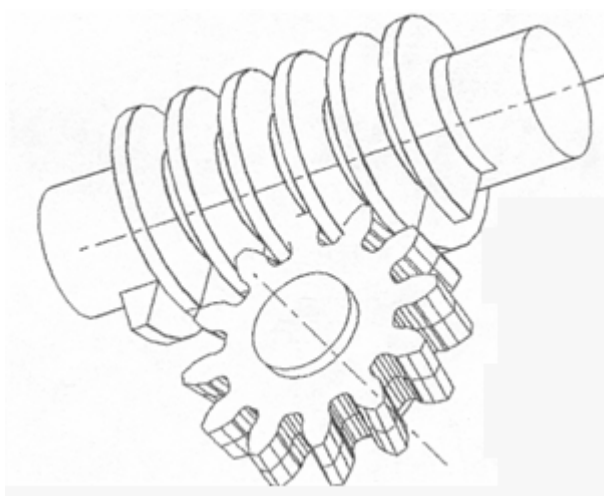


Chapitre 1. Les engrenages :

Les engrenages



CHAPITRE 1. LES ENGRENAGES :	1
I- NOTIONS GENERALES :	3
I-1.. Définitions-Vocabulaire :	3
I-2.. Le module et le diamètre primitif:	3
I-3.. Transmission de puissance :	4
I-3.a.. Généralités :	4
• Rendement	4
• Loi cinématique et statique	4
I-3.b.. Bloc d'analyse :	4
I-4.. Classification envisageable :	5
• Les principales familles d'engrenages :	5
II- LES ENGRENAGES DROITS A DENTURE DROITE:	6
II-1.. Généralités :	6
• Engrènement	6
• Le pas	6
• Caractéristiques	6
• Diamètre primitif	6
• Effort sur la denture.	6
II-2.. Rapport des vitesses (engrenage droit)	7
• Engrenage droit extérieur :	7
• Engrenage droit intérieur :	7

III- LES ENGRENAGES DROITS A DENTURE HELICOIDALE :	8
III-1.. Généralités :	8
• Inclinaison de la denture:	8
• Engrènement.....	8
• Les pas.....	8
• Dimensions Réelles ou Apparentes	8
• L'effort sur la denture hélicoidale :	9
• Rapport des vitesses :	9
IV- LES ENGRENAGES PIGNON-CREMAILLE :	10
• Rapport des vitesses	10
• Bloc de puissance	10
V- LES ENGRENAGES A AXES CONCOURRANTS :	11
V-1.. Classification envisageable :	11
V-2.. Généralités	11
• Engrènement :	11
• Rapport des vitesses	11
• Effort sur la denture.....	11
VI- LES ENGRENAGES ROUE ET VIS SANS FIN :	12
VI-1.. Généralités :	12
• Principe :	12
• Engrènement :	12
• Rapport des vitesses :	12
• Effort sur la denture de la vis :	12
• Effort sur la denture de la roue :	12
• Les filets et les pas de la vis :	12
VI-2.. Réversibilité et irréversibilité :	13
VII- SCHEMATISATION ET REPRESENTATION 2D.....	13
VII-1.. Les engrenages droits (denture droite).....	13
VII-1.a.. Les engrenages extérieurs :	13
VII-1.b.. Les engrenages intérieurs :	14
VII-2.. Les engrenages droits (denture hélicoidale).....	14
VII-2.a.. Les engrenages extérieurs (denture hélicoidale) :	14
VII-2.b.. Les engrenages intérieurs (denture hélicoidale) :	14
VII-3.. Les pignons-crémaillères :	15
VII-4.. Les coniques à axes orthogonaux extérieurs :	15
VII-5.. Les engrenages roue et vis sans fin :	15

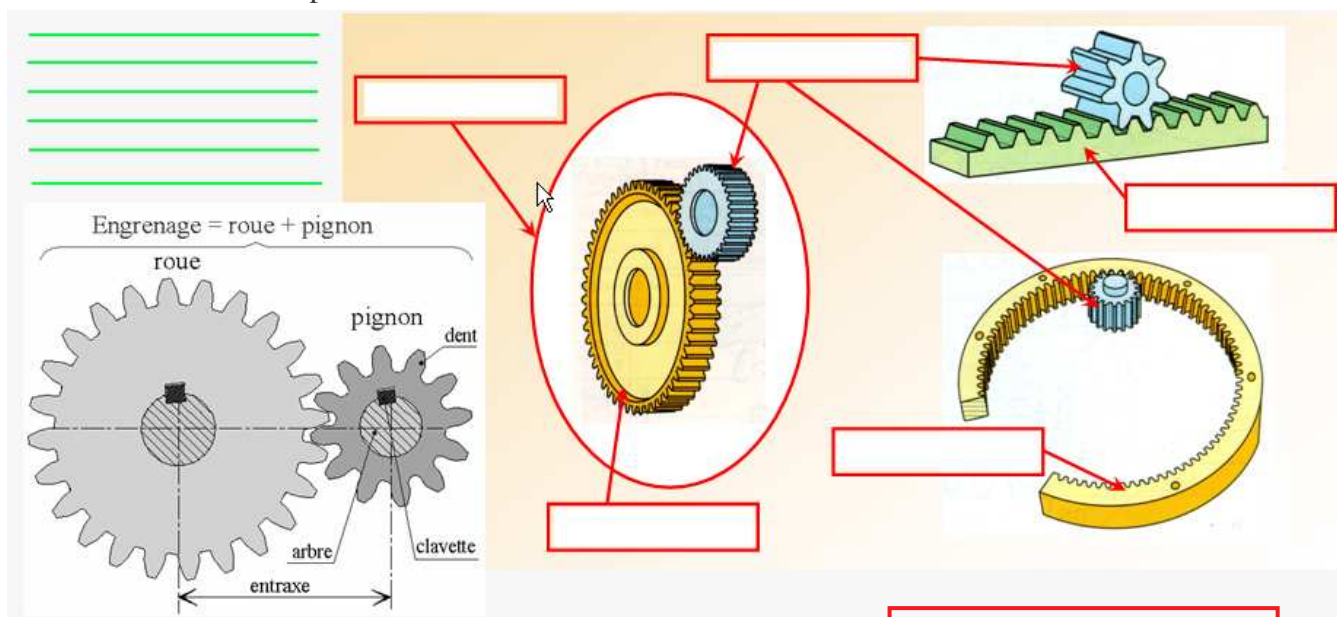
I- Notions générales :

I-1.. Définitions-Vocabulaire :

Les engrenages sont des composants essentiels. Ils font partie des systèmes de transmission de puissance les plus utilisés, les plus résistants et les plus durables.

Ils sont **normalisés**. Les engrenages fabriqués avec la norme **ISO** présentent l'avantage d'être facilement interchangeables et permettent des possibilités de fabrication plus économique.

Lorsqu'il s'agit d'engrenages pour très grandes séries (automobiles...), les constructeurs s'écartent de ces standards afin d'optimiser les coûts.



I-2.. Le module et le diamètre primitif:

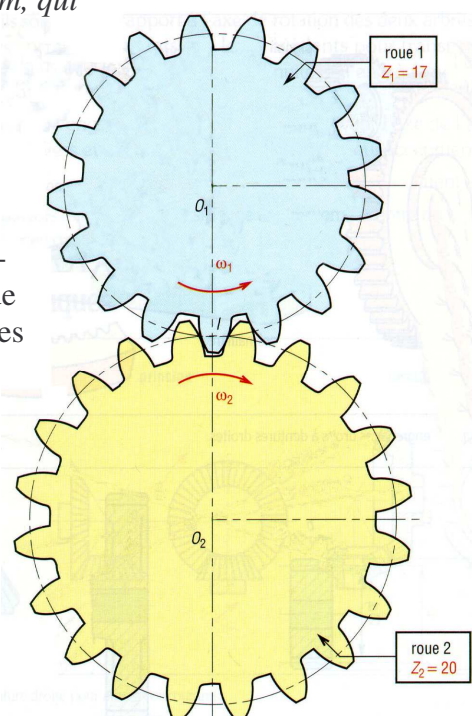
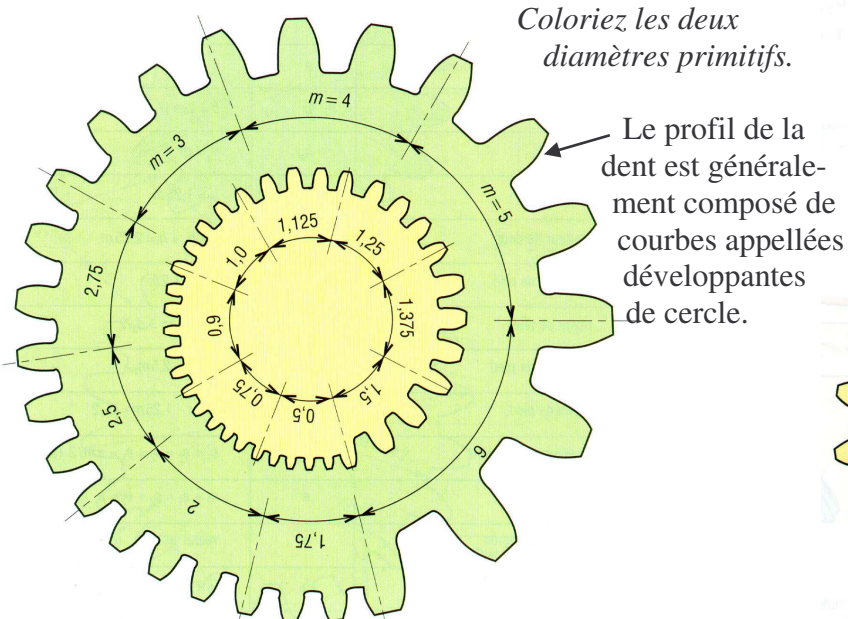
$$d = m \cdot Z$$

Les diamètres primitifs correspondent aux diamètres des roues lisses remplaçant l'engrenage. Plus le module **m** est important, plus la dent sera épaisse et sa résistance importante.

Quel est le module d'une roue 2 de diamètre primitif de 120 mm, qui comporte 20 dents ? Quelle est l'unité du module ?

Quel est le diamètre primitif de la roue 1 de 17 dents.

Coloriez les deux diamètres primitifs.



I-3.. Transmission de puissance :

I-3.a.. Généralités :

Un engrenage est un mécanisme permettant de transmettre une puissance. Il est composé de deux pièces comprenant des obstacles, appelées dents, placés sur une surface théorique qui est souvent un cylindre.

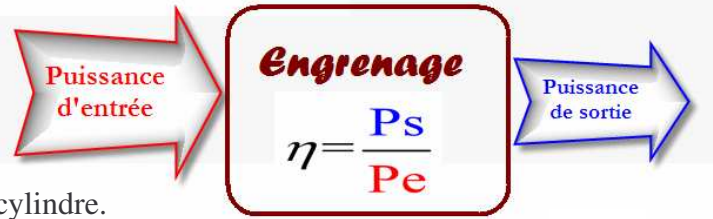


Figure 1

- Rendement

Son rendement va impliquer une perte de puissance (Fig 1).

- Loi cinématique et statique

Un engrenage par sa constitution peut modifier cette puissance :

Il peut réduire la vitesse angulaire de sortie et du même coup en augmenter le couple de sortie. (Fig 2).

Il peut aussi augmenter la vitesse angulaire de sortie et du même coup diminuer le couple de sorti. (Fig 3).



Figure 2



Figure 3

Il peut aussi modifier la forme de la puissance, en partant d'une vitesse de rotation en entrée, il peut donner une vitesse de translation en sortie, mais alors d'un couple d'entrée, l'engrenage va fournir une force en sortie (Fig 4).

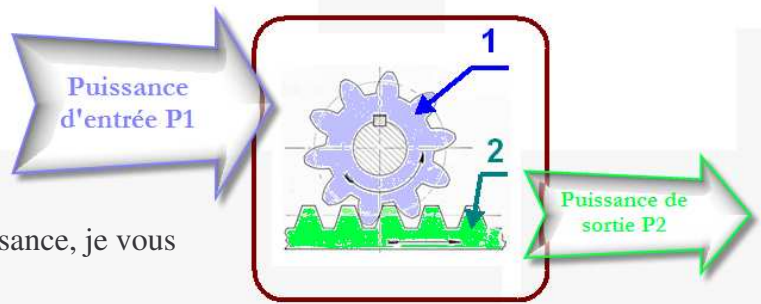


Figure 4

I-3.b.. Bloc d'analyse :

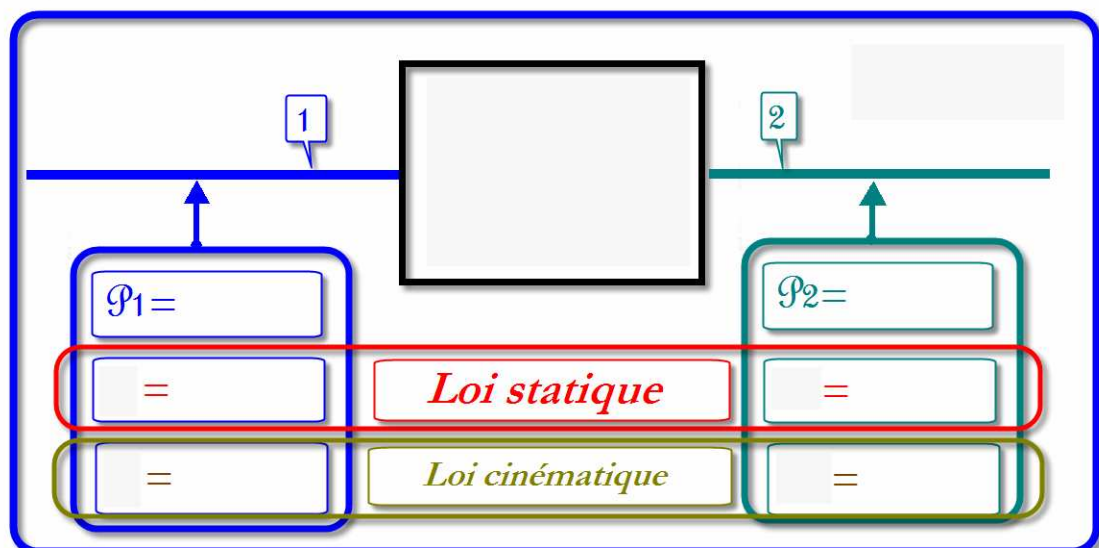
Pour une analyse de transmission de puissance, je vous propose ce bloc ci –dessous.

Il est valable quelque soit la transmission de puissance

La loi statique s'explique grâce aux efforts sur la denture.

La loi cinématique s'explique avec le rapport des vitesses.

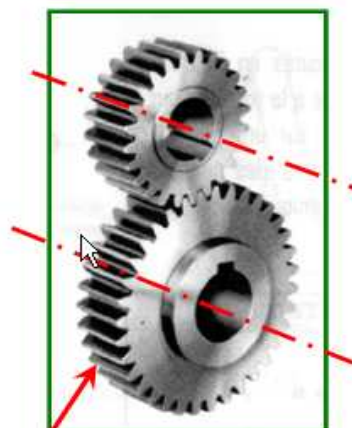
La puissance est influencée par le rendement



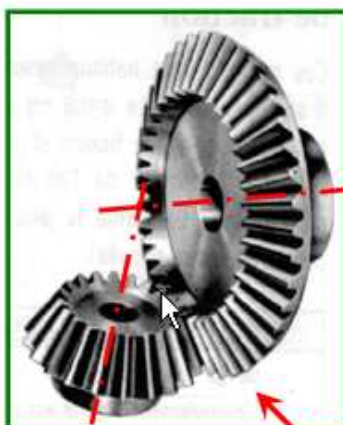
I-4.. Classification envisageable :

On peut classer les engrenages dans trois catégories:

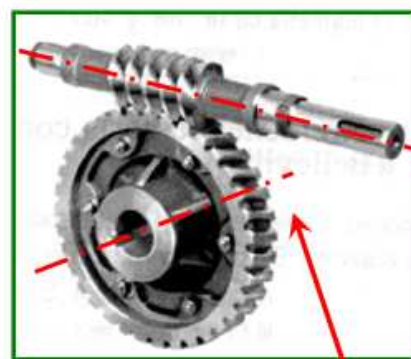
Catégorie I



Catégorie II



Catégorie III



- Les principales familles d'engrenages :

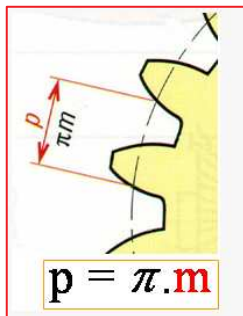
Indiquez les catégories sur les familles présentées ci-dessous

Engrenages droits à denture droite	Engrenages droits à denture hélicoïdale	Engrenages à roue et vis sans fin
Engrenages coniques	Engrenages hypoïdes	Engrenages gauches

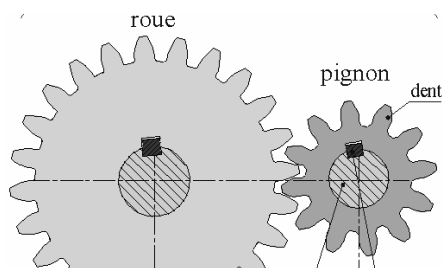
II- Les engrenages droits à denture droite:

II-1.. Généralités :

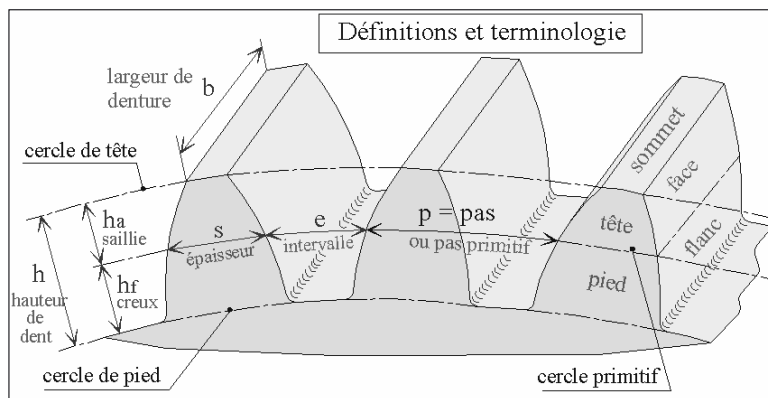
- Engrenement
- Le pas



- Caractéristiques
Repassez les caractéristiques en couleur sur la perspective



- Diamètre primitif
Dessinez sur la figure ci-dessus les diamètres primitifs, cotez l'entraxe.



	symbole	Formule		symbole	Formule
Nombre de dent			Saillie de la dent		
Largeur de la dent			Creux de la dent		
Entraxe de l'engrenage			Hauteur de la dent		

- Effort sur la denture.

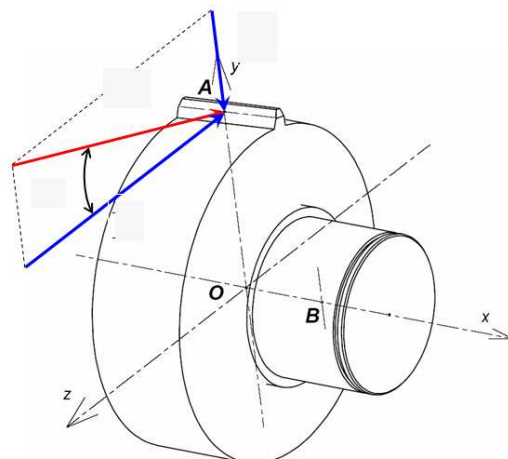
Indiquez sur quel axe se trouvent les composantes de l'effort sur la denture.

Indiquez l'axe de rotation

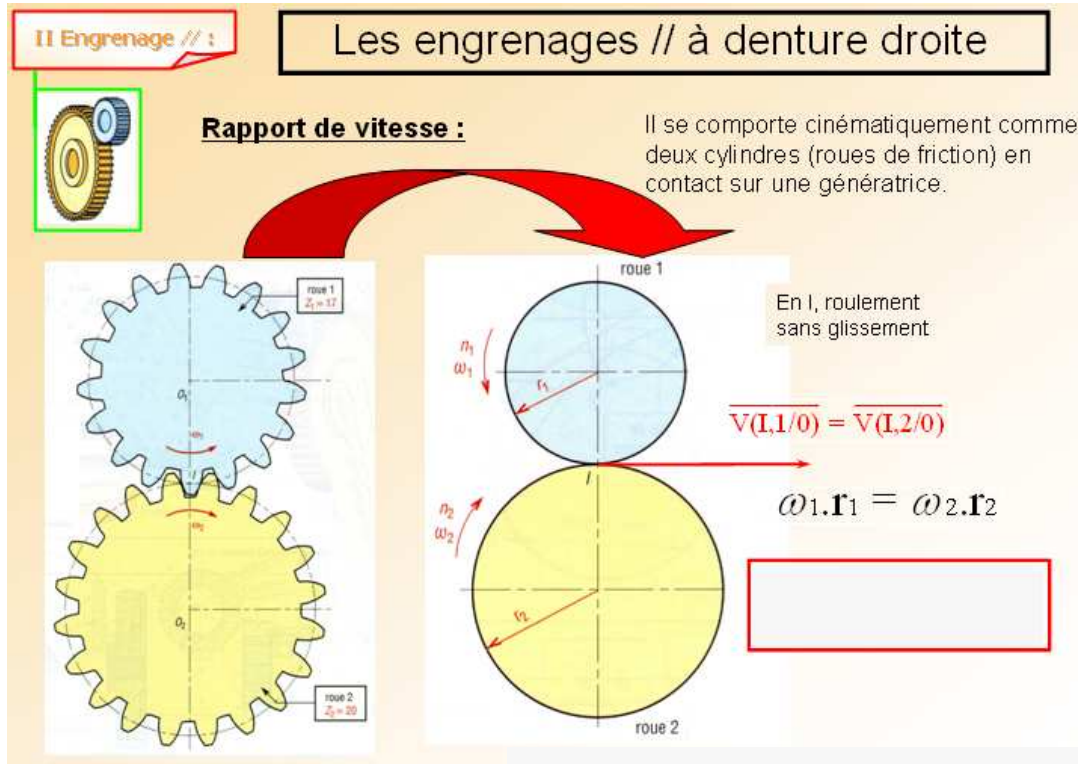
	nom	x	y	z
Composante tangentielle				
Composante radiale				
Axe de rotation				

Indiquez l'angle de pression.

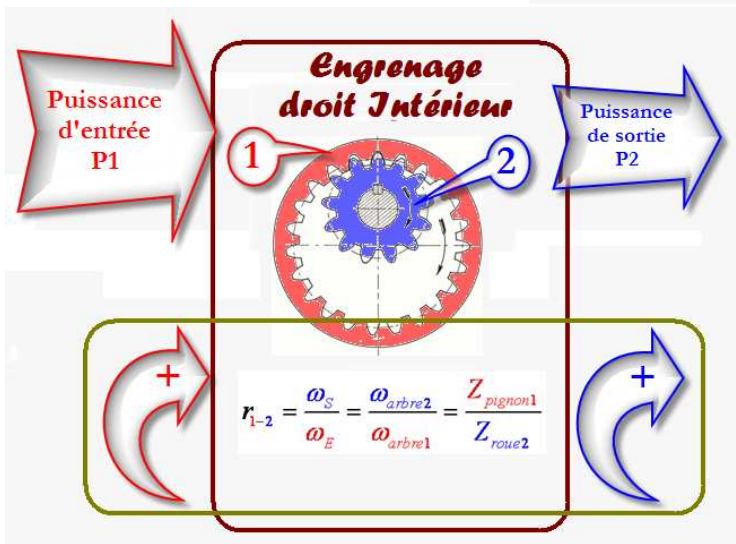
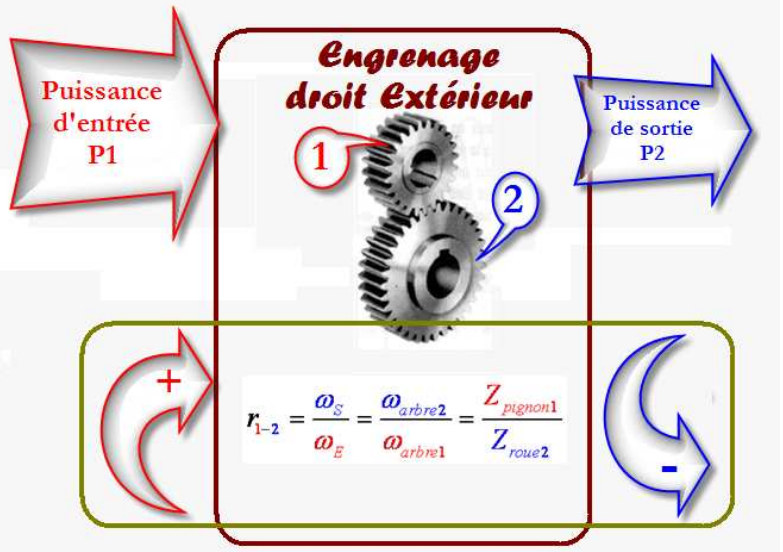
Donnez la norme du couple obtenu en fonction de l'effort tangentiel.



II-2.. Rapport des vitesses (engrenage droit)



- Engrenage droit extérieur :
Remarquez que le sens de rotation n'est pas conservé.
Ecrivez une formule identique du rapport de vitesse en fonction des diamètres primitifs.



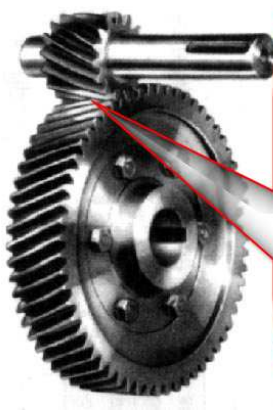
- Engrenage droit intérieur :
Remarquez que le sens de rotation est conservé.
Ecrivez une formule identique du rapport de vitesse en fonction des diamètres primitifs.

III- Les engrenages droits à denture hélicoïdale :

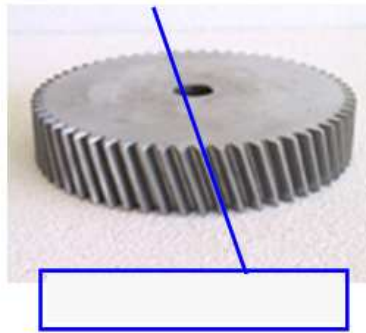
III-1.. Généralités :

- Inclinaison de la denture:

Il existe deux sens d'hélice, qu'il faut savoir repérer.



Pour que 2 roues dentées puissent engrener, il faut qu'elles aient :



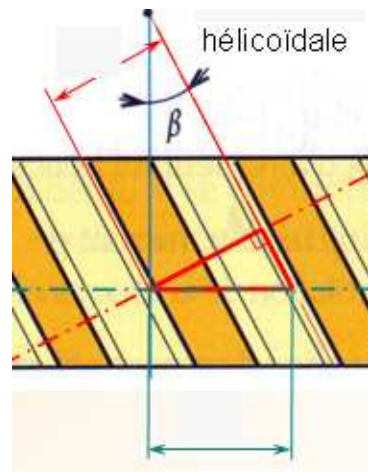
- Engrènement

- Les pas

Il existe un pas réel et un pas apparent.

Repérer sur la figure ci-contre ces deux pas.

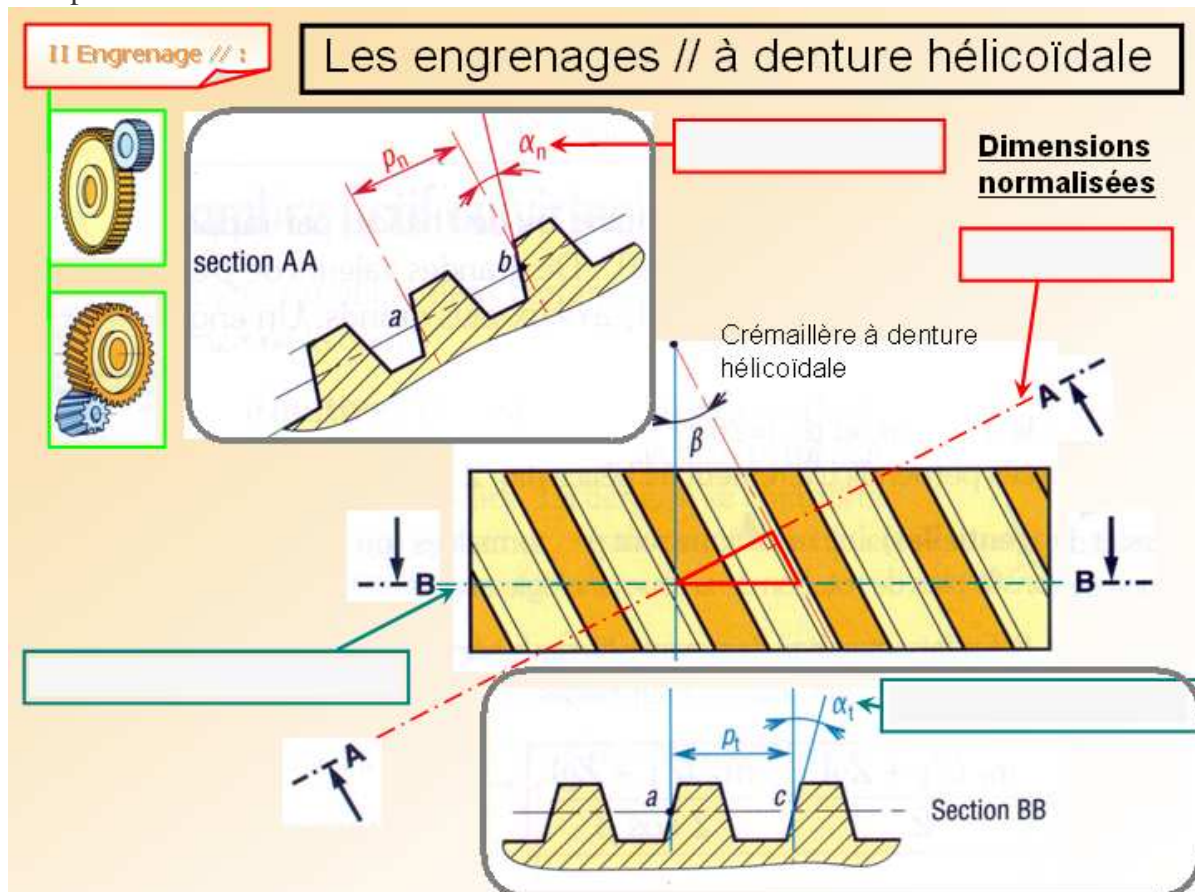
Exprimez chaque pas en fonction de son module respectif, ainsi que la relation entre ces pas.



Exprimez la relation entre ces modules

- Dimensions Réelles ou Apparentes

Complétez le dessin ci-dessous



● L'effort sur la denture hélicoïdale :

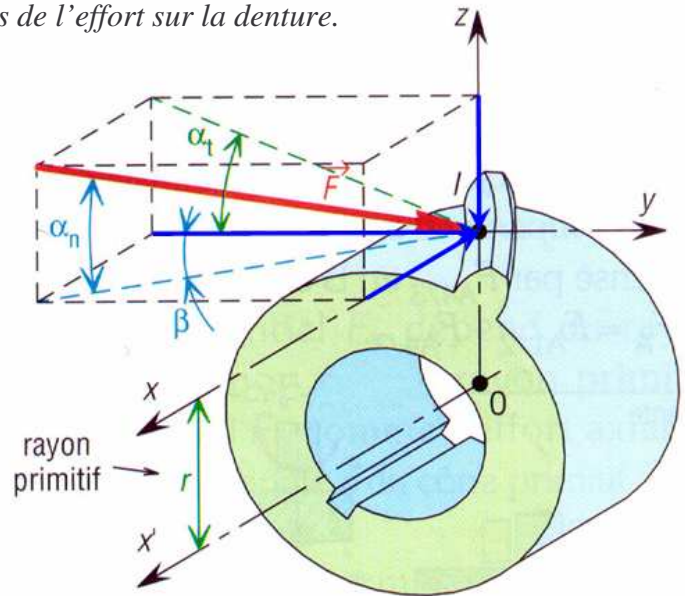
Indiquez sur quel axe se trouvent les composantes de l'effort sur la denture.

Indiquez l'axe de rotation

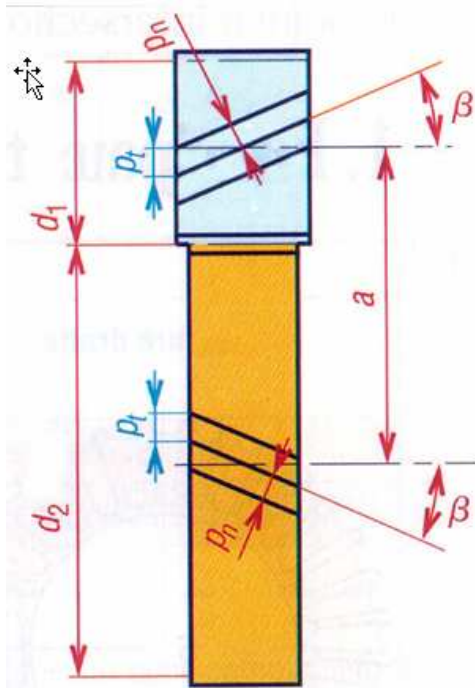
	Axe x	Axe y	Axe z
Ft (tangential)			
Fa (axial)			
Fr (radial)			
Rotation			

Indiquez l'angle de pression reel.

Donnez la norme du couple obtenu en fonction de l'effort tangential.

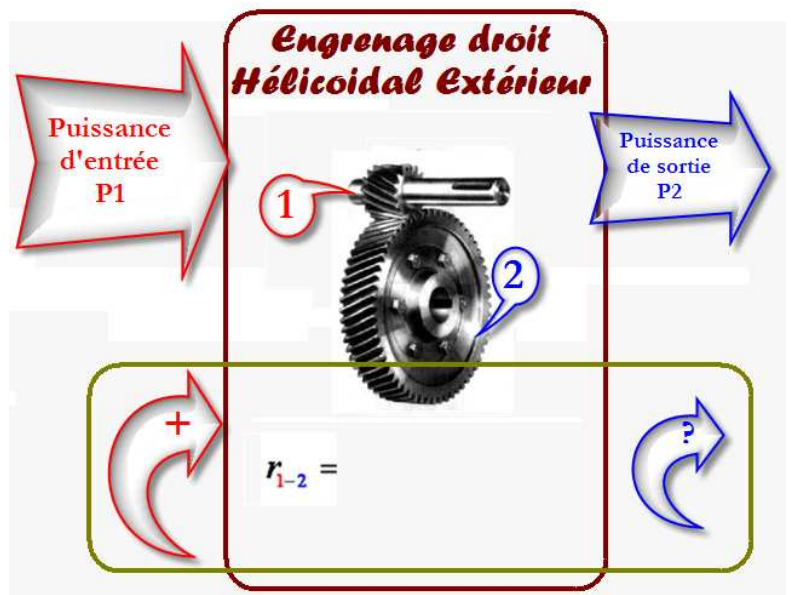


● Rapport des vitesses :



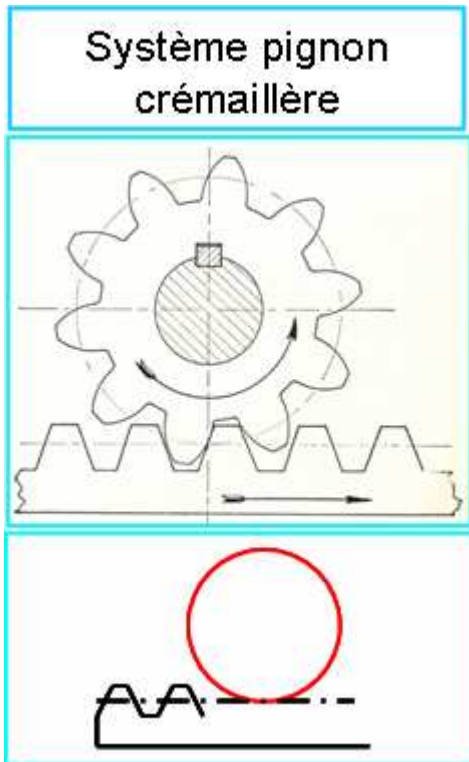
Indiquez le rapport des vitesses en fonction du nombre de dents de chaque roue de l'engrenage à denture hélicoïdale.

$$= \frac{N_2}{N_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$



Exprimez l'entraxe en fonction du nombre de dents de chaque roue de l'engrenage à denture hélicoïdale.

IV- Les engrenages *Pignon-crémaillère* :



- Rapport des vitesses

La loi cinématique utilise le rayon primitif du pignon.

Si (R en m) alors (V en m/s)

$$V = R \cdot \omega$$

$\omega = \frac{\pi \cdot N}{30}$ ω en rd/s
N en tr/mn

- Bloc de puissance

La loi qui régit la puissance est toujours la même, c'est celle du rendement.

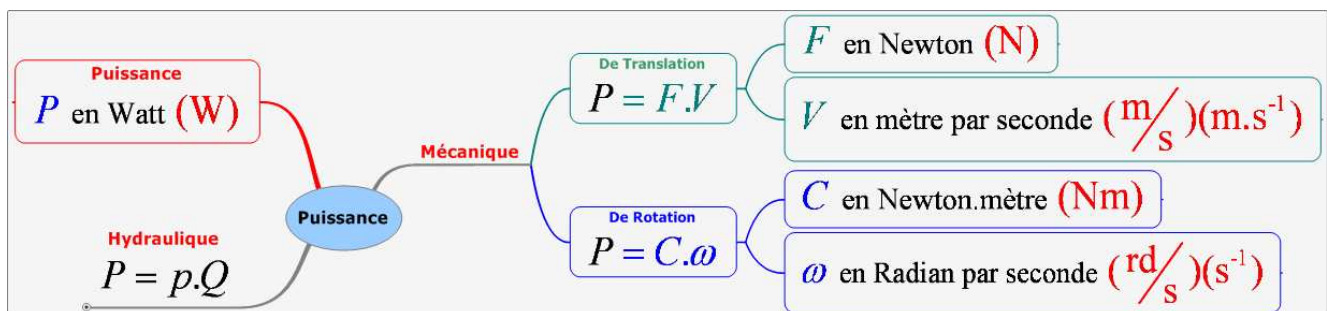
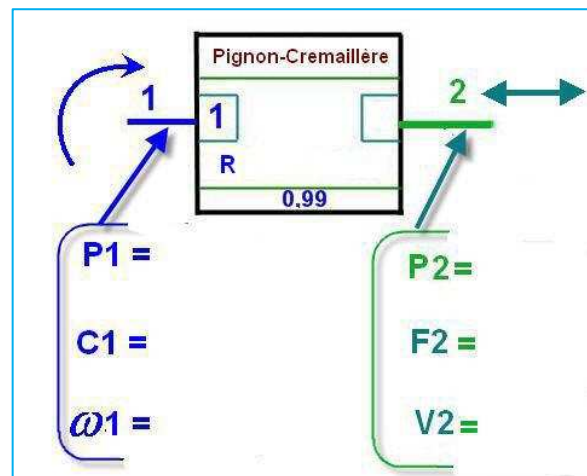
$$\eta = \frac{P_s}{P_e}$$

Le bloc de la transmission de la puissance est particulier car ici, l'on modifie la forme de la puissance.

On passe par exemple d'une puissance de rotation à une puissance de translation.

A titre de rappel, vous trouverez ci-dessous, les formules avec les unités (S.I.) normalisés à utiliser impérativement.

$P = C \cdot \omega$	$P = F \cdot V$
OU	OU
$P_1 = C_1 \cdot \omega_1$	$P_2 = F_2 \cdot V_2$



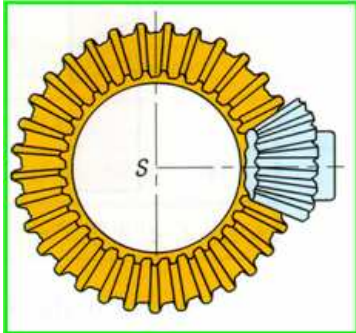
V- Les engrenages à axes concourrants :

V-1.. Classification envisageable :

Une de ces trois catégories d'engrenages dits coniques n'est pas un engrenage à axes concourrants. Retrouvez laquelle ?

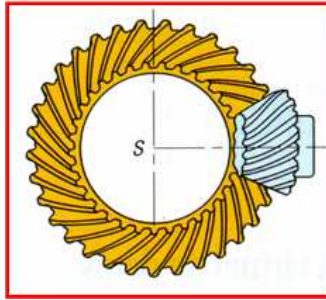
Catégorie I

Engrenage conique à denture droite



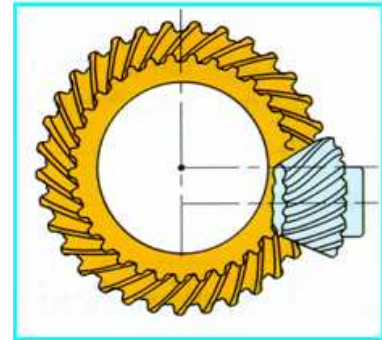
Catégorie II

Engrenage conique à denture hélicoïdale ou spirale



Catégorie III

Engrenage hypoïde



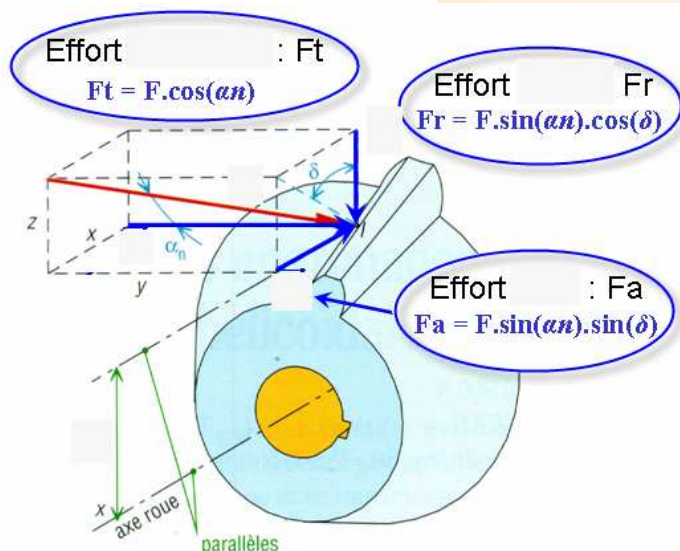
V-2.. Généralités

• Engrenement :
Complétez les conditions d'engrenements

• Rapport des vitesses
Complétez cette formule

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{Z}{Z} =$$

• Effort sur la denture

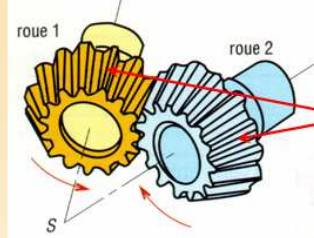


II Engrenage concourrant :

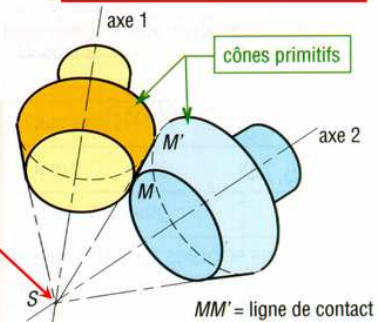
Les engrenages conique à denture droite



Condition d'engrènement



Pour que les deux roues coniques puissent engrener, il faut que:



Complétez ce dessin de l'effort

VI- Les engrenages Roue et vis sans fin :

Ils font partie d'une famille que l'on pourrait appeler les engrenages à axes orthogonaux non concourants, dit couramment « gauche ».

VI-1.. Généralités :

- Principe :

Complétez la phrase

- Engrenement :

Rapportez les trois conditions d'engrènement d'un système roue-vis



Un système roue-vis sans fin est tel

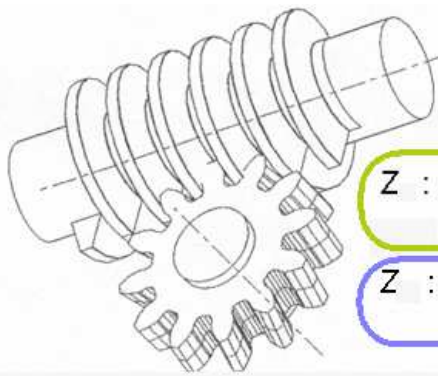


- Rapport des vitesses :

$$\frac{Z_V}{Z_R} = \frac{N}{N}$$

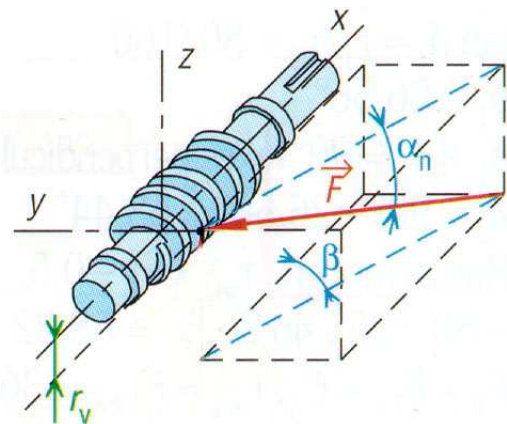
Z : nombre de filet de la vis

Z : nombre de dent de la roue

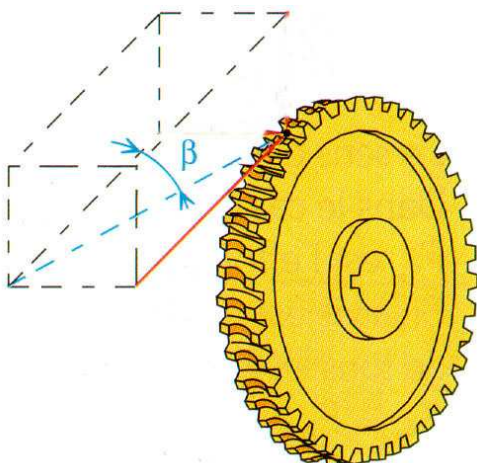


Complétez la formule du rapport des vitesses

- Effort sur la denture de la vis :

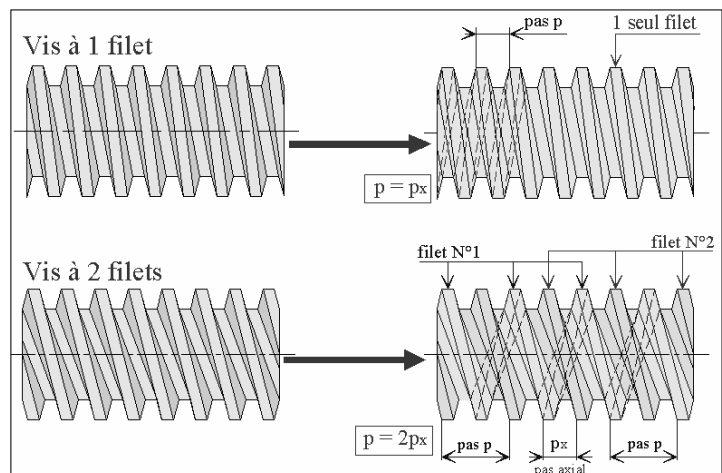


- Effort sur la denture de la roue :

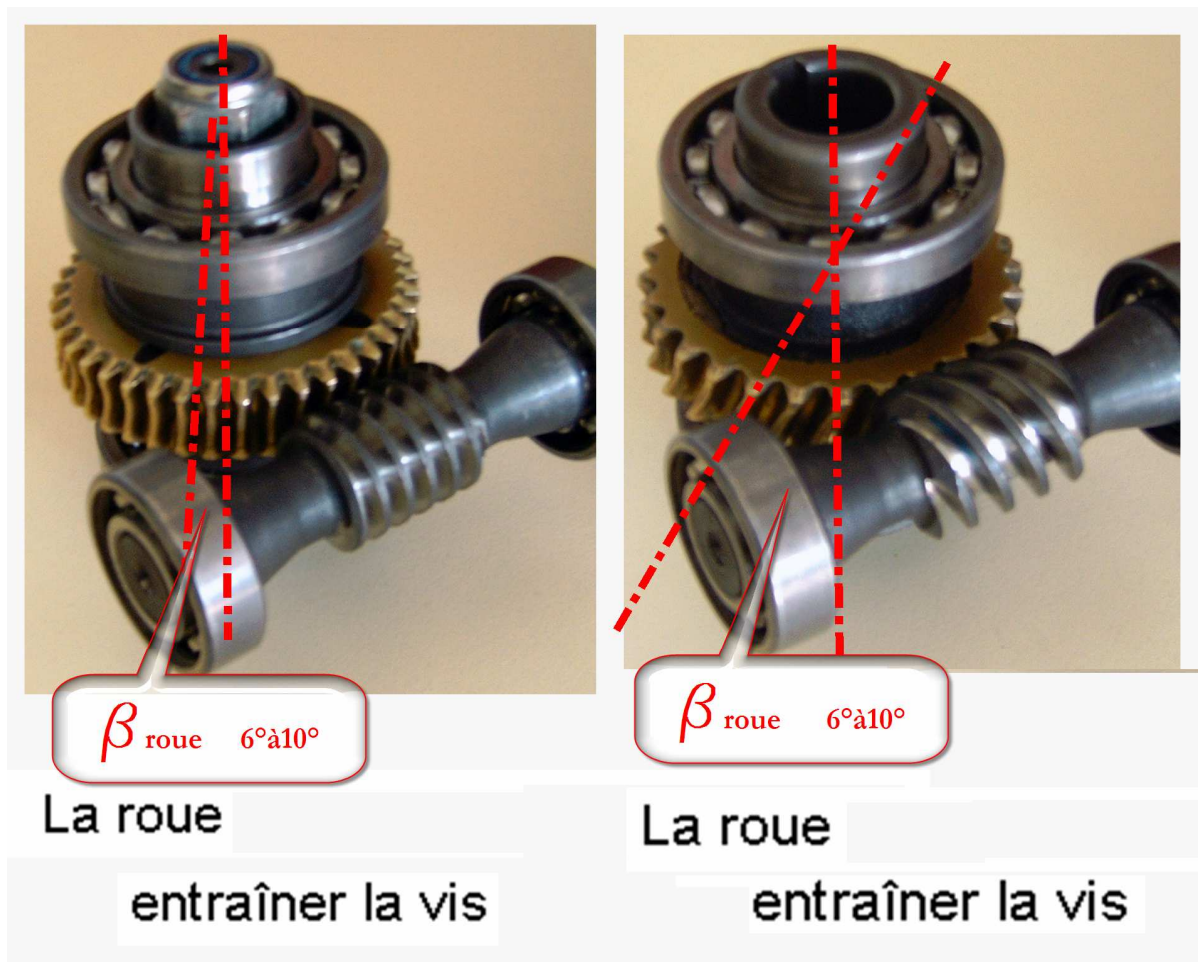


Complétez en couleur les dessins des efforts

- Les filets et les pas de la vis :



VI-2.. Réversibilité et irréversibilité :



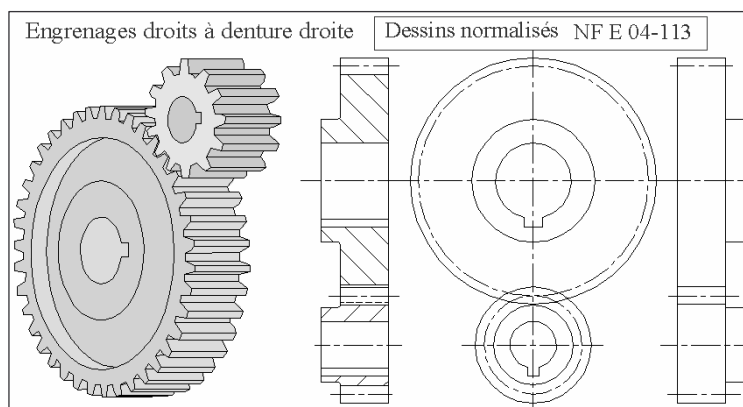
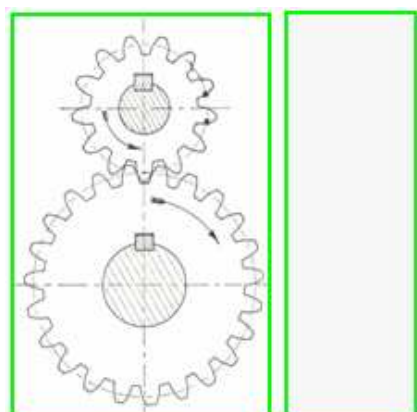
Complétez ces deux figures et les textes en légende

VII- Schématisation et représentation 2D

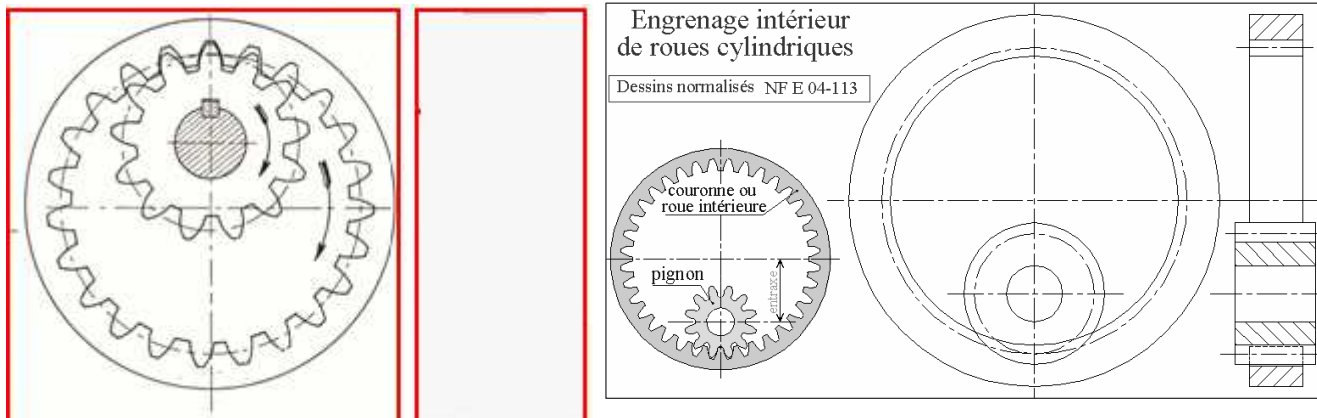
Complétez tout les schémas de représentation symbolique, et mettez en couleur les dessins (avec correspondance si vous pouvez)

VII-1.. Les engrenages droits (denture droite)

VII-1.a.. Les engrenages extérieurs :

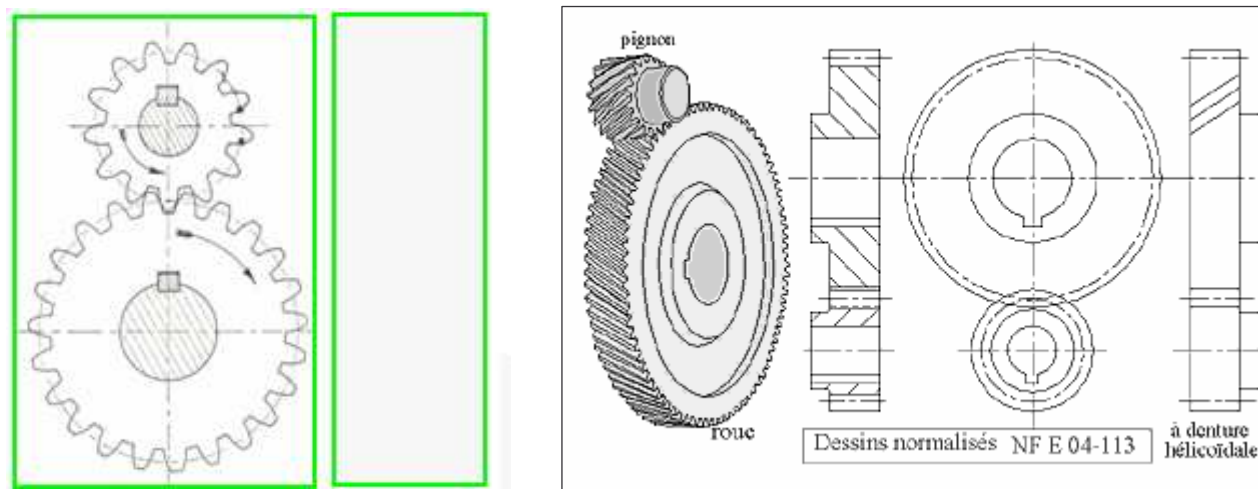


VII-1.b.. Les engrenages intérieurs :

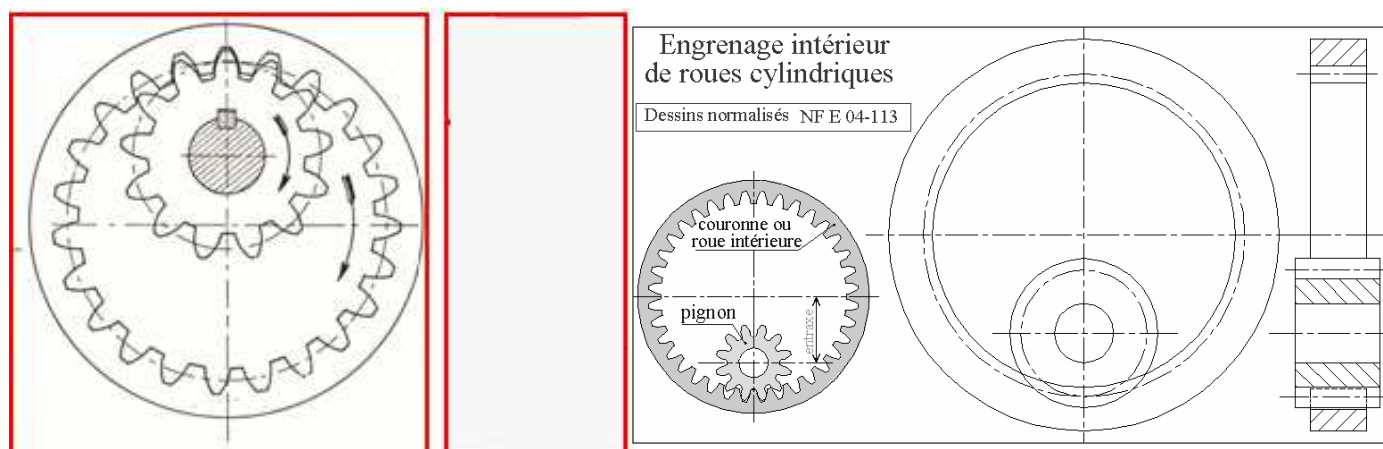


VII-2.. Les engrenages droits (denture hélicoïdale)

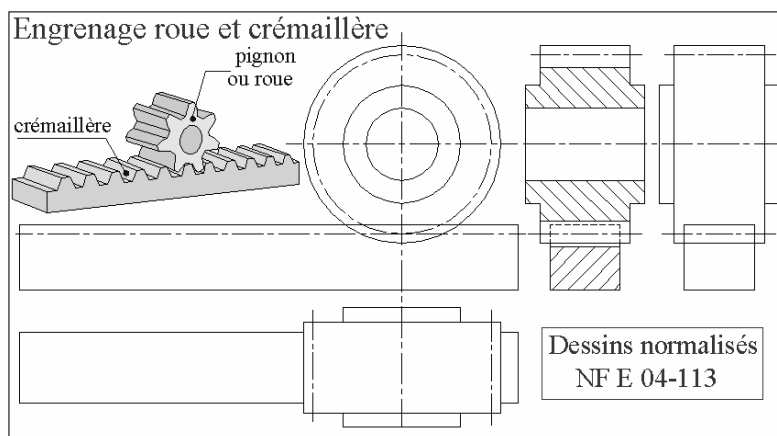
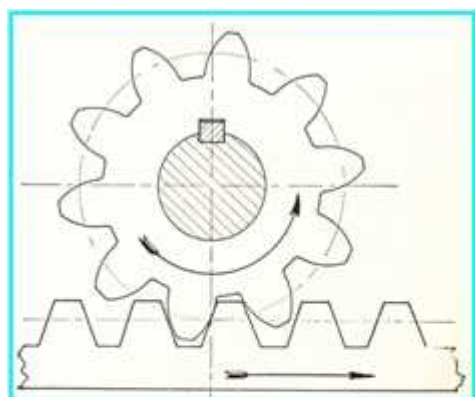
VII-2.a.. Les engrenages extérieurs (denture hélicoïdale) :



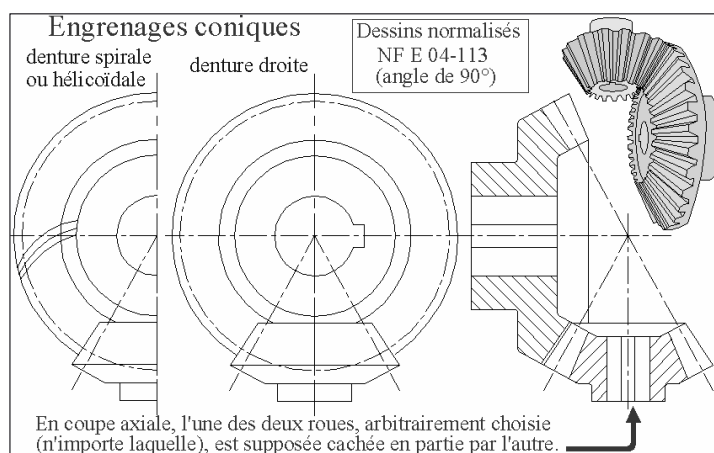
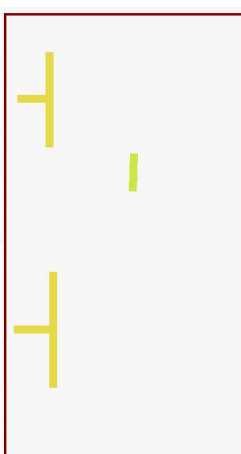
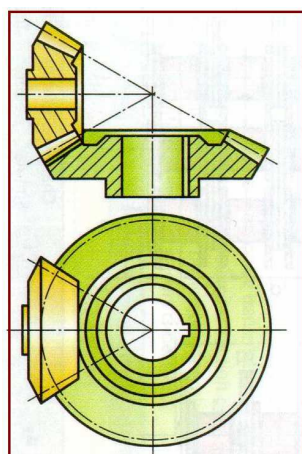
VII-2.b.. Les engrenages intérieurs (denture hélicoïdale) :



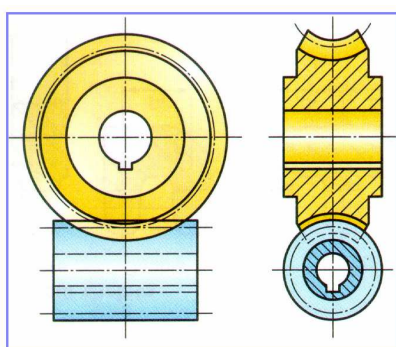
VII-3.. Les pignons-crémaillères :



VII-4.. Les coniques à axes orthogonaux extérieurs :



VII-5.. Les engrenages roue et vis sans fin :



Symbolisation

Roue

Vis

