

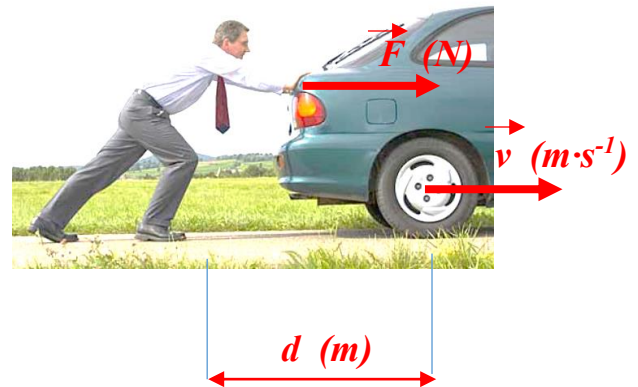
Fiche de cours Transmissions mécaniques de puissances

Documents disponibles sur sciencesdelingenieur.fr ▶ menu ressources pédagogiques ▶ Spécialité Sciences de l'Ingénieur

I- Rappel sur les grandeurs physiques liées à l'énergie et à la puissance.

1.1 Cas d'un mouvement linéaire

Pour déplacer la voiture sur une distance d , il faut fournir une certaine **quantité d'énergie E** (ou un certain **travail W** que l'on exprime en **joule (J)**). Cette quantité d'énergie à fournir est la même quelle que soit la vitesse de déplacement.



La **puissance** correspond à la vitesse à laquelle l'énergie est fournie. En d'autres termes, c'est la quantité d'énergie développée par unité de temps ou encore le flux d'énergie. Cette grandeur est proportionnelle à la vitesse de déplacement. Son unité dans le système international est le **watt (W)** ($1 \text{ W} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$).

Formules usuelles :

$E = F \cdot d$

$E = P \cdot t$

$P = F \cdot v$

1.2 Cas d'un mouvement de rotation

La puissance mise en jeu est définie par le produit du couple, en Newton mètre ($\text{N} \cdot \text{m}$), et de la vitesse angulaire ω en radian par seconde ($\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$).

Formule usuelle :

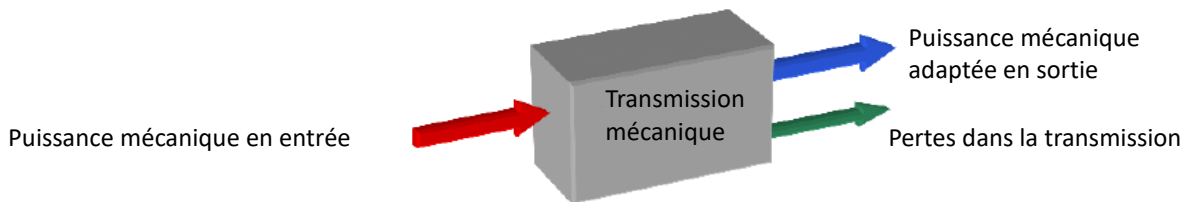
$P = C \cdot \omega$

 avec $\omega = \frac{2\pi N}{60}$

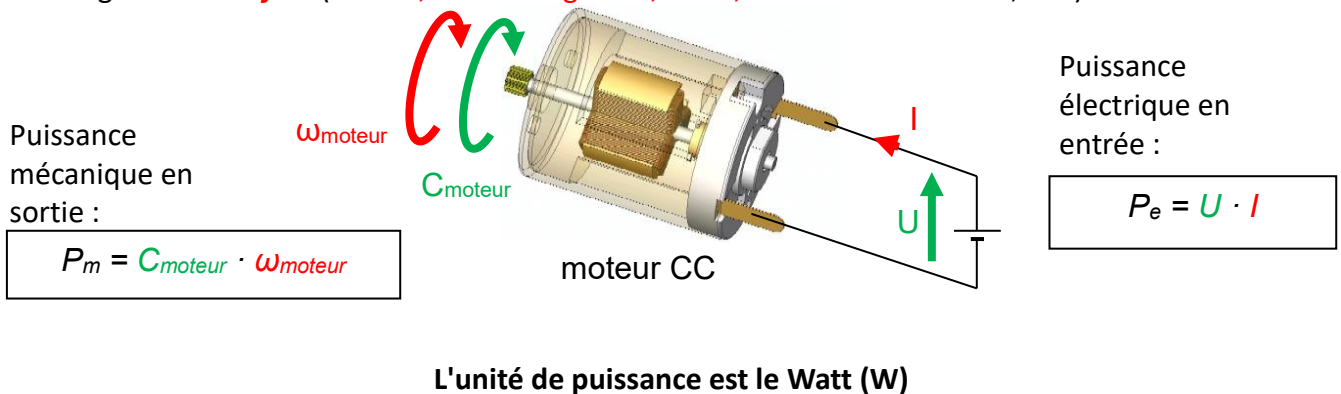


II – Introduction, unité de grandeurs

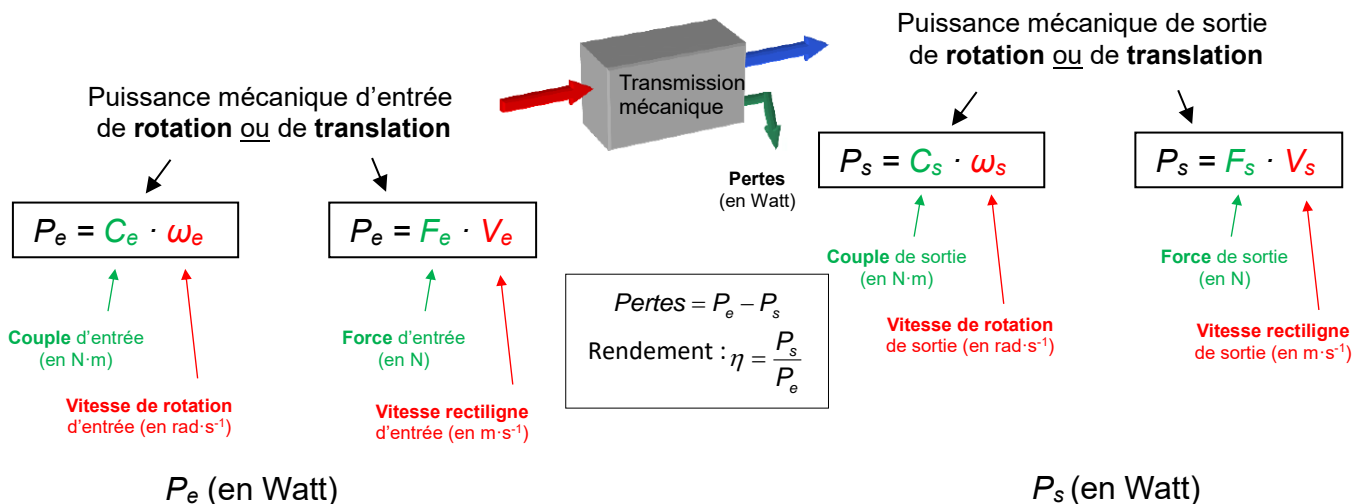
Lorsque l'on veut que la puissance mécanique fournie par un actionneur ait des caractéristiques bien précises (vitesse linéaire ou vitesse de rotation, force ou couple à transmettre) on incorpore dans la chaîne d'action une transmission mécanique adaptée.



La puissance est toujours égale au produit d'une grandeur d'**effort** (force, couple, pression, tension, etc.) par une grandeur de **flux** (vitesse, vitesse angulaire, débit, intensité du courant, etc.).



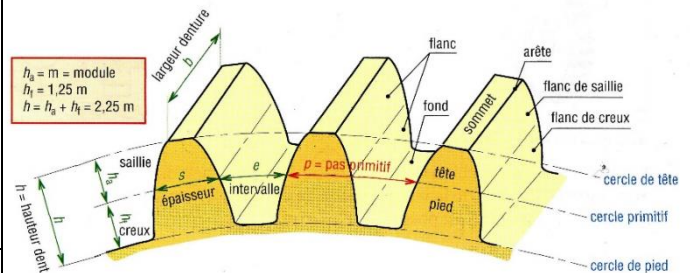
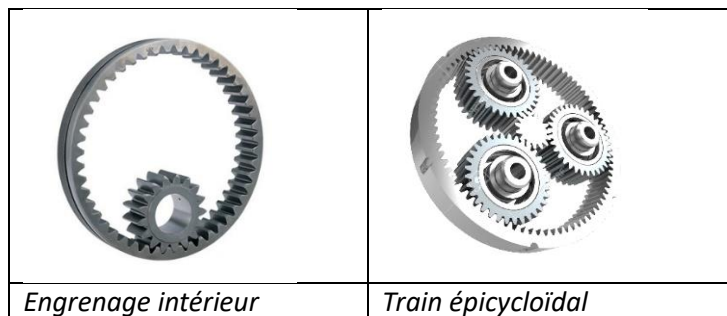
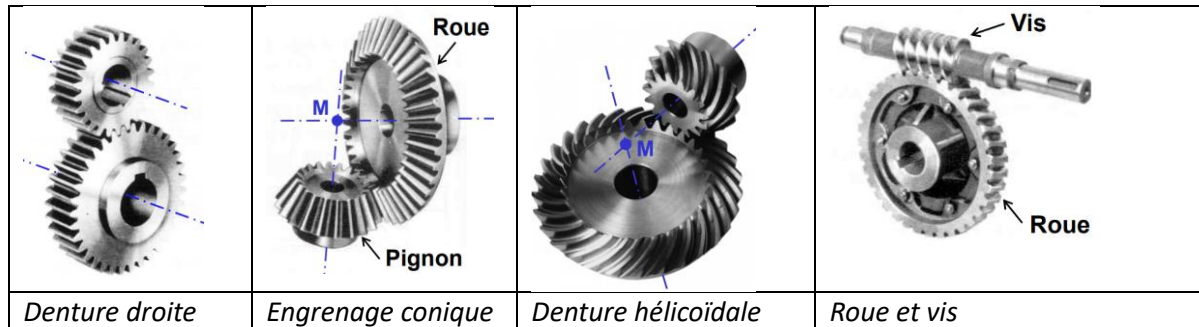
Types de mouvements et d'actions mécaniques transmises :



III - La transmission par engrenages

3.1 Définitions, géométrie

Un engrenage est un ensemble de deux roues dentées engrenant ensemble. C'est une transmission par obstacles.



Pour que les roues dentées engrènent leurs dents elles doivent avoir **le même module** et un profil en développante de cercle.

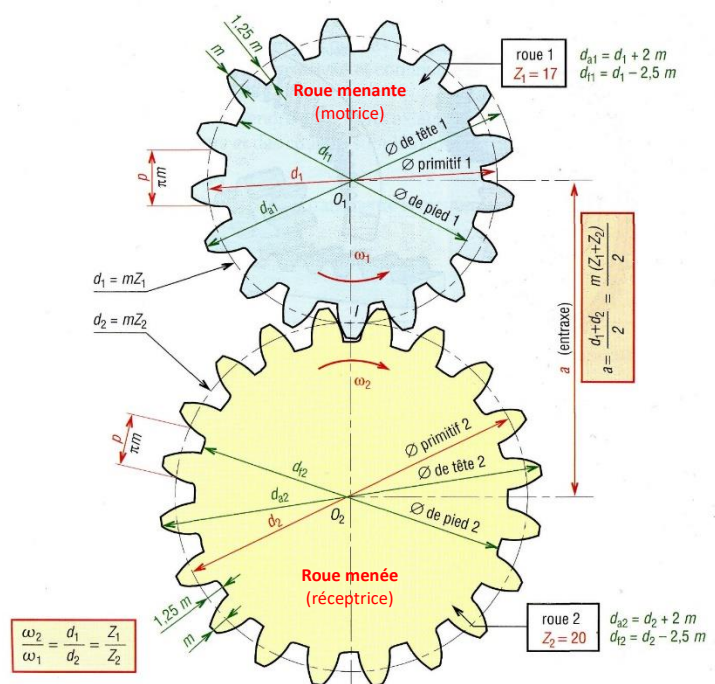
Lorsque deux roues dentées engrènent, leur diamètre primitif roule l'un sur l'autre sans glisser. Le rapport entre le diamètre primitif d'une roue et de son nombre de dents est égal au module m .

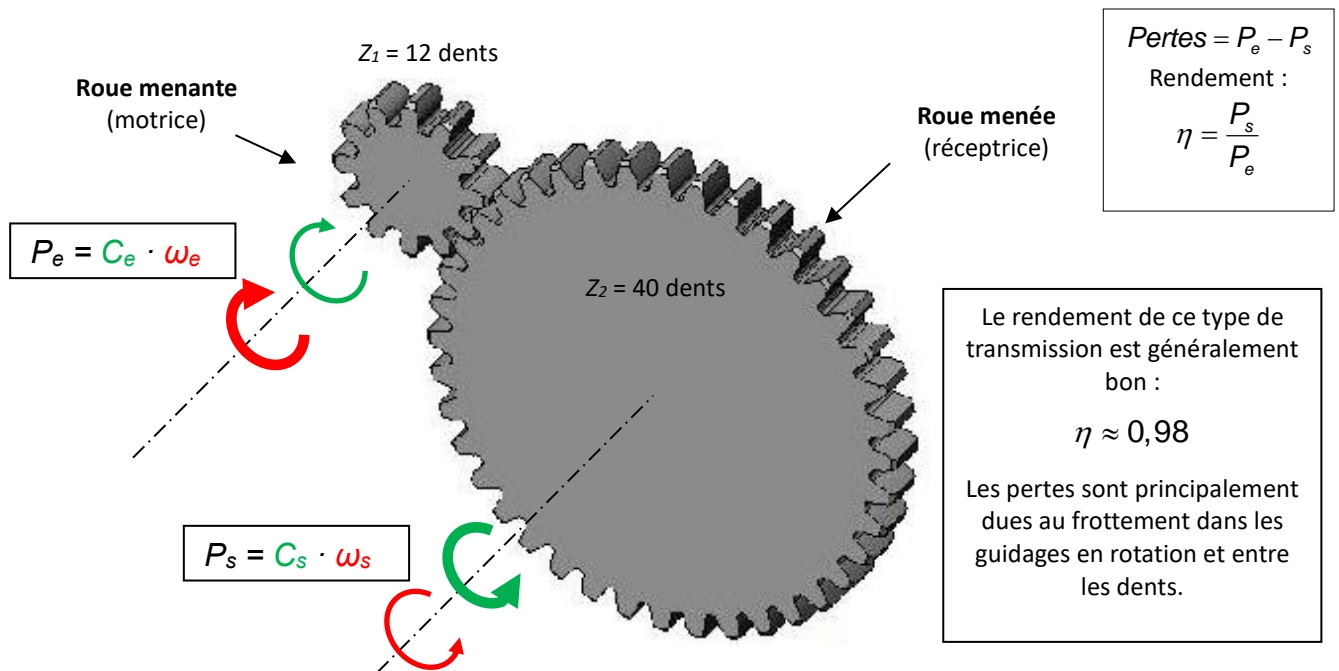
Le rapport de transmission est :

Si la roue 1 entraîne la roue 2, on pose :

$$r = \frac{\text{Vitesse de sortie}}{\text{Vitesse d'entrée}} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$\omega_2 = r \cdot \omega_1 \quad N_2 = r \cdot N_1$$





Nombres de dents :	Z_1, Z_2
Diamètres primitifs des roues :	d_1, d_2
Vitesses de rotation des roues en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$:	ω_e, ω_s
Vitesses de rotation des roues en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$:	N_e, N_s
Couples en $\text{N} \cdot \text{m}$:	C_e, C_s
Puissances en W :	P_e, P_s

A noter : $\omega = \frac{2\pi \cdot N}{60} = \frac{\pi \cdot N}{30}$

Rapport de transmission :

$$r = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{N_s}{N_e} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

Exemple de calcul avec la transmission ci-dessus :

On donne $P_e = 200 \text{ W}$ et $N_e = 5000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$. Calculer $\omega_e, C_e, P_s, r, \omega_s, N_s$ et C_s .

Vitesses de rotation en entrée de la transmission (en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$) : $\omega_e =$

Le couple en entrée de la transmission (en $\text{N} \cdot \text{m}$) : $C_e =$

Puissance en sortie de la transmission (en W) : $P_s =$

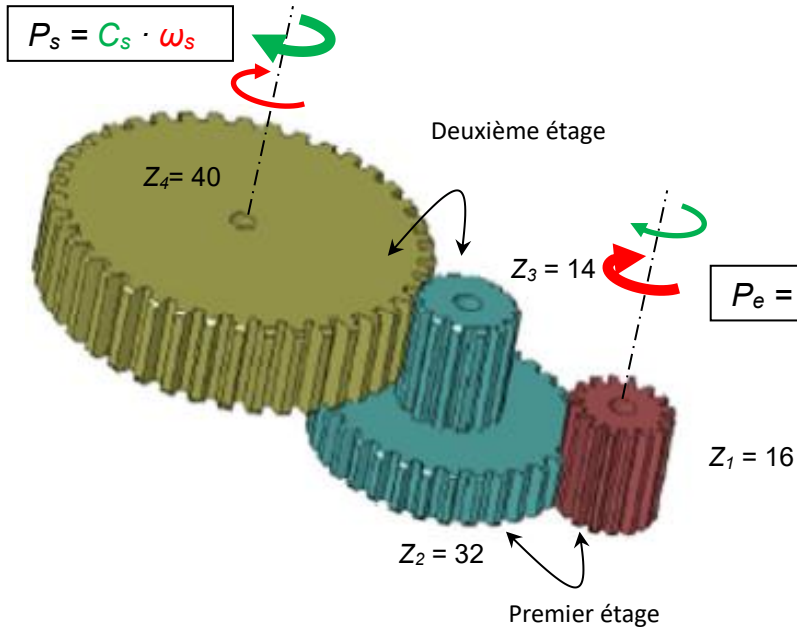
Le rapport de transmission : $r =$

Vitesses de rotation en sortie de la transmission (en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$) : $\omega_s =$

Vitesses de rotation en sortie de la transmission (en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$) : $N_s =$

Le couple en sortie de la transmission (en $\text{N} \cdot \text{m}$) : $C_s =$

Cas d'un train d'engrenages



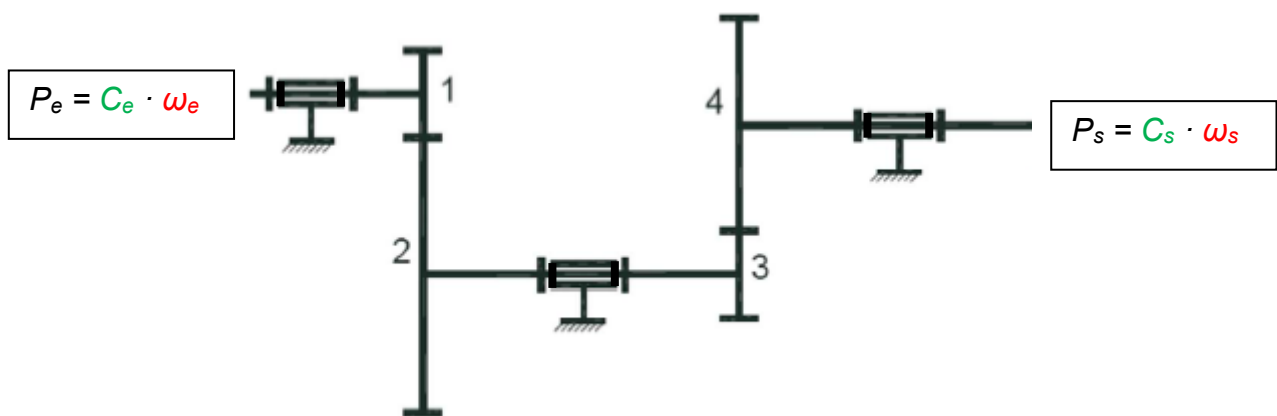
D'une façon générale, le rapport de transmission r est égal au produit des différents étages (ici $r_1 \times r_2$).

Le rapport de transmission est aussi égal au produit des nombres de dents des roues menantes divisé par le produit des nombres de dents des roues menées.

$$Pertes = P_e - P_s$$

Rendement :

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \approx 0,98^2 \approx 0,96$$



$$\text{Rapport de transmission : } r = r_1 \times r_2 = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4} = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{N_s}{N_e}$$

Exemple de calcul :

On donne $P_e = 2500 \text{ W}$ et $N_e = 120 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$. Calculer ω_e , C_e , P_s , r , ω_s , N_s et C_s .

Vitesses de rotation en entrée de la transmission (en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$) : $\omega_e =$

Le couple en entrée de la transmission (en $\text{N} \cdot \text{m}$) : $C_e =$

Puissance en sortie de la transmission (en W) : $P_s =$

Le rapport de transmission : $r =$

Vitesses de rotation en sortie de la transmission (en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$) : $\omega_s =$

Vitesses de rotation en sortie de la transmission (en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$) : $N_s =$

Le couple en sortie de la transmission (en $\text{N} \cdot \text{m}$) : $C_s =$

La transmission par cascade d'engrenages

Les pignons intermédiaires, appelés « pignons fous » n'ont pour fonction que d'inverser le sens de rotation ou d'éloigner les roues motrices et réceptrices l'une de l'autre.

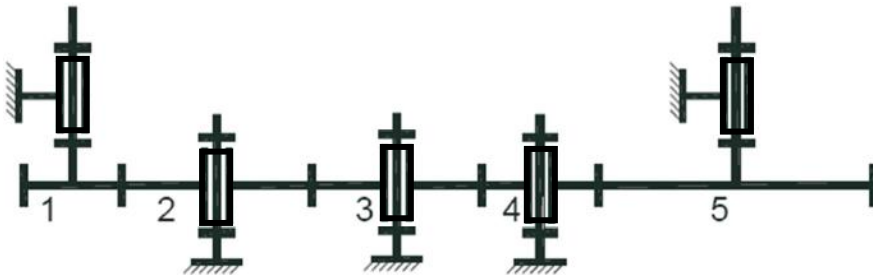
$$P_e = C_e \cdot \omega_e$$

$$P_s = C_s \cdot \omega_s$$

$$Pertes = P_e - P_s$$

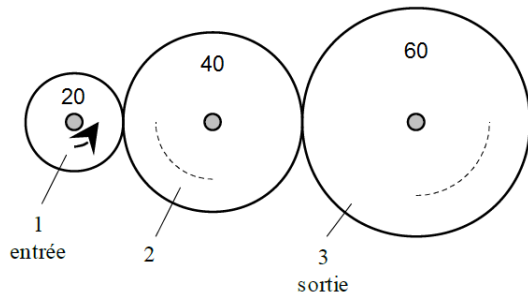
Rendement :

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \approx 0,98^4 \approx 0,92$$

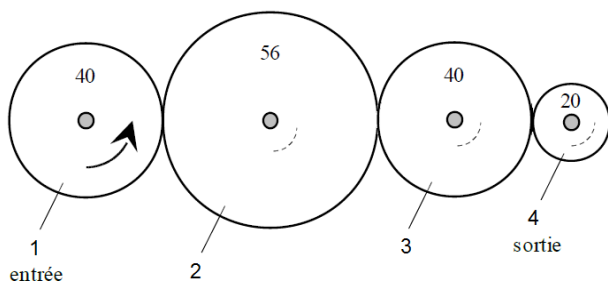


Rapport de transmission :
$$r = \frac{Z_1 \times Z_2 \times Z_3 \times Z_4}{Z_2 \times Z_3 \times Z_4 \times Z_5} = \frac{Z_1}{Z_5} = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{N_s}{N_e}$$

Calculer les rapports de transmission des transmissions par engrenage ci-dessous.
Préciser pour chaque étage le sens de rotation.



$$r_1 =$$

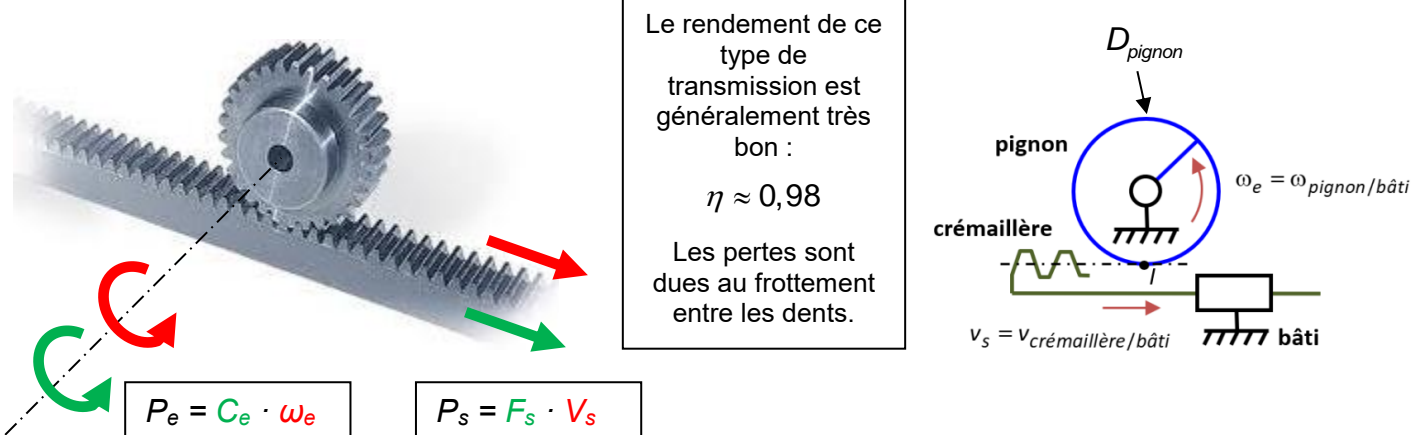


$$r_2 =$$



La transmission par pignon - crémaillère

Cette transmission est réversible. Le plus souvent, l'énergie mécanique en entrée est une énergie mécanique de rotation.

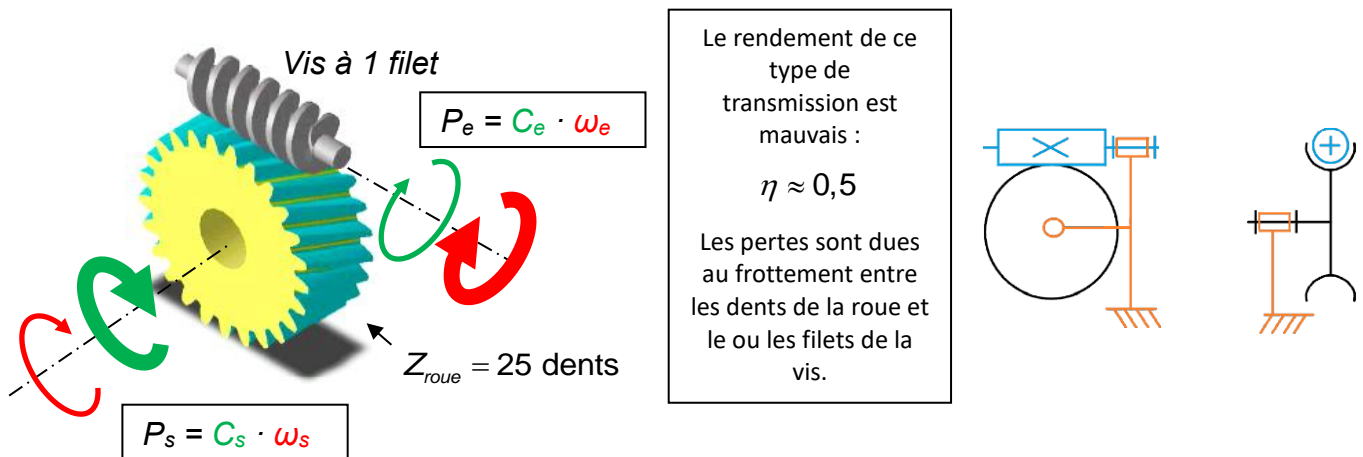


Transmission de mouvement :

$$V_s = \frac{D_{\text{pignon}}}{2} \times \omega_e$$

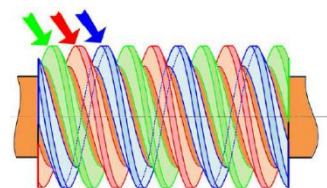
La transmission par roue et vis sans fin

Cette transmission est généralement irréversible. L'énergie mécanique de rotation en entrée est alors appliquée à la vis.



Rapport de transmission :

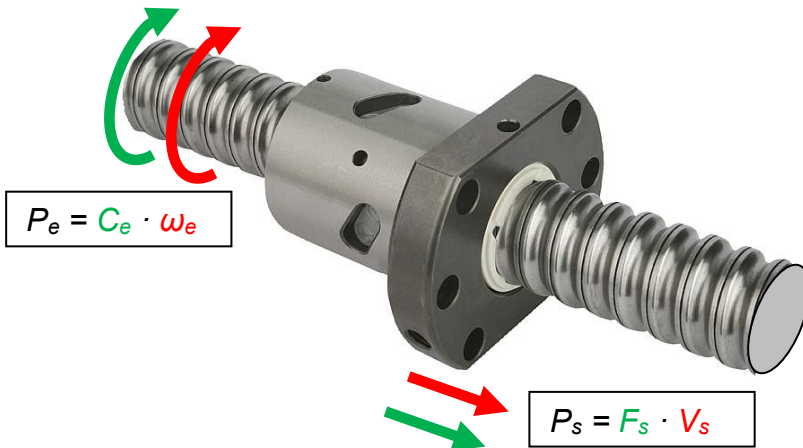
$$r = \frac{\text{nombre de filets}}{Z_{\text{roue}}} = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{N_s}{N_e}$$



Exemple de vis à 3 filets :

IV - La transmission par vis et écrou

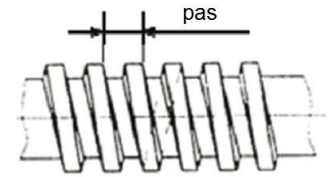
Le système vis-écrou permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation. Dans certains cas particuliers, cette transmission est réversible.



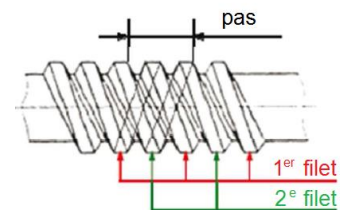
Pas de la vis (en mm) : p

Vitesses de translation de l'écrou (en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) : V_s

Vitesse de rotation de la vis (en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$) : N_e



Vis à 1 filet

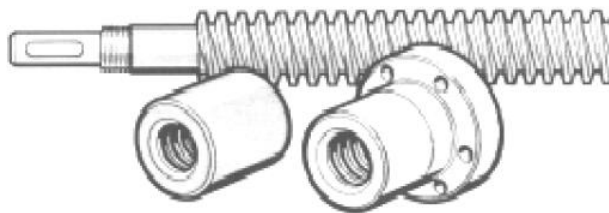


Vis à 2 filets

Loi de transmission :

$$V_s = \frac{p \cdot N_e}{60} \cdot 10^{-3}$$

Le rendement de la transmission est mauvais avec un écrou ordinaire sans billes : $\eta \approx 0,5$



Ecou en polyamide LKM

Ecou en bronze EFM

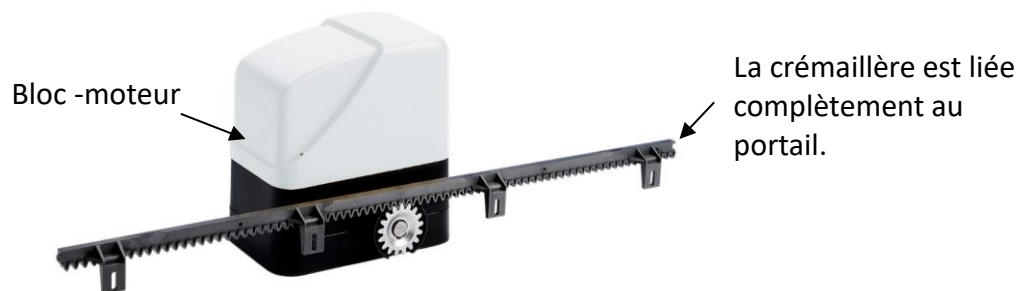
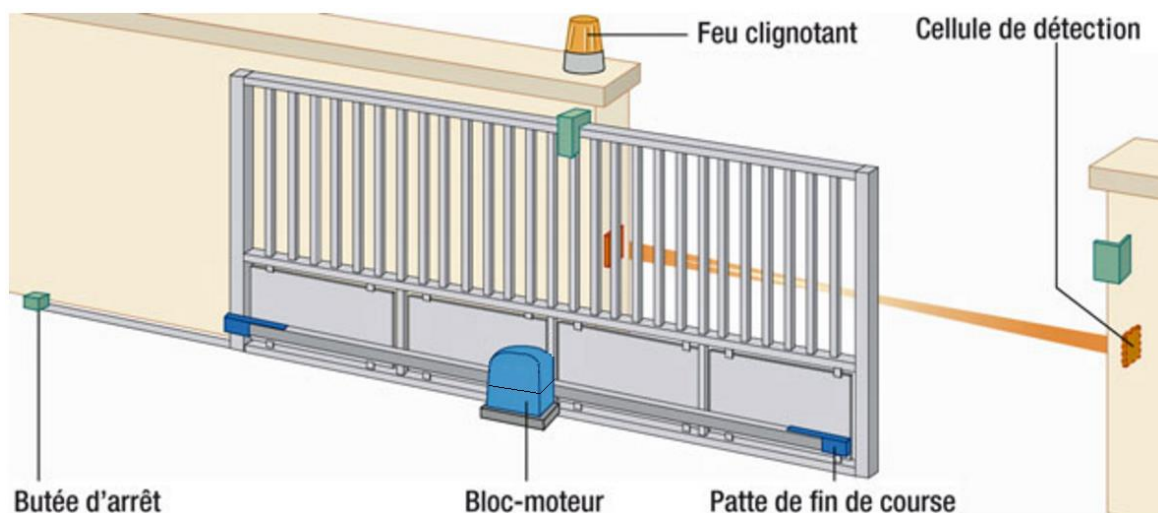
Le rendement de la transmission est très bon avec un écrou à billes : $\eta \approx 0,98$



V – Application

Le portail coulissant motorisé.

Opter pour un portail coulissant est une solution qui apporte un gain de place et un confort d'utilisation, particulièrement adaptée dans des environnements exigeants.



Chaine d'énergie :

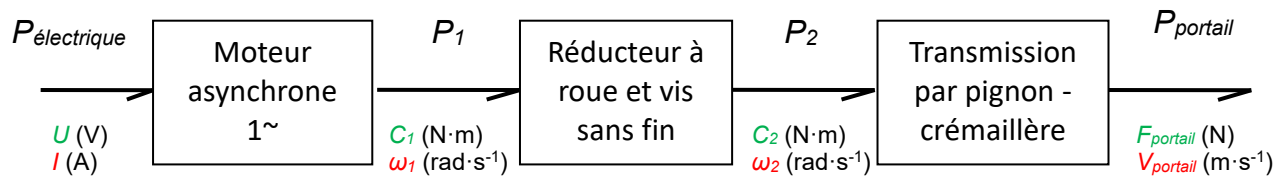
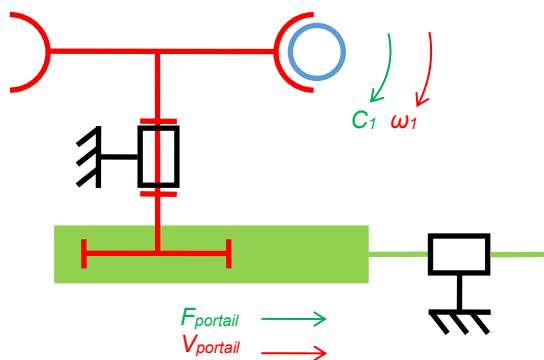


Schéma cinématique :



Caractéristiques des éléments de la chaîne d'énergie :

Moteur asynchrone	
Vitesse nominale :	$N_{\text{moteur}} = 1474 \text{ tr/min}$
Puissance mécanique nominale :	$P_{\text{moteur}} = 350 \text{ W}$
Tension d'alimentation :	$U = 230 \text{ V} \sim$
Rendement :	$\eta_{\text{moteur}} = 0,73$

Réducteur à roue et vis sans fin	
Nombre de filet de la vis :	$nb_{\text{filets}} = 1$
Nombre de dents de la roue :	$Z_{\text{roue}} = 30$
Rendement :	$\eta_{\text{réducteur}} = 0,5$

Transmission par pignon - crémaillère	
Nombre de dents du pignon :	$Z_{\text{pignon}} = 17$
Module du pignon :	$m = 4 \text{ mm}$
Rendement :	$\eta_{\text{pignon-crémaillère}} = 0,95$

Travail demandé :

On suppose qu'en fonctionnement normal, la puissance mécanique fournie par le moteur correspond à sa puissance nominale, soit $P_1 = 350 \text{ W}$.

- En fonctionnement normal, calculer **toutes les grandeurs physiques inconnues** de la chaîne d'énergie.
- Calculer le rendement global du système.