr/mn}$, $Z_1 = 15 \text{ dents}$, $Z_2 = 30 \text{ dents}$



Déterminer le rapport de transmission $R_{2/1}$ ainsi que la fréquence de rotation de l'arbre de sortie n_2 :

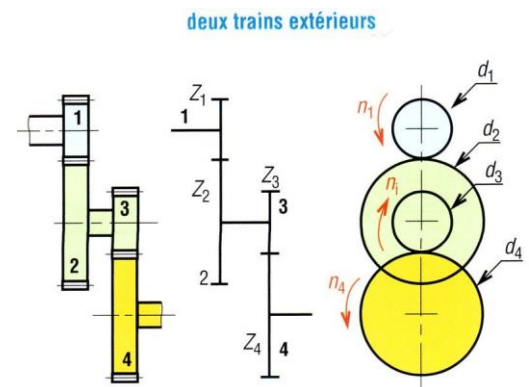
□ Train à deux engrenages

On ajoute en série un couple de dents extérieures

Données : $n_1 = 1500 \text{ tr/mn}$, $Z_1 = 15 \text{ dents}$, $Z_2 = 30 \text{ dents}$, $Z_3 = 17 \text{ dents}$, $Z_4 = 51 \text{ dents}$



Déterminer le rapport de transmission $R_{4/1}$ ainsi que la fréquence de rotation de l'arbre de sortie n_4 :



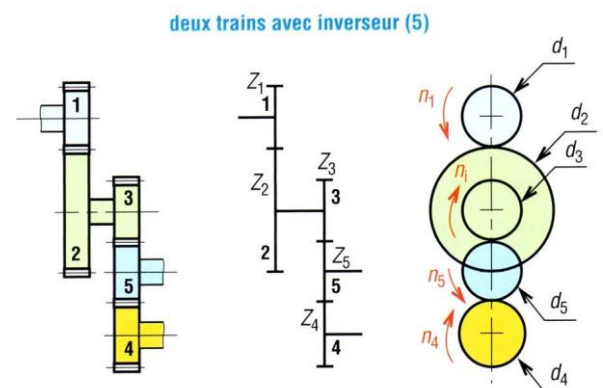
□ Train à deux engrenages plus roue d'inversion

Si on intercale une roue supplémentaire 5 entre 3 et 4, la roue introduite modifie le sens de rotation final sans modifier le rapport global de transmission.

Données : $n_1 = 1500 \text{ tr/mn}$, $Z_1 = 15 \text{ dents}$, $Z_2 = 30 \text{ dents}$, $Z_3 = 17 \text{ dents}$, $Z_4 = 51 \text{ dents}$, $Z_5 = 20 \text{ dents}$



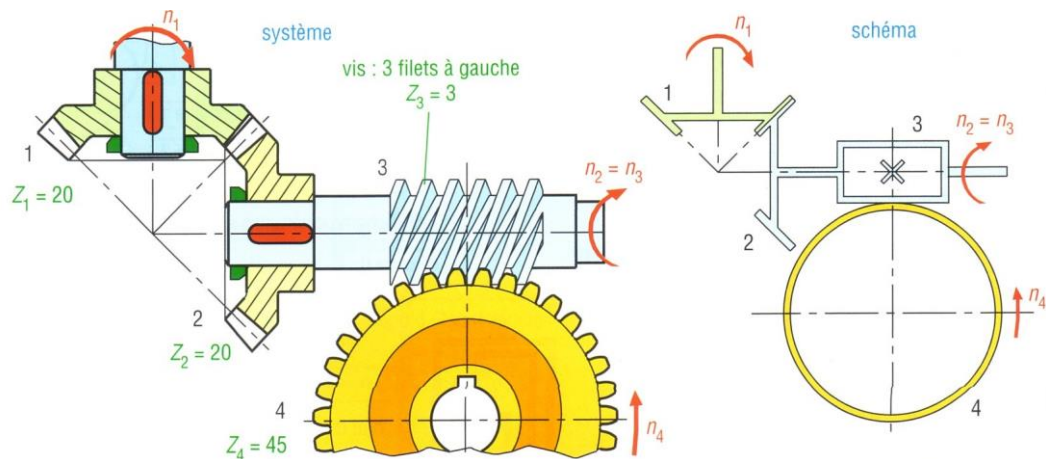
Déterminer le rapport de



transmission $R_{4/1}$ ainsi
que la fréquence de
rotation de l'arbre de
sortie n_4

□ Train à engrenage conique et système roue vis sans fin'inversion

Le réducteur ci-dessous est composé d'un renvoi d'angle et d'un système roue et vis.



Données : $n_1=1500$ tr/mn, $Z_1=20$ dents, $Z_2=20$ dents, $Z_3=3$ filets, $Z_4=45$ dents.

✎ Déterminer le rapport de transmission $R_{4/1}$ ainsi que la fréquence de rotation de l'arbre de sortie n_4 .