

Cours	Cours TE 5	
	Transmission d'énergie avec transformation du mouvement	TSI1 (Période 3)
	Cycle 7 : Transmettre l'énergie mécanique	1h
		4 semaines

**RESOUDRE** : Proposer une démarche permettant d'obtenir une loi entrée-sortie géométrique ou cinématique.  $\leq 1$

**RESOUDRE** : Déterminer les relations entre les grandeurs géométriques ou cinématiques.

**CONCEVOIR** : Choisir la technologie des composants de la chaîne de puissance.

## 1 Contexte de la transformation de mouvement

Plusieurs types de transformation de mouvement sont disponibles :

- **translation de l'actionneur** (un vérin par exemple) **transformée en rotation** de l'axe piloté :
  - mécanismes articulés,
  - pignon-crémaillère...

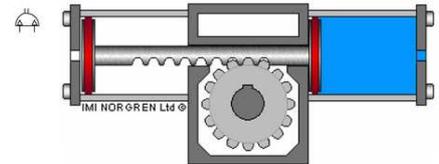


Figure 1 : vérin articulé sur engin hydraulique, vérin rotatif par pignon-crémaillère.

- **rotation de l'actionneur** (moteur ou motoréducteur) **transformée en translation** : pignon-crémaillère, vis-écrou, poulie-courroie...



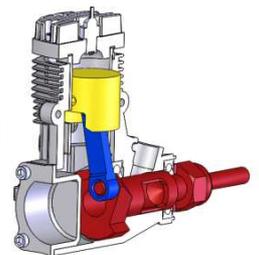
Figure 2 : Pignon-crémaillère motorisé, vis-écrou dans un vérin électrique, transformation de mouvement par lien souple.

- **mouvement continu transformé en mouvement alternatif (ou inversement)**:

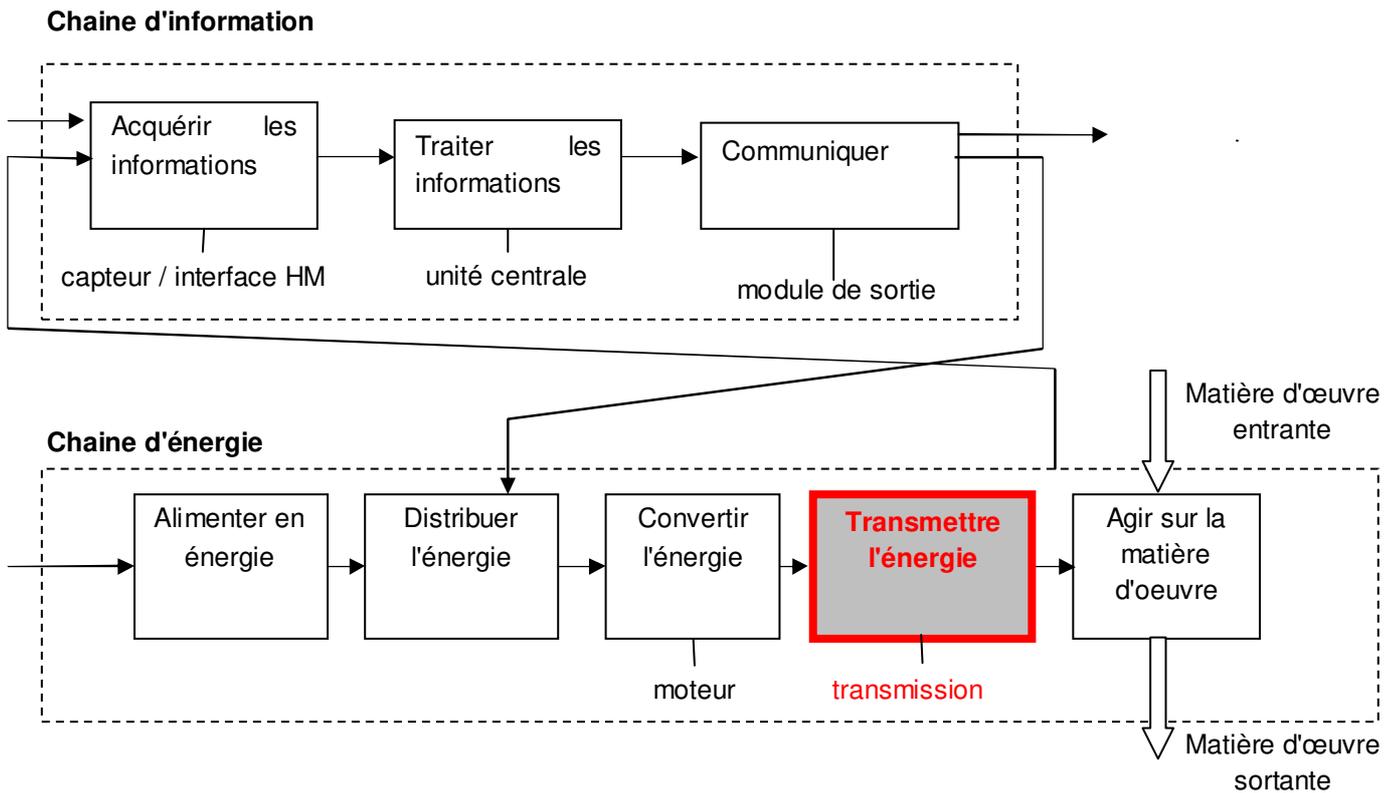
Figure 3 : bielle-manivelle d'un moteur à explosion ou d'un compresseur.

- **mouvement continu en mouvement intermittent** : croix de malte, came,...

Figure 4 : Croix de malte (postes automatisés)



**Position de la transformation d'énergie mécanique dans la chaîne d'énergie :**



**2 Principaux mécanismes de transformation de mouvement**

**2.1 Vis-écrou**

Le système vis-écrou est constitué de 2 pièces aux filetages complémentaires de même pas.

Pour une vis à plusieurs filets : le pas de vis est la distance entre 2 sommets successifs du même filet.

**Type de transformation :**  
rotation continue en translation continue

**Réversible :** parfois. Ce système est souvent irréversible en absence d'éléments roulants et réversible en présence d'éléments roulants (écrou à billes).

**Utilisation :** vérin électrique, axe linéaire de machines outils...

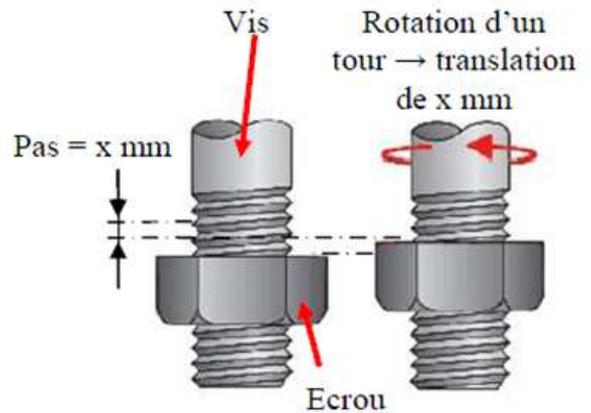


Figure 5 : Vis avec pas à droite à un seul filet.

**Caractéristiques :** La loi entrée-sortie est donnée par le pas p de la vis :

$$\frac{V}{p} = \frac{\omega}{2\pi}$$

où V : vitesse linéaire (en général de l'écrou bloqué en rotation) en m/s,  
 p : pas de la vis (distance parcourue par l'écrou pour un tour de vis) en m,  
 ω : vitesse de rotation (en général de la vis motorisée) en rad/s,

## 2.2 Bielle-manivelle

Le système bielle-manivelle est un mécanisme articulé est caractérisé par :

- **L** : longueur de la bielle articulée à ses 2 extrémités,
- **e** : l'excentration de l'articulation de la bielle par rapport à l'axe de la liaison pivot entre la manivelle et le bâti.

**Type de transformation :**

Rotation continue en translation alternative (pompe).  
 Translation alternative en rotation continue (moteur).

**Réversible** : oui.

**Utilisation** : moteur thermique, compresseur, certaines pompes et moteurs hydrauliques.

**Caractéristiques** : le rapport **L/e** conditionne la loi entrée-sortie.

La relation est établie par la fermeture géométrique ABCA.

La loi entrée-sortie n'est pas à connaître et dépend du paramétrage cinématique ici avec  $\theta = (\vec{x}_0; \vec{AB})$ :

$$y_c = e \cdot \left( \sin\theta + \sqrt{\left(\frac{L}{e}\right)^2 - \cos^2\theta} \right)$$

On retiendra l'amplitude de la translation qui vaut 2 fois l'excentrique :

$$y_{max} - y_{min} = 2 \cdot e$$

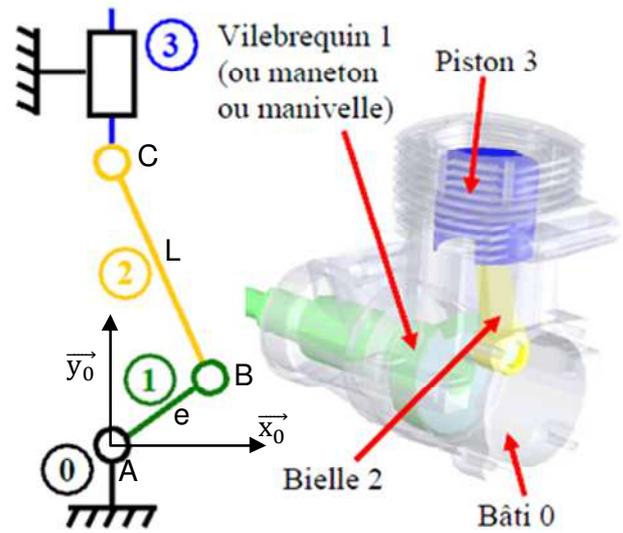


Figure 6 : Bielle manivelle.

## 2.3 Roulement sans glissement

Quatre systèmes utilisent le roulement sans glissement pour transformer le mouvement:

- **pignon-crémaillère** : le pignon denté doit avoir le même module que la crémaillère avec laquelle il engrène.
- **roue qui roule sans glissement sur un sol plat,**
- **courroie** (ou tapis roulant ou câble) qui se déroule sans glisser **sur ses poulies,**
- **chaîne** qui se déroule sans glisser **sur ses roues dentées.**

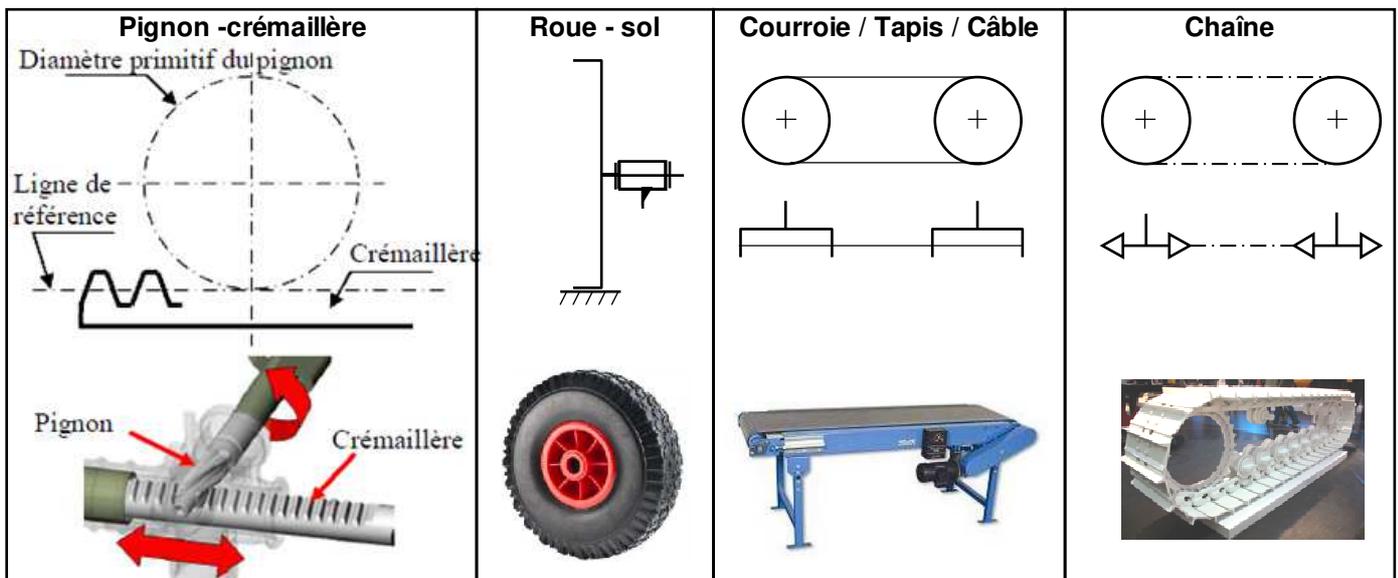


Figure 7 : Transformation de mouvement par roulement sans glissement

**Type de transformation** : rotation continue en translation continue (la course est en général limitée).

**Réversible** : oui.

**Utilisation** : Porte de TGV, portail en translation, direction de voiture, axe de machines.

**Caractéristiques** : la loi entrée-sortie est obtenu à partir du rayon primitif  $R$  du pignon (ou de la roue).

$$V = R \cdot \omega$$

avec  $V$  : module de la vitesse linéaire de translation (en m/s),  
 $R$  : rayon primitif (ou rayon primitif du roulement sans glissement) en m,  
 $\omega$  : module de la vitesse de rotation (en rad/s).

Le sens de déplacement dépend des guidages avec le bâti.

## 2.4 Cames

Les systèmes à cames sont utilisés lorsque l'on souhaite obtenir une loi entrée-sortie spécifique. Cette loi dépend alors directement de la forme de la came.

**Type de transformation** : rotation continue en translation alternative ou intermittente.

**Réversible** : non.

**Utilisation** : certaines pompes hydrauliques, contrôle de levée des soupapes de moteur thermique, boîte de vitesse mécanique séquentielle.

**Caractéristiques** : la loi entrée-sortie est directement liée à la forme de la came qui tourne à vitesse constante. Pour une came cylindrique à excentrique  $e$  par exemple la loi d'entrée-sortie vaut  $V = \omega \cdot e \cdot \sin\theta$ . Cette formule n'est pas à connaître et se retrouve par fermeture géométrique ou cinématique.

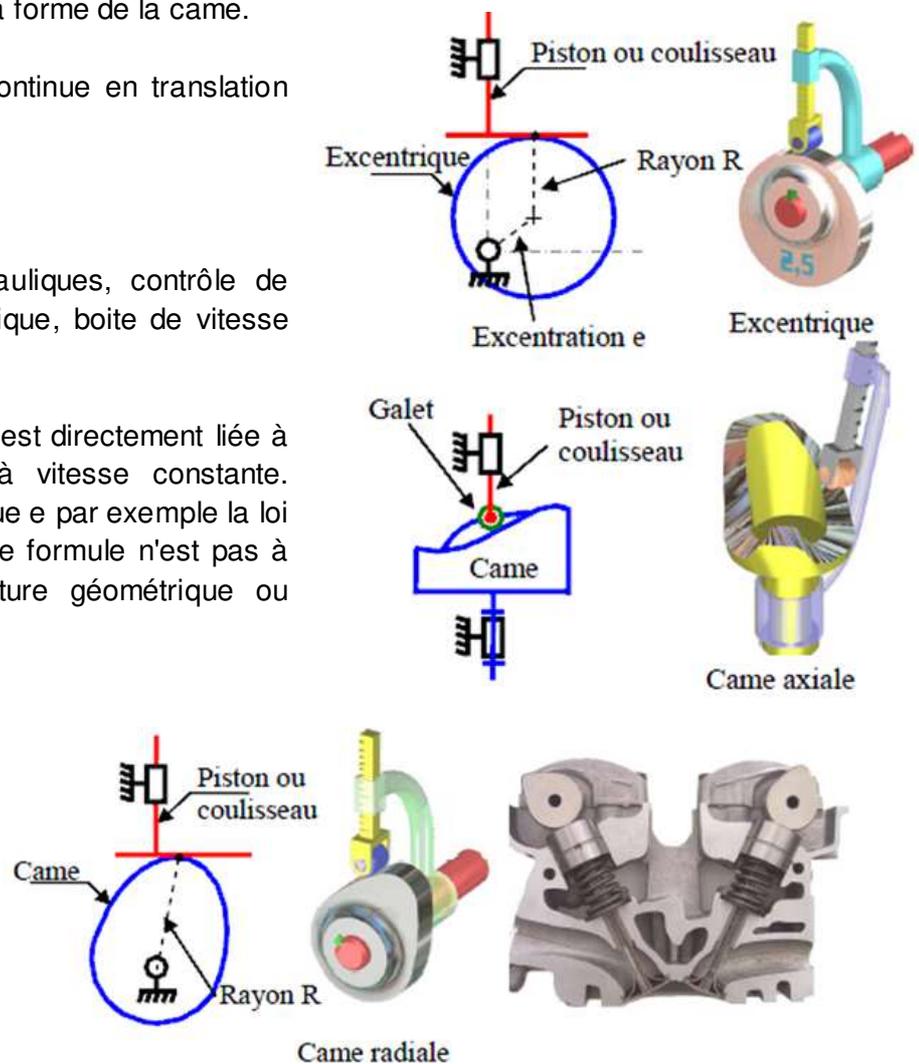


Figure 8 : Différents types de cames.

## 2.5 Croix de malte

Le système à croix de malte est un système à cames particulier constitué :

- d'une pièce en rotation continue muni d'un **ergot** et d'un bossage cylindrique,
- d'une **croix de malte** : pièce en rotation intermittente munie de **n** rainures radiales et d'autant de formes arrondies creuses en périphérie.

**Fonctionnement de la croix de malte schématisée:**

### Phase 1 : entraînement

L'ergot de la pièce motrice entre dans la rainure de la croix de malte. Au cours de cette phase, l'ergot entraîne donc la croix de malte d'une rotation de  $1/n$  tr.

### Phase 2 : blocage de la croix de malte

A l'issue de cette phase d'entraînement, la croix de malte est maintenue fixe par le bossage de la pièce motrice complémentaire des formes arrondies périphériques de la croix de malte. Au cours de cette phase l'ergot continue sa rotation jusqu'à rencontrer la rainure suivante de la croix de malte.

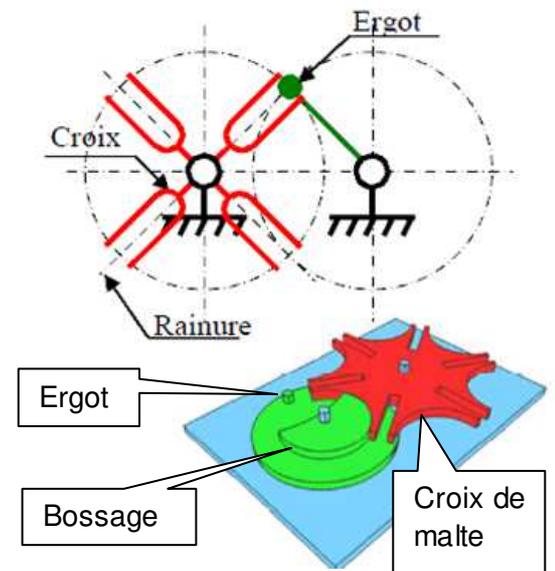


Figure 9 : Croix de malte.

**Type de transformation** : rotation continue en rotation intermittente.

**Réversible** : non.

**Utilisation** : Plateau tournant de machine de transfert, indexage.

**Caractéristiques** : le nombre **n** de rainure de la croix de malte indique le nombre de postes possibles et impacte la fréquence des mouvements.

## 2.6 Joint de transmission homocinétique

Certains dispositifs sont prévus pour transmettre une rotation d'axe fixe à une pièce ayant un mouvement de rotation autour d'un axe de rotation mobile (cas typique de la transmission entre la motorisation fixe d'un véhicule et une roue montée sur suspensions).

Ces joints de transmission font partis des accouplements (transmission de mouvements avec peu ou pas de modification de la vitesse de rotation).

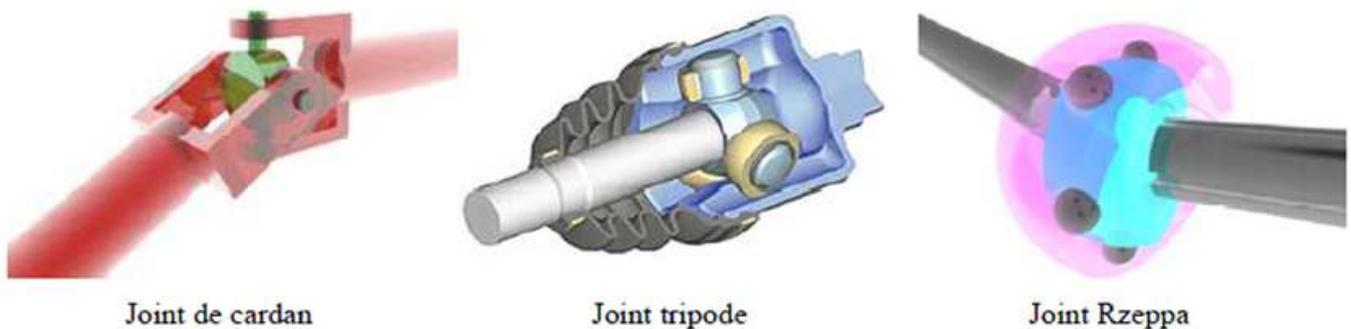


Figure 10 : Exemples de joints de transmission

**Type de transformation** : vitesse de rotation continue d'axe fixe en vitesse de rotation autour d'un axe différent.

**Réversibilité** : oui (dans les conditions recommandées pour les joints).

**Utilisation** : motorisation de roue suspendue, transmission de force entre un tracteur et ses équipements remorqués...

Les joints de cardan sont souvent montés par pair. En automobile, une solution courante est l'association joint tripode-joint Rzeppa.

**Caractéristiques** : on recherche avant tout à obtenir l'homocinétisme (même vitesse de rotation à l'entrée qu'à la sortie).

Les joints Rzeppa sont homocinétiques.

Les défauts d'homocinétisme pour les joints tripode et cardan sont d'autant plus faibles que les axes d'entrée et de sortie sont parallèles.