



**Cours**

**Généralités sur la  
transmission de puissance  
mécanique**

**2 MISP**

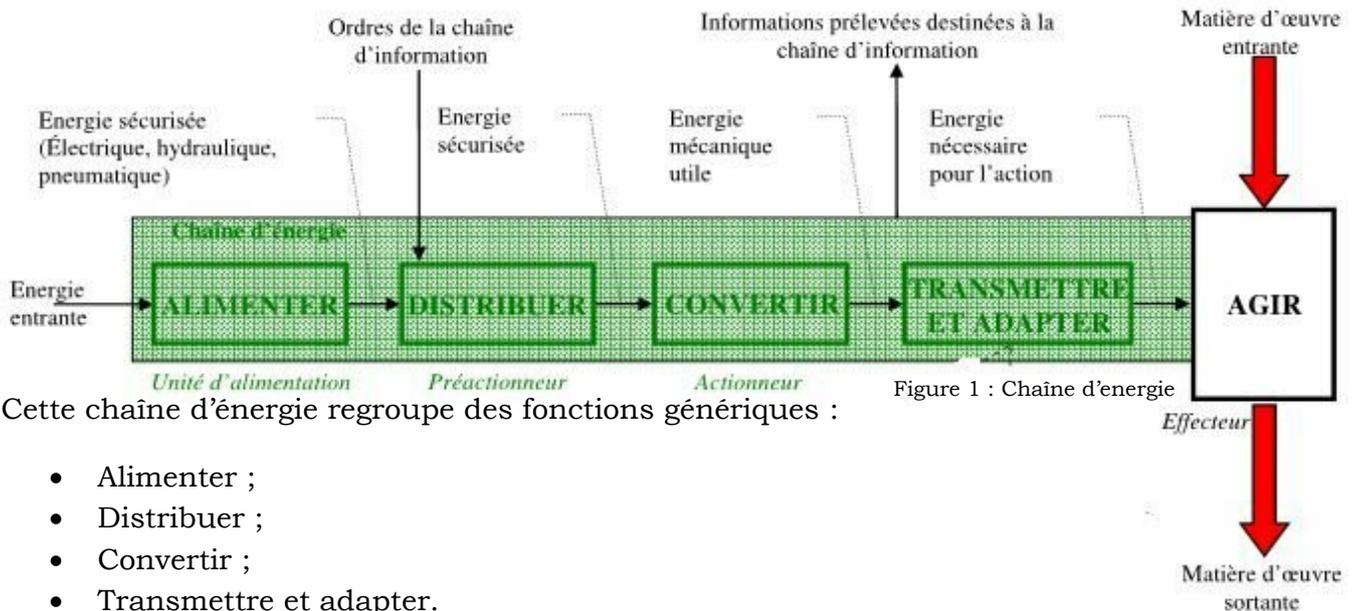
Professeurs :  
**THEBY Allechi**

## TRANSMISSION DE PUISSANCE MECANIQUE : GENERALITES

I- CONCEPTS ASSOCIES A LA TRANSMISSION DE PUISSANCE MECANIQUE.....	4
1- Machine motrice – Machine réceptrice.....	4
2- Concepts associés à la machine motrice.....	4
3- Concepts associés à la machine réceptrice .....	4
4- Critère de performance de la transmission .....	5
5- Critère de performance d'une machine réceptrice .....	5
6 – Organes de Transmission de puissance mécanique.....	5
II – TRANSMISSION DE PUISSANCE ENTRE ARBRES NON EN PROLONGEMENT L'UN DE L'AUTRE .....	5
1- Transmission par contact indirect.....	7
2- Transmission par contact Direct .....	8
III – TRANSMISSION DE PUISSANCE ENTRE ARBRES EN PROLONGEMENT L'UN DE L'AUTRE .....	9
1- Accouplements permanents .....	10
2- Accouplements temporaires .....	11
3- joints d'accouplement .....	12
III – TRANSMISSION DE PUISSANCE AVEC MODIFICATION DE LA NATURE DU MOUVEMENT .....	12
1- Le système Vis – Écrou .....	13
2- Le système pignon - crémaillère .....	14
3- Système Bielle – Manivelle .....	15
4- Les cames.....	16
5- Les excentriques .....	16

# GENERALITES

Un Système technique est généralement constitué d'une partie commande et d'une partie opérative. La communication entre ces deux parties est réalisée grâce à une chaîne d'énergie associée à la commande (chaîne d'information) du système technique.



Cette chaîne d'énergie regroupe des fonctions génériques :

- Alimenter ;
- Distribuer ;
- Convertir ;
- Transmettre et adapter.

L'ensemble de ces fonctions génériques bien régulé contribue à assurer la fonction de service du système technique.

La transmission de puissance mécanique est le maillon essentiel de la fonction transmettre et adapter : elle intervient dans la chaîne d'énergie après la fonction convertir.

La transmission de puissance provenant ou d'un actionneur (moteur électrique, moteur thermique, moteur hydraulique, etc.) à la partie opérative d'un système technique est l'objet de notre cours.

Nous nous intéresserons à la transmission du **mouvement de rotation et du couple**.

A l'issue de ce cours l'étudiant doit être capable de :

- ✓ Identifier les organes de transmission de puissance mécanique
- ✓ Préciser leur emploi
- ✓ Décrire la chaîne de transmission de puissance dans un système mécanique.
- ✓ Proposer une solution constructive de transmission de puissance mécanique en fonction d'un cahier de charge donné.
- ✓ Évaluer la performance d'une solution de transmission de puissance retenue.
- ✓ Dimensionner une transmission de puissance par courroie trapézoïdale en fonction d'un cahier de charge.
- ✓ Dimensionner une transmission de puissance par courroie crantée en fonction d'un cahier de charge.

Pour y parvenir l'étudiant doit être obligatoirement familier aux concepts associés à la transmission de puissance mécanique.

# I- CONCEPTS ASSOCIES A LA TRANSMISSION DE PUISSANCE MECANIQUE

## 1- Machine motrice – Machine réceptrice

Dans la chaîne d'énergie, la machine motrice est représentée par l'actionneur. Elle doit convertir l'énergie qu'elle reçoit en énergie mécanique utile que doit utiliser la machine réceptrice (début de la partie opérative) pour effectuer un travail mécanique par l'intermédiaire de l'effecteur.

## 2- Concepts associés à la machine motrice

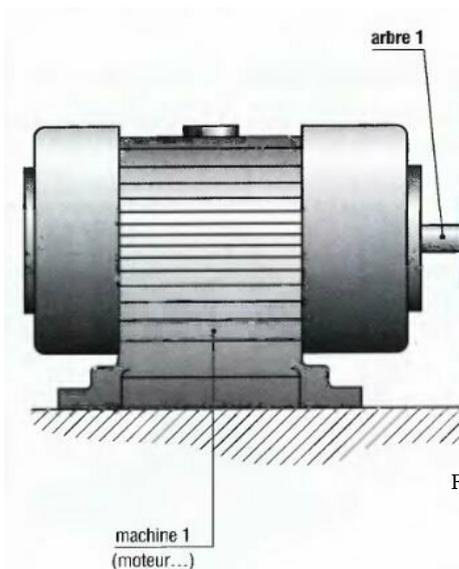


Figure 2 : Machine motrice

Arbre 1 = Arbre moteur

- La machine motrice délivre une Puissance motrice notée  $P_m$ .
- L'arbre moteur tourne à une fréquence de rotation notée  $N_m$  et a une vitesse angulaire notée  $\omega_m$ .
- L'arbre moteur développe un couple moteur noté  $C_m$  tel que :

$$P_m = C_m \cdot \omega_m$$

## 3- Concepts associés à la machine réceptrice

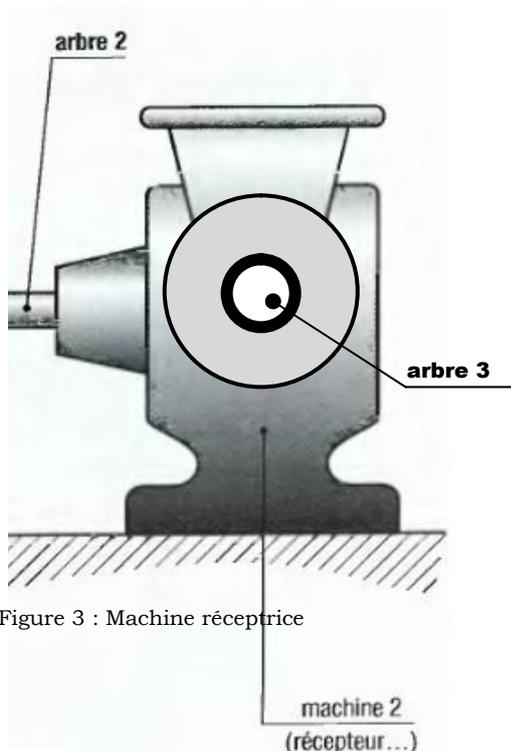


Figure 3 : Machine réceptrice

arbre **2** = Arbre d'entrée de la machine réceptrice

arbre **3** = Arbre de sortie

- La machine réceptrice reçoit une puissance de la machine motrice appelée puissance d'entrée et notée  $P_e$  ou  $P_{eR}$
- L'arbre d'entrée du récepteur tourne à une fréquence de rotation notée  $N_e$  et a une vitesse angulaire notée  $\omega_e$ .
- L'arbre d'entrée développe un couple d'entrée noté  $C_e$  tel que :

$$P_e = C_e \cdot \omega_e$$

- La machine réceptrice transmet à l'effecteur une puissance appelée puissance de sortie et notée  $P_s$ .
- L'arbre de sortie du récepteur tourne à une fréquence de rotation notée  $N_s$  et a une vitesse angulaire notée  $\omega_s$ .
- L'arbre de sortie développe un couple de sortie noté  $C_s$  tel que :

$$P_s = C_s \cdot \omega_s$$

#### 4- Critère de performance de la transmission

La Performance de la transmission est évaluée par le calcul de son rendement.

Le rendement noté  $\eta$  et est égal à :  $\eta = \frac{P_{eR}}{P_m}$

Dans les cas idéaux,  $\eta = 1$ . Le rendement est souvent donné en pourcentage.

En pratique  $0 < \eta < 1$ .

#### 5- Critère de performance d'une machine réceptrice

La Performance de d'une machine réceptrice est aussi évaluée par le calcul de son rendement.

Dans ce cas :  $\eta = \frac{P_S}{P_e}$ .

#### 6 – Organes de Transmission de puissance mécanique

Les organes (Pièces mécaniques) qui permettent la liaison entre l'arbre moteur et l'arbre d'entrée du récepteur d'une part et qui permettent la continuité du circuit cinématique au sein de la machine réceptrice d'autre part sont appelés **organes de transmission de puissance** (OTP)

Selon la position géométrique des arbres moteurs et d'entrée du récepteur on distingue les différents organes de transmission de puissance mécaniques.

## II – TRANSMISSION DE PUISSANCE ENTRE ARBRES NON EN PROLONGEMENT L'UN DE L'AUTRE

La transmission de puissance mécanique dans le cadre de ce cours consiste à transmettre un mouvement de rotation continu et un couple.

L'arbre moteur et l'arbre d'entrée du récepteur **ne sont pas en prolongement l'un de l'autre.**

Dans ce cas la transmission se fait généralement avec modification de la vitesse angulaire de rotation ; on définit alors un nouveau concept qui est **le rapport de transmission** et noté  $k$  ou  $r$ .

Lorsque l'arbre moteur est repéré **1** et l'arbre récepteur **2** on note le rapport de transmission  $k_{12}$ .

$$\text{On pose } k_{12} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\omega_{eR}}{\omega_m}$$

**Remarque : Pour le récepteur (circuit cinématique interne), le rapport de transmission est :**

$$k_{es} = \frac{N_s}{N_e} = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{\omega_s}{\omega_e}$$

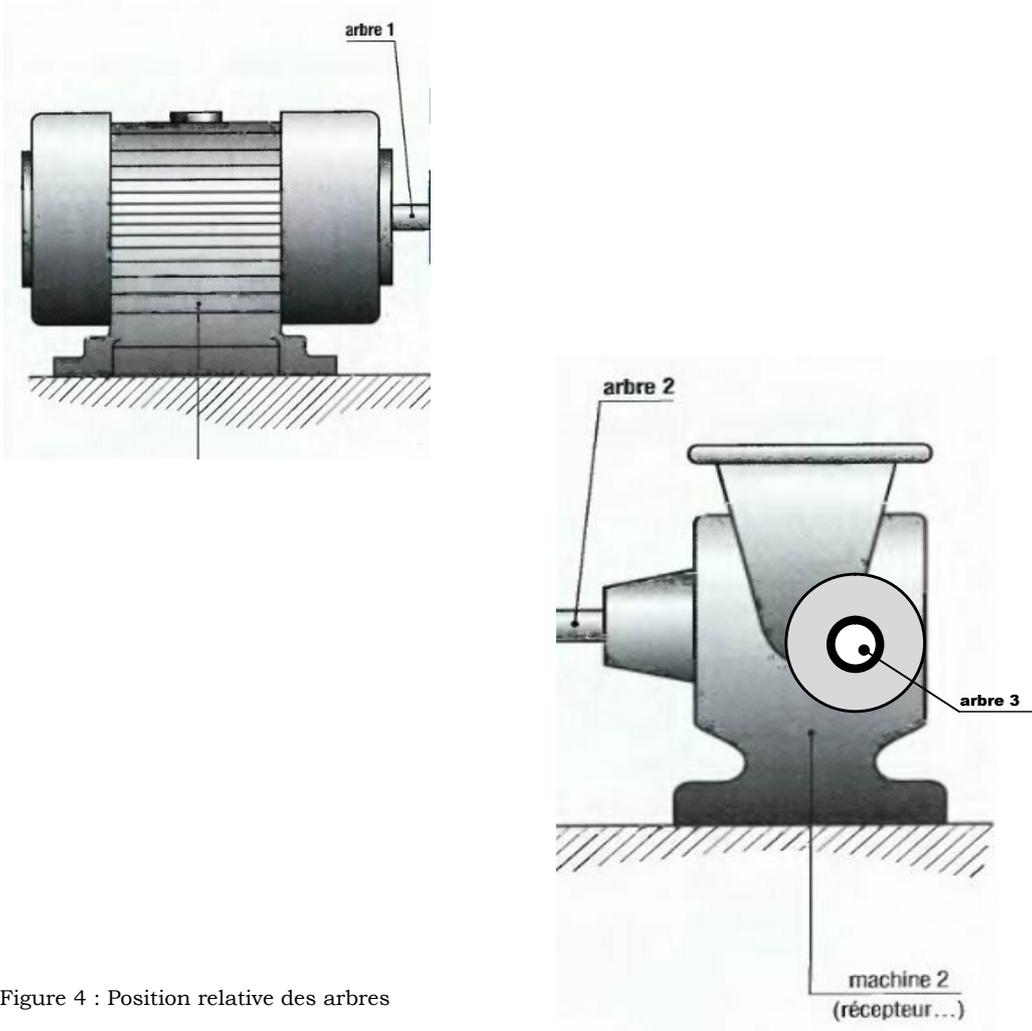


Figure 4 : Position relative des arbres

La transmission se fait soit par **adhérence** soit par **obstacle** (c'est le mode de transmission). Ces concepts souvent complétés par les expressions par contact direct ou par contact indirect. La notion de contact introduit alors la position relative d'éloignement entre les axes des arbres moteurs et d'entrée du récepteur. Ainsi que celles des arbres internes du circuit de transmission à l'intérieur de la machine réceptrice.

Les organigrammes ci – dessous présentent les deux cas de figures.

## 1- Transmission par contact indirect

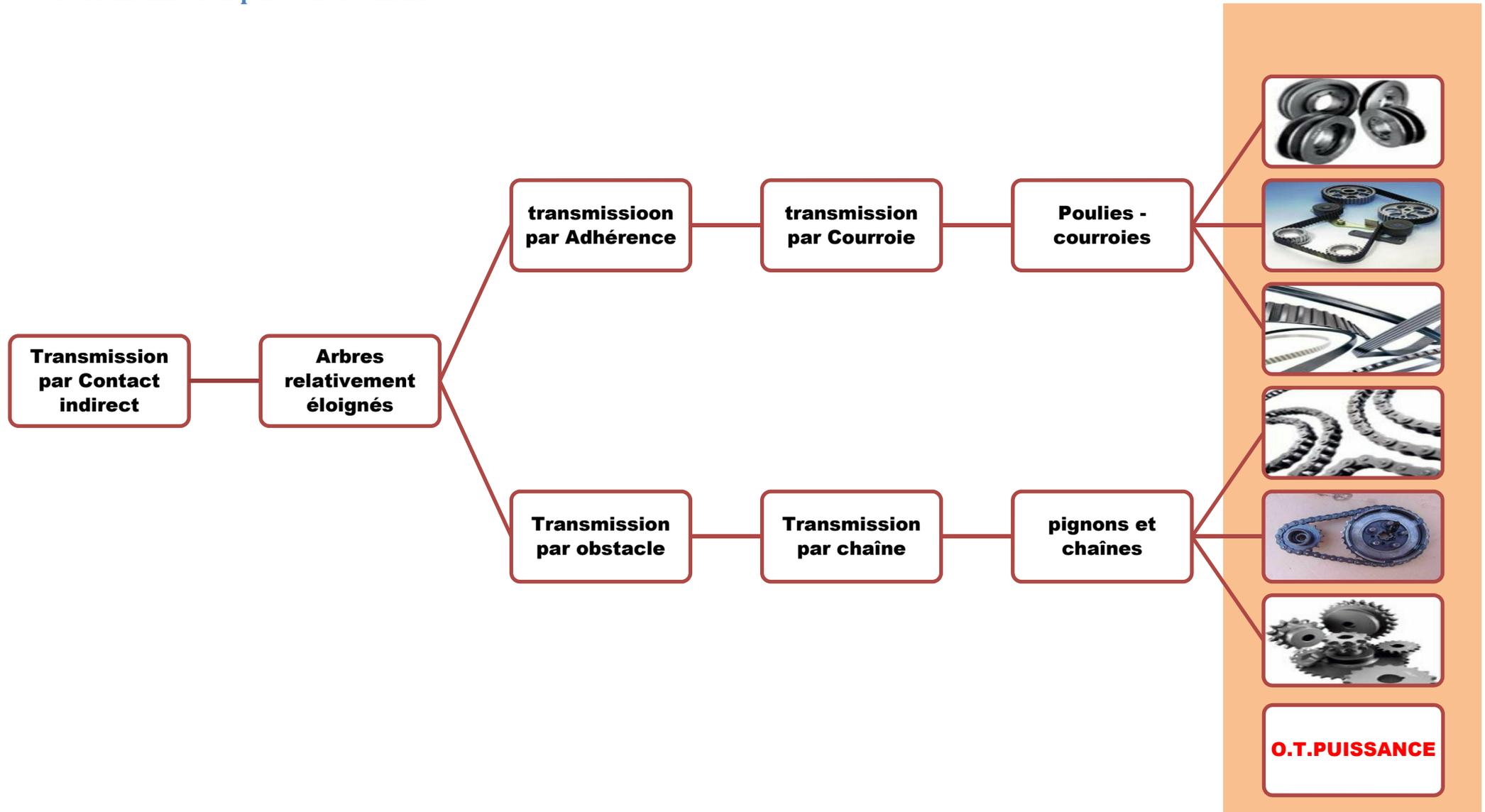


Figure 5 : Organigramme de choix des technologies de transmission de puissance entre arbres relativement éloignés  
(Arbres non en prolongement l'un de l'autre)

## 2- Transmission par contact Direct

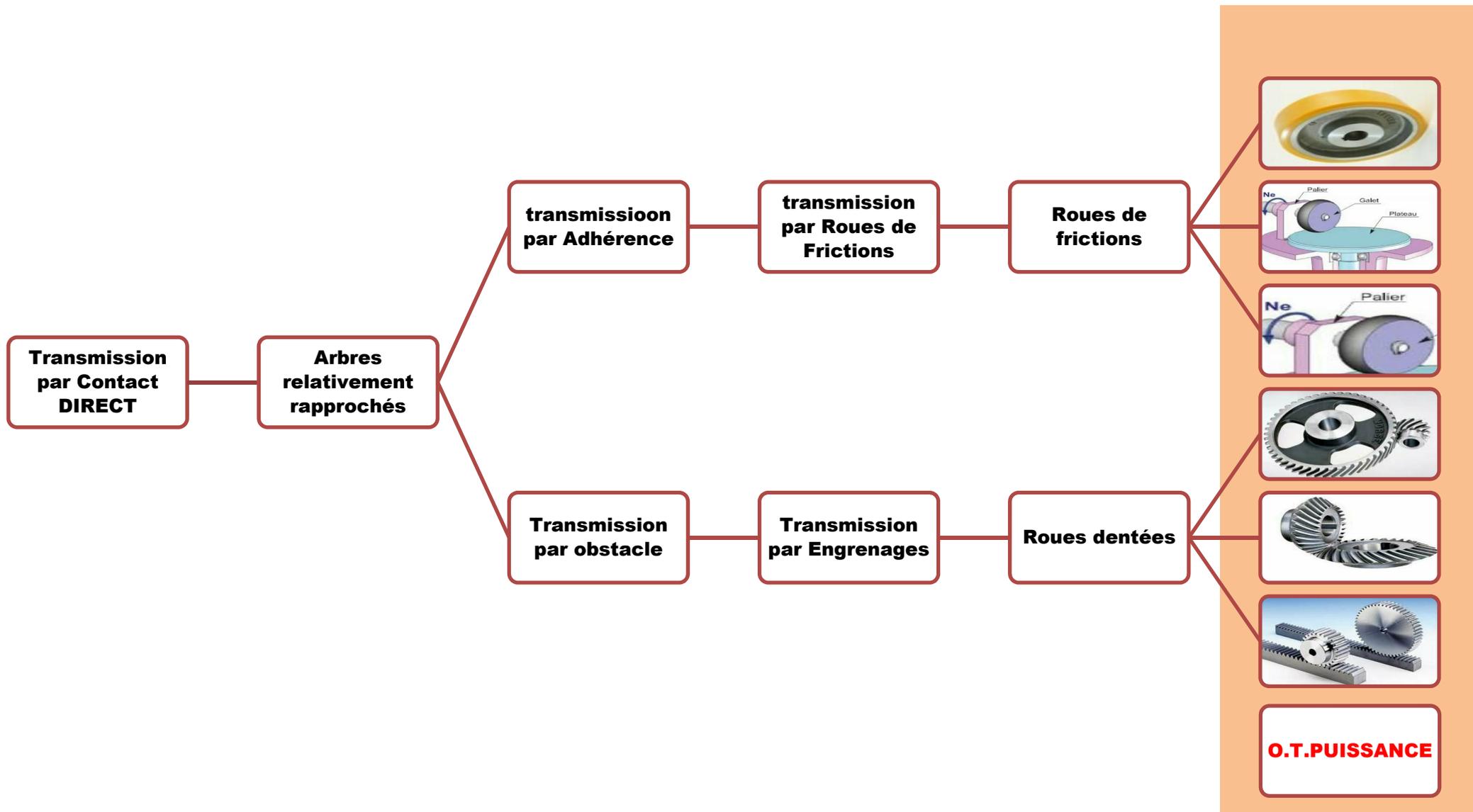


Figure 5 : Organigramme de choix des technologies de transmission de puissance entre arbres relativement éloignés  
(Arbres non en prolongement l'un de l'autre)

### III – TRANSMISSION DE PUISSANCE ENTRE ARBRES EN PROLONGEMENT L'UN DE L'AUTRE

L'arbre moteur et l'arbre d'entrée du récepteur **sont en prolongement l'un de l'autre.**

Dans ce cas la transmission se fait généralement SANS modification de la vitesse angulaire de rotation ;

L'organe de liaison prend alors le nom générique d'ACCOUPLLEMENT.

Dans ce cas la liaison entre les deux arbres peut se faire soit de manière permanente, soit de manière temporaire.

Un accouplement (liaison entre deux arbres en prolongement) est dit permanent lorsque la liaison des arbres est permanente dans le temps ; l'organe de liaison ne peut être démonté et remonter qu'à l'arrêt de la machine motrice : en pratique c'est ce type d'organe qu'on désigne simplement par « Accouplement ».

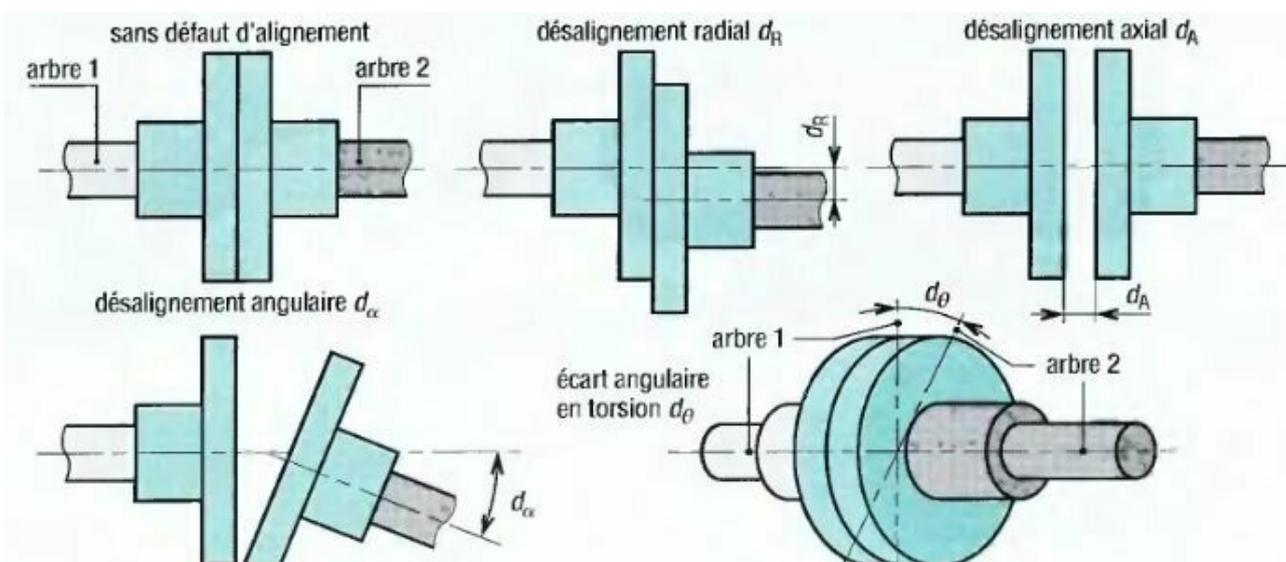
Un accouplement est dit temporaire lorsque la liaison entre les deux arbres peut être rompue (on parle de désaccouplement) et rétablie (accouplement) à volonté, sans démontage de l'organe de liaison, suite à 'une commande extérieure (opérateur ou commande automatisée).

L'organigramme ci – dessous présente les différentes technologies à utiliser dans ces cas de figures.

Pour les accouplements permanents certains défauts d'alignement existent.

Le choix d'un type d'accouplement dépend d'abord des défauts d'alignement pouvant exister entre les deux arbres : désalignements radial, axial, angulaire et écart en torsion.

Principaux défaut d'alignement des accouplements permanents.



## 1- Accouplements permanents

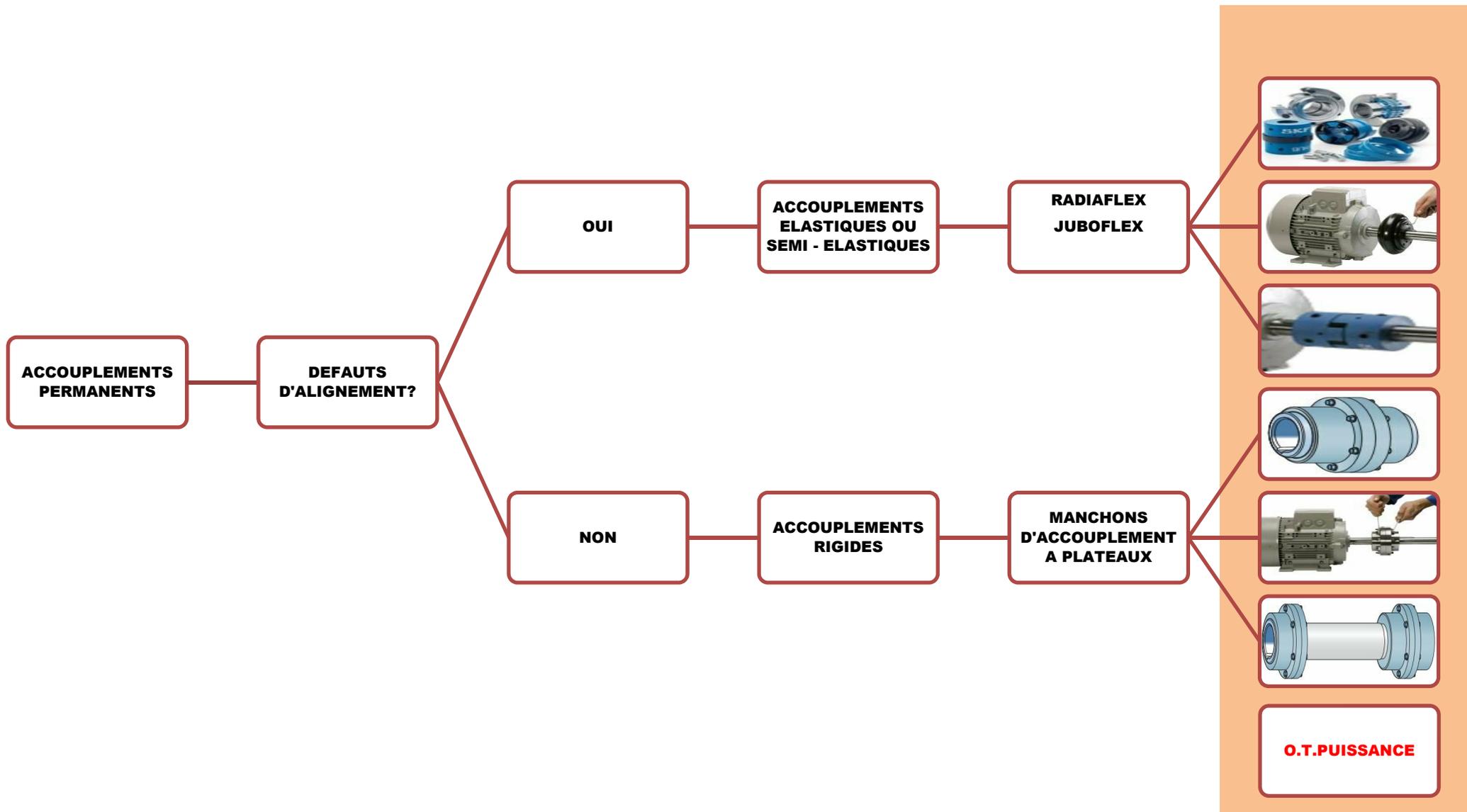


Figure 5 : Organigramme de choix des technologies de transmission PAR ACCOUPLEMENTS PERMANENTS  
(Arbres en prolongement l'un de l'autre)

## 2- Accouplements temporaires

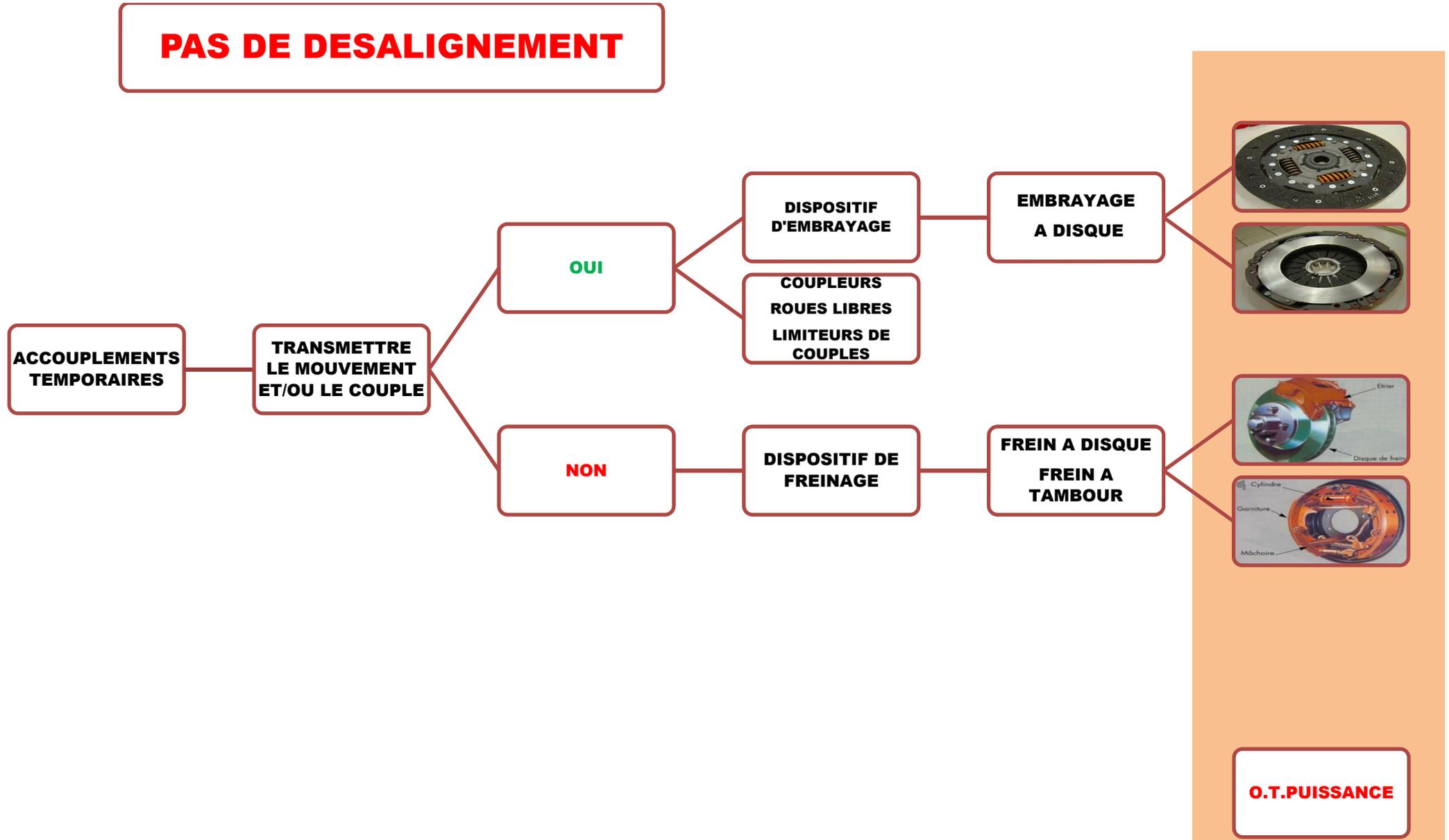


Figure 5 : Organigramme de choix des technologies de transmission PAR ACCOUPLEMENTS TEMPORAIRES  
(Arbres en prolongement l'un de l'autre)

Lorsque de défaut d'alignement angulaire est trop important (arbres sont quasi alignés) les accouplements élastiques sont remplacés par des joints homocinétiques appelés couramment joints d'accouplements.

### 3- joints d'accouplement

Les plus employés sont :

- Le joint de Cardan du nom d'un l'inventeur italien : Jérôme Cardan est le nom francisé de Girolamo Cardano, mathématicien et inventeur italien.



Figure 9 : Joint de cardan simple



Figure 10 : joint de cardan double

- Le joint d'Oldham, (on dit souvent joint de Oldham) est un élément de mécanisme assurant la transmission d'un mouvement de rotation entre deux axes parallèles. Il a été inventé par l'ingénieur irlandais John Oldham en 1820 pour résoudre un problème de placement de roue à aubes sur un bateau à vapeur.



Figure 11 : Joint d'Oldham

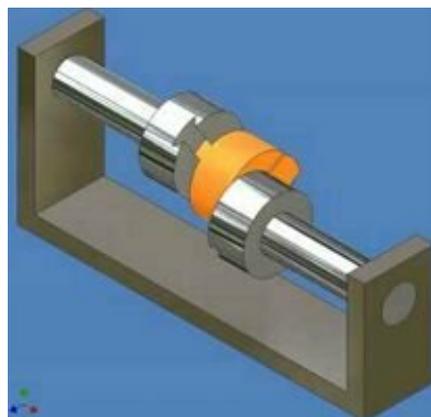


Figure 12 : joint d'Oldham, illustration d'emploi

## III – TRANSMISSION DE PUISSANCE AVEC MODIFICATION DE LA NATURE DU MOUVEMENT

Lorsque la Machine motrice fournit un mouvement de rotation et que la machine réceptrice utilise un autre mouvement, rectiligne alternatif par exemple on dit la transmission de puissance se fait avec modification de la nature du mouvement :

Les organes (OTP) interposés entre les deux machines ont alors pour rôle non seulement de modifier la vitesse de l'arbre moteur, mais également de modifier la nature du mouvement.

Ces organes sont des dispositifs ou systèmes de transformation de mouvement :

### 1- Le système Vis - Écrou

Le système vis – écrou qui a donc pour fonction de transmettre la puissance entre un organe moteur et un organe récepteur, avec transformation du mouvement de rotation continu de l'organe moteur en un mouvement rectiligne de l'organe récepteur ; La transformation inverse est quelque fois possible.

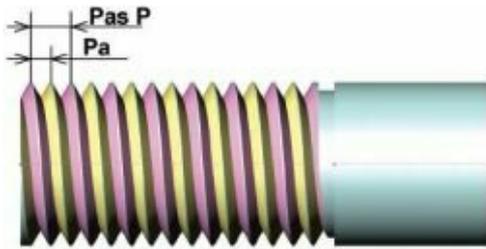


Figure 13 : vis à deux filets

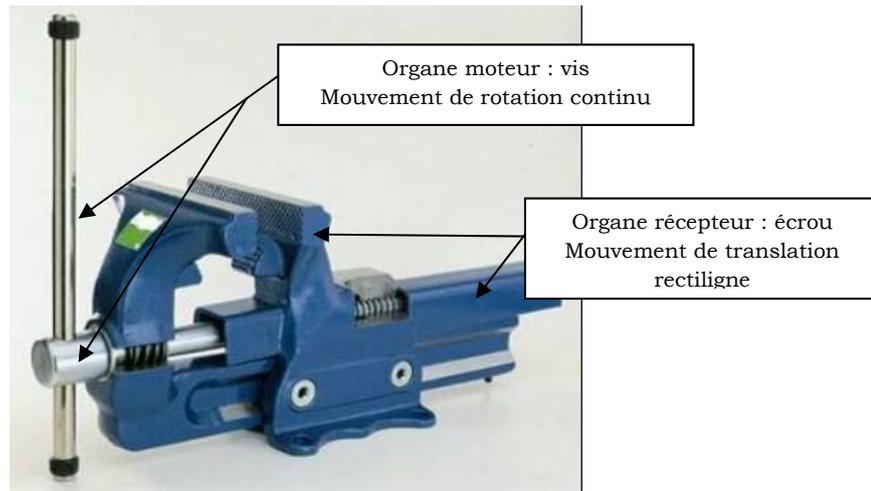
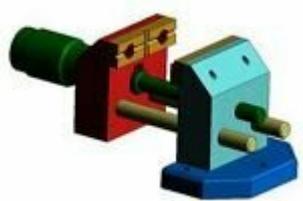


Figure 14 : Application, étau de modéliste

Configuration des solutions technologiques possibles

	VIS	ECROU	APPLICATIONS
1	Mouvement hélicoïdal	Fixe	Etou de modéliste 
2	Mouvement de rotation continu	Mouvement de translation	Robinet pointeau 
3	Mouvement de	Mouvement de rotation	

	translation	continu	
4	Fixe	Mouvement hélicoïdal	

Les deux derniers cas sont moins employés !

## 2- Le système pignon - crémaillère

Le pignon est animé d'un mouvement de rotation continu « l'engrenage » avec la crémaillère provoque un mouvement de translation rectiligne alternatif de celle -ci.



Figure 17 : Pignon (roue dentée)

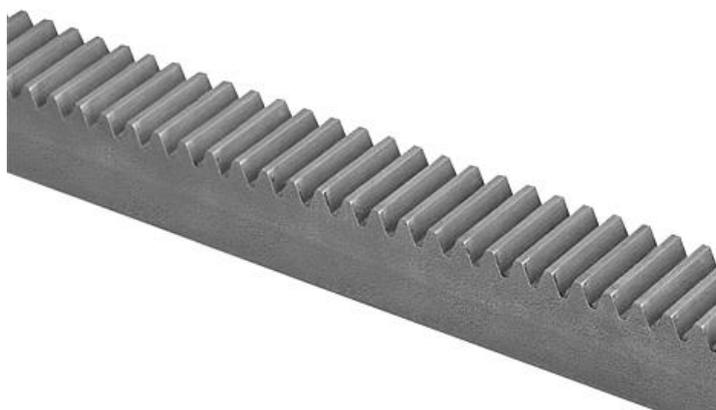


Figure 18 : Crémaillère

Une crémaillère convient tout particulièrement pour l'automatisation de la production dans la construction de machines/d'installations techniques. Elle garantit une exactitude de répétition élevée, permettant ainsi un positionnement aisé et précis dans le domaine des solutions d'entraînement.

Même en cas de transmission de couples importants, l'utilisation prolongée d'une crémaillère ne pose aucun problème. Celle-ci résiste aux vitesses de déplacement élevées ainsi qu'aux changements fréquents de direction avec des charges différentes. C'est pourquoi, les crémaillères sont idéales pour les montages en continu, notamment dans le domaine de la robotique.

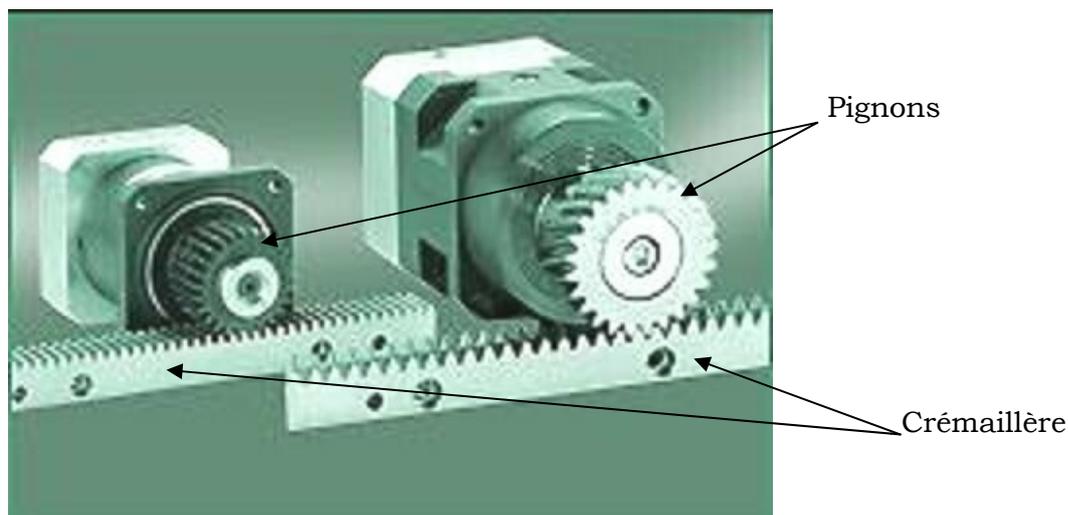


Figure 18 : Système Pignon - Crémaillère

### 3- Système Bielle - Manivelle

Il a pour fonction de transmettre la puissance entre un organe moteur et un organe récepteur, avec transformation du mouvement de rotation continu du premier en un mouvement rectiligne alternatif du second.

Deux grandes applications industrielles les emploient :

- ✓ Les machines réceptrice comme les pompes, les compresseurs, les presses, etc.

Dans ce cas il y a transformation du mouvement circulaire continu de l'arbre moteur en un mouvement de translation alternatif d'un organe de la machine réceptrice appelé piston. Celui doit être obligatoirement guidé en translation.

- ✓ Les machines motrices comme les moteurs thermiques (diesel, essence, à gaz)

Dans cet emploi, il y a transformation du mouvement de translation alternatif du piston en un mouvement de rotation continu de la manivelle (vilebrequin).



Figure 18 : bielle

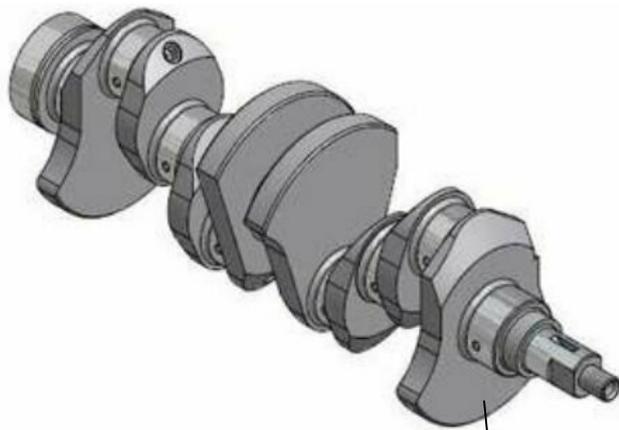
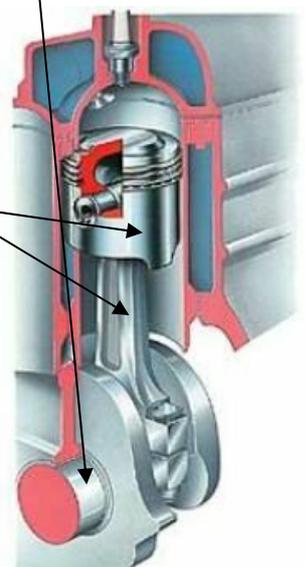


Figure 19 : vilebrequin (manivelle) d'un moteur thermique



Figure 20 : Piston



**4- Les cames** : ont pour fonction de transmettre la puissance entre un organe moteur et un organe récepteur, avec transformation du mouvement de rotation continu du premier en un mouvement alternatif rectiligne ou angulaire du second.

Les cames sont utilisés lorsqu'on veut obtenir une loi de mouvement bien déterminée (course, nature du mouvement, période de mouvement et de repos ect.)

Application : Arbre à came de moteurs thermique

L'arbre à cames, aussi appelé **arbre de distribution**, est un élément mécanique participant au bon fonctionnement du moteur d'une automobile. C'est l'arbre de distribution qui permet de réguler l'ouverture et la fermeture des différentes soupapes, qu'il s'agisse des soupapes d'admission ou d'échappement.

L'arbre de distribution peut être vu comme un long cylindre d'acier sur lequel se retrouvent les "cames", des excroissances métalliques en forme de gouttes. Ces excroissances, placées parallèlement les unes aux autres et orientées dans des sens différents permettent, grâce à la rotation de l'arbre de direction, de créer une **alternance dans l'ouverture et la fermeture des différentes soupapes**.

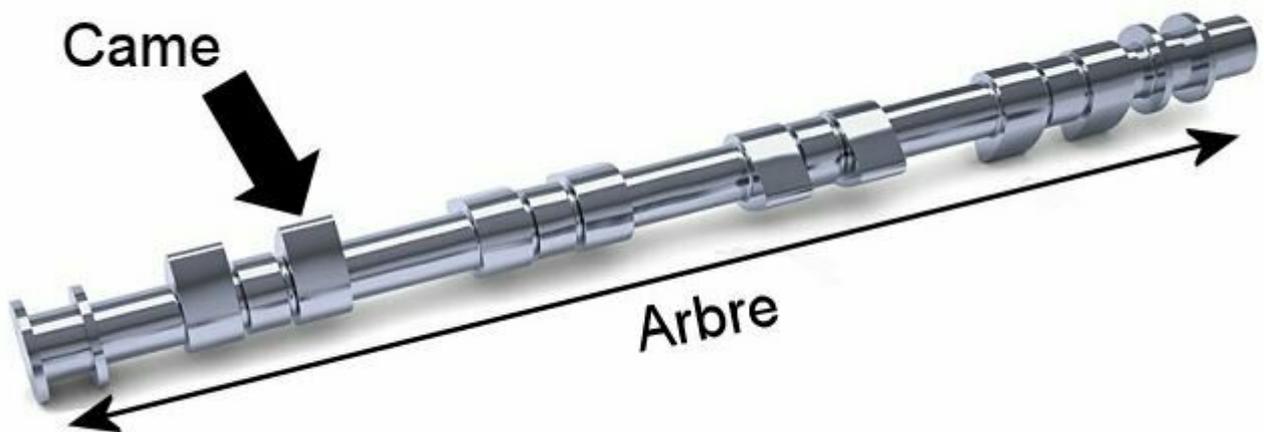
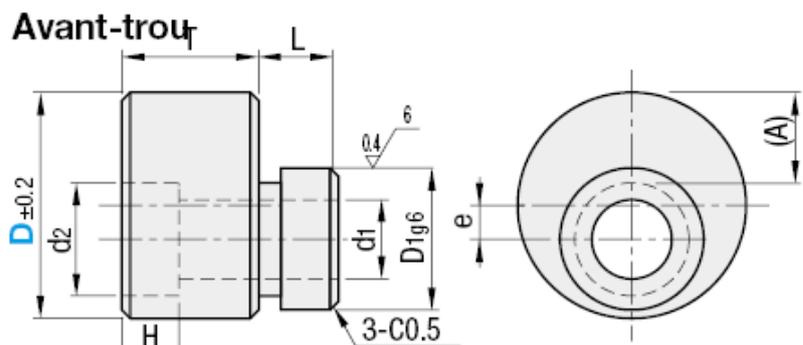


Figure 21 : Arbre à came de moteur à thermique

### 5- Les excentriques



Les excentriques ont pour fonction de transmettre la puissance entre un organe moteur et un organe récepteur, avec transformation du mouvement de rotation continu du premier en un mouvement alternatif rectiligne du second.

Avec la présentation des excentrique, nous terminons avec le tour d'horizon des différentes technologies usuelles existantes pour la transmission de puissance mécanique entre un actionneur et une machine réceptrice d'une part, et à l'intérieur de la chaîne cinématique du récepteur d'autre part.

Dans le prochain cours nous allons aborder l'étude d'une transmission par liens (poulies - courroies et pignons et chaînes).