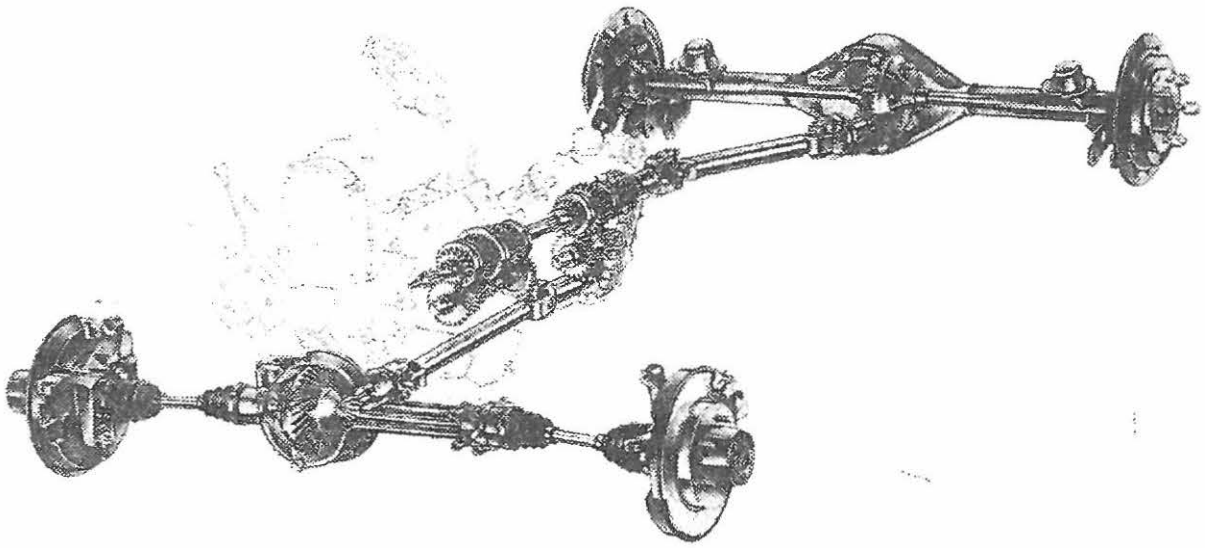
mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

LES ACCOUPLEMENTS



mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

ACCOUPLEMENTS d'ARBRES

OBJECTIFS

Les accouplements sont utilisés pour transmettre la vitesse et le couple, ou la puissance, entre deux arbres de transmission en prolongement l'un de l'autre comportant éventuellement des défauts d'alignement .
Il existe une grande diversité de solutions pouvant répondre à une multitude de cas posés .

GENERALITES et DEFINITIONS

Puissance et couple transmissibles par les accouplements

Ils sont liés par la formule :

$$P = C \cdot \omega \approx \frac{C \cdot \pi \cdot N}{30}$$

P : Puissance transmise en Watts
C : Couple transmis en N.m
ω **:** Vitesse de rotation en rd/s
N : Vitesse de rotation en tr/mn

Exemple :
Quelle est la valeur du couple si la puissance transmise est de 10 kW à 500 tr/mn ?

$$C = \frac{30 \cdot P}{\pi \cdot N} = \frac{30 \times 10\,000}{\pi \times 500} = 191 \text{ N.m} = 19{,}1 \text{ daN.m}$$

A couple constant , si la vitesse augmente, la puissance transmise augmente dans les mêmes proportions .

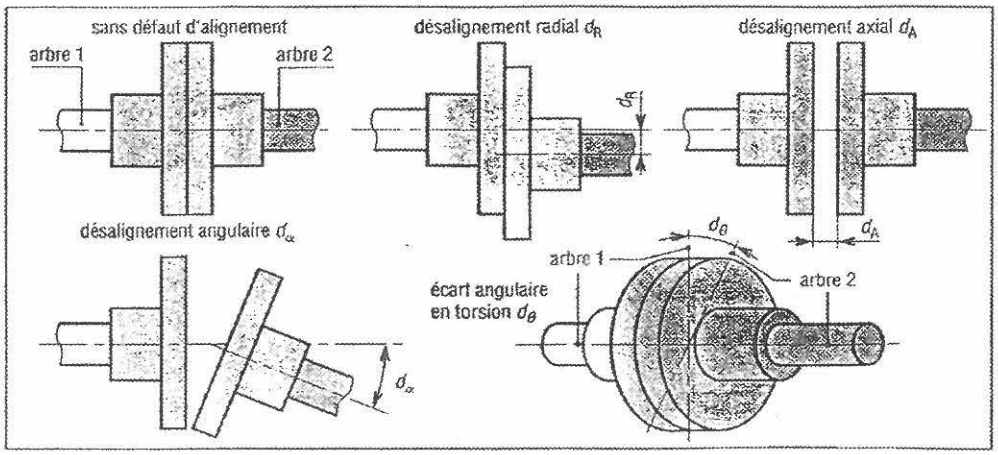
Définitions

Accouplements permanent :
Il est dit permanent lorsque l'accouplement de deux arbres est permanent dans le temps . Le désaccouplement n'est possible que par démontage du dispositif .
Accouplement temporaire :
Il est dit temporaire lorsque l'accouplement ou le désaccouplement peuvent être obtenus à n'importe quel moment, sans démontage du dispositif, suite à une intervention extérieure .
Accouplement ou joint homocinétique :
Un accouplement est dit homocinétique lorsque la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée est rigoureusement identique à celle de l'arbre de sortie à tout instant .

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

DEFAUTS d'ALIGNEMENTS des ACCOUPLEMENTS

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



. Principaux défauts d'alignements.

Principaux types d'accouplements

accouplements permanents				accouplements temporaires		
accouplements rigides	accouplements élastiques ou flexibles		cardans et assimilés	pas de désalignement		
aucun désalignement possible	non flexible en torsion	flexible en torsion	désalignement angulaire	embrayages	freins	divers
– à plateaux – à manchon goupillé – à douille biconique	– joint d'Oldham – à denture bombée – à soufflet	– à ressort – à membrane souple – à blocs élastiques	– joint de cardan – joint tripode – joint à 4 billes	– à disques – coniques – centrifuges	– à tambour – à disque – à bande	– limiteurs de couple – roues libres – coupleurs – convertisseurs

ACCOUPLEMENTS PERMANENTS

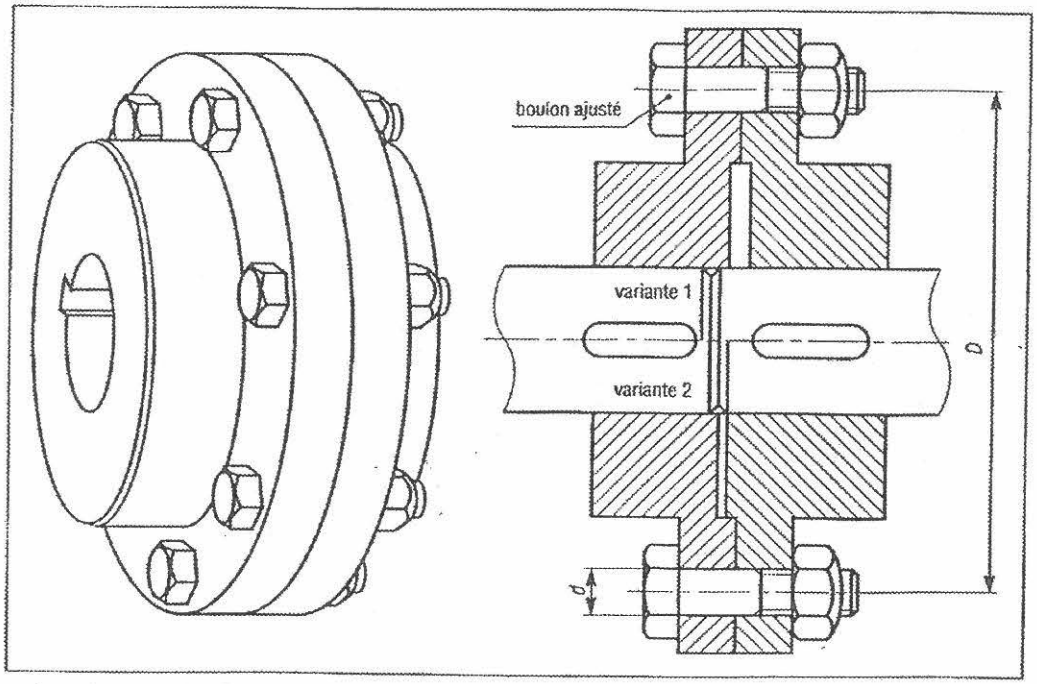
Accouplements rigides

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

Leur emploi exige des précautions et une étude rigoureuse de l'ensemble monté .

Accouplement à plateaux

Très utilisés, précis , résistants, assez légers, encombrants radialement, ils sont montés à la presse . La transmission du couple est obtenue par une série de boulons ajustés . En cas de surcharge, le cisaillement des boulons offre une sécurité .



Accouplement rigide à plateaux.

Calcul des boulons au cisaillement

Données :

C : couple à transmettre (N.m)

n_b : nombre de boulons (valeur empirique : $n_b = 0{,}02d + 3$)

d : diamètre du boulon (mm)

D : diamètre de répartition des boulons (mm^2)

F_c : force de cisaillement des boulons (N)

S_c : aire cisaillée des boulons (mm^2)

R_{pg} : résistance pratique au cisaillement du matériau des boulons (N/mm^2)

$R_{pg} \approx R_e / 2$ avec R_e limite élastique du matériau

$$C = \tfrac{1}{2} F_c \cdot D$$

$$F_c = 2 \cdot C / D$$

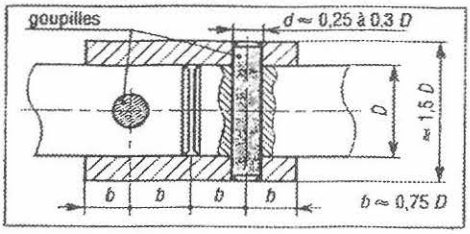
$$R_{pg} \geq \frac{F_c}{S_c} = \frac{2 \cdot C}{\pi \cdot d^2 \cdot n_b \cdot D} \quad \Longrightarrow \quad \frac{R_e}{2} \geq \frac{2 \cdot C}{\pi \cdot d^2 \cdot n_b \cdot D}$$

$$R_e \geq \frac{4 \cdot C}{\pi \cdot d^2 \cdot n_b \cdot D}$$

$$d \geq \left\{ \frac{4 \cdot C}{\pi \cdot R_e \cdot n_b \cdot D} \right\}^{1/2}$$

Manchons à goupilles

Dans le cas des petits accouplements c'est le plus simple . Les deux goupilles travaillent au cisaillement et offrent une certaine sécurité en cas de surcharge . Le principe de calcul est le même que précédemment.

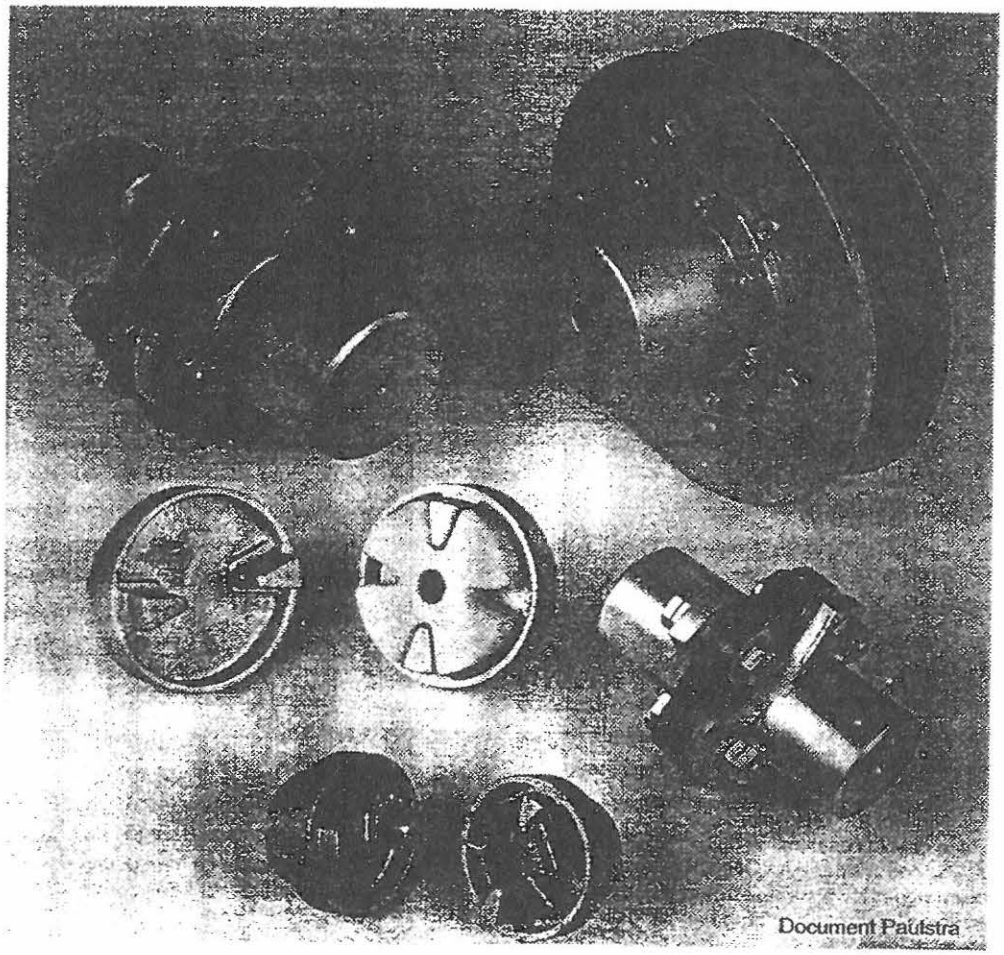


4. Manchon à goupilles.

Accouplements élastiques ou flexibles

Pour transmettre le couple d'un arbre menant à un arbre mené, un accouplement élastique :

- absorbe et amortit les irrégularités de couple
- déplace les régimes critiques
- accepte désalignements et décalages entre les arbres
- autorise certaines déformations des chassis
- supprime les contraintes parasites à craindre d'un accouplement rigide dans les mêmes conditions de fonctionnement
- permet de construire plus léger, avec des tolérances plus larges
- il est sans jeu, silencieux, sans frottement, sans graissage.

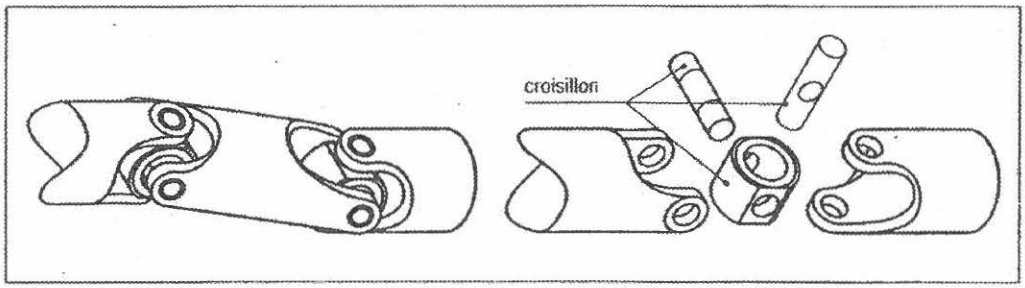


Joints de cardan

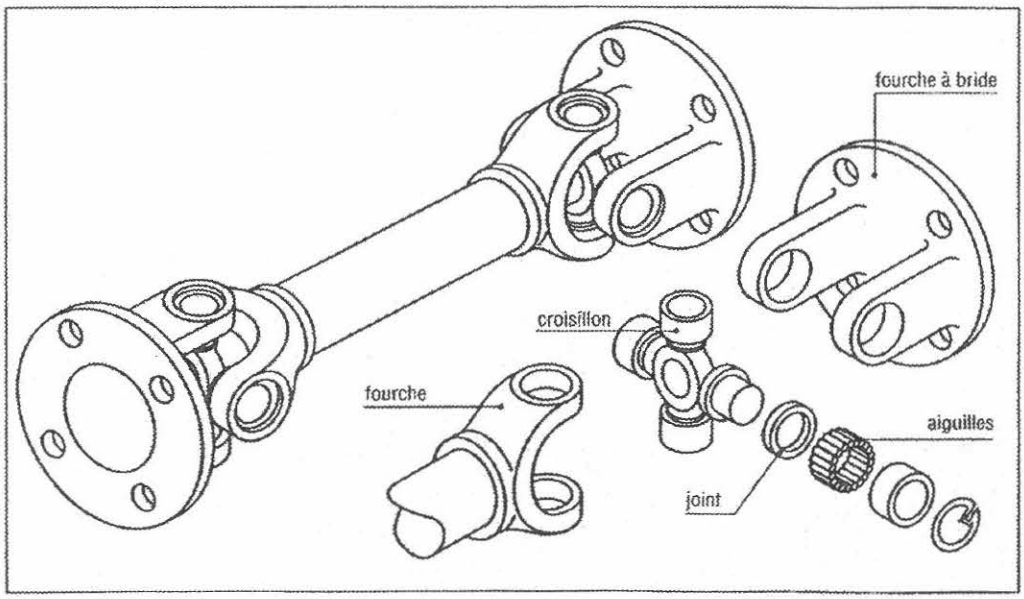
Ils assurent la transmission entre des arbres concourants .
Les accouplements élastiques supportent des défauts angulaires (d_{α}) inférieurs à 3° environ.
Pour des désalignements supérieurs, il faut utiliser les joints de cardans (α jusqu'à 45°).
Non flexibles en torsion ($d_{\theta} = 0$) , il peuvent transmettre des couples très élevés .

Ils sont encore appelé joint universel ou joint de Hooke, son invention remonte au 16ème siécle (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 perpendiculaires et concourants).

Angles (α) possibles entre les deux arbres			
vitesses maximales admissibles	très lentes	10 tr/min	> 600 tr/min
angles α possibles	45°	30°	15 à 20°



Exemple de cardan pour faible couple.



Exemple de cardan pour couples élevés.

Inconvénient dans le cas de deux arbres reliés par un joint de cardan :

C'est un joint non homocinétique ; bien que le nombre de tours parcourus par les deux arbres soit le même, la vitesse de rotation de l'arbre d 'entrée (N_1) n'est pas égale à chaque instant à celle de l'arbre de sortie (N_2) . Il existe des fluctuations, fonctions de l'angle α des deux arbres .
Sur un même tour, l'arbre 2 prend successivement de l'avance puis du retard par rapport à l'arbre 1 pour finir tous deux sur la même « ligne » .
Ce phénomène est générateur de vibrations importantes d'autant plus élevées que α et N_1 sont grands .

Fluctuation de la vitesse d'un cardan en fonction de l'angle des deux arbres

α	10°	20°	30°	40°	50°
$\frac{N_2}{N_1}$	0,98 à 1,02	0,94 à 1,06	0,87 à 1,15	0,76 à 1,30	0,64 à 1,55

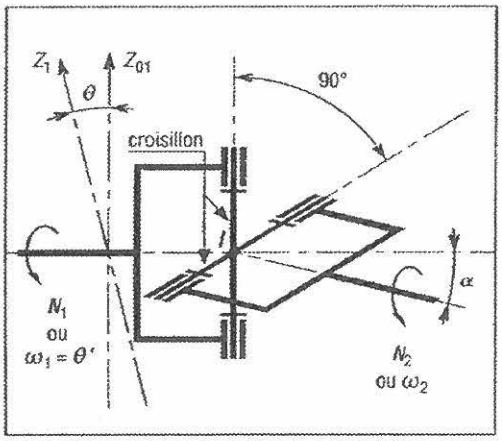
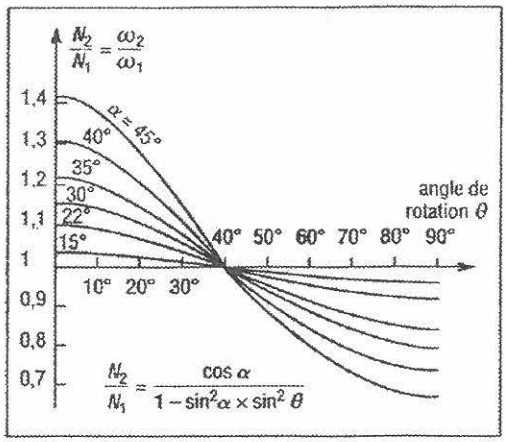
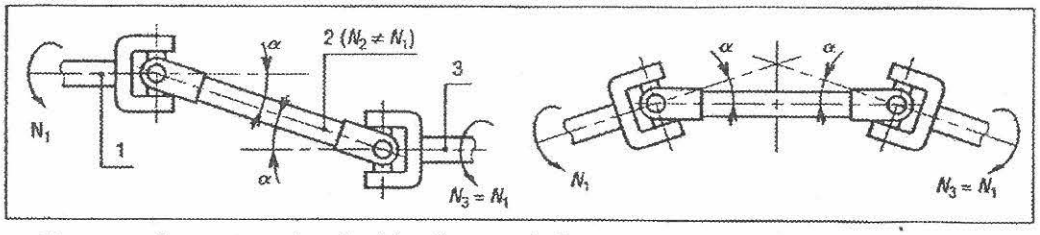


Schéma de principe du joint de cardan.



Fluctuation de la vitesse N_2.

Correction pour avoir homocinétisme, joints en série
L'utilisation de deux joints de cardan en série avec trois arbres dont les angles sont identiques permet de corriger le défaut précédent . Bien que la rotation de l'arbre intermédiaire (N_2) soit irrégulière, celle de l'arbre (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 .



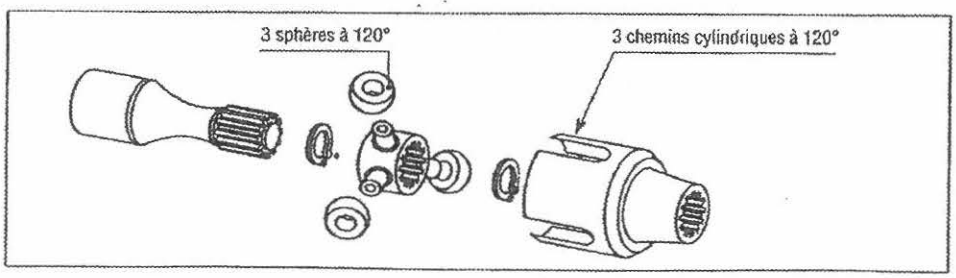
Groupements homocinétiques de cardans (plans de symétrie des fourches confondues).

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

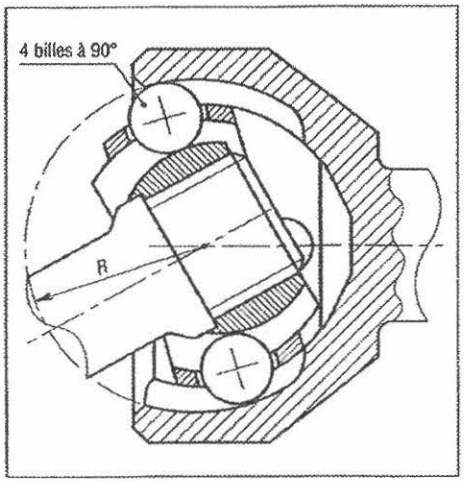
Il est basé sur trois sphères articulées à 120° pouvant coulisser dans trois cylindres coaxiaux parallèles à l'un des arbres . Particularité : il permet une liberté en translation supplémentaire .



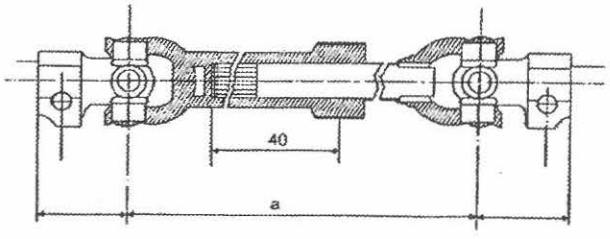
Joint tripode, vue éclatée.

Joint à quatre billes (type Rzeppa)

Il est basé sur 4 billes à 90° pouvant rouler dans des chemins (analogie avec les roulements) de forme torique .



Joint homocinétique à quatre billes, type Rzeppa.

Transmissions extensibles

Un système de coulisses brevetées permet la réalisation de cardans doubles extensibles dans une grande variété d'entraxes .
Ces coulisses ont été conçues et développées pour l'automobile car elles offrent un effort de coulissement réduit et un jeu angulaire très faible .