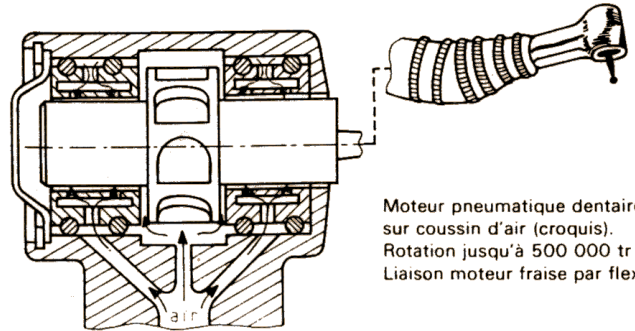


ETUDE TECHNOLOGIQUE DE LA LIAISON PIVOT

I Typologie des solutions

Il existe 4 solutions principales permettant de réaliser un guidage en rotation :

- par contact direct
- par interposition d'une bague de frottement
- par interposition d'éléments roulants
- par interposition d'un film d'huile



Moteur pneumatique dentaire sur coussin d'air (croquis).
Rotation jusqu'à 500 000 tr /min.
Liaison moteur fraise par flexible.

Une dernière solution, le palier fluide (exemple ci-contre : la roulette de dentiste) ne sera pas étudiée dans le cadre de ce cours.

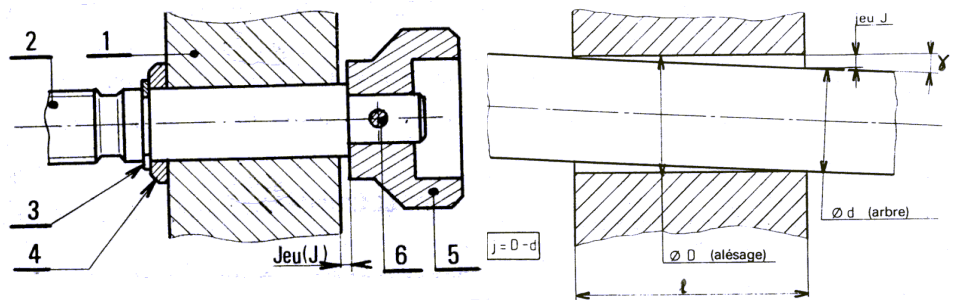
Type de guidage en rotation	Contraintes		
	précision	Vitesse de rotation	Efforts à transmettre
par contact direct	-	--	-
par interposition de bague de frottement	+	+	+
par interposition d'éléments roulants	++	++	+++
par interposition d'un film d'huile	+++	+++	++

II Précision du guidage

II.1 Jeu axial, jeu radial

II.2 Rotulage

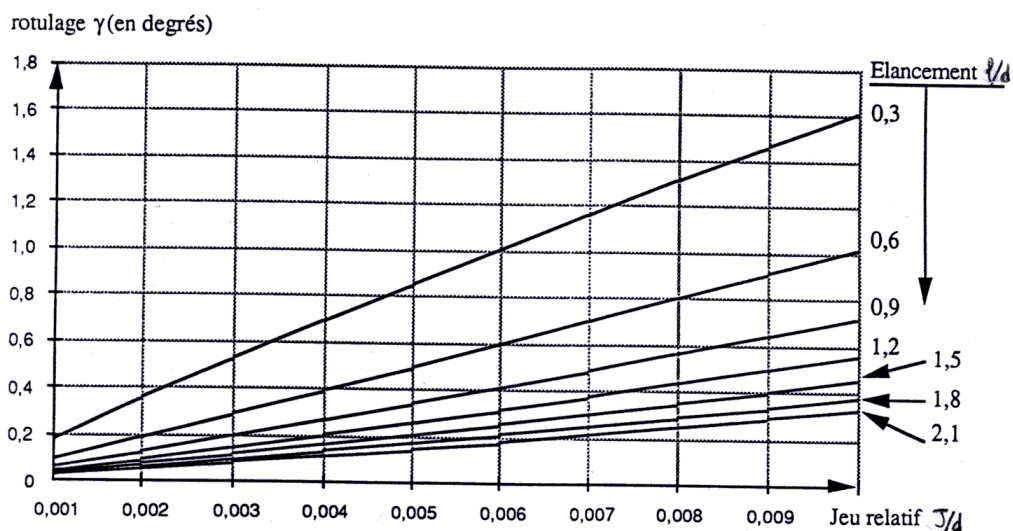
La présence de jeu radial entraîne un phénomène de rotulage. (jeu angulaire γ)



II.3 Modélisation cinématique d'un guidage en rotation

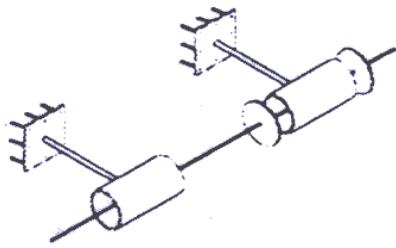
Du fait du rotulage on considère généralement :

- si $l / d \geq 1,5$: liaison pivot ou pivot glissant (le rotulage est faible)
- si $l / d \leq 0,5$: liaison rotule ou linéaire annulaire (rotulage trop important pour être négligé)

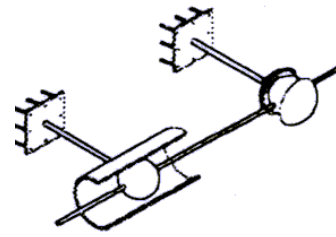


II.4 Solutions adoptées pour limiter le rotulage

Afin d'augmenter la longueur de guidage, la liaison pivot est souvent réalisée par l'intermédiaire de deux paliers.



Montage A (hyperstatique)

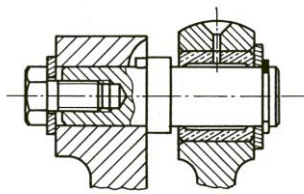
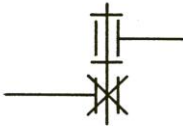


Montage B (isostatique)

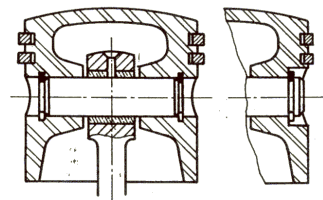
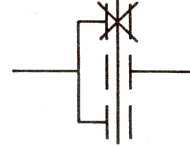
Nota : Le rotulage au niveau d'un palier est bénéfique car il supprime la présence d'un moment destructeur pour la liaison en cas de fléchissement de l'arbre.

II.5 Articulation en chape : en porte à faux

ARTICULATION EN PORTE A FAUX :

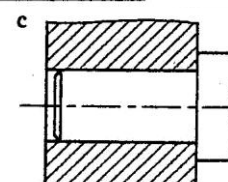
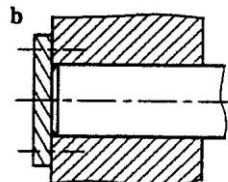
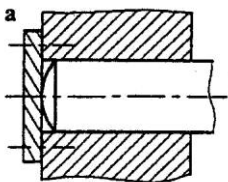
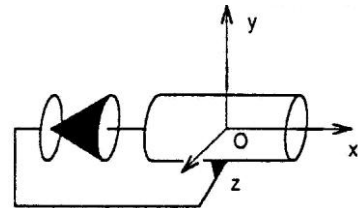


ARTICULATION A CHAPE :

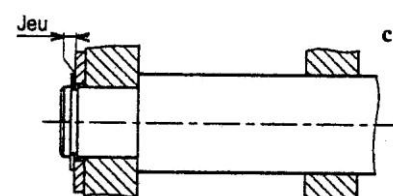
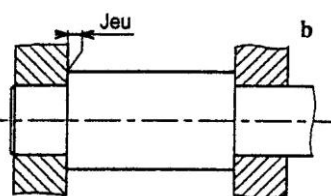
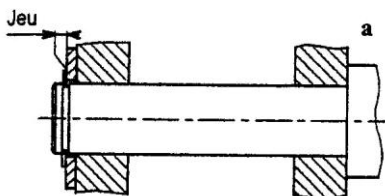
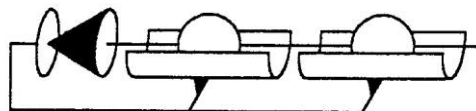


II.6 Différentes solutions par associations de liaisons

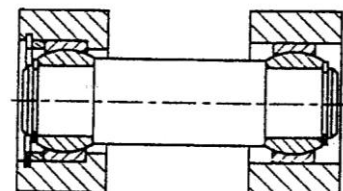
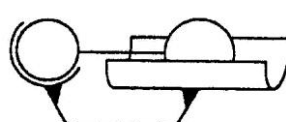
- 1 liaison *Pivot Glissant* (contacts cylindriques longs)
- 1 liaison *Ponctuelle*



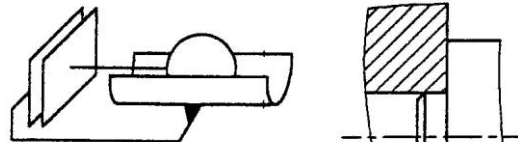
- 2 liaisons *Linéaires Annulaires* (contacts cylindriques courts)
- 1 liaison *Ponctuelle*



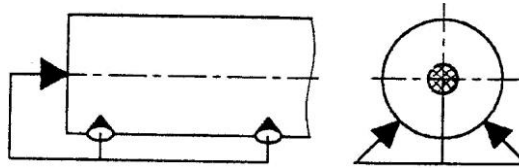
- 1 liaison *Rotule*
- 1 liaison *Linéaire Annulaire*



- 1 liaison *Appui Plan*
- 1 liaison *Linéaire Annulaire*
(*contact cylindrique court*)



- 5 liaisons *Ponctuelles*



Problème rencontré : existence de mouvements relatifs entre plusieurs pièces \Rightarrow il faut rechercher à diminuer les **frottements**.

III Guidage en rotation par contact direct

Ce guidage est peu précis, mais le coût est très faible. Son utilisation est limitée à des vitesses de rotation faibles et des efforts faibles.

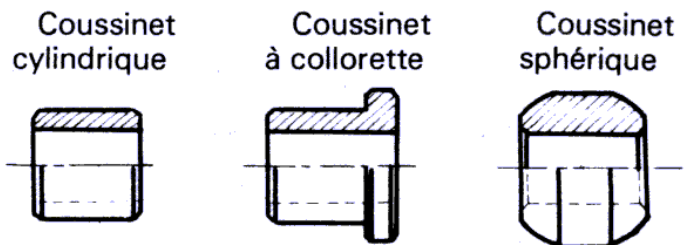
Une partie de l'énergie mécanique fournie est transformée en énergie calorifique (chaleur). On a donc une diminution du rendement du mécanisme.

Conséquence : - augmentation du coût de fonctionnement et nécessité de prévoir l'évacuation de cette chaleur (matériaux, formes, dimensions, ventilation, ...)

- il faut chercher à réduire le coefficient de frottement : choix judicieux des matériaux, des états de surface en contact et des conditions de lubrification.

IV Guidage en rotation par paliers lisses (coussinets).

On interpose entre l'arbre et l'alésage un coussinet.



IV.1 Types de coussinets

A. Coussinets nécessitant une lubrification continue (en bronze, fonte)

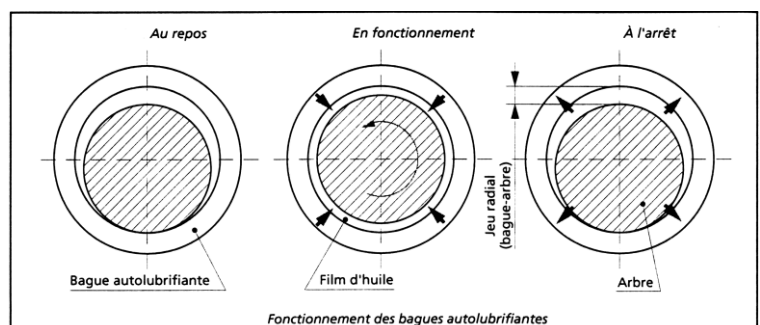
Il est nécessaire de prévoir un dispositif de graissage afin d'assurer une présence continue de lubrifiant pendant le fonctionnement.

B. Coussinets sans graissage (carbone-graphite, nylon, PTFE)

Ils sont très pratiques mais sont constitués de matériaux peu résistants. Ils ne supportent que des efforts très faibles.

C. Coussinets auto-lubrifiants

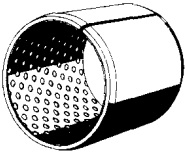
Il est constitué de poudre de bronze (cuivre + étain) ou encore d'alliages ferreux (fer + cuivre + plomb) compactée. Cette poudre est dans un premier temps comprimée dans un moule, puis chauffée dans un four pour rendre le coussinet poreux. Cette opération de fabrication s'appelle le **frittage**.



Avant le montage, on imprègne le coussinet d'huile (environ 25 % du volume de métal), lors du fonctionnement, la rotation de l'arbre crée une aspiration de l'huile, et la création d'un film d'huile entre le coussinet et l'arbre.

A l'arrêt, la porosité du coussinet permet une réabsorption de l'huile.

D. Coussinets en tôle roulée.

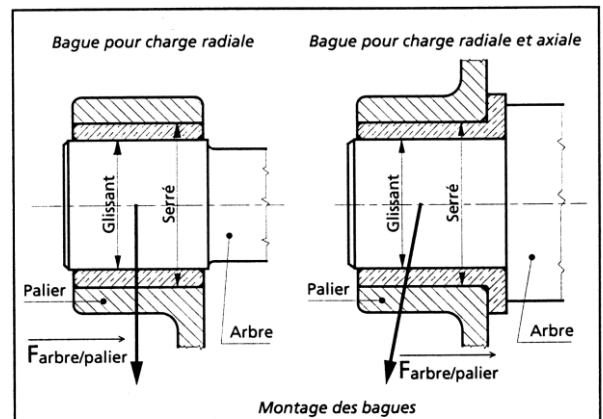


Il s'agit d'une bague constituée d'une tôle roulée recouverte de bronze fritté et d'une couche de résine PTFE imprégnée du lubrifiant solide (graphite ou plomb) dont le coefficient de frottement avec l'acier est très faible (0.01 à 0.05).

IV.2 Montage des coussinets

Le coussinet est monté serré dans l'alésage et glissant sur l'arbre.

Lorsque l'effort à transmettre n'est pas purement radial, il est conseillé d'utiliser un coussinet à collerette.



IV.3 Avantages et limites d'utilisation des coussinets

Avantages :

- réduction du coefficient de frottement et fonctionnement sans lubrification.
- augmentation de la durée de vie des pièces par report de l'usure sur le coussinet.
- fonctionnement silencieux.
- encombrement radial réduit.
- coût réduit.

Limites d'utilisation :

- encombrement en longueur.
- sensibilité aux défauts d'alignement.
- capacité de charge inversement proportionnelle à la vitesse.

V Guidage par roulements

V.1 Avantage du roulement

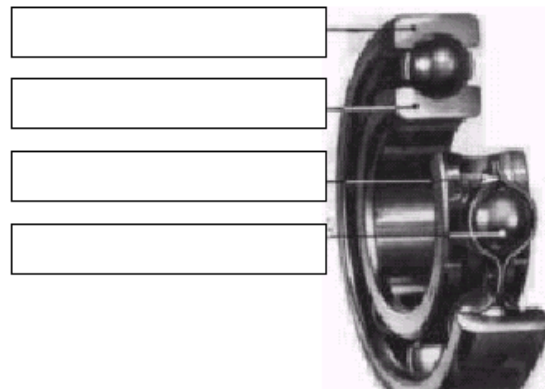
Le guidage par palier lisse (coussinets) présente les inconvénients suivants : Usure , Echauffement , Perte de puissance par frottement.

Pour éviter ces inconvénients, une solution consiste à interposer des éléments roulants entre les pièces mobiles (arbre et alésage).

V.2 Constitution d'un roulement

Un ROULEMENT est constitué de :

- 2 bagues dans lesquelles sont usinés les chemins de roulement.
- Les éléments roulants.
- un système de maintien des éléments roulants appelé cage.



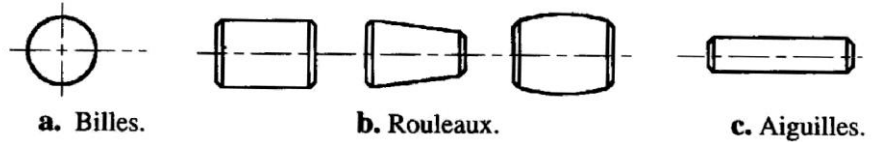
avantages :

- La fabrication en grande série permet des prix de revient intéressants.
- Le roulement constitue un tout qui peut être facilement changé en cas d'usure.
- La valeur du jeu fonctionnel est garanti par le fabricant.

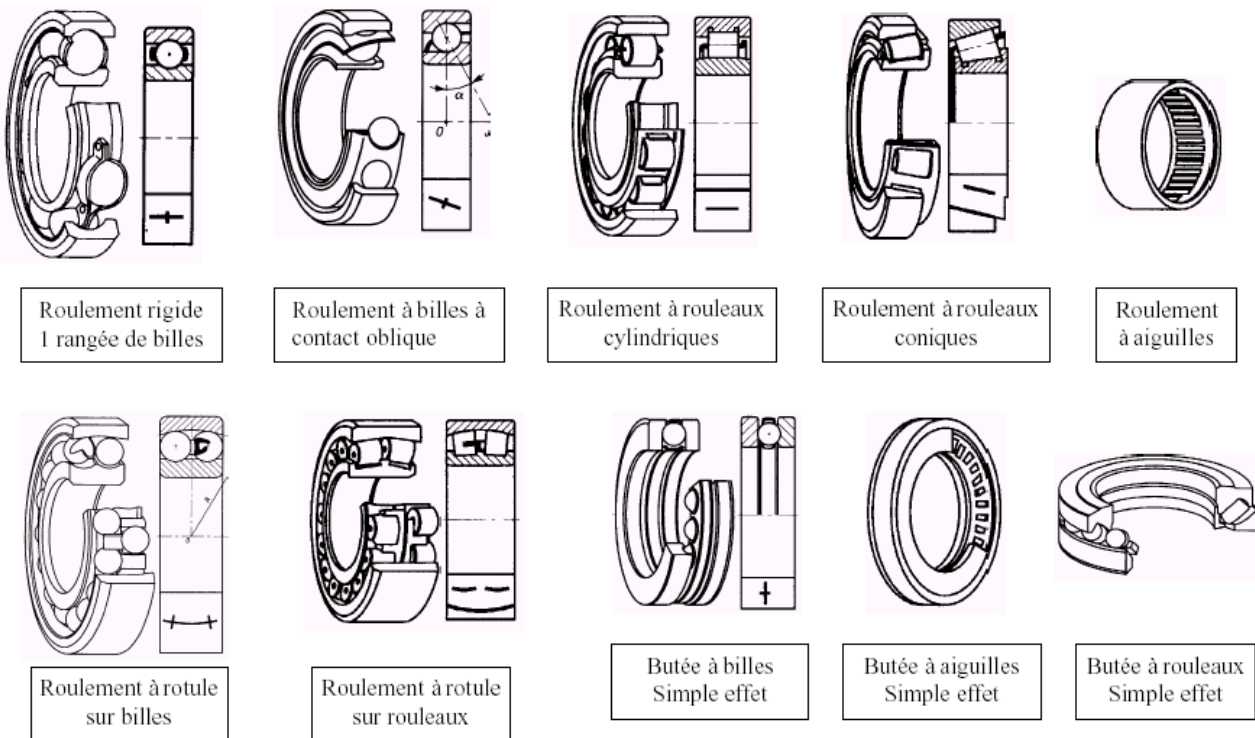
V.3 Différents types de roulements

Les roulements peuvent être classés suivant différents critères :

- en fonction de la forme de l'élément roulant : **Billes** ; **Rouleaux** (cylindriques, coniques, tonneaux) ; **Aiguilles**.



- en fonction du mouvement relatif possible entre les bagues : Aucun (roulements rigides) ; Rotulage (roulements à rotule).
- en fonction de la direction de la charge principale supportée : Radiale ; Radiale + Axiale ; Axiale seule.



Une butée ne réalise pas de centrage, elle doit être associée à des roulements

V.4 Désignation normalisée

EXEMPLE : **ROULEMENT 30 BC 02** Roulement rigide à billes Ø30 série 02.

30 : Diamètre de l'arbre supportant le roulement.

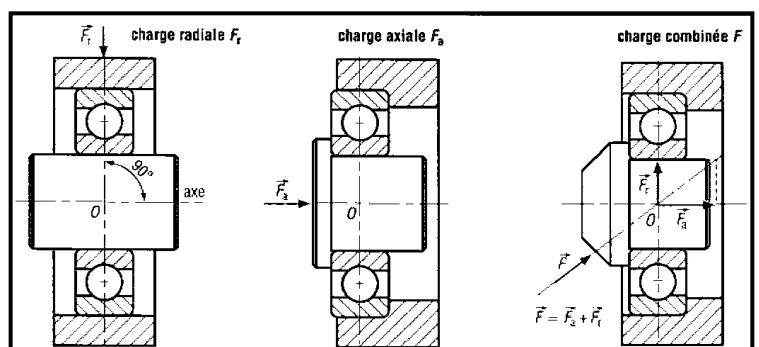
BC : Type du roulement.

02 : Série qui permet de déterminer le diamètre extérieur et la largeur.

V.5 Critères de choix

Le roulement est choisi en fonction de plusieurs critères : Vitesse de rotation ; direction et intensité des efforts.

Un calcul de durée de vie des roulements est nécessaire (calculs ou abaques)



- **Vitesse élevée** Roulements à billes, à rouleaux cylindriques, à aiguilles.
- **Effort radial** Faible ou moyen : Roulements à billes.
Important : Roulements à rouleaux ou à aiguilles.
- **Effort axial** Faible : Roulements rigide à billes.
Moyen : Roulements à billes à contact oblique.
Important : Roulements à rouleaux coniques.
Très important : Roulements + Butée.

V.6 Règles de montage

Nota : Un roulement ne doit pas être coté, il est vendu avec des tolérances spécifiques aux fabricants de roulements.

Règle n°1 :

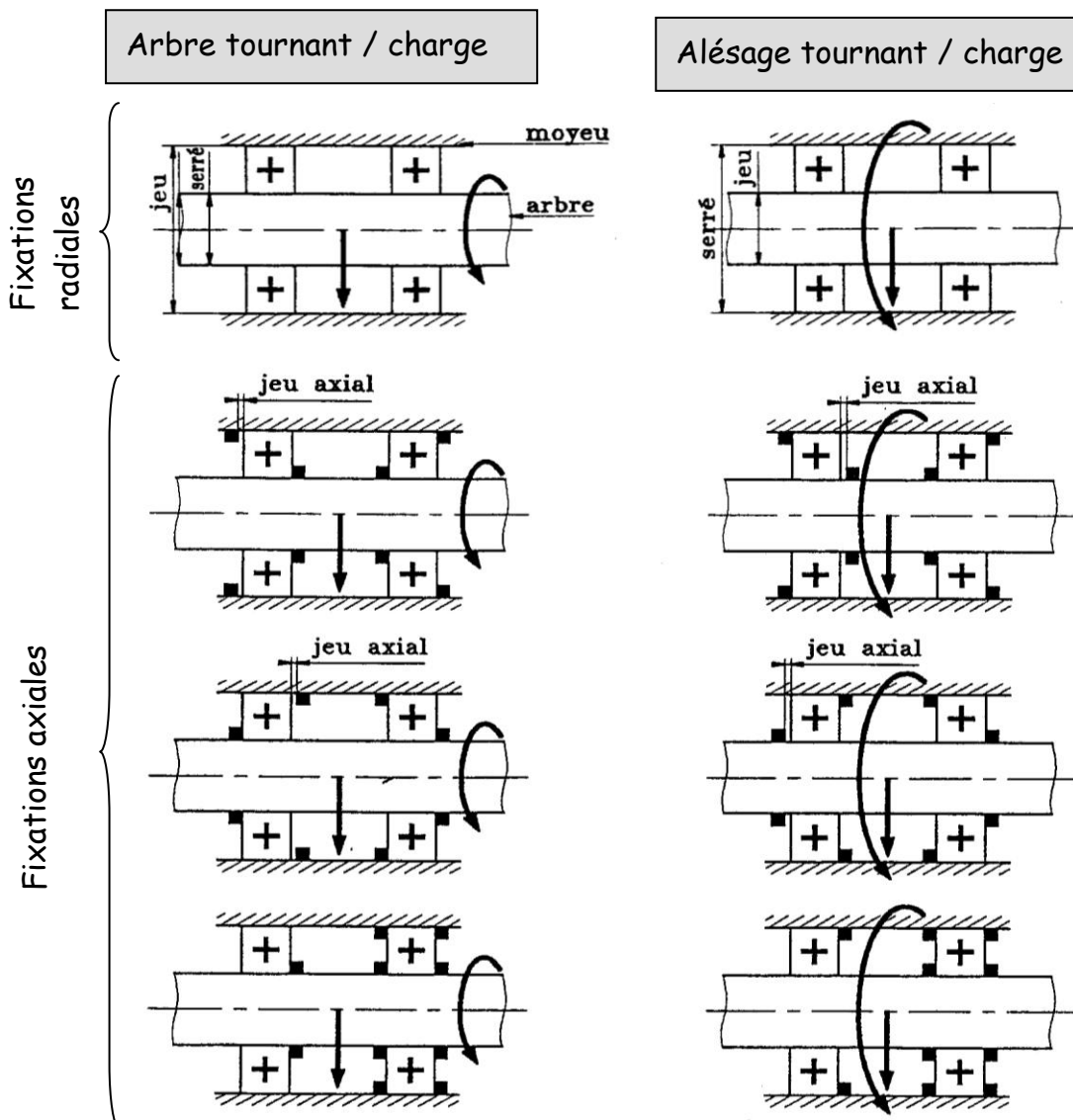
- La bague du roulement qui tourne par rapport à la direction de la charge doit être ajustée avec serrage.

Les fabricants préconisent : Arbre à la tolérance k6, m6 ou p6 suivant l'intensité de la charge ; Alésage à la tolérance M7 ou N7.

Règle n°2 :

- La bague du roulement qui est fixe par rapport à la direction de la charge doit être ajustée glissante.

Les fabricants préconisent : Arbre à la tolérance g6 ; Alésage à la tolérance H7.

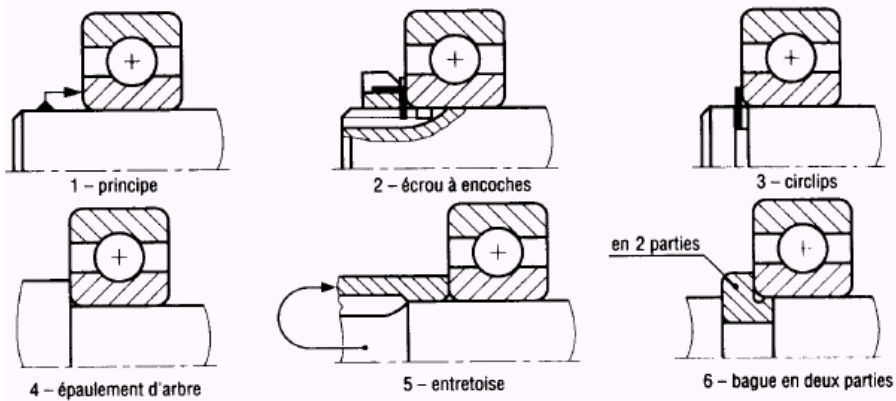


Règle 3 : les bagues serrées sur l'arbre (ou dans le moyeu) doivent être mises en position sur l'arbre (ou le moyeu) sur un obstacle (épaulement, circlips, entretoise, ...).

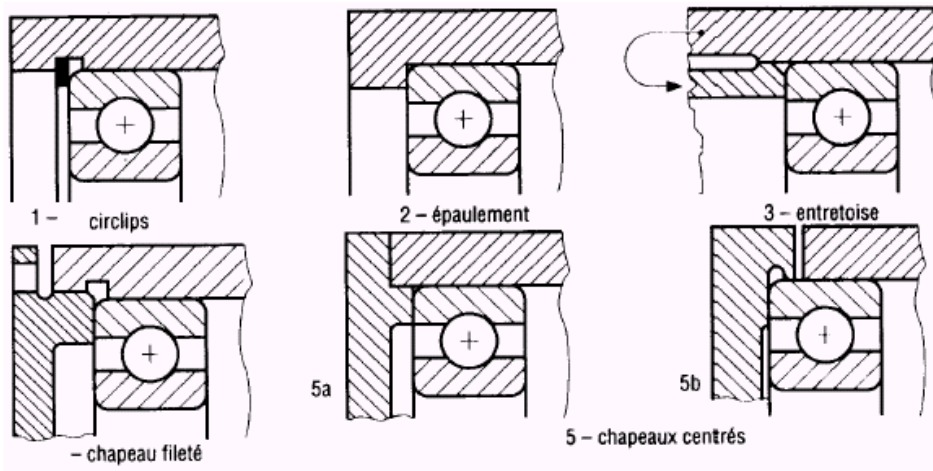
Règle 4 : l'immobilisation axiale de l'arbre/moyeu doit être assurée une seule fois dans chaque sens.

V.7 Arrêt des bagues

V.7.1 Entre l'arbre et la bague intérieure



V.7.2 Entre l'alésage et la bague extérieure

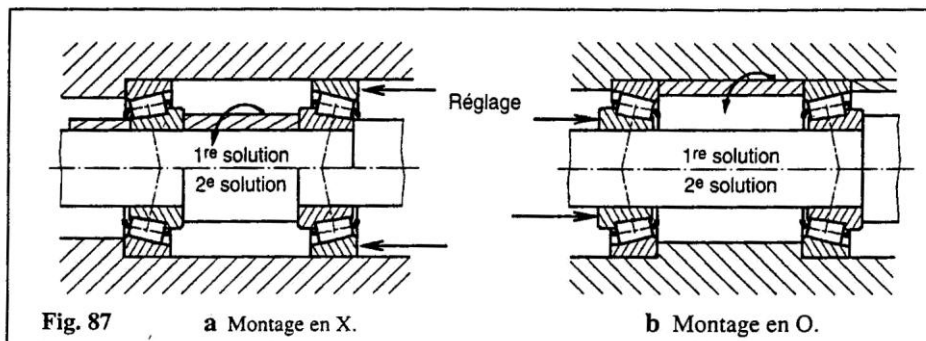


V.8 liaison PIVOT avec des éléments roulants à contact oblique

■ Ce sont des roulements à billes ou à rouleaux coniques.

L'utilisation de butées doubles ou de deux butées simples en opposition pose le même genre de problèmes.

■ La position des obstacles règle le jeu des roulements et le réglage est très délicat à faire ; par contre, ce réglage permet un rattrapage d'usure. Pour que le réglage du jeu soit facile (fig. 87), le montage arbre tournant s'accomode mieux de la disposition a, dite en X, et le montage moyeu tournant de la disposition b, dite en O.



VI Exercice d'application

Pour chaque guidage en rotation du mécanisme ci-contre :

- identifier la solution.
- Proposer un schéma technologique.
- proposer un schéma d'architecture.
- définir les ajustements radiaux, les jeux axiaux.

