

Partie 2 : Transmission de puissance

Ch. 2.5- Transmission par engrenages

Plan

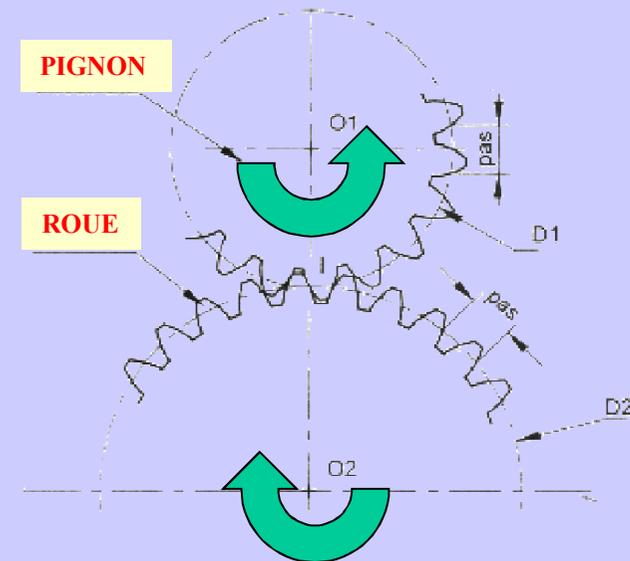
1. Généralités
2. Fonctions, Principe
3. Module d'un pignon
4. Rapport de réduction d'un engrenage
5. Engrenage cylindrique à denture droite
6. Engrenage cylindrique à denture hélicoïdale
7. Engrenage intérieur
8. Engrenage conique
9. Roue et vis sans fin
10. Association de réducteurs

1-GENERALITES:

Un engrenage est un mécanisme constitué de deux roues dentées mobiles autour d'axes de position relative invariable.

Une des roue entraîne l'autre par l'action de dents successivement en contact.

La plus petite des roues est appelée **PIGNON** et la plus grande **ROUE**.



La position relative des axes permet de distinguer:

- * les engrenages à axes parallèles à denture droite ou à denture hélicoïdale.
- * les engrenages à axes concourants (engrenages coniques).
- * les engrenages gauches, les axes ne sont pas dans le même plan (roue et vis sans fin).

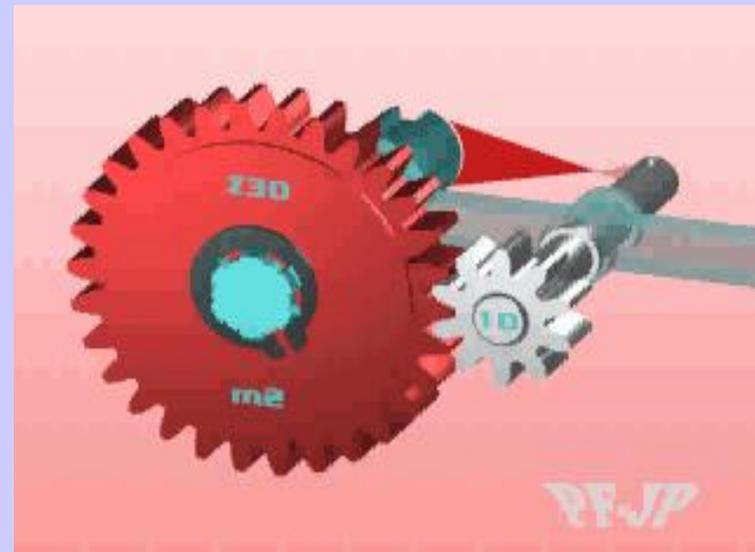
2-FONCTION - PRINCIPE:

Transmettre la puissance entre deux arbres rapprochés avec modification du couple transmis et de la vitesse de rotation.

Le **rapport des vitesses** est rigoureux et constant, le **couple transmis** peut être important.



Dans une transmission par engrenage, on a une **transmission de puissance par obstacle**. C'est à dire par **contact direct et successif** des dents du pignon et de la roue.



3-LE MODULE:

Pour assurer la transmission , les **pas** du pignon et de la roue doivent être **identiques** donc:

$$\text{pas 1} = \text{pas 2} = \text{pas} = p$$

Soit d_1 , le diamètre primitif du pignon.

Soit d_2 , le diamètre primitif de la roue.

On a:

$\pi \times d_1 = p \times Z_1 = \text{périmètre du cercle primitif de la roue}$

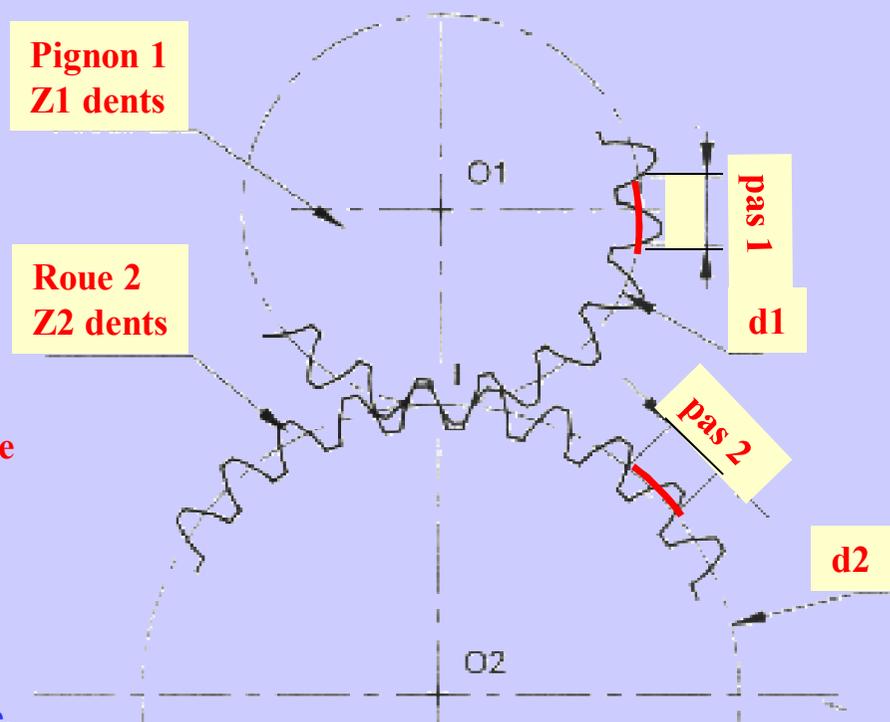
Donc $d_1 = \frac{p}{\pi} \times Z_1$

Le rapport $\frac{p}{\pi}$ est appelé **module de l'engrenage**,

Il est noté **m**

$$\text{On a donc : } d = m \times Z_1 = m \times Z_2$$

$$d = m \times Z$$



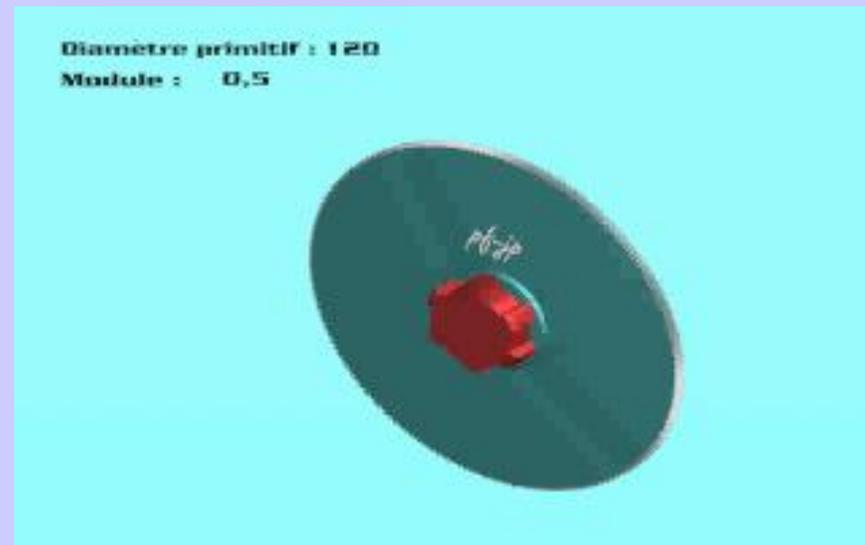
3-LE MODULE:

Le module est défini parmi des **valeurs normalisées**.

Il sera déterminé en fonction de la puissance à transmettre et de la résistance du matériau constituant la denture.

Pour un même **diamètre primitif d**, les **dimensions de la denture** ainsi que **le nombre de dents**, varient en **fonction du module**.

$$d = m \times Z$$



4-RAPPORT DE REDUCTION:

On s'aperçoit que la **roue rouge tourne moins vite** que le **pignon gris**.

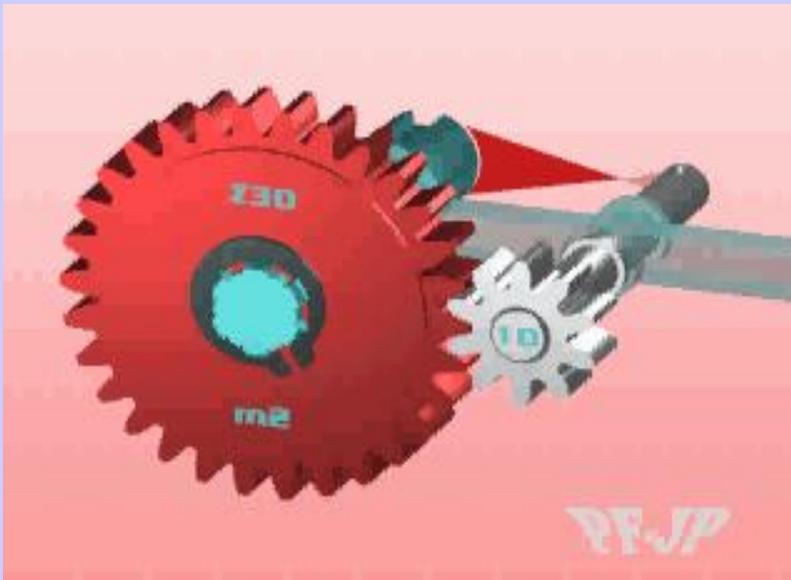
Un élément essentiel d'une transmission par engrenage est le rapport des vitesses de rotation, appelé **rapport de transmission r**

ω_s = vitesse de rotation de la sortie en radian par seconde

ω_e = vitesse de rotation de l'entrée en radian par seconde

N_s = vitesse de rotation de la sortie en tour par minute

N_e = vitesse de rotation de l'entrée en tour par minute

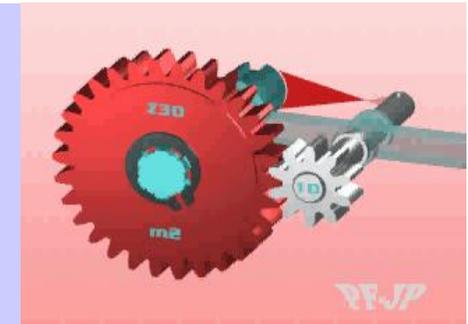


$$r = -\frac{\omega_s}{\omega_e} = -\frac{N_s}{N_e}$$

Remarque:

Le signe «-» proviens du fait que le pignon et la roue tournent ici dans des **sens opposés**.

5-LES ENGRENAGES CYLINDRIQUES A DENTURE DROITE:



Caractéristiques de la denture:

Diamètre primitif: $d = m \cdot Z$

pas: $p = \pi \cdot m$

saillie: $h_a = m$

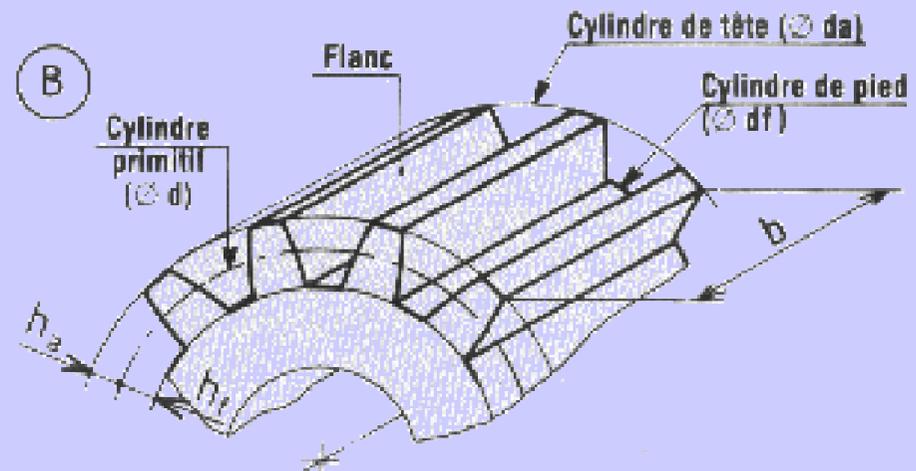
creux: $h_f = 1,25 \cdot m$

hauteur: $h = h_a + h_f = 2,25 \cdot m$

diamètre de tête: $d_a = d + 2 \cdot m$

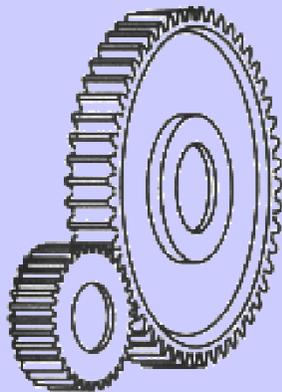
diamètre de pied: $d_f = d - 2,5 \cdot m$

largeur denture: $b = k \cdot m$
(avec $7 < k < 12$)

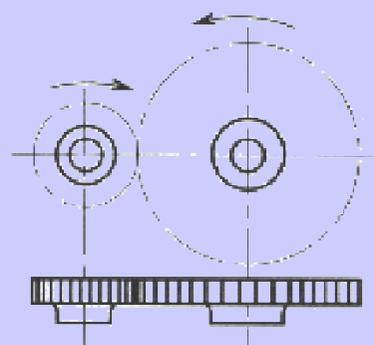


Représentation:

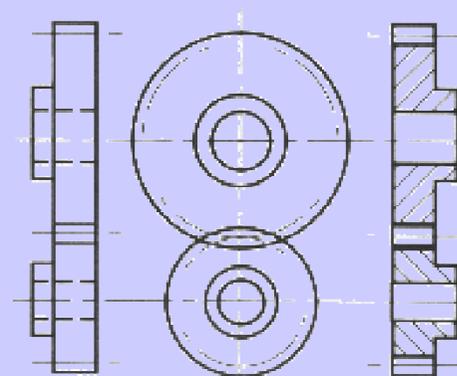
perspective



principe



dessin normalisé



6-LES ENGRENAGES CYLINDRIQUES A DENTURE HELICOIDALE:

De même usage que les précédents, ils sont **très utilisés en transmission de puissance**. Les dents des roues sont **inclinées par rapport à l'axe de rotation** des deux arbres.

A taille égale, ils sont **plus performants que les précédents** pour transmettre puissance et couple. Du fait d'une meilleure progressivité et continuité de l'engrènement, ils sont aussi **plus silencieux**.



6-LES ENGRENAGES CYLINDRIQUES A DENTURE HELICOIDALE:

Caractéristiques de la denture:

Pas réel : $P_n = p_i \cdot m_n = p_t \cdot \cos B$

Pas apparent: $P_t = \pi \cdot m_t$

Module réel: $m_n = p_n / \pi$

Module apparent: $m_t = m_n / \cos B$

Diamètre primitif: $d = m_t \cdot Z$

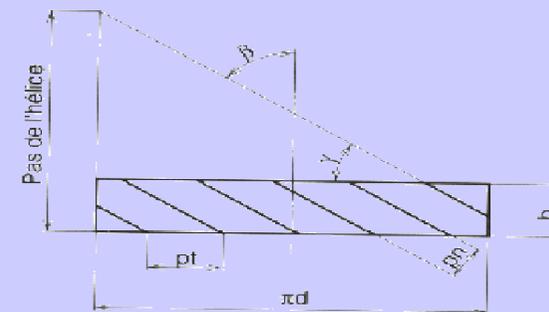
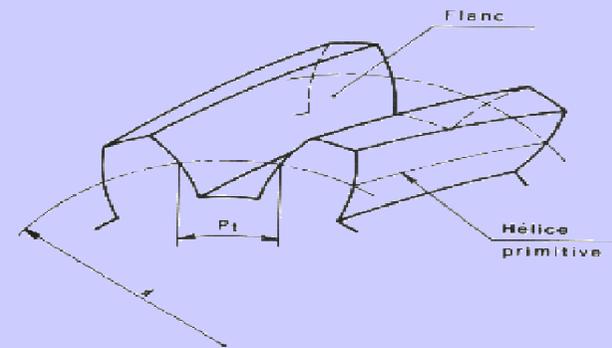
saillie: $h_a = m_n$

creux: $h_f = 1,25 \cdot m_n$

hauteur: $h = h_a + h_f = 2,25 \cdot m_n$

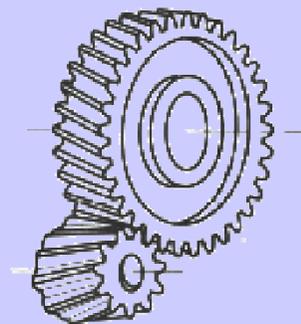
diamètre de tête: $d_a = d + 2 \cdot m_n$

diamètre de pied: $d_f = d - 2,5 \cdot m_n$

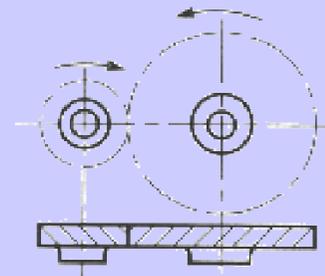


Représentation

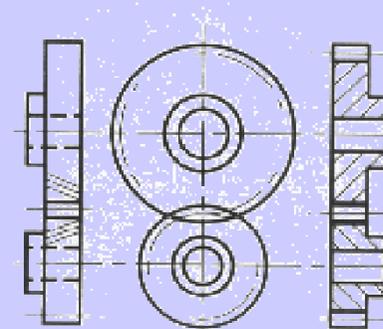
perspective



principe



dessin normalisé



L-LES ENGRENAGES INTERIEURS:

Ce type d'engrenage peut être à denture droite ou hélicoïdale. Dans ce cas, on ne parle pas de pignon et de roue mais de **pignon et de couronne**.

Il est important de remarquer que le pignon et la couronne tournent **dans le même sens**.

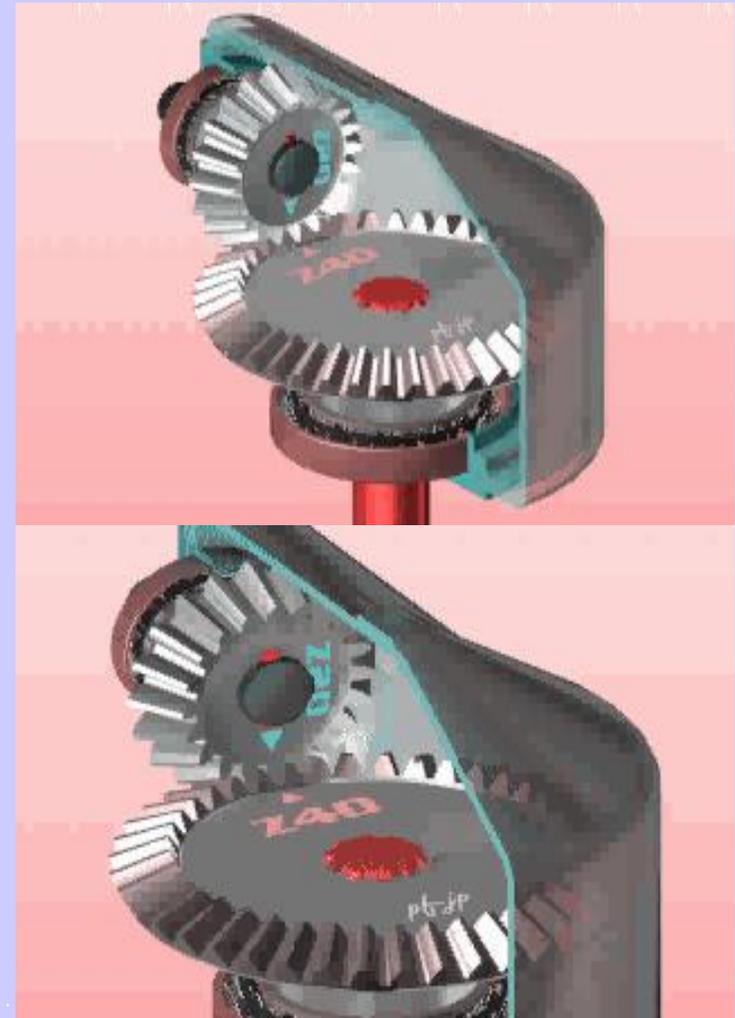


8-LES ENGRENAGES CONIQUES:

Leurs dents sont taillées dans des **surfaces coniques**. Ils sont utilisés pour transmettre le mouvement entre des **arbres concourants, perpendiculaires ou non**.

Leur denture peut être **droite** mais aussi **hélicoïdale**.

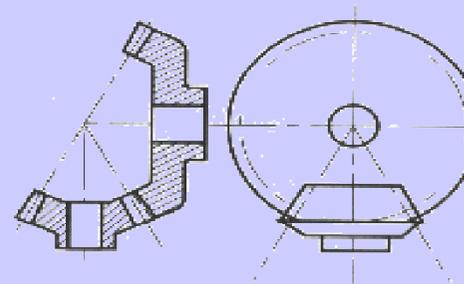
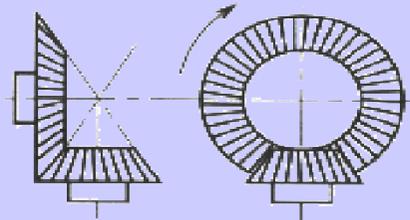
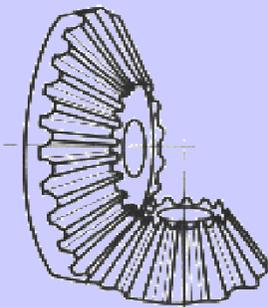
Pour un bon fonctionnement du couple conique, **les sommets des cônes doivent être confondus**. Il faut donc prévoir un montage permettant le **réglage de la position axiale** de ces engrenages



perspective

principe

dessin normalisé



9-LES ROUES ET VIS SANS FIN:

L'une des roues ressemble à **une vis** (avec un ou plusieurs filets) et l'autre à **une roue à denture hélicoïdale**.

Habituellement c'est la **vis qui est motrice**.

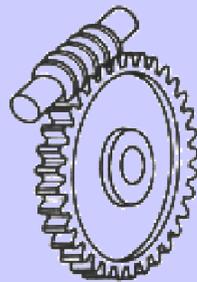
On peut atteindre de **très grands rapports de réduction** (plus de 100) mais le **rendement est faible**.

En fonction de l'angle d'inclinaison d'hélice, le système **peut être irréversible**.

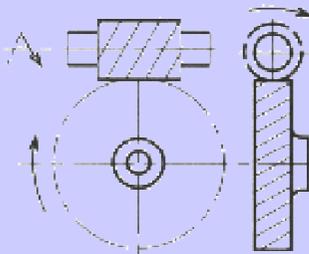


Représentation

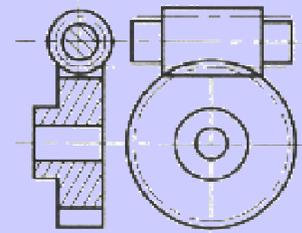
perspective



principe



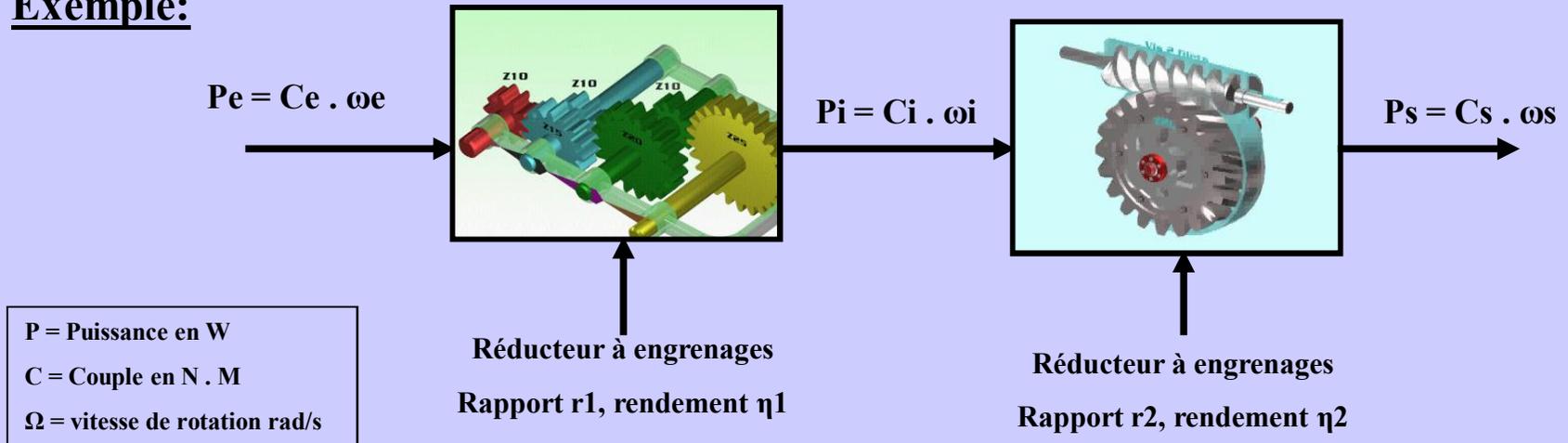
dessin normalisé



10-ASSOCIATION DE REDUCTEURS:

Parfois, il est nécessaire d'associer plusieurs réducteurs entre eux.

Exemple:



Par définition : $r_1 = \frac{\omega_i}{\omega_e}$ et $r_2 = \frac{\omega_s}{\omega_i}$; rapport global = $r = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{\omega_s}{\omega_i} \times \frac{\omega_i}{\omega_e}$ d'où:

$r = r_1 \cdot r_2$

Par définition : $\eta_1 = \frac{P_i}{P_e}$ et $\eta_2 = \frac{P_s}{P_i}$; rendement global = $\mu = \frac{P_s}{P_e} = \frac{P_s}{P_i} \times \frac{P_i}{P_e}$ d'où:

$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2$