

TRANSMISSION ET TRANSFORMATION DU MOUVEMENT

La transmission de puissance dans les mécanismes doit tenir compte du fait que le mouvement de rotation continu est le plus utilisé.

Dans certains cas, le récepteur reçoit un mouvement de rotation de vitesse angulaire égale à celle du moteur ; un accouplement direct entre l'arbre moteur et l'arbre récepteur est donc suffisant.

Parfois, une interruption de la transmission de puissance est nécessaire entre le moteur et le récepteur ; un embrayage permet à volonté d'établir ou de supprimer la liaison entre l'arbre moteur et l'arbre récepteur.

Les accouplements et les embrayages (en position embrayée) permettent de transmettre la puissance sans modification de la vitesse angulaire.

Le récepteur peut avoir un mouvement de rotation dont la vitesse angulaire, le sens de rotation et/ou l'axe de rotation sont différents de ceux du moteur. Il est donc nécessaire d'interposer, dans la chaîne cinématique, un mécanisme de transmission de puissance capable de modifier ces paramètres ⇒ cf. *DC6 Technologie des mécanismes*, « les adaptateurs ».



*Courroie de distribution moteur thermique
+ transformation de mouvement :
système bielle/manivelle*



Transmission intégrale sur un véhicule

Contenu

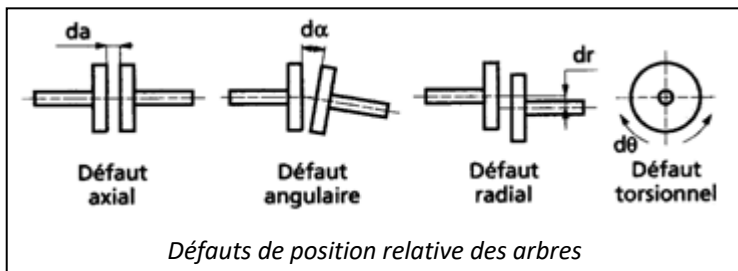
1	SYSTÈMES DE TRANSMISSION PERMANENTE ENTRE 2 ARBRES.....	2
1.1	ACCOUPEMENT DES ARBRES « SENSIBLEMENT » COLINEAIRES	2
1.1.1	Accouplements rigides.....	2
1.1.2	Accouplements élastiques	2
1.2	ACCOUPEMENT D'ARBRES CONCOURANTS, PARALLELES OU DECALES ANGULAIREMENT	2
2	SYSTÈMES DE TRANSMISSION NON PERMANENTE ENTRE 2 ARBRES	3
3	SYSTÈMES DE TRANSFORMATION DE MOUVEMENTS.....	5
3.2	SYSTEME BIELLE - MANIVELLE	5
3.2.1	Principe.....	5
3.2.2	Loi entrée / sortie bielle-manivelle	6
3.3	SYSTEME VIS-ECROU.....	6
3.3.1	principe.....	6
3.3.2	Loi entrée / sortie vis-écrou	6
3.4	SYSTEME PIGNON-CREMAILLÈRE	7
3.4.1	Principe.....	7
3.4.2	Loi entrée / sortie pignon-crémaillère	7
4	AUTRES SYSTÈMES DE TRANSFORMATIONS DE MOUVEMENT.....	8

1 SYSTÈMES DE TRANSMISSION PERMANENTE ENTRE 2 ARBRES

(Sans modification de la vitesse angulaire)

1.1 Accouplement des arbres « sensiblement » colinéaires

La prise en compte des défauts d'alignement entre les arbres est un des critères déterminant dans le choix d'un accouplement.



En fonction des paramètres technologiques, on trouve dans les mécanismes des **accouplements rigides** et des **accouplements élastiques**.

1.1.1 Accouplements rigides

Les accouplements rigides impliquent une très bonne coaxialité des arbres afin d'avoir un montage fonctionnel.

De nombreuses solutions technologiques existent.



Accouplement rigide, serrage par vis de pression. Couple transmis par clavette

Accouplement rigide, serrage par pincement



Accouplements rigides, goupille et manchon

1.1.2 Accouplements élastiques

Les accouplements élastiques permettent de légères variations de la position relative des arbres. L'interposition d'un élastomère entre les 2 parties permet d'encaisser des vibrations de fonctionnement, d'exercer plus de « douceur » au démarrage mais limite la transmission de couples importants (déformation trop importante de l'élastomère). Beaucoup d'autres solutions existent.



Accouplements élastiques avec élastomère

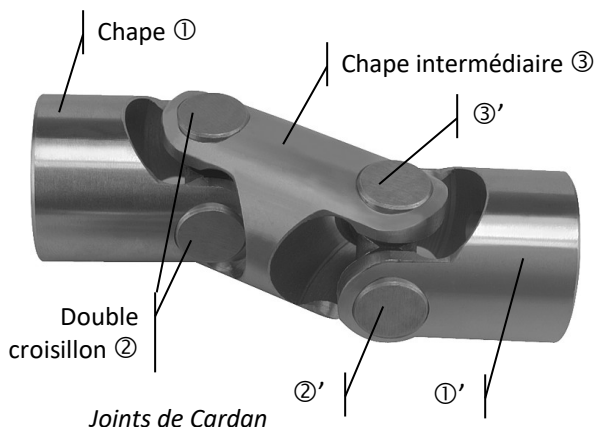


Avec élastomère, version démontée

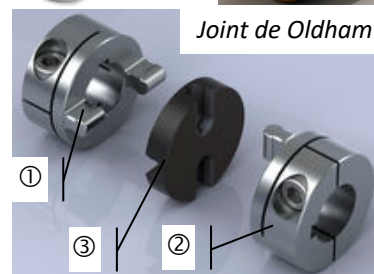


Accouplement élastique avec soufflet en acier

1.2 Accouplement d'arbres concourants, parallèles ou décalés angulairement



Joint de Oldham



Les croisillons comportent deux axes d'articulations concourants et orthogonaux.

Le modèle de liaison mécanique entre une chape et une chape intermédiaire est une liaison rotule à doigt (2 rotations).

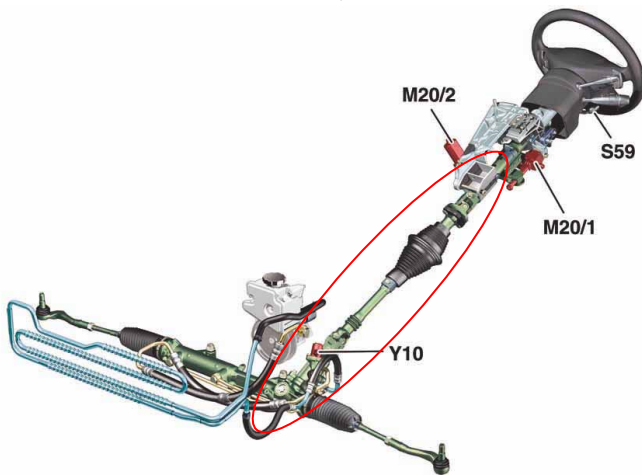
Les pièces ①, ② et ③ constituent un joint de Cardan simple.

Une étude cinématique permet de démontrer que, si la vitesse de rotation de ① est constante, alors la vitesse de rotation de ③ sera de forme sinusoïdale. On dit que le joint de Cardan simple n'est pas homocinétique.

L'association d'un deuxième joint de Cardan simple (pièces ①', ②' et ③'), tel que les chapes ③ et ③' se trouvent dans un même plan, permet d'avoir une vitesse de rotation constante pour la chape ①' : un double joint de Cardan est donc homocinétique.

Exemples d'utilisations :

- transmission du mouvement d'orientation des roues du volant à la crémaillère ;

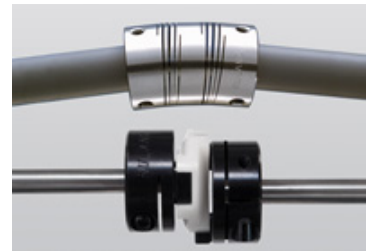


- prise de force sur les tracteurs, transmission de puissance entre les essieux de véhicules...

Il existe également : accouplements flexibles à denture bombée, joints tripodes, Silentbloc...

Ce joint se compose de deux plateaux ① et ②, accouplés de manière permanente avec les arbres moteur et récepteur, reliés par un plateau intermédiaire ③ possédant deux languettes orthogonales (une sur chaque face). Ces languettes peuvent coulisser sur les rainures des plateaux ① et ②.

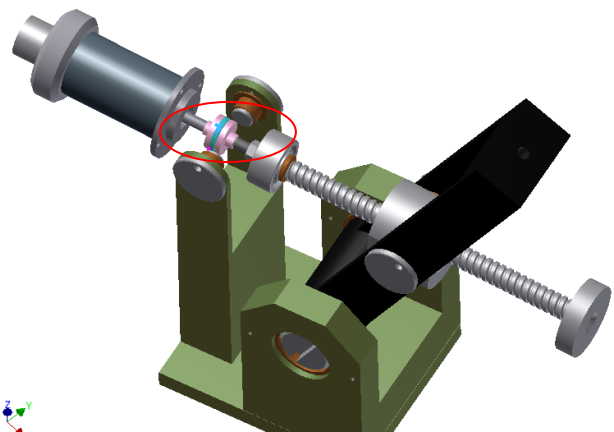
Au cours du fonctionnement, la trajectoire du centre du plateau intermédiaire ③ décrit un cercle. Le déplacement angulaire θ_2 du plateau ② est égal au déplacement angulaire θ_1 du plateau ① : le joint de Oldham est donc homocinétique.



Accouplement élastique vs joint de Oldham

Exemples d'utilisations :

- transmission de puissance entre le moteur et la vis du bras Maxpid



2 SYSTÈMES DE TRANSMISSION NON PERMANENTE ENTRE 2 ARBRES

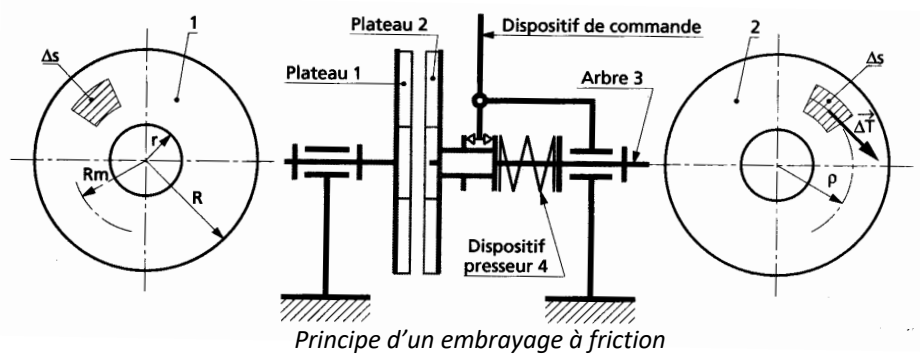
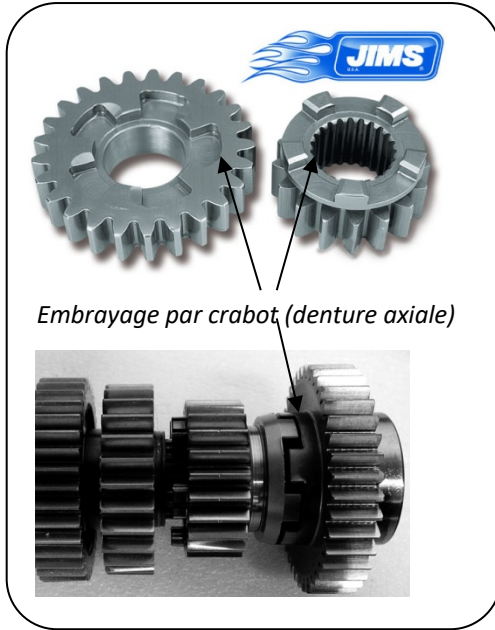
Ces mécanismes permettent de solidariser deux arbres alignés (embrayage) ou de les désolidariser (débrayage) à volonté. Très souvent il est souhaité : $\omega_{\text{récepteur}} = \omega_{\text{moteur}}$ OU $\omega_{\text{récepteur}} = 0$.

La transmission de puissance peut se faire :

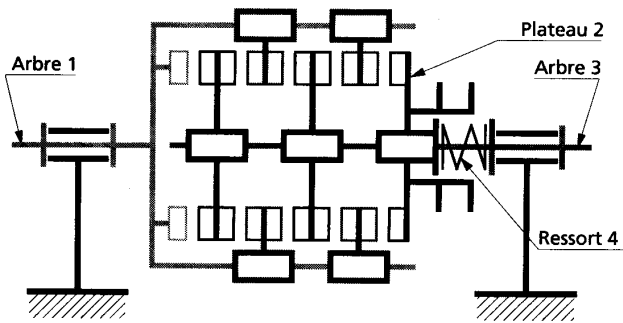
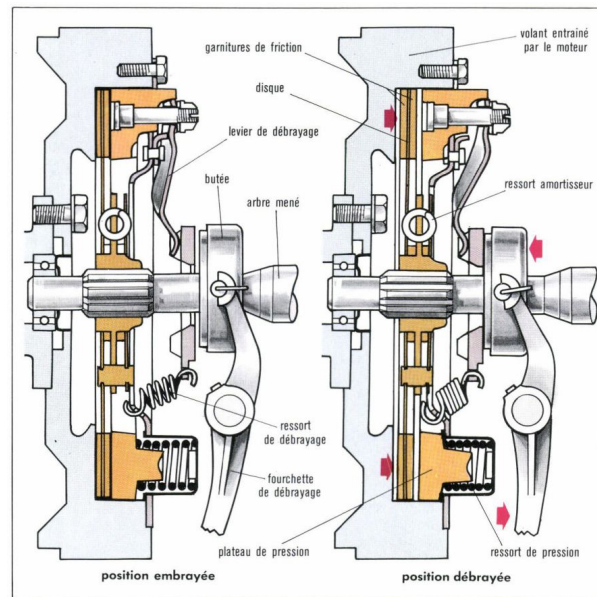
- par obstacle : embrayage à griffes ou à crabots ;
- par adhérence : embrayage à friction ;
- par attraction électromagnétique ou par énergie hydraulique.

L'utilisation d'un embrayage permet d'économiser de l'énergie (pas de mécanisme fonctionnant à vide), de gagner du temps (désaccouplement sans arrêt du moteur) et d'améliorer la sécurité (arrêt rapide possible).

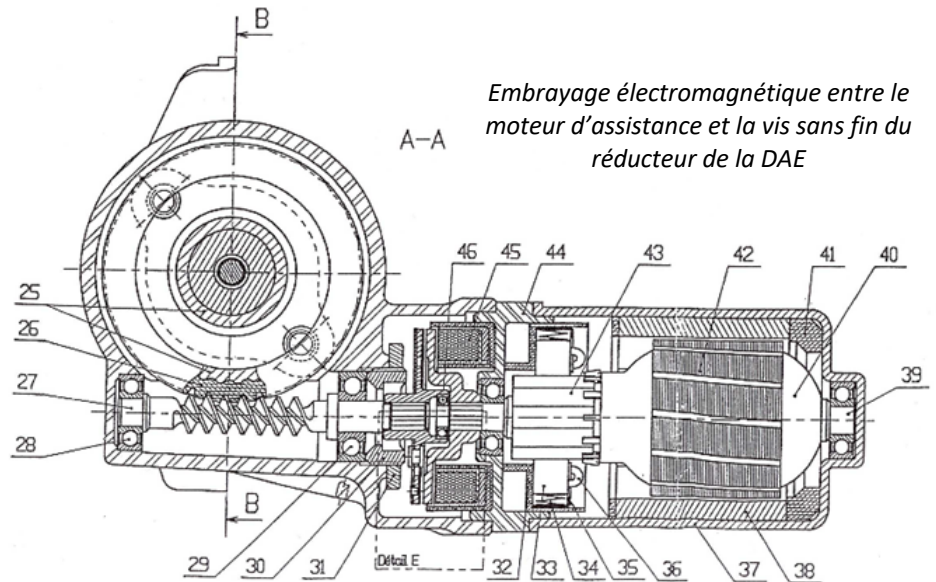
Dans la plupart des systèmes d'embrayage un système de fourche permet de gérer l'accouplement des 2 parties.



Éléments constitutifs d'un embrayage monodisque en position : embrayée, débrayée



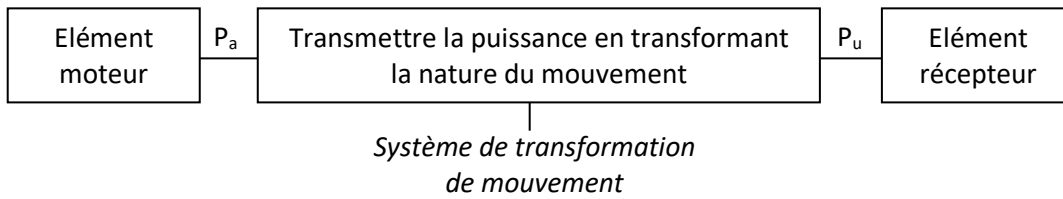
Embrayage à actionnement électromagnétique



Il existe également : limiteurs de couple à friction, à billes ; coupleurs à billes ou hydrauliques ; embrayages centrifuges... et tous les systèmes de freinage : disque, tambour, magnétique...

3 SYSTÈMES DE TRANSFORMATION DE MOUVEMENTS

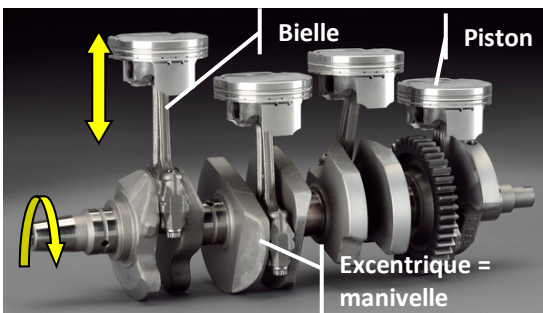
3.1 Principe et limites de l'étude



On pose : $\eta = \frac{P_u}{P_a}$ Avec η rendement du système

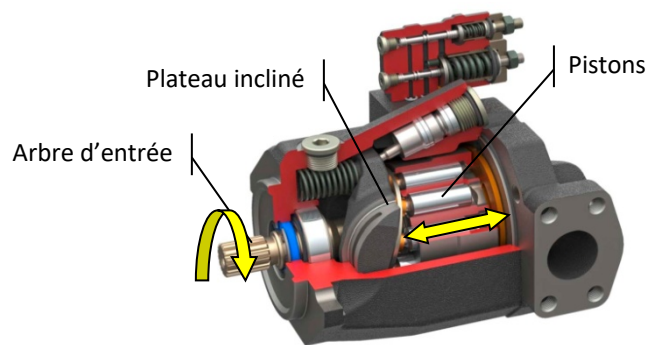
Limites de l'étude : les mouvements les plus courants sont la rotation autour d'un axe et la translation rectiligne. Les 2 transformations courantes sont donc : **Rotation** → **translation** et réciproquement **translation** → **rotation**
On évoque également la notion de **mouvement continu ou alterné**.

ex : translation → rotation



Moteur thermique : Le mouvement de translation alterné des pistons (suite à l'explosion) provoque un mouvement de rotation continu du vilebrequin grâce à la position excentrée de la bielle

ex : rotation → translation

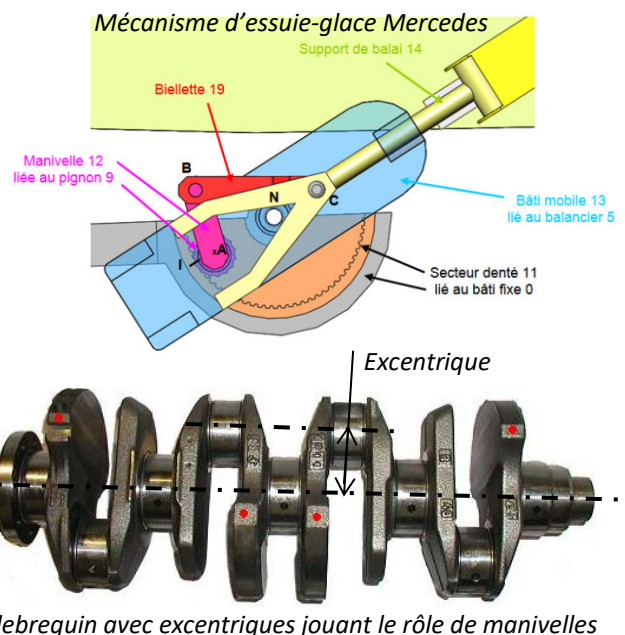
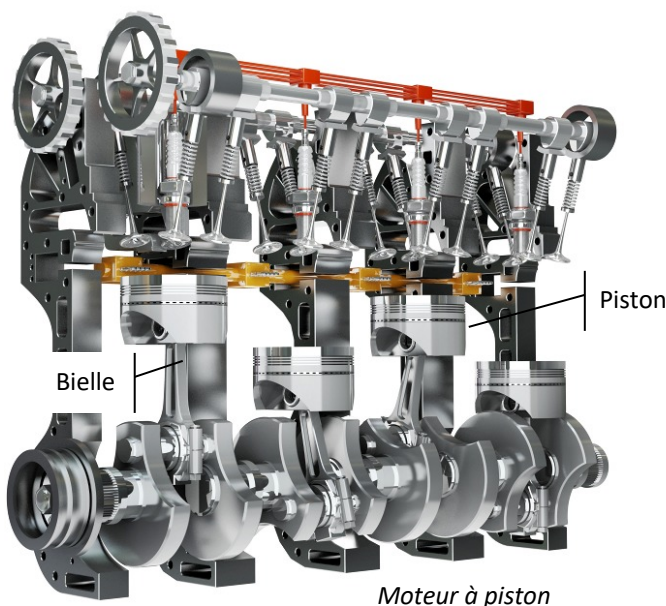


Pompe à pistons : Le mouvement de rotation continu de l'arbre d'entrée imprimé par un moteur transmet aux pistons un mouvement de translation alterné grâce à un plateau incliné

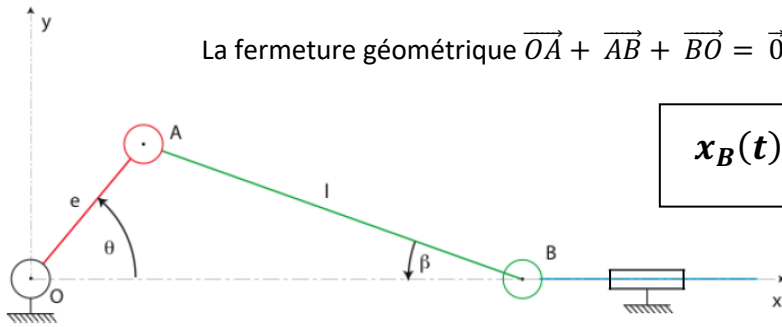
3.2 Système bielle - manivelle

3.2.1 Principe

L'association d'une bielle et d'une manivelle permet de transformer un mouvement de rotation continu en mouvement de translation alterné. **Ce système est réversible**. De très nombreuses déclinaisons de cette solution ont été installées sur des systèmes.



3.2.2 Loi entrée / sortie bielle-manivelle



La fermeture géométrique $\vec{OA} + \vec{AB} + \vec{BO} = \vec{0}$ permet d'établir la loi entrée / sortie suivante :

$$x_B(t) = e \cdot \cos \theta(t) + \sqrt{l^2 - e^2} \sin \theta(t)$$

$x_B(t)$ en m
 $\theta(t)$ en rad

3.3 Système vis-écrou

3.3.1 principe

La transformation de mouvement est obtenue grâce à un guidage hélicoïdal. Pour que la translation ait lieu, il faut que l'écrou soit en liaison glissière (blocage de son mouvement de rotation suivant l'axe du mouvement). La réversibilité de ce système est soumise à des conditions géométriques d'inclinaison des filets :

- rotation → translation : possible si l'angle d'inclinaison α de l'hélice est inférieur à $90^\circ - \varphi$ (φ angle de frottement entre les filets). Cas le plus fréquent d'utilisation
- translation → rotation : possible si l'angle d'inclinaison α de l'hélice est supérieur à φ . Cas rarement mis en œuvre.

La transformation est donc **réversible** si $\varphi < \alpha < 90^\circ - \alpha$, mais cette propriété n'est pas souvent utilisée à cause d'un **mauvais rendement**.

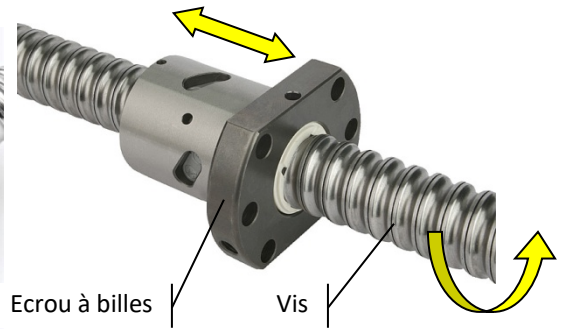
Pour augmenter sensiblement l'efficacité de ce système, on interpose des billes dans les filets entre l'écrou et la vis. Les formes internes de l'écrou autorisent une recirculation des billes.



Système vis-écrou « classique »

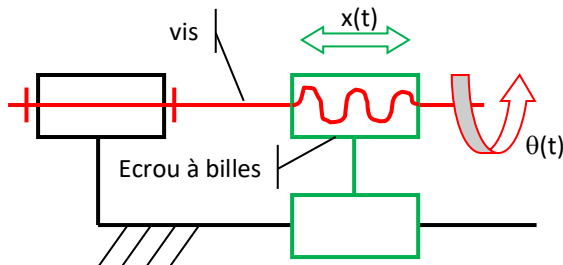


Recirculation des billes dans l'écrou



Système vis-écrou à billes

3.3.2 Loi entrée / sortie vis-écrou



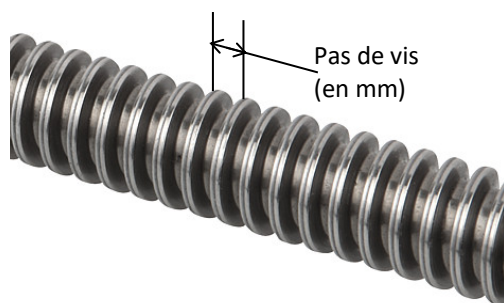
La relation entre le déplacement linéaire de l'écrou en fonction du déplacement angulaire de la vis s'écrit :

$$x(t) = \frac{p}{2\pi} \times \theta(t)$$

De même, la relation entre les vitesses peut s'écrire :

$$v(t) = \frac{p}{2\pi} \times \omega(t)$$

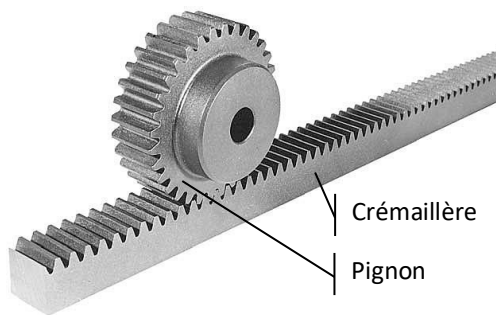
Avec **p** : pas de la vis
Rq : ($p_{vis} = p_{écrou}$)



$x(t)$ en mm $v(t)$ en $mm \cdot s^{-1}$
 $\theta(t)$ en rad $\omega(t)$ en $rad \cdot s^{-1}$

3.4 Système pignon-crémaillère

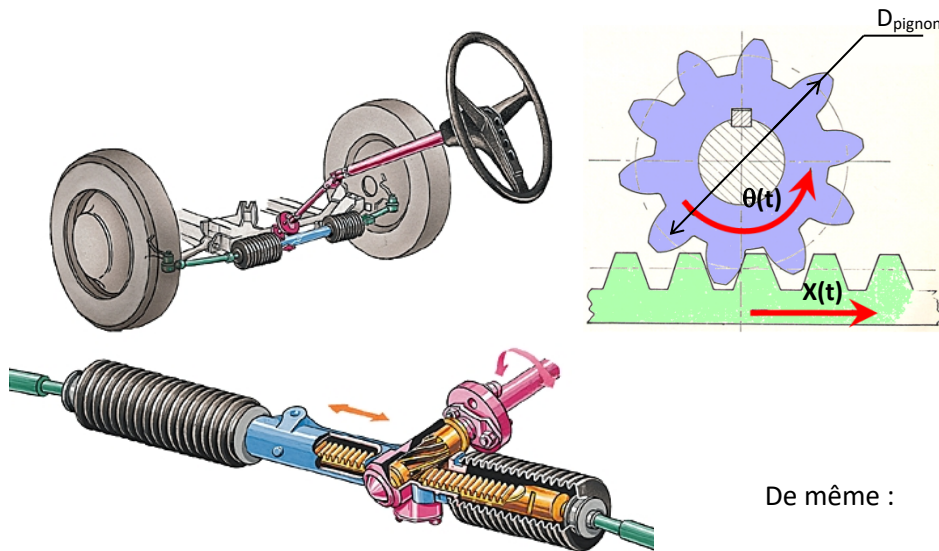
3.4.1 Principe



Rotation → translation : en tournant autour de son axe, le pignon exerce une force qui provoque la translation de la crémaillère.

Translation → rotation : en tradant, la crémaillère exerce une force sur le pignon dont la position excentrée provoque sa rotation.

3.4.2 Loi entrée / sortie pignon-crémaillère



D_{pignon} : diamètre primitif du pignon
Cf. « adaptateurs_engrenages »,
DC6 technologie des systèmes

On peut écrire :

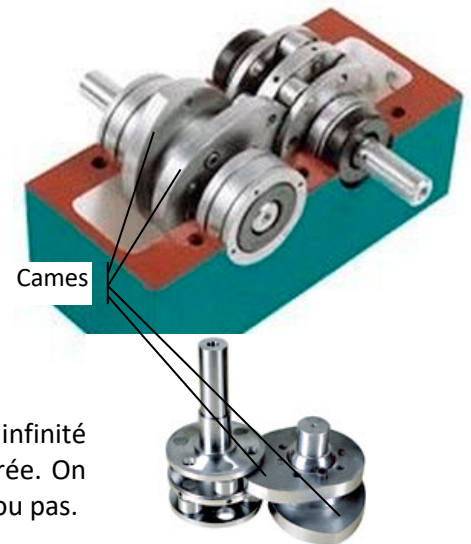
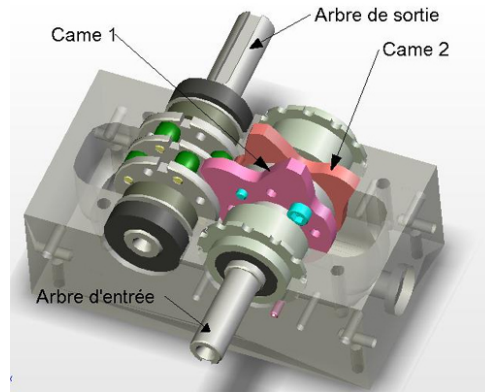
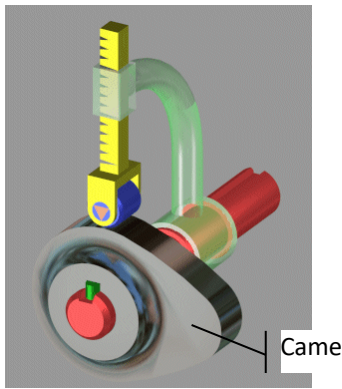
$$\mathbf{x(t)} = \frac{D_{\text{pignon}}}{2} \times \boldsymbol{\theta(t)}$$

$x(t)$ en m $v(t)$ en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
 $\theta(t)$ en rad $\omega(t)$ en $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$

De même :

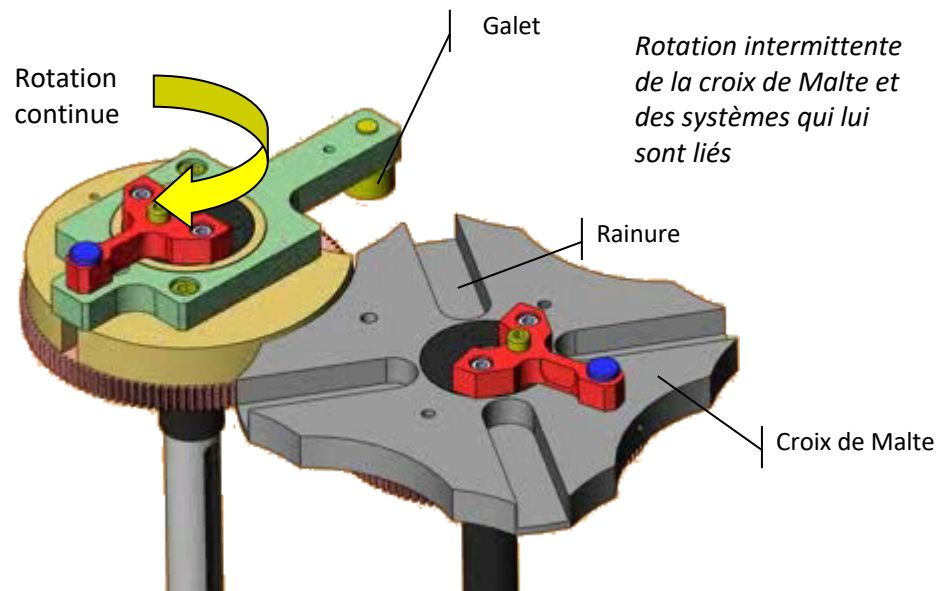
$$\mathbf{v(t)} = \frac{D_{\text{pignon}}}{2} \times \boldsymbol{\omega(t)}$$

4 AUTRES SYSTÈMES DE TRANSFORMATIONS DE MOUVEMENT



Transformation du mouvement par came : il est possible de donner une quasi infinité de types de mouvement à partir d'un mouvement de rotation continu en entrée. On peut installer plusieurs cames avec des profils très différents, complémentaires ou pas.

Une transformation de mouvement de rotation continu en mouvement de rotation intermittent est également possible l'intermédiaire d'un montage d'une **croix de Malte**.



Lorsque le galet rencontre la rainure, il entraîne dans son mouvement de rotation la croix de Malte. Lorsqu'il ressort de cette rainure (au bout d' $1/4$ de tour dans le cas de la figure), la croix de Malte stoppe son mouvement et attend que le galet reprenne contact avec la rainure suivante pour reprendre sa rotation.

Dans le cas du système modélisé ci-contre, la croix de Malte fait un tour pendant que l'arbre d'entraînement en fait 4.