

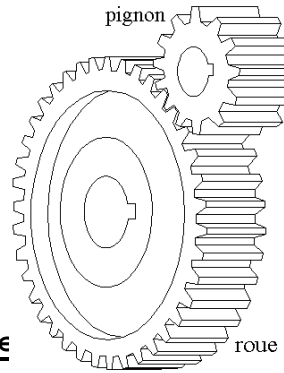
Construction Mécanique	<i>SOLUTIONS CONSTRUCTIVES</i>	L.P. AULNOYE
<i>COURS</i>	<i>Transmission de mouvement par obstacle</i> <i>Engrenages cylindriques à denture droite</i>	<i>Feuille 1</i>

1) Fonction

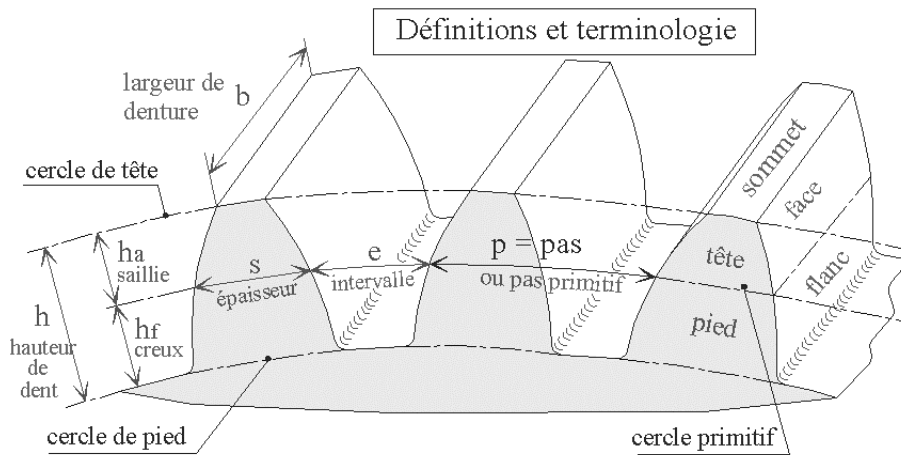
Transmettre, sans glissement, un mouvement de rotation continu entre deux arbres rapprochés ;
Adapter les fréquences de rotation de l'arbre « moteur » et l'arbre « récepteur ».

2) Définitions

Engrenage : ensemble de deux « roues dentées »
Pignon : la plus petite des deux roues dentées
Roue : la plus grande des deux roues dentées



3) Caractéristiques géométriques de la roue

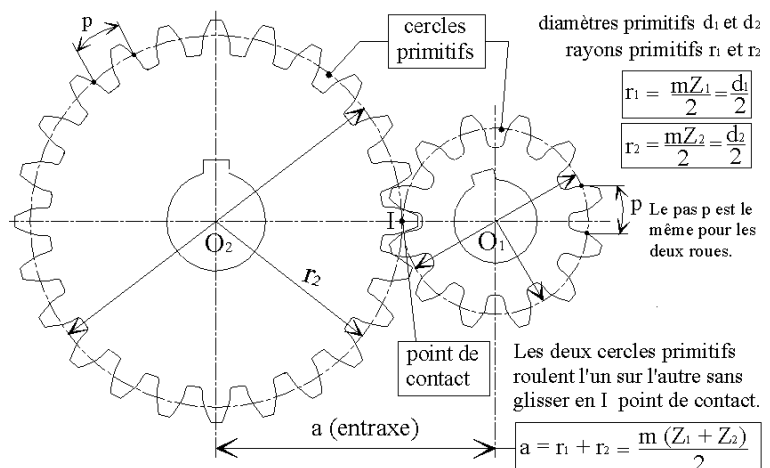


Nombre de dents	Z	Creux	hf = 1,25 . m
Module	m	Hauteur de dent	h = 2,25 . m
Diamètre primitif	d = m.Z	Largeur de dent	b
Saillie	ha = m	Pas au primitif	$p = \frac{\pi \cdot d}{Z} = \pi \cdot m$
Diamètre de tête	da = d + 2m	Diamètre de pied	df = d - 2,5 . m

4) Engrenage : conditions d'engrènement

La roue et le pignon ont **même module et même pas**.

On définit l'entraxe de l'engrenage à contact extérieur par $a = r_1 + r_2$

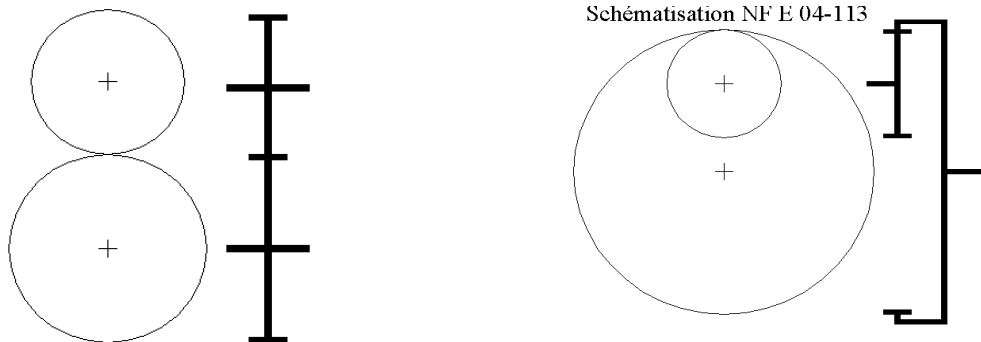
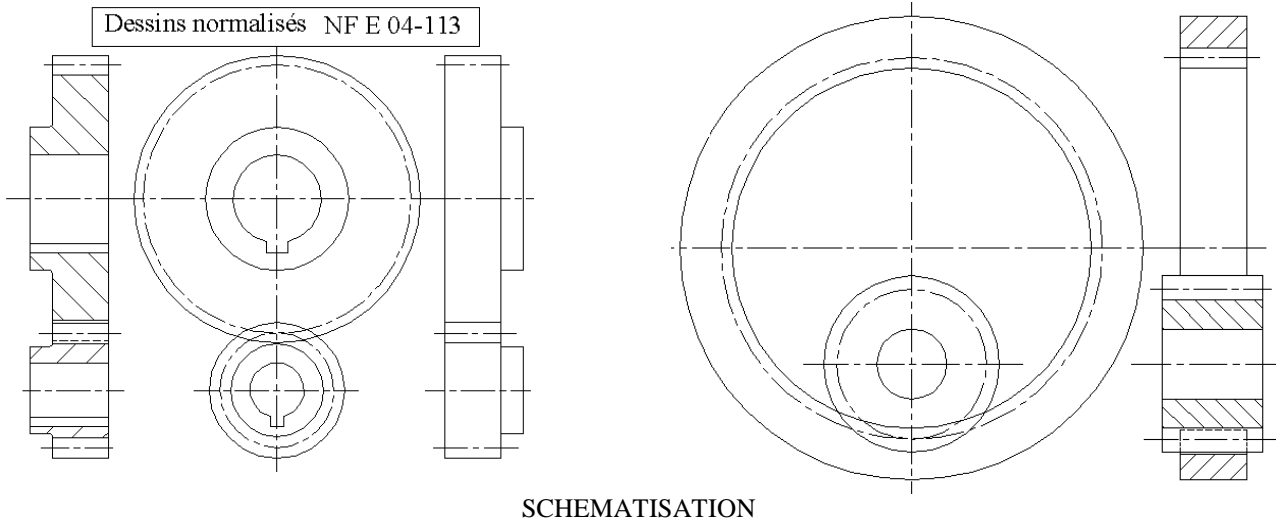


Construction Mécanique	<i>SOLUTIONS CONSTRUCTIVES</i>	L.P. AULNOYE
<i>COURS</i>	<i>Transmission de mouvement par obstacle</i> <i>Engrenages cylindriques à denture droite</i>	<i>Feuille 2</i>

5) Représentation simplifiée

Engrenage à contact extérieur

Engrenage à contact intérieur



6) Rapport des fréquences de rotation

L'utilisation de roues dentées de diamètre primitif différent permet d'obtenir une modification de la fréquence de rotation de l'arbre récepteur n_2 par rapport à la fréquence de rotation de l'arbre moteur n_1 .

On définit le rapport de transmission comme étant le rapport des fréquences de rotation (appelé également raison)

$$r = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{nröuemenée}}{\text{nröuemenante}}$$

Et l'on montre qu'il vaut : $r = \frac{d_1}{d_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$

Avec Z_1 nombre de dents de la roue 1 ou pignon

Avec Z_2 nombre de dents de la roue 2



En résumé :

$$r = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

D'une manière générale on définit la raison comme étant le rapport du produit du nombre de dents (ou des diamètres) des roues menantes et du produit du nombre de dents (ou des diamètres) des roues menées.

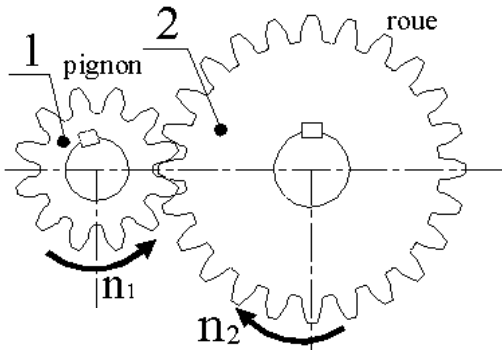
On obtient pour un train à deux engrenages :

$$r = \frac{d_1 \times d_3}{d_2 \times d_4} = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4}$$

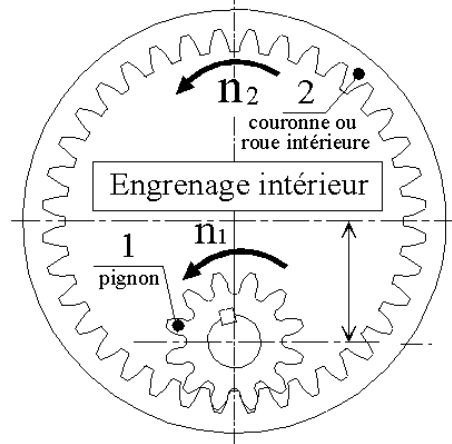
Construction Mécanique	<i>SOLUTIONS CONSTRUCTIVES</i>	L.P. AULNOYE
<i>COURS</i>	<i>Transmission de mouvement par obstacle</i> <i>Engrenages cylindriques à denture droite</i>	<i>Feuille 3</i>

7) Sens de rotation du pignon et de la roue

Engrenage à contact **extérieur** :
sens **contraire**



Engrenage à contact **intérieur** :
même sens



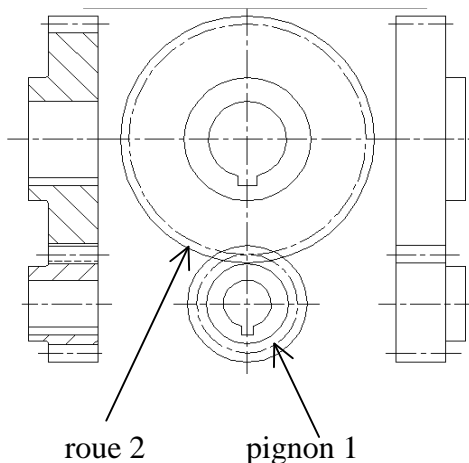
Le sens de rotation d'un train d'engrenages extérieur est facilement déterminé en comptant le nombre de roues en contact. Si ce nombre est pair, la roue menée tourne dans le même sens que la roue menante. Si ce nombre est impair, la roue menée tourne dans le sens inverse de la roue menante.

Dans le cas de train d'engrenage intérieur, cette méthode est à inverser.
Cette méthode vaut quelquesoit le nombre de roues du train d'engrenages.

8) Exemple

✍ Exprimer et calculer le rapport de transmission d'un engrenage composé de deux pignons :

$m = 2$
 $Z1 = 12$
 $Z2 = 26$
 $n1 = 1000 \text{ tr/min}$



1) Calculer r.

$$r = \frac{Z1}{Z2} = \frac{12}{26} = \frac{6}{13} = 0,4615$$

2) Calculer n2.

$$r = \frac{n2}{n1} \Rightarrow n2 = n1 \times r$$

$$n2 = 1000 \times \frac{6}{13}$$

$$n2 = 461,5 \text{ tr/min}$$

3) Calculer d1.

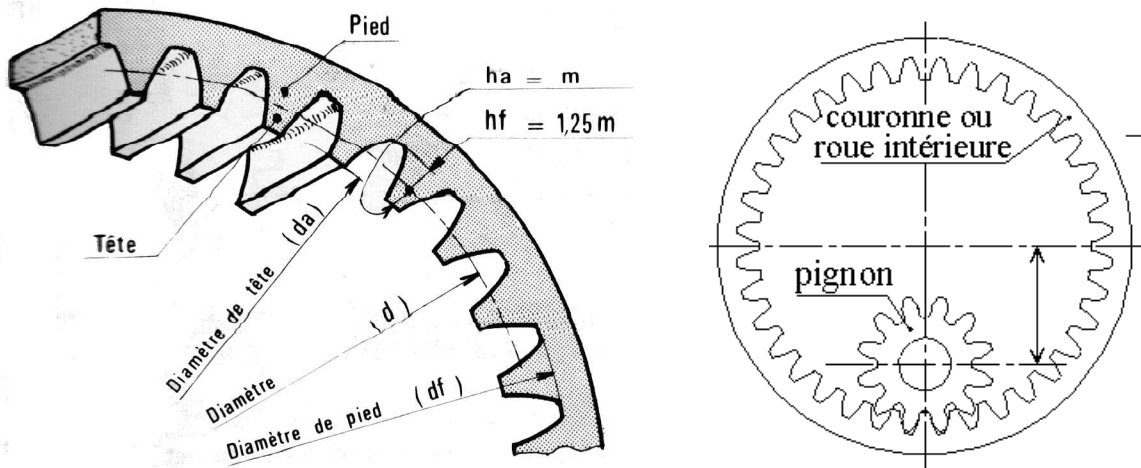
$$d1 = m \times Z1 = 2 \times 12 = 24 \text{ mm}$$

4) Calculer d2.

$$d2 = m \times Z2 = 2 \times 26 = 52 \text{ mm}$$

Construction Mécanique	<i>SOLUTIONS CONSTRUCTIVES</i>	L.P. AULNOYE
<i>COURS</i>	<i>Transmission de mouvement par obstacle</i> <i>Engrenages cylindriques à denture droite</i>	<i>Feuille 4</i>

9) **Exercice** : caractéristiques d'une *roue à denture intérieure*



Compléter les caractéristiques ci-dessous.

On donne : $m = 2,5$; nombre de dents $Z1$ du pignon 1 = 12 ; nombre de dents $Z2$ de la roue 2 = 36 ;
fréquence de rotation $n2$ de la roue 2 = 1500 tr/min

Roue 2 :

Diamètre primitif : $d2 = m \times Z2 = 2,5 \times 36 = 90 \text{ mm}$

Diamètre de tête : $da = d - 2.m = 90 - (2 \times 2,5) = 90 - 5 = 85 \text{ mm}$

Diamètre de pied : $df = m + 2,5.m = 90 + (2,5 \times 2,5) = 90 + 6,25 = 96,25 \text{ mm}$

Pignon 1 :

Diamètre primitif : $d1 = m \times Z1 = 2,5 \times 12 = 30 \text{ mm}$

Diamètre de tête : $da = d + 2.m = 30 + (2 \times 2,5) = 30 + 5 = 35 \text{ mm}$

Diamètre de pied : $df = m - 2,5.m = 30 - (2,5 \times 2,5) = 30 - 6,25 = 23,75 \text{ mm}$

Entraxe : $a = \frac{d2 - d1}{2} = \frac{90 - 30}{2} = 30 \text{ mm}$

Rapport de transmission : $r = \frac{Z1}{Z2} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3} = 0,33$

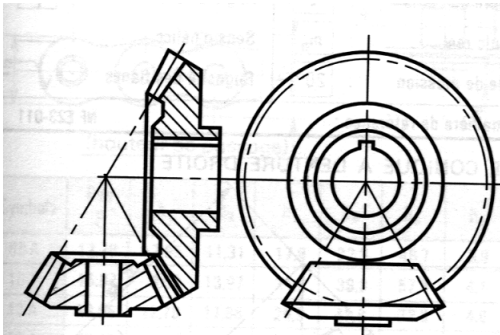
Fréquence de rotation $n1$ du pignon 1 : $n1 = \frac{n2}{r} = \frac{1000}{1/3} = 1000 \times 3 = 3000 \text{ tr/min}$

Construction Mécanique	<i>SOLUTIONS CONSTRUCTIVES</i>	L.P. AULNOYE
<i>COURS</i>	<i>Transmission de mouvement par obstacle</i> <i>Engrenages cylindriques à denture droite</i>	<i>Feuille 5</i>

10) Autres types d'engrenages

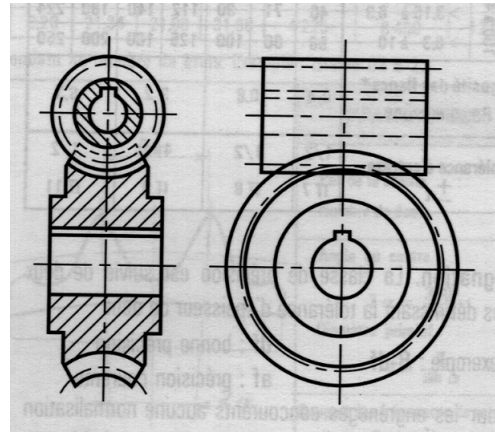
Engrenage conique :

Deux roues d'engrènent selon un certain angle pour changer la direction de rotation, de vitesse et de force. La denture de l'engrenage conique est généralement taillée à angle droit par rapport à la direction de rotation, mais elle peut être incurvée en forme d'hélice.



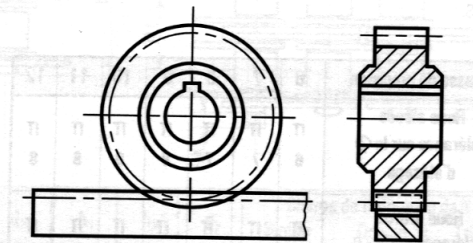
Engrenage à vis sans fin :

Une roue dentée s'engrène dans une tige filetée pour modifier la direction, la vitesse et la force d'un mouvement.



Engrenage à crémaillère :

Le pignon s'engrène dans une pièce munie de crans qui se déplace pour transformer un mouvement circulaire en un mouvement rectiligne ou inversement.



Utilisation.

Les trains d'engrenages sont utilisés dans une grande majorité de machines et mécanismes.

Les engrenages cylindriques sont les plus courants. Les engrenages coniques assurent la transmission entre arbres concourants. Les engrenages roue et vis sans fin permettent l'irréversibilité et offrent une grande réduction.

Dentures

Les dentures droites sont utilisées pour les petits appareils et les engrenages intérieurs. Les dentures hélicoïdales, plus silencieuses, sont utilisées lorsqu'il s'agit de transmettre de la puissance.