

ENGRENAGES DROITS A DENTURE HELICOIDALE

Ils transmettent le mouvement entre deux arbres dont leurs axes sont parallèles. L'angle d'inclinaison de la denture (l'angle d'hélice) est le même pour les deux roues, mais de sens inverse.

Pour que deux roues dentées puissent engrainer, il faut qu'elles aient :

- Le même module
- Le même angle d'hélice β
- Les hélices doivent être de sens opposés.

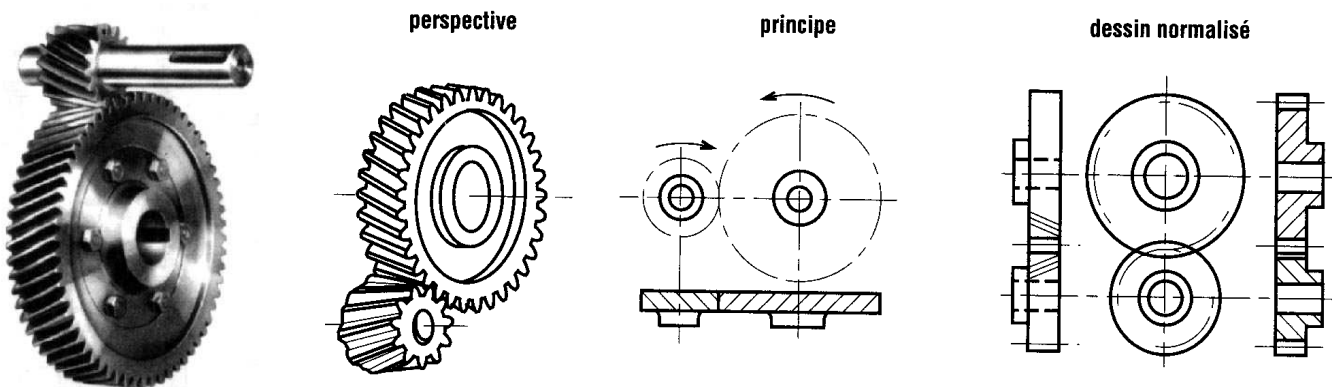


Figure 1

I. AVANTAGES ET INCONVENIENTS PAR RAPPORT A LA DENTURE DROITE

Avantages :

- La transmission du couple est plus souple, plus progressive et moins bruyante
- La transmission d'efforts importants à vitesse élevée.

Inconvénients :

- Efforts supplémentaires dus à l'angle d'hélice (force axiale sur les paliers) avec un rendement un peu moins bon
- L'utilisation est impossible sous forme de baladeur.

II. DEFINITION ET CARACTERISTIQUES

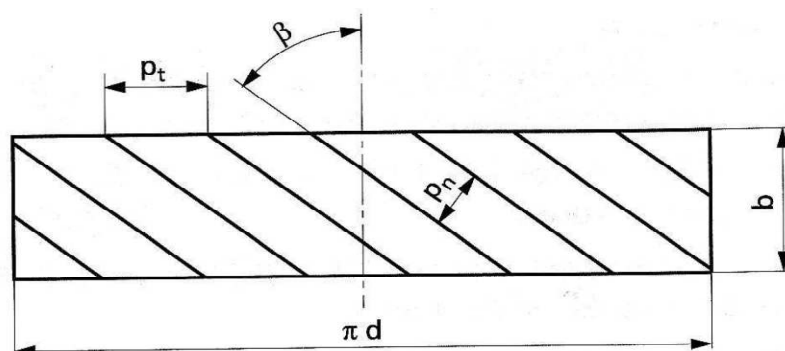


Figure 2

2.1 DEFINITION

Angle d'hélice β : il mesure l'inclinaison de la denture, ou de l'hélice, par rapport à l'axe de la roue ; les valeurs usuelles se situent entre 15 et 30°. De grandes valeurs de β amènent plus de douceur et de progressivité mais aussi des efforts axiaux plus grands. Un engrenage droit est un engrenage hélicoïdal avec $\beta = 0^\circ$.

Grandeurs réelles (ou normales) : p_n, m_n et α_n ($=20^\circ$)

Elles sont normalisées et mesurées perpendiculairement à l'hélice.

Grandeurs apparentes (ou tangentielles) : p_t, m_t et α_t ne sont pas normalisées et dépendent de la valeur de β .

Entraxe a : c'est la distance entre les axes des deux roues.

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m_t}{2} (Z_1 + Z_2) = \frac{m_n}{2 \cdot \cos \beta} (Z_1 + Z_2)$$

2.2 CARACTERISTIQUES

Module réel m_n	Le module normalisé m_n est déterminé par calcul de résistance des matériaux et choisi dans le tableau des modules normalisés.
Module apparent m_t	$m_t = m_n / \cos \beta$
Pas apparent p_t	$p_t = \pi \cdot m_t$
Pas réel p_n	$p_n = \pi m_n$
Nombre de dents Z	Donné par le rapport $(Z_1/Z_2) = (N_2/N_1)$
Diamètre primitif d	$d = m_t \cdot Z$
Saillie ha	$ha = m_n$
Creux hf	$hf = 1,25m_n$
Hauteur de la dent h	$h = 2,25m_n$
Diamètre de tête d_a	$d_a = d + 2m_n$
Diamètre de pied d_f	$d_f = d - 2,5m_n$
Angle d'hélice β	$15^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$
Entraxe a	$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m_t}{2} (Z_1 + Z_2) = \frac{m_n}{2 \cdot \cos \beta} (Z_1 + Z_2)$
Largeur de denture b	$b = K \cdot m_n$

III. DETERMINATION DES EFFORTS

Hypothèses : Frottements négligés, un couple de dents en prise.

La force **F** sur la dent se décompose en une composante :

- **F_t** (force tangentielle).
- **F_r** (force radiale)
- **F_a** (force axiale)

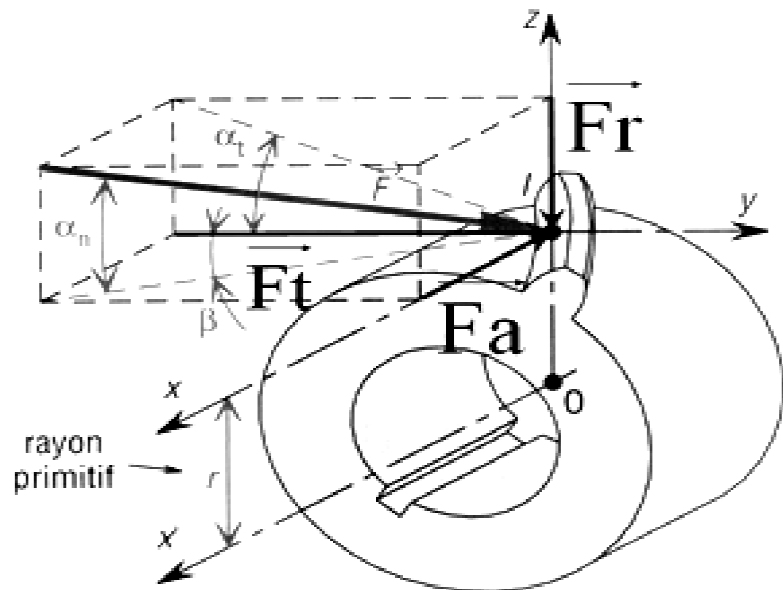


Figure 3

$$F_t = \frac{60P}{\pi N d} \quad F_r = \frac{F_t}{\cos \beta} \tan \alpha_n \quad F_a = F_t \cdot \tan \beta$$

Incidences sur la conception

- La présence d'un effort axial impose l'emploi de butées (à billes, à rouleaux) ou roulements à contact oblique.
- L'angle β est au maximum de 30° afin de limiter l'effort axial.

Remèdes

Compensation de l'effort axial sans emploi de butée en utilisant les solutions suivantes :

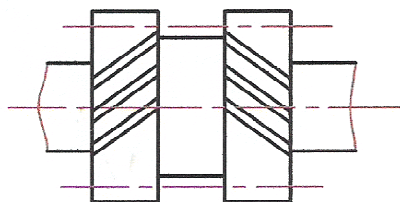


Figure 4 : Roue double

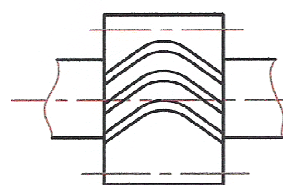
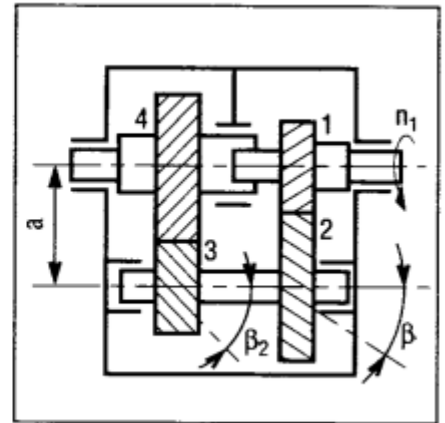


Figure 5 : Roue à chevrons

Application :

Le réducteur à deux trains d'engrenages hélicoïdaux proposé présente la particularité d'avoir l'arbre d'entrée coaxial à l'arbre de sortie. Engrenage (1,2) : $Z_1 = 30$, $Z_2 = 60$, angle d'inclinaison de l'hélice $\beta_1 = 30^\circ$, module normal $m_n = 5$ mm. Engrenage (3,4) : $Z_3 = 22$, $Z_4 = 35$, module normal 8 mm. Si l'entraxe est le même pour les deux engrenages, déterminer l'angle de l'hélice β_2 du deuxième train. Calculer le rapport de la transmission et la valeur de n_4 si $n_1 = 1\,500$ tr/min. Préciser le sens de rotation.

**Figure 6**

Pour l'engrenage (1,2), on donne la puissance du moteur $P_m = 3.5$ kW, calculer F_t , F_a et F_r sur la roue 2.

On prendra $\alpha_n = 20^\circ$.