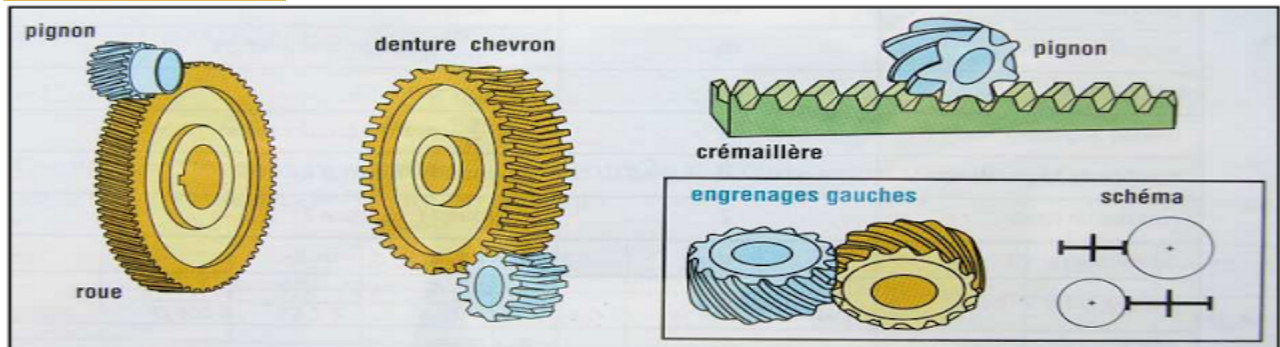


## IV. Engrenages droits à denture hélicoïdale

### 4.1 Généralités

- Ils transmettent le mouvement entre deux arbres parallèles;
- L'angle d'inclinaison de la denture ou angle d'hélice  $\beta$ , est le même pour les deux roues mais en sens inverse.



### 4.2 Comparaison avec engrenages à denture droite

#### – Avantages :

- Transmission plus souple, plus progressive et moins bruyante (plus l'angle d'hélice  $\beta$  est élevé, plus c'est vrai).
- 2,3 ou 4 couples de dents toujours en prise; transmission d'efforts importants à vitesses élevées.
- Réalisation facile d'un entraxe imposé en faisant varier l'angle d'hélice  $\beta$ .

#### – Inconvénients :

- Force axiale générée par l'angle d'hélice et rendement un peu moins bon.
- Utilisation comme engrenage mobile (baladeur) impossible; les engrenages doivent toujours rester en prise.

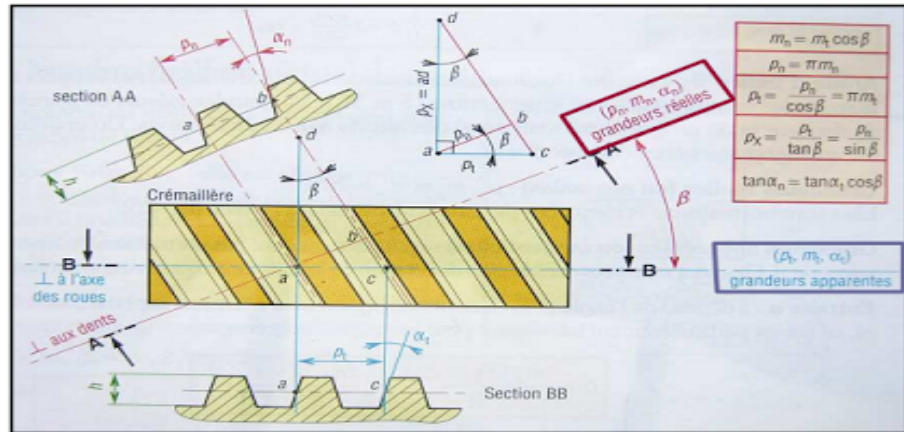
### 4.3 Angle d'hélice $\beta$

- L'angle d'hélice  $\beta$  mesure l'inclinaison de la denture par rapport à l'axe de la roue (valeurs usuelles entre 15° et 30°).
- Entraxe  $a$  :

$$a = \frac{m_n \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cos \beta} \quad (mm)$$

$$a = \frac{m_t \cdot (Z_1 + Z_2)}{2} \quad (mm)$$

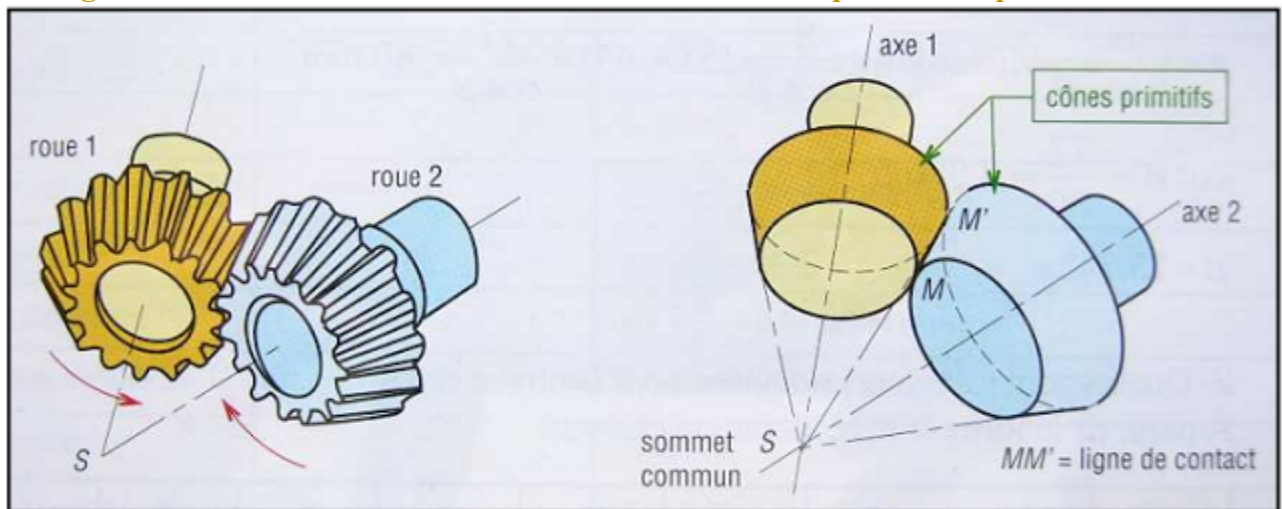
$Z$  : nombre de dents  
 $m_n$  : module réel (mm)  
 $m_t$  : module apparent (mm)  
 $\beta$  : angle d'hélice



## V. Engrenages coniques ou à axes concourants

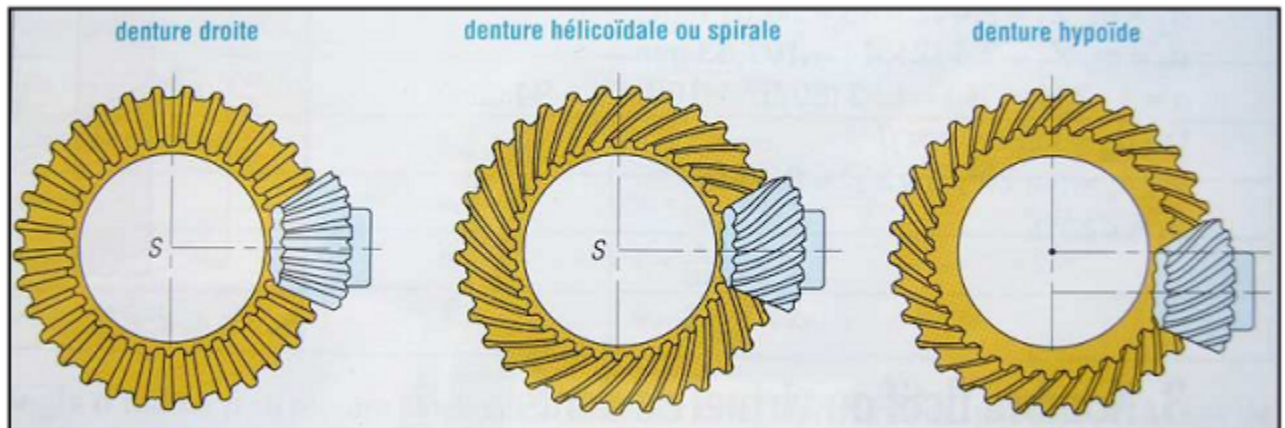
### 5.1 Généralités

- Permet de transmettre le mouvement entre deux arbres dont les axes sont concourants.
- Les surfaces primitives ne sont plus des cylindres mais des cônes qui sont tangents sur une ligne de contact  $MM'$  et avec un sommet commun correspondant au point  $S$ .



### 5.2 Principaux types

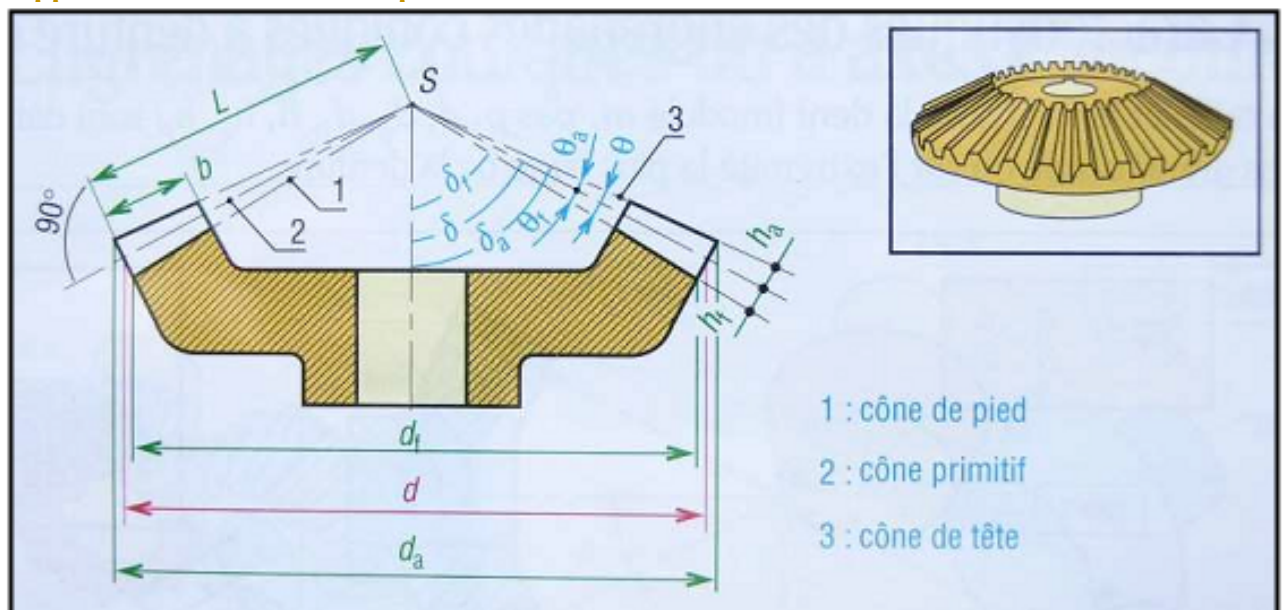
- À denture droite : idem aux engrenages cylindriques.
- À denture hélicoïdale ou spirale : plus progressif et moins de bruit, angle typique de  $35^\circ$ .
- Engrenages hypoides : variante complexe des précédents, axes des roues orthogonaux mais non concourants, frottement élevé.



### 5.3 Principaux paramètres

– Les équations vues pour les engrenages cylindriques droits s’appliquent de la même manière.

– On parle ici de cônes plutôt que de cylindres ou de cercles et quelques angles supplémentaires sont définis pour caractériser la relation entre les axes des deux roues.



## VI. Engrenages roues et vis sans fin

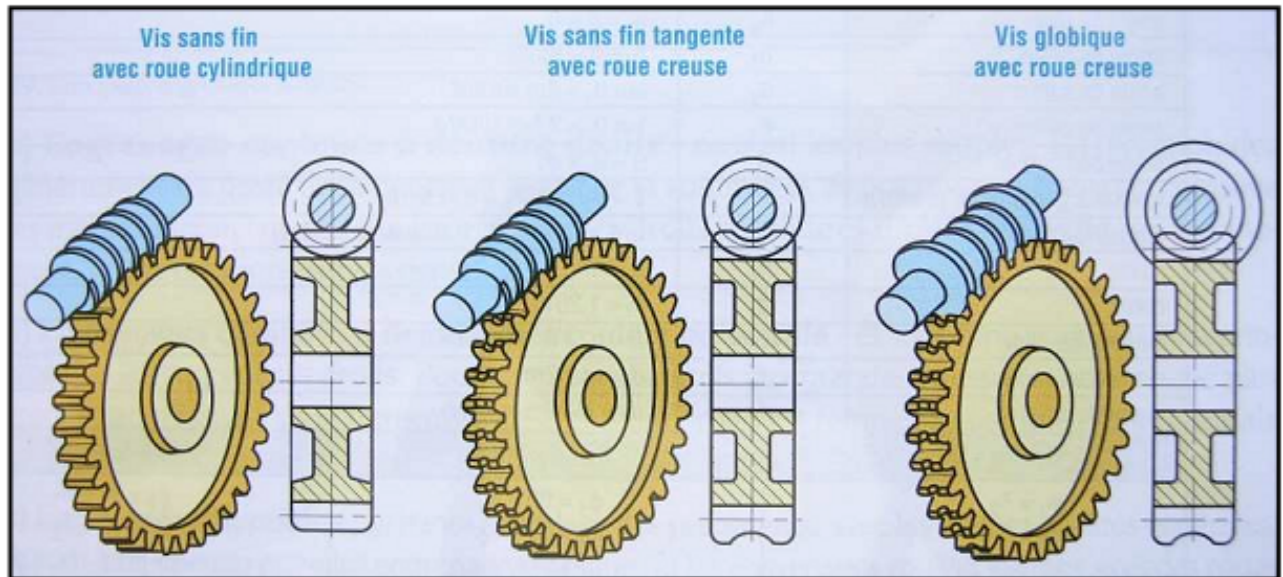
### 6.1 Généralités

– La transmission s’effectue entre deux arbres orthogonaux.

– Il permettent de grands rapports de réduction (jusqu’à 1/200) et offrent des

possibilités d'irréversibilité.

– Ils donnent l'engrènement le plus doux et silencieux mais le frottement important entraîne un rendement médiocre.



## 6.2 Formules de base

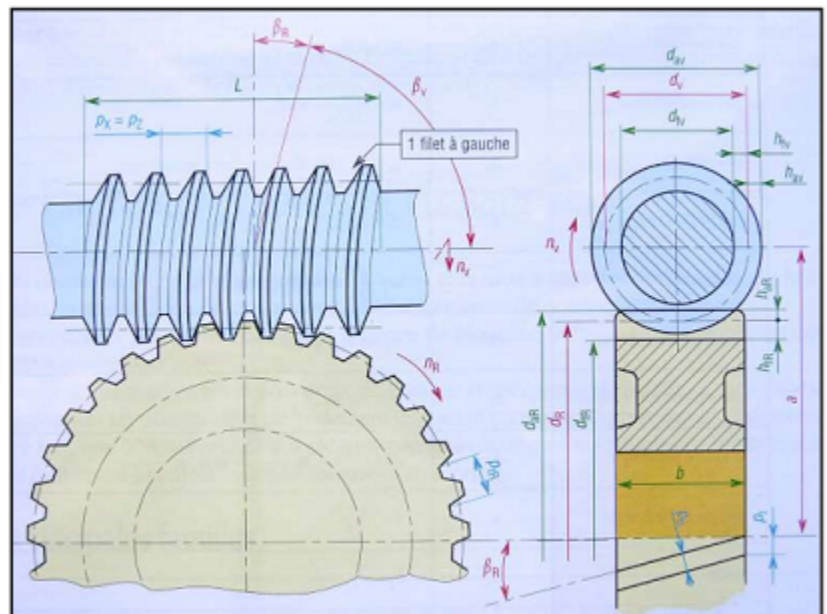
– Différence principale au niveau du calcul de l'entraxe a.

$$\frac{n_R}{n_V} = \frac{Z_V}{Z_R} = \frac{T_V}{T_R}$$

$$\frac{n_R}{n_V} \neq \frac{d_V}{d_R}$$

$$a = \frac{m_n}{2} \left( \frac{Z_V}{\sin \beta_R} + \frac{Z_R}{\cos \beta_R} \right) \text{ (mm)}$$

$Z_V$  : nb. de filets de la vis  
 $m_n$  : module réel (mm)  
 $\beta_R$  : angle d'hélice de la roue  
 Autres paramètres comme précédemment



## VII. Qualité des engrenages

### Classes de précision

– Classe 1 à 4 : Précision exceptionnelle et grandes vitesses ( $V > 30$  m/s).

Engrenages étalons, turbines.

– Classe 5 et 6 : Denture rectifiée ou rasée, vitesses élevées ( $V < 20$  m/s).

Appareil de mesure, turbine, automobiles, machine outils.

– Classe 7 : Denture taillée et rectifiée, bonne qualité en mécanique – Classe 7 : Denture taillée et rectifiée, bonne qualité en mécanique générale, vitesses ( $V < 10$  m/s).

Manutention, machines outils, automobiles, machines de bureau.

– Classe 8 et 9 : Qualité courante pour roues trempées non rectifiées, vitesses ( $V < 7$  m/s).

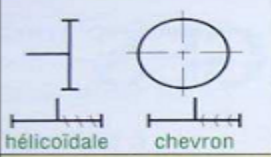
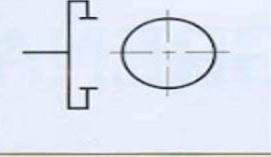
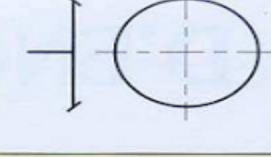
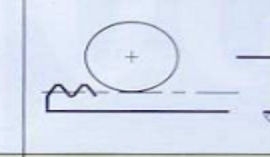
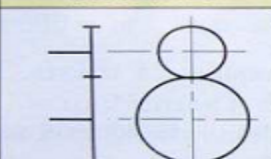

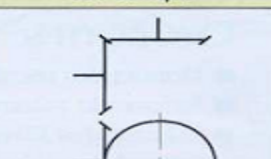
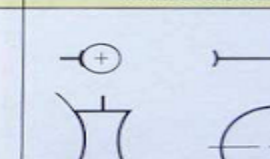
– Classe 10 : Procédés usuels de fabrication, incluant engrenages en plastique.

– Classe 11 et 12 : Engrenages lents ( $V < 2$  m/s) et/ou à gros modules.

## VII. Trains d'engrenages

### 8.1 Schématisations

– Représentation normalisée des engrenages usuels.

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