

LES ACCOUPLEMENTS DES ARBRES

1. FONCTION GLOBALE :

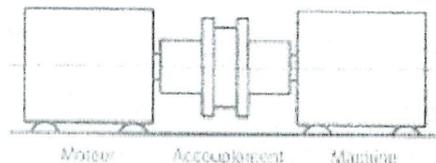
Les accouplements sont des organes de liaison permettant de transmettre la puissance mécanique en rotation entre deux arbres, sans modification de la fréquence de rotation.

La puissance transmise : $P = C \cdot \omega = \frac{C \cdot \pi N}{30}$ (Watts)

Où C : couple transmis (N.m),

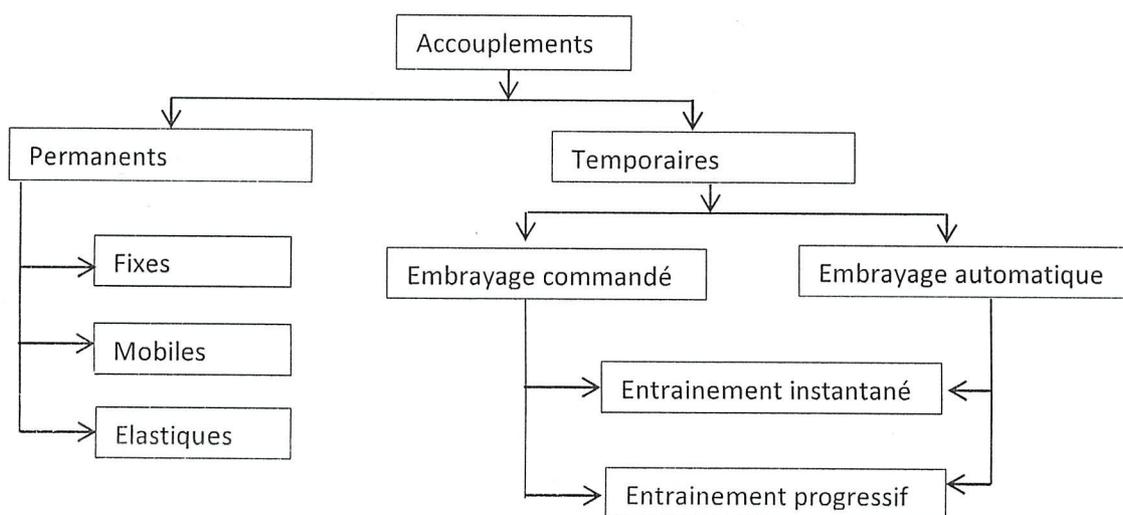
ω : vitesse angulaire de rotation (rad/s),

N : fréquence de rotation (tours/minute),



2. CLASSIFICATION :

D'après leur destination principale, les accouplements peuvent être classés en dispositif de liaison **permanent** et **temporaire**.



3. ACCOUPLEMENTS PERMANENTS :

Ce sont les dispositifs qui assurent la liaison des deux arbres sans prévoir leur débrayage.

On distingue :

- Les accouplements **rigides** (fixes) qui solidarisent les arbres à alignement parfait et invariable
- Les accouplements **mobiles** qui réalisent la liaison des arbres sans alignement rigoureux et prévoient leur déplacement relatif.

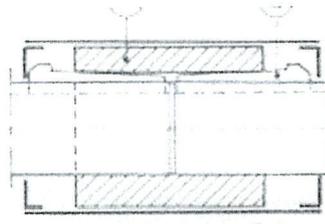
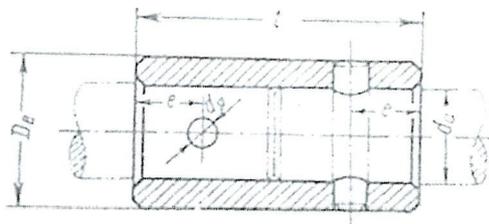
3.1 LES ACCOUPLEMENTS RIGIDES :

Les accouplements rigides nécessitent un alignement rigoureux entre les arbres à assembler. A la différence des autres types d'accouplements, ils transmettent non seulement les moments de torsion (utile) mais aussi les efforts de flexion et les efforts axiaux (nocifs).

Parmi les accouplements rigides on trouve les manchons à douille, à coquilles et à plateaux.

3.1.1 Les accouplements à douilles :

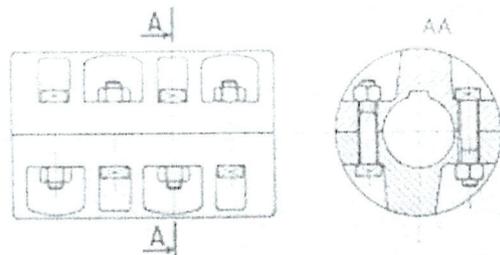
Les extrémités des deux arbres sont ajustées dans l'alésage d'une douille en fonte ou en acier. La liaison arbre-douille est complétée par un goupillage pour les faibles puissances ou par un clavetage forcé.



Inconvénients	Avantages
<ul style="list-style-type: none"> Le centrage relatif des deux arbres n'est assuré que s'ils ont rigoureusement le même diamètre, Mauvais équilibrage dû au talon, Le désaccouplement et le décalage radial de l'un des arbres ne sont possibles que si l'autre peut recevoir la totalité de la douille Montage et démontage rendu difficiles par la présence des clavettes à talon. 	<ul style="list-style-type: none"> Simplicité et faible prix Grande résistance, Très tolérant en ce qui concerne le positionnement axial relatif des deux arbres et de la douille.

3.1.2 Les accouplements à coquilles :

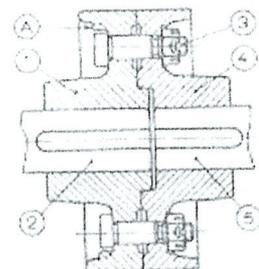
Il se compose de deux coquilles pressées sur deux bouts d'arbres à l'aide de boulons. L'entraînement en rotation se fait par adhérence ; un clavetage peut accroître la sécurité.



Inconvénients	Avantages
<ul style="list-style-type: none"> Mauvais équilibrage si les coquilles sont des pièces de fonderie. L'accouplement n'est correct que si les arbres sont rigoureusement de même diamètre. 	<ul style="list-style-type: none"> Montage, démontage et décalage radial des arbres très faciles, Très tolérant en ce qui concerne le positionnement axial relatif des deux arbres.

3.1.3 Accouplements à plateaux :

Les deux plateaux sont encastrés (serrage ou encastrement démontable) sur leur bout d'arbre respectif. Un clavetage peut augmenter le couple transmissible. Les deux plateaux sont mis en position l'un par rapport à l'autre par un appui plan associé à un centrage court. La transmission du couple et le maintien en position respectif des plateaux étant réalisés par des boulons ajustés.

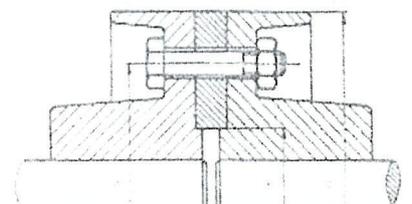


Inconvénients	Avantages
<ul style="list-style-type: none"> Le démontage est très difficile Le désaccouplement ou le démontage de l'un des arbres nécessite un déplacement axial 	<ul style="list-style-type: none"> Encombrement axial réduit Grande robustesse

Variante: Accouplement à plateaux centrés par deux demi-bagues:

Pour rendre plus aisé le démontage, les plateaux sont centrés par deux demi-bagues.

Cette conception permet de démonter l'arbre sans nécessité son déplacement axial.



3.2 LES ACCOUPLEMENTS MOBILES :

3.2.1 Fonction globale :

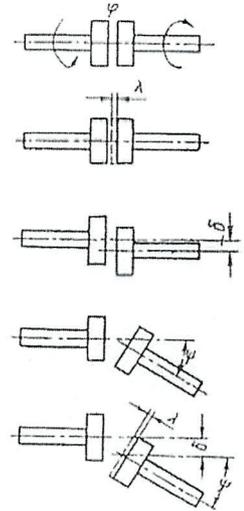
Comme indiqué plus haut, l'utilisation des accouplements rigides exige un alignement rigoureux des arbres à assembler ce qui est souvent impossible à réaliser.

Par ailleurs, l'imprécision de la position relative des arbres accouplés, due aux défauts de fabrication inévitables, évolue sous l'action des déformations provoquées par les charges en service, la température, l'affaissement inégal des fondations, etc. ce sont autant de cas dans lesquels les accouplements fixes sont inapplicables ; les arbres devant être liés par des accouplements mobiles ou élastiques.

Les déplacements relatifs éventuels des arbres à accoupler sont représentés sur la figure ci-dessous. Dans le cas général, ces déplacements peuvent être :

- Axiaux (λ),
- Rotatifs (φ),
- Transversaux (δ),
- Angulaires (Ψ).

Dans les liaisons réalisées par des systèmes mobiles, ces déplacements sont compensés par la mobilité relative des pièces de l'accouplement.



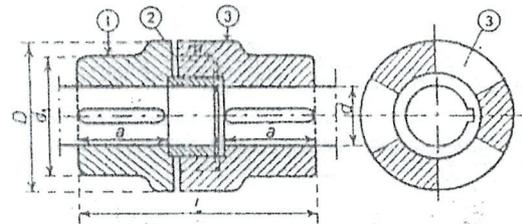
3.2.2 PRINCIPAUX TYPES D'ACCOUPLEMENTS MOBILES :

3.2.2.1 Joint de dilatation :

Permet uniquement un déplacement relatif axial des deux arbres qui restent liés en rotation. Il se compose de deux manchons (1) et (3) en fonte ou en acier, calés sur les arbres. Le centrage est obtenu par l'intermédiaire d'une bague (2) généralement en bronze, montée à force sur l'arbre (1) et à frottement doux sur l'arbre (3).

Chaque manchon porte un nombre impair de griffes s'ajustant dans les intervalles séparant les griffes de l'autre manchon avec un faible jeu mais suffisant pour permettre un déplacement axial.

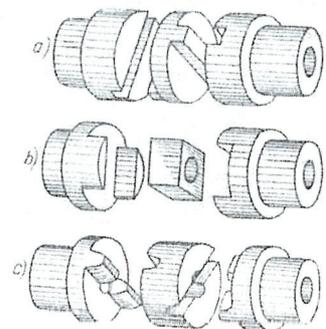
Ce type de manchon est utilisé pour compenser les variations de longueur dues à la différence de température.



3.2.2.2 Joint d'Oldham :

Permet un déplacement relatif radial des deux arbres parallèles. Il comporte deux manchons (1) et (2) et un plateau intermédiaire (3).

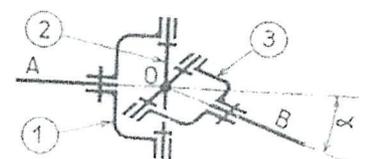
Le joint est construit autour de deux glissières à 90° ; plusieurs variantes sont possibles. Au cours de la rotation, le centre du plateau intermédiaire décrit un cercle. Le joint est parfaitement homocinétique.



3.2.2.3 Joint de cardan : (joint universel ou joint de Hook)

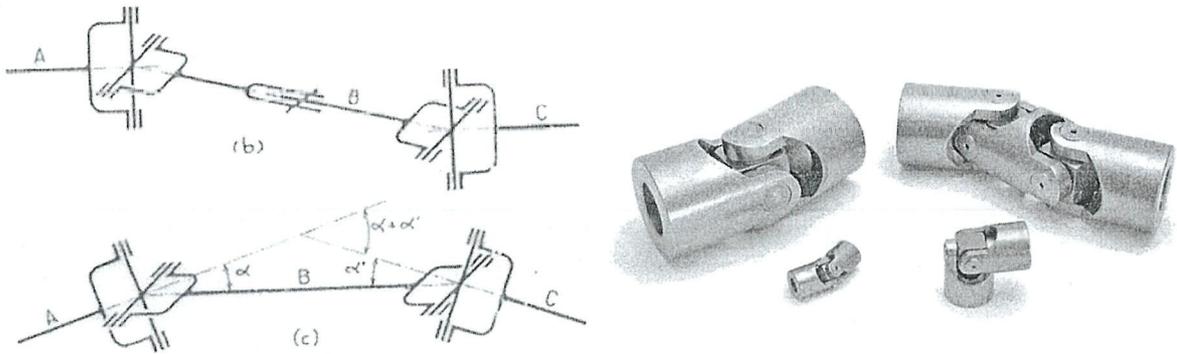
S'emploie pour accoupler des arbres dont les axes se coupent sous un certain angle (voir schéma). Les éléments (1) et (3) sont des chapes, (2) est appelé croisillon. A noter que cet angle peut être modifié à chaque instant mais reste généralement inférieur à 30°.

Le joint de cardan n'est pas homocinétique, d'où une rotation irrégulière de l'arbre récepteur. Ce qui entraîne l'apparition de forces d'inertie qui représentent des sollicitations supplémentaires sur les pièces du joint et sur les organes du système dont il fait partie.



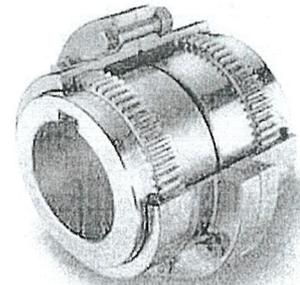
Pour obtenir une vitesse de rotation régulière de l'arbre de sortie (joint homocinétique), il faut utiliser un double joint tel que :

- Solution 1 : l'arbre d'entrée A et l'arbre de sortie C soient parallèles et les chapes de l'arbre intermédiaire B se trouvent dans le même plan (figure b).
- Solution 2 : les arbres A et C forment des angles égaux ($\alpha = \alpha'$) avec l'arbre B et les chapes de B se trouvent dans le même plan (figure c).



3.2.2.4 Les accouplements à denture interne :

Les deux plateaux sont des roues dentées à denture bombée liées complètement aux arbres à accoupler. Ces deux plateaux engrènent avec la denture interne d'un manchon (monobloc ou en deux parties démontables). Les accouplements à dentures et manchons en acier ont besoin de graissage. Le profil des dentures (dentures sphériques) permet aux arbres de se déplacer angulairement et longitudinalement pour compenser de mauvais alignements et absorber des dilatations ou retrait.



3.3 ACCOUPLEMENTS ELASTIQUES :

3.3.1 Fonction globale

Ce sont des accouplements permanents qui se distinguent par leur capacité de permettre des déplacements relatifs quelconques mais de faible amplitude entre les arbres à lier. En particulier :

- ✓ Déplacement relatif en rotation autour de l'axe, supposé commun, des arbres. Cette propriété est précieuse pendant les périodes de démarrage et d'arrêt et au cours des brusques surcharges ou de variations de vitesse.
- ✓ Déplacements longitudinaux (sens axial) ou transversaux provenant d'une erreur de montage ou de l'usure inégale sur les paliers des deux arbres.
- ✓ Déplacements angulaires provenant d'une erreur de montage, de l'usure ou d'une flexion d'un des arbres (1 à 3° max).
- ✓ Ces déplacements peuvent se produire simultanément.

L'ensemble de ces propriétés sont déterminés par l'organe élastique de l'accouplement. Ces organes sont fabriqués en acier ou en caoutchouc. L'élément élastique peut-être monobloc ou constitué de plusieurs plots. Les matériaux généralement employés pour la fabrication des éléments élastiques sont :

- Caoutchouc synthétique ou naturel,
- Elastomère ou polyamides
- Ressorts métalliques à flexibilité variable.

Remarque :

Les propriétés des accouplements élastiques justifient leur emploi dans de vastes domaines, notamment pour l'accouplement moteur-pompe. Cependant, leur fonctionnement étant d'autant meilleur, que la condition d'alignement des arbres est mieux respectée lors du montage.

Il existe de nombreux types d'accouplements élastiques.

3.3.2 Principaux types d'accouplements élastiques :

3.3.2.1 Accouplements élastiques PAULSTRA

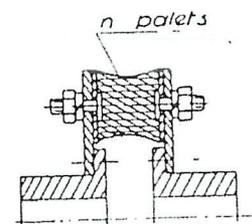
L'organe élastique est constitué par une ou plusieurs masses de caoutchouc adhérant à des pièces métalliques liées à chacun des arbres. Dans l'industrie, ce genre d'accouplement peut se présenter sous différentes dispositions, en fonction du problème à résoudre. Selon les variantes, les masses en caoutchouc peuvent être soumises à des efforts de cisaillement ou de traction, compression.

3.3.2.2 Les accouplements à éléments élastiques soumis au cisaillement:

Variante 1 :

Les pièces en caoutchouc sont soumises à des efforts de cisaillement. Les caractéristiques essentielles sont :

- ✓ Ecart angulaire entre les deux arbres : jusqu'à 20°
- ✓ Désalignement radial : jusqu'à 10 mm
- ✓ Désalignement angulaire : 2 à 3°
- ✓ Ecart axial : compris entre 2 et 5 mm
- ✓ Vitesse de rotation de service : inférieure à 1500 tr/min.
- ✓ Couple transmis : de 0.8 à 4000 N.m

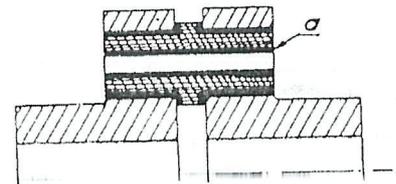


Variante 2 :

Ce type d'accouplement convient aux grandes vitesses, c'est un accouplement élastique à raideur progressive.

Les principales caractéristiques sont :

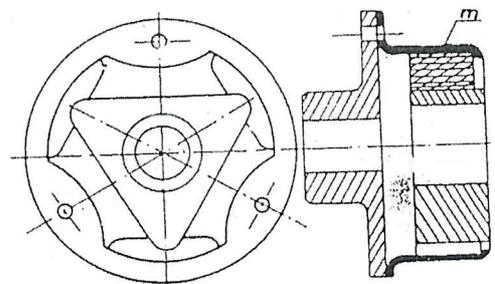
- ✓ Ecart angulaire entre les deux arbres : inférieur à 5°
- ✓ Désalignement radial : ≤ 1 mm
- ✓ Désalignement angulaire : $\leq 1^\circ$
- ✓ Ecart axial : nul



Variante 3 :

Dans cet accouplement, trois masses de caoutchouc travaillent en cisaillement, puis si le couple augmente, surgissent des efforts de compression et traction. Cet accouplement est caractérisé par :

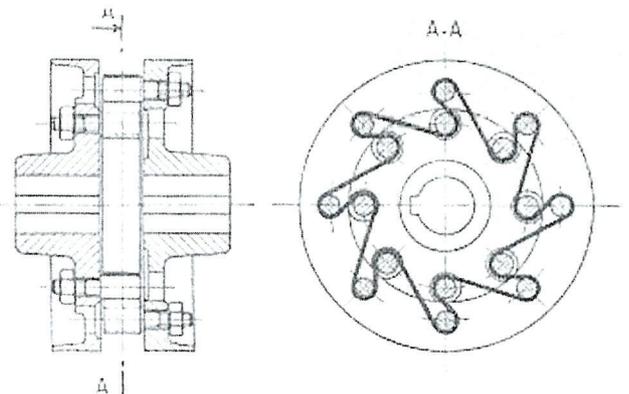
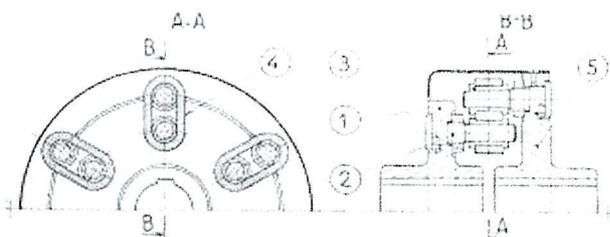
- ✓ Ecart angulaire entre les deux arbres : $\leq 10^\circ$
- ✓ Désalignement radial : entre 3 et 15 mm selon le type.
- ✓ Désalignement angulaire : $\leq 5^\circ$
- ✓ Ecart axial : presque nul



3.3.2.3 Les accouplements à éléments élastiques soumis à la traction :

Exemples :

Manchon Raffard à bracelets caoutchouc Les rayons de perçage des trous de broches sont très différents, de sorte qu'au repos les bracelets sont dans une position radiale. Cette disposition peut faire craindre parfois une souplesse excessive.



Manchon à courroie sans fin Une courroie sans fin passe sur des broches fixées alternativement sur les deux plateaux.

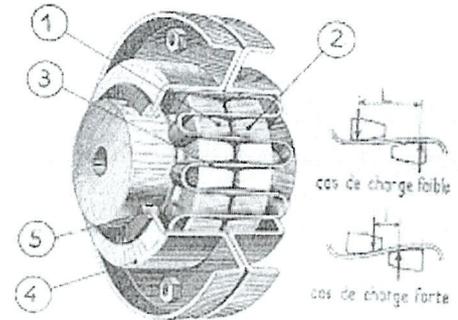
3.3.3 Autres accouplements élastiques :

3.3.3.1 *Manchon Flexacier Citroën.*

La surface latérale de chacun des deux plateaux (1) et (2) est creusée de rainures longitudinales dont l'espacement régulier est réalisé avec un très grand soin. Ces rainures s'évasent sur les faces des plateaux placées vis-à-vis. Une lame sans fin d'acier spécial (3), passe successivement dans toutes les rainures. Un boîtier en tôle (4) bourré de graisse protège rainures et ressort.

Son étanchéité est obtenue par des joints en caoutchouc synthétique. Le couple transmis est équilibré par la déformation élastique de la lame. Celle-ci constitue un ressort à flexibilité variable puisque les points d'appui sur les plateaux se rapprochent au fur et à mesure que la déformation augmente.

Un tel manchon est particulièrement apte à absorber les chocs. Les modèles commercialisés peuvent transmettre des moments allant jusqu'à 200 000N.m à faible vitesse.



3.3.3.2 *Accouplement à rondelles élastiques*

Appelé aussi *joint flector*. La rondelle élastique est constituée de plusieurs couches de toile caoutchoutée. De petites plaques (P), en tôle d'acier, fixées par des rivets, permettent d'éviter le découpage des toiles par les têtes de boulons et les écrous. Les plaques sont alternativement solidaires de chacune des fourches (1) et (3).

