

**Objectif :** à la fin de la leçon, je dois être capable de :

- Donner les fonctions principales d'un accouplement ;
- Identifier les différents défauts d'alignements ;
- Classifier les accouplements en fonction des désalignements acceptés ;
- Schématiser les différents types d'accouplements.

### 1- FONCTIONS PRINCIPALES A REALISER

Le but est d'accoupler deux arbres en vue de transmettre une puissance mécanique, d'un moteur vers un récepteur.

Le plus souvent, les arbres n'étant jamais parfaitement alignés, l'accouplement devra compenser certains défauts, voire autoriser la mobilité d'un arbre par rapport à

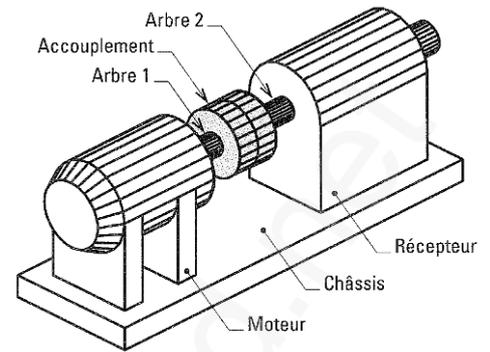


Fig.1 : principe de l'accouplement des arbres

### 2- CRITERES DE CHOIX D'UN ACCOUPLEMENT

Le choix d'un accouplement dépend essentiellement :

- Des défauts d'alignements entre les arbres ;
- Des irrégularités des couples transmissibles ;
- Des fréquences de rotation des arbres ;
- Des conditions extérieures de fonctionnement (milieu ambiant)

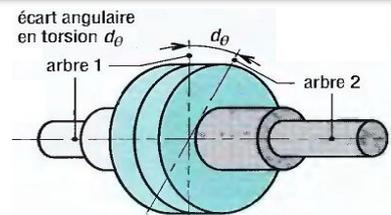


Fig.2 : principaux défauts d'alignement

### 3- CLASSIFICATION ET SYMBOLES

Accouplements rigides	Accouplements élastiques ou flexibles		Cardans et assimilés
<p><u>Aucun désalignement possible</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A plateaux</li> <li>• A manchon goupillé</li> <li>• A douille biconique</li> </ul>	<p><u>Non flexible en torsion</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joint d'Oldham</li> <li>• A denture bombée</li> <li>• A soufflet</li> </ul>	<p><u>flexible en torsion</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A ressort</li> <li>• A membrane</li> <li>• A blocs élastiques</li> </ul>	<p><u>Désalignement angulaire</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joint de cardan</li> <li>• Joint tripode</li> <li>• Joint 4 billes</li> </ul>

Symbole général :

Il existe une étonnante diversité de solutions technologiques pouvant répondre à une multitude de cas posés. A eux seul, les accouplements occupent toute une industrie.

La liste étudiés ici n'est pas exhaustive, la plupart des technologies décrites dans ce cours sont disponibles commercialement.

### 4- ACCOUPLEMENTS RIGIDES

Ils doivent être utilisés lorsque les arbres sont correctement alignés (ou parfaitement coaxiaux).

Leur emploi exige des précautions, car un mauvais alignement des arbres amène un écrasement des portées, des ruptures par fatigue (défaillances des roulements par fatigue) et des destructions prématurées du système de fixation (boulons ...).

#### 4-1 Accouplements à plateaux :

La transmission du couple est en général obtenue par une série de boulons ajustés.

En cas de surcharge, le cisaillement des boulons offre une certaine sécurité.

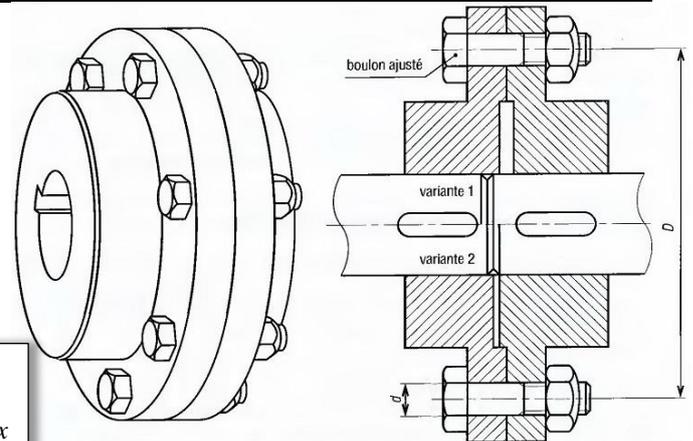


Fig.3 :  
accouplement  
rigide à plateaux

#### 4-2 Manchons à goupilles :

Dans le cas de petits accouplements, c'est le plus simple. Les deux goupilles travaillent au cisaillement et offrent une certaine sécurité en cas de surcharge.

Variantes : goupilles remplacées par des clavettes ou des cannelures, l'arrêt en translation du manchon peut être réalisé par une vis de pression agissant sur la clavette, par un circlips...

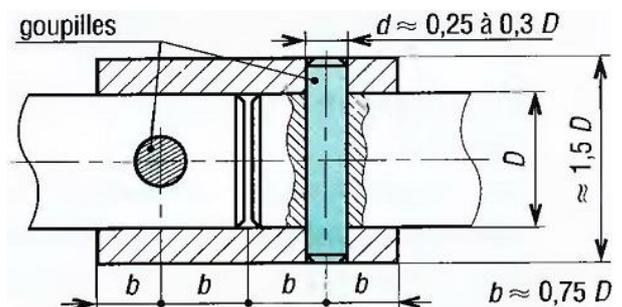


Fig.4 : accouplement rigide à manchons à goupilles

#### 4-3 Manchons à douille biconique :

Ce sont les plus récents. Ils présentent une grande facilité de montage et de démontage et permettent l'utilisation d'arbres lisses sans rainure de clavette. La transmission du couple est obtenue par adhérence après serrage des vis.

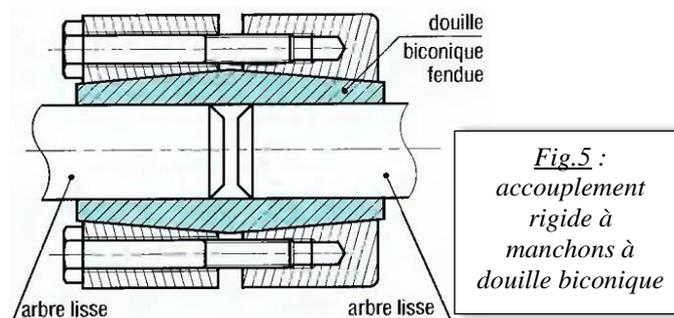


Fig.5 :  
accouplement  
rigide à  
manchons à  
douille biconique

#### 5- Accouplements élastiques ou flexibles :

Souvent utilisés, ils tolèrent plus ou moins, suivant le type de construction, des défauts d'alignement limités entre les deux arbres.

#### 5-1- Accouplements non flexibles en torsion :

Composés de pièces rigides, ils peuvent corriger un ou plusieurs défauts d'alignement particuliers, mais transmettent le couple intégralement sans amortir les irrégularités et les chocs de transmission.

**Joint d'Oldham** : il accepte uniquement des déalignements radiaux ( $d_R$ ) et permet la transmission entre deux arbres d'axes parallèles présentant un léger décalage.

Le joint **2** est construit autour de deux glissières à  $90^\circ$  : plusieurs variantes sont possibles.

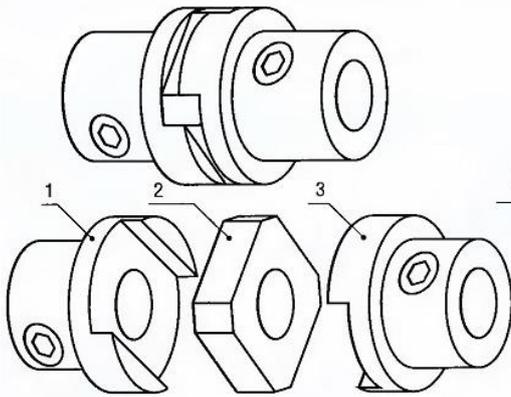


Fig.6 : exemple de joint d'Oldham

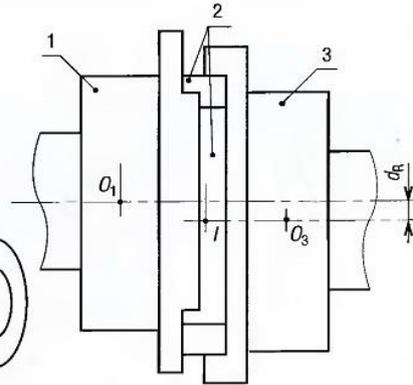


Fig.7 : variante avec joint en matières plastiques

**Accouplements à dentures bombées** : ils permettent uniquement des désalignements angulaires ( $d_a$ ) modérés (obtenu grâce à la forme bombée de la denture).

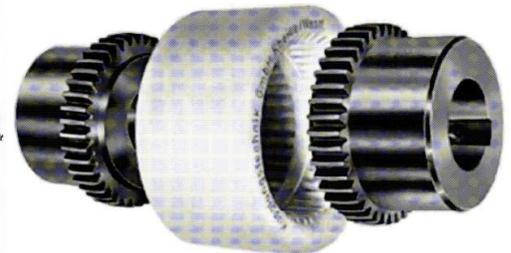
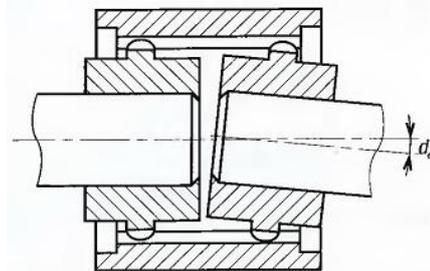
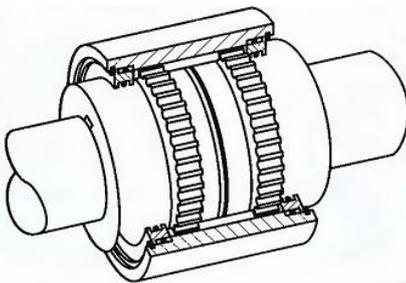


Fig.8 : exemple d'accouplement à denture

### Joint à soufflets métalliques :

Ceux à soufflets en acier (inox) peuvent transmettre des puissances importantes et acceptent un désalignement axial, radial et angulaire.

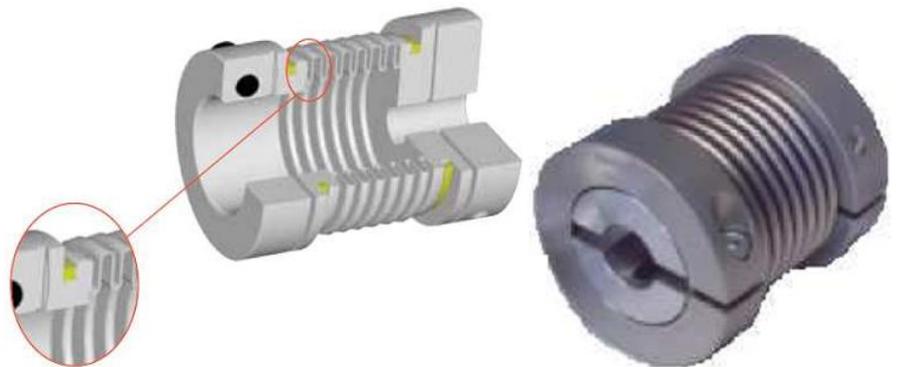


Fig.9 : exemple de joint à soufflets inox

### 5-2 Accouplements élastiques en torsion :

En plus des pièces rigides, ils se composent de parties totalement élastiques, ressorts ou blocs élastomères (membrane, blocs,...), permettant la flexibilité en torsion.

Ils sont conçus pour transmettre le couple en douceur (réduisent et amortissent les chocs et les irrégularités de transmission) tout en corrigeant plus ou moins les différents défauts d'alignement.

Il existe de nombreuses réalisations plus ou moins concurrentes, quelques cas typiques seulement sont proposés.

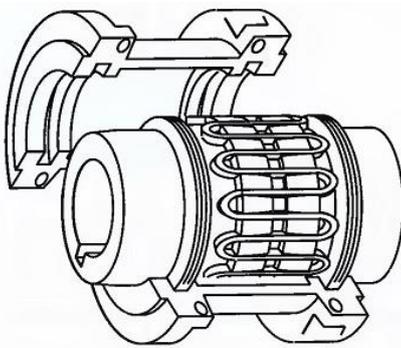


Fig.10 : élastique en torsion



Fig.11 : ressort carré triple fil élastique en torsion et en flexion

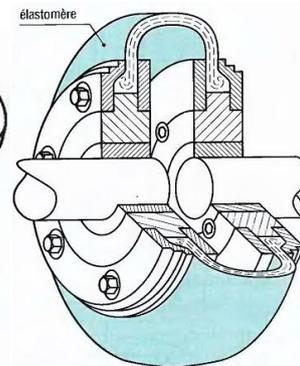


Fig.12 : élastique en torsion et en flexion

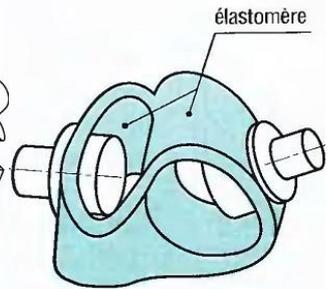


Fig.13 : pour tous les désalignements

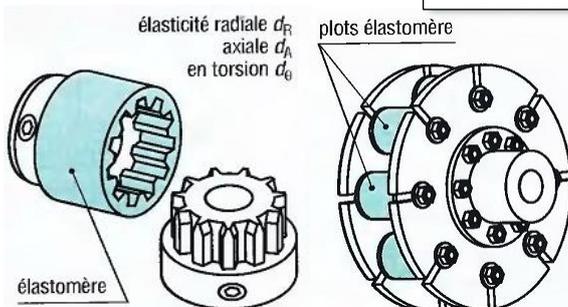


Fig.14 : pour tous les désalignements

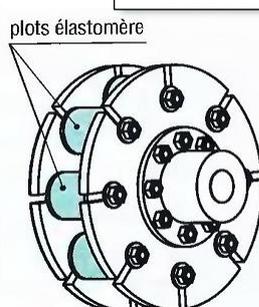


Fig.15 : désalignement radial et angulaire

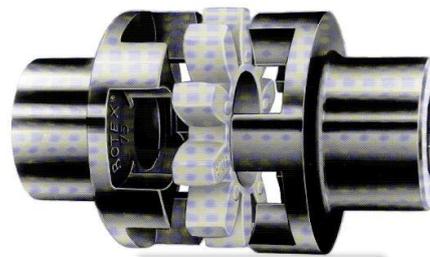


Fig.16 : pour désalignements axial et angulaire



Fig.17 : pour les désalignements en flexion et en torsion

## 6- Joints de cardan et assimilés :

Les accouplements élastiques supportent des défauts angulaires ( $\alpha$ ) inférieurs à  $3^\circ$  environ.

Pour des désalignements supérieurs, il faut utiliser les joints de cardans et assimilés ( $\alpha$  jusqu'à  $45^\circ$ ).

### 6-1 Joint de cardan :

Encore appelé joint universel ou joint de Hooke, son invention remonte au XVI<sup>e</sup> siècle (Jérôme Cardan). Le mouvement se transmet par l'intermédiaire d'un croisillon libre en rotation par rapport aux deux arbres (deux liaisons pivots d'axes

**Inconvénient** : Sur un même tour, l'arbre 2 prend successivement de l'avance puis du retard par rapport à l'arbre 1 pour finir tous les deux sur la même « ligne ». On dit que le joint n'est pas homocinétique.

Ce phénomène est générateur de vibrations importantes d'autant plus élevées que  $\alpha$  et  $N_1$  sont grands.

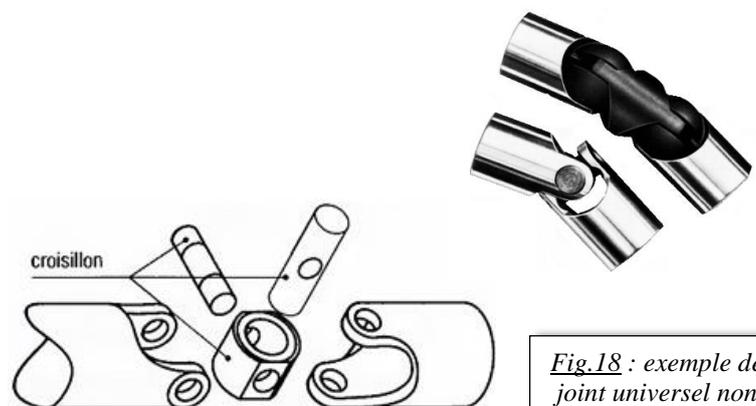
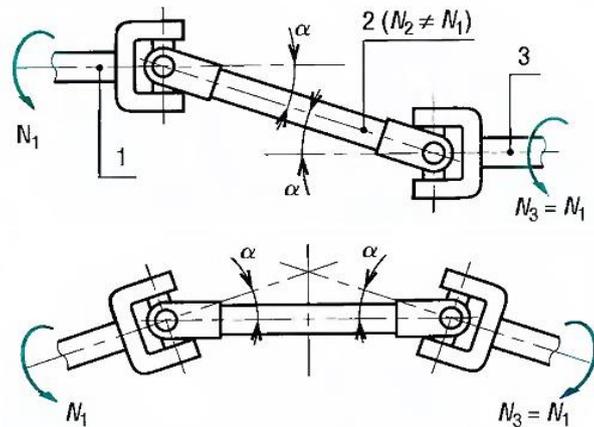
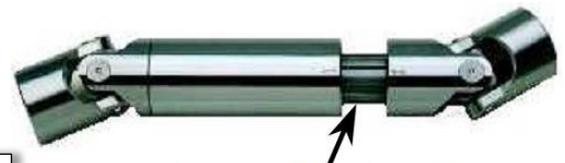


Fig.18 : exemple de joint universel non homocinétique



Correction pour avoir homocinétisme :

L'utilisation de deux joints de Cardan en série avec trois arbres dont les angles  $\alpha$  sont identiques permet de corriger le défaut précédent. Bien que la rotation de l'arbre intermédiaire ( $N_2$ ) soit irrégulière, celle de l'arbre de sortie ( $N_3$ ) est rigoureusement identique à celle de l'arbre d'entrée ( $N_3 = N_1$  à tout instant). Les fluctuations de l'un sont compensées par celles de l'autre.



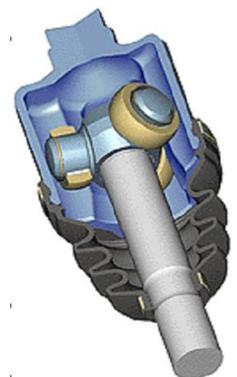
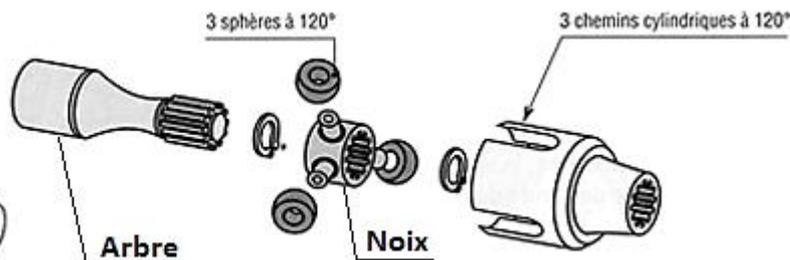
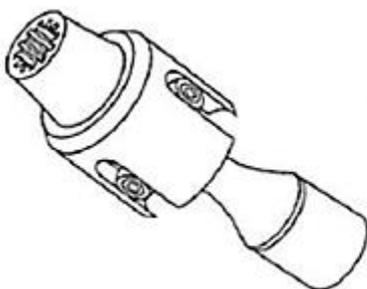
*Fig.19 : utilisation de 2 joints pour la correction de l'homocinétisme*

*Certains intègrent une liberté supplémentaire grâce à des cannelures formant une glissière*

6-2- Joints homocinétiques :

Pour couvrir les besoins des industries (automobile...), d'autres types de joints ont été développés et certains sont parfaitement homocinétiques par construction ( $N_2 = N_1$  à tout instant).

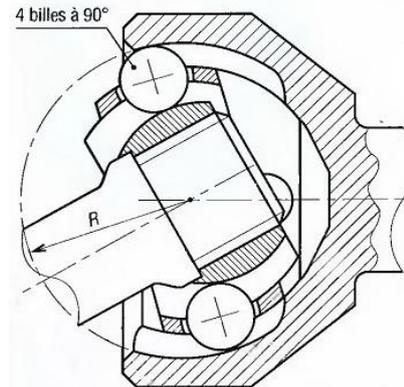
Joint tripode : ce joint est constitué de trois sphères articulées à  $120^\circ$  sur une noix qui coulisse sur un des arbres. Elles coulisent dans trois cylindres creux d'axes parallèles entre eux et à l'axe de l'arbre.



*Fig.20 : exemple de joint tripode*

Joint à quatre billes (type Rzeppa) :

Il est basé sur quatre billes à  $90^\circ$  pouvant rouler dans des chemins (analogie avec les roulements) de forme torique.



*Fig.21 : exemple de joint Rzeppa*