

Guidage en rotation

1. Définition

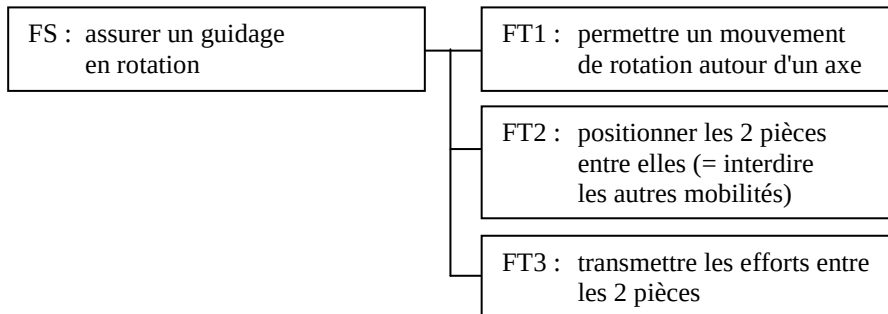
Un guidage en rotation permet de rendre mobiles 2 pièces l'une par rapport à l'autre autour d'un axe de rotation. Les guidages en rotation correspondent donc aux solutions constructives pour réaliser une liaison pivot.

Les principaux guidages en rotation sont réalisés (du plus simple au plus complexe et cher) :

- par contact direct,
- à l'aide de bagues de guidage,
- à l'aide de roulements,
- par interposition d'un film d'huile sous pression, entre l'arbre et l'alésage.

Le choix entre ces solutions se fait essentiellement en fonction de la vitesse de rotation, de la durée de vie, des efforts à transmettre et de la précision du guidage.

2. Principales fonctions techniques à assurer par un guidage en rotation



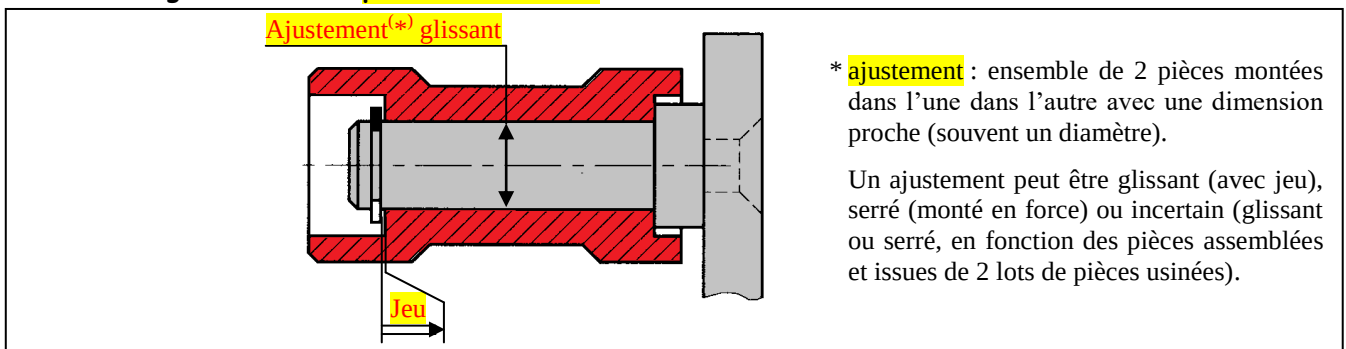
Exemple de solutions techniques

une des 4 solutions exposées en introduction, et présentées dans la suite du cours

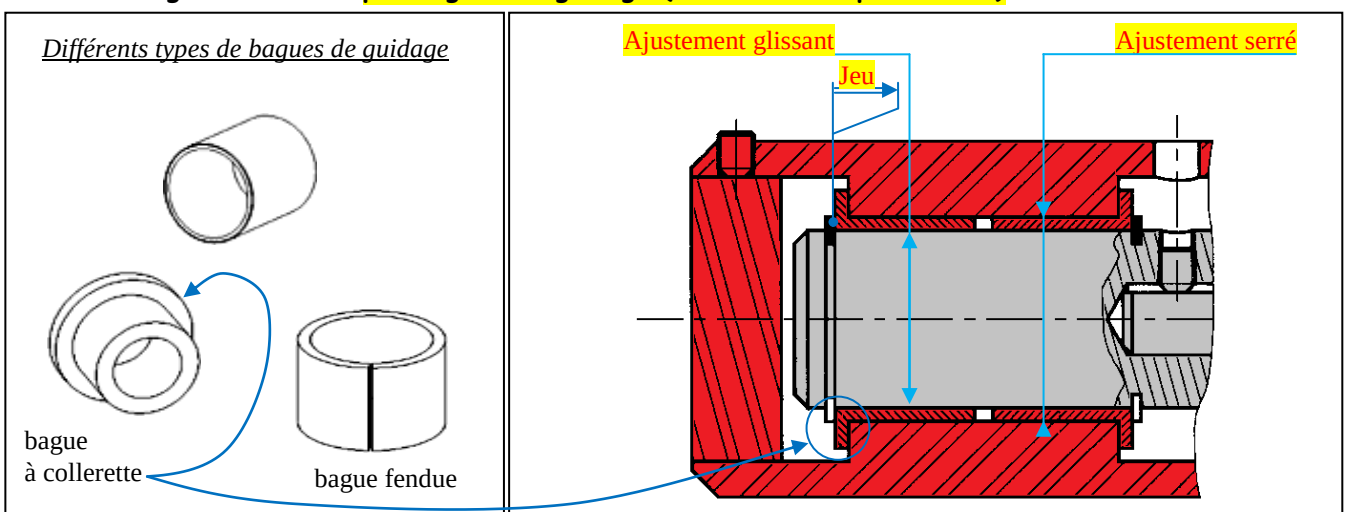
Matériaux d'autant plus résistants et dimensions d'autant plus grandes des pièces, que les efforts à transmettre sont importants

3. Principaux guidages en rotation

3.1. Guidage en rotation par contact direct

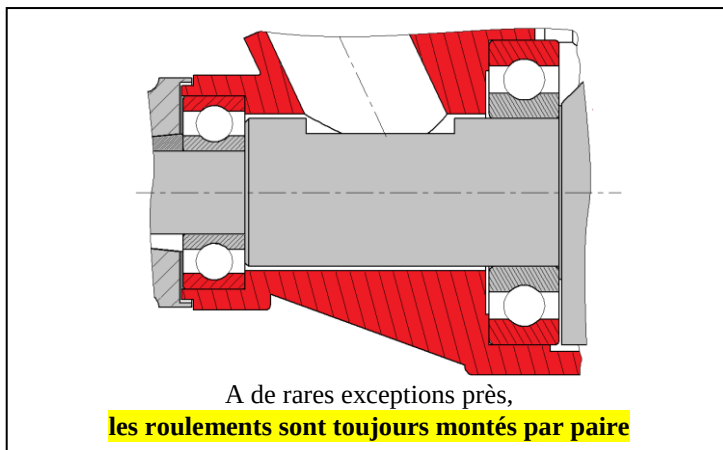
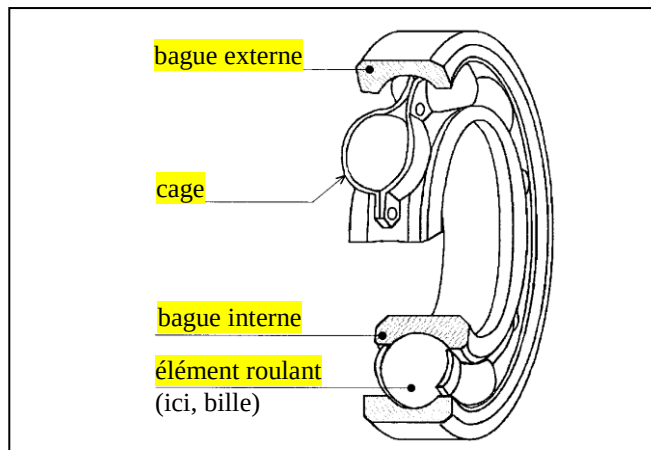


3.2. Guidage en rotation par bagues de guidage (= coussinet = palier lisse)



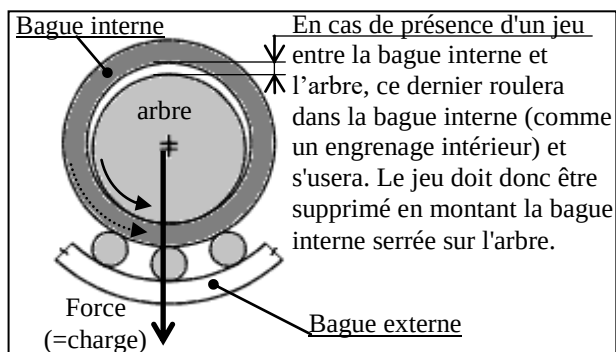
Quels que soient les efforts transmis, **les bagues sont toujours montées serrées sur leur extérieur**. Elles sont en bronze (fritté ou non) ou en plastique (nylon, téflon...), lubrifiées ou autolubrifiantes, et sont montées seules ou par paire. Ces pièces limitent le frottement et sont des pièces d'usure qui peuvent être remplacées, contrairement au cas du contact direct.

3.3. Guidage en rotation par roulements (graissés ou huilés)

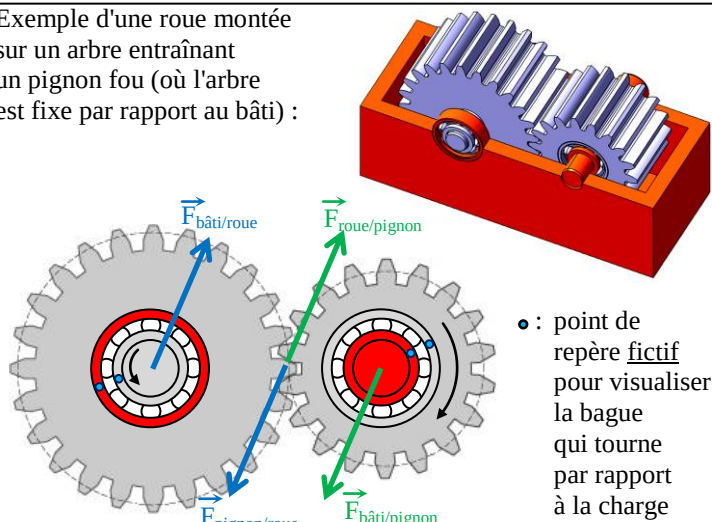


3.3.1. Montage du roulement dans l'alésage et sur l'arbre

Pour éviter l'usure des roulements due au phénomène de « fretting corrosion », la bague du roulement qui tourne par rapport à la charge (= la force) doit être montée serrée (sinon dans l'exemple ci-dessous, en présence d'un jeu et du fait de l'adhérence, l'arbre roule dans la bague interne, et s'use). L'autre bague sera montée glissante.



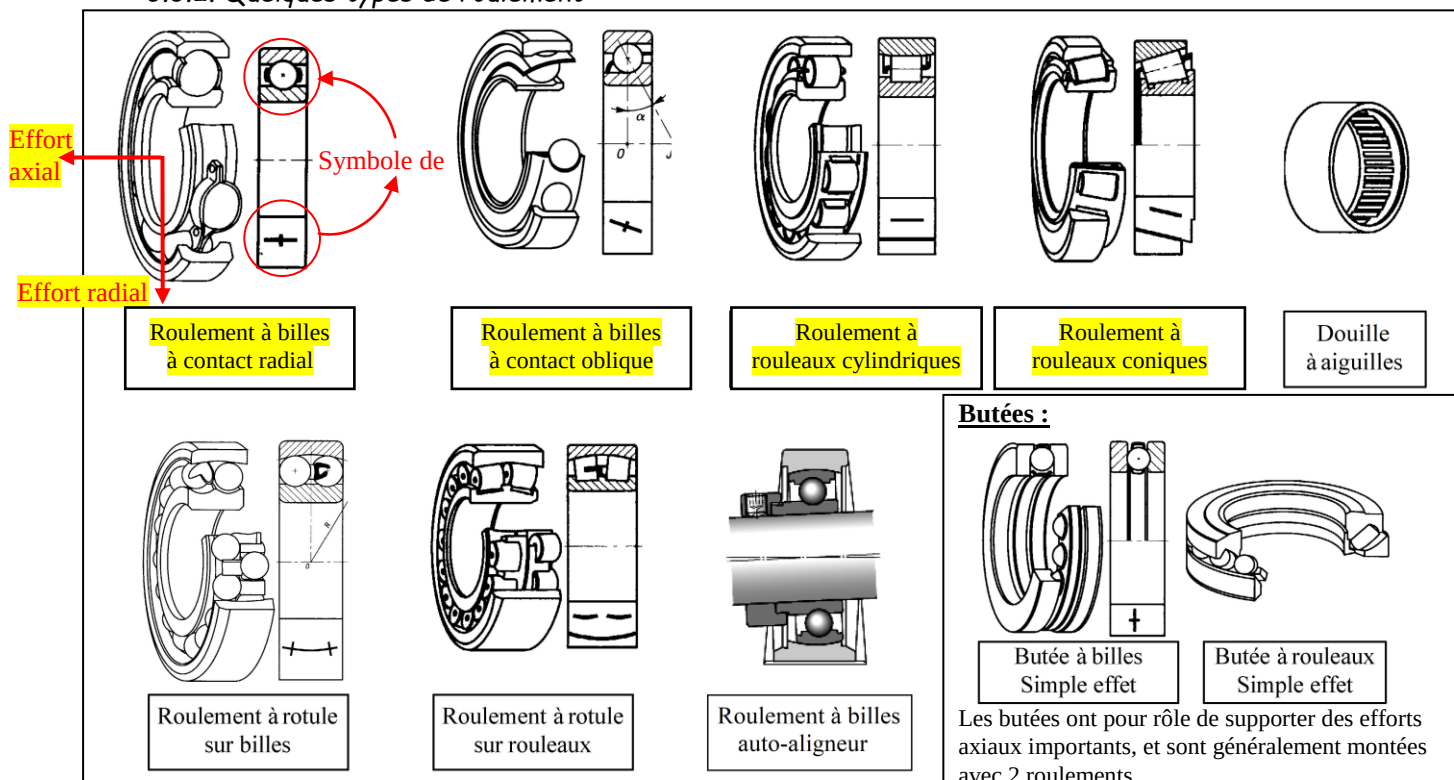
Exemple d'une roue montée sur un arbre entraînant un pignon fou (où l'arbre est fixe par rapport au bâti) :



Bague **interne** qui tourne par rapport à $\vec{F}_{\text{bâti}/2 \text{ roulements}} = \vec{F}_{\text{bâti}/roue}$
 $\Rightarrow$ bague **interne** montée serrée sur **l'arbre**

Bague **externe** qui tourne par rapport à $\vec{F}_{\text{bâti}/2 \text{ roulements}} = \vec{F}_{\text{bâti}/pignon}$
 $\Rightarrow$ bague **externe** montée serrée sur **l'alésage**

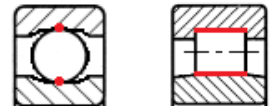
3.3.2. Quelques types de roulement



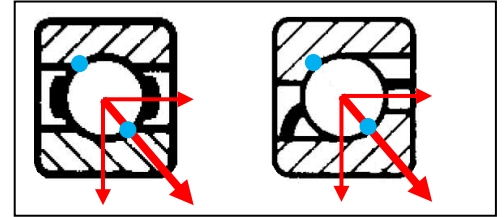
Le choix du type de roulement se fait, entre autres, suivant :

- l'importance des efforts : la surface de contact entre une bille et une bague étant plus petite qu'entre un rouleau et une bague, le roulement à rouleaux supporte des efforts plus importants.

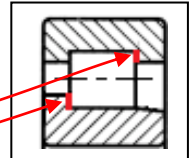
Jeu exagéré pour le roulement à billes



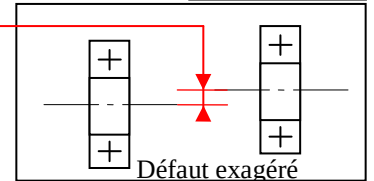
- la nature des efforts (radiaux / radiaux + axiaux) : une surface de contact inclinée supporte mieux les efforts axiaux, comme les roulements à contact oblique (roulements à billes à contact oblique ou roulements à rouleaux coniques) : dans le 1^{er} exemple ci-contre, la bille roule au bord de la gorge et risque de l'abimer, contrairement au 2^{ème} exemple.



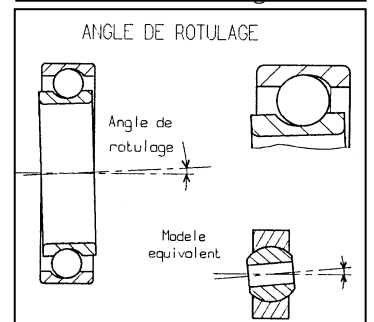
Nota : Le roulement à rouleaux cylindriques ne supporte aucun effort axial (en cas d'effort axial, le roulement se démonterait ou les rouleaux frotteraient sur les côtés).



- l'aptitude au désalignement entre les 2 roulements :



Cette aptitude est liée au **rotulage** possible du roulement (dû au très faible jeu interne dans le roulement), et qui est très très faible sur les roulements à rouleaux (à cause du contact étendu entre le rouleau et chaque bague) :



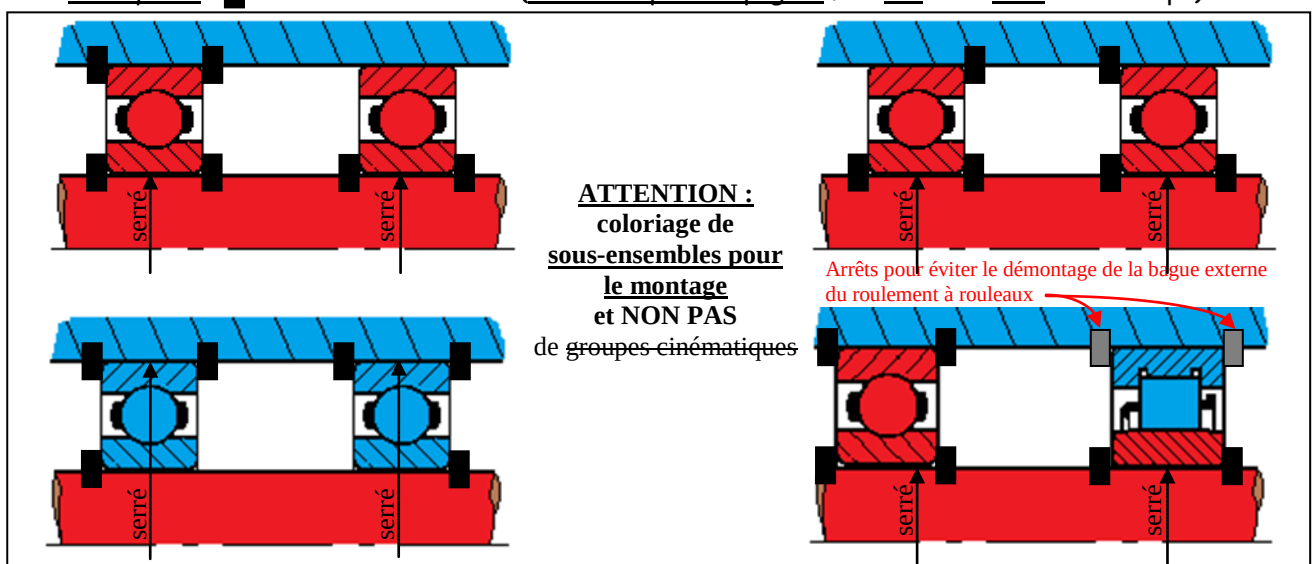
- l'aptitude à la vitesse : en général, les roulements à billes à contact radial sont les plus adaptés aux très hautes vitesses (ils se refroidissent plus rapidement que les autres types de roulements).

3.3.3. Montage de roulements

Généralement :

- les bagues montées serrées sont complètement immobilisées en translation (= 4 arrêts; voir exemples d'arrêts en translation à la dernière page de ce cours),
- les bagues montées libres sont bloquées avec un minimum d'arrêts en translation pour éviter tout hyperstatisme du montage (= 2 arrêts, sauf pour les roulements à rouleaux cylindriques).

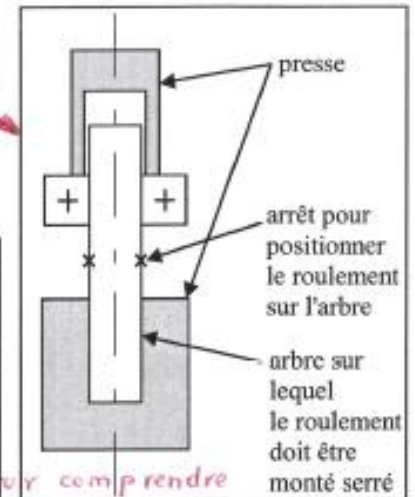
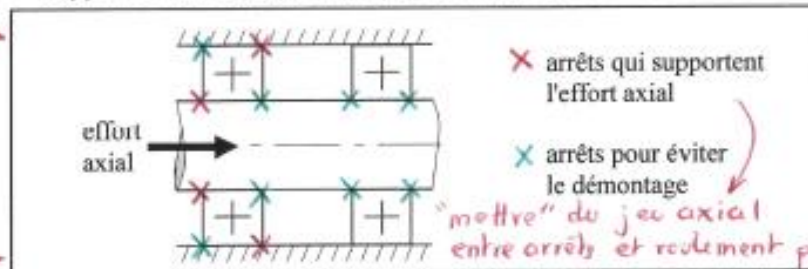
Exemples : ■ : arrêt en translation (voir exemples en page 6 ; ce **NE** sont **PAS** des eirelips)



En fait, les arrêts sont mis en place pour :

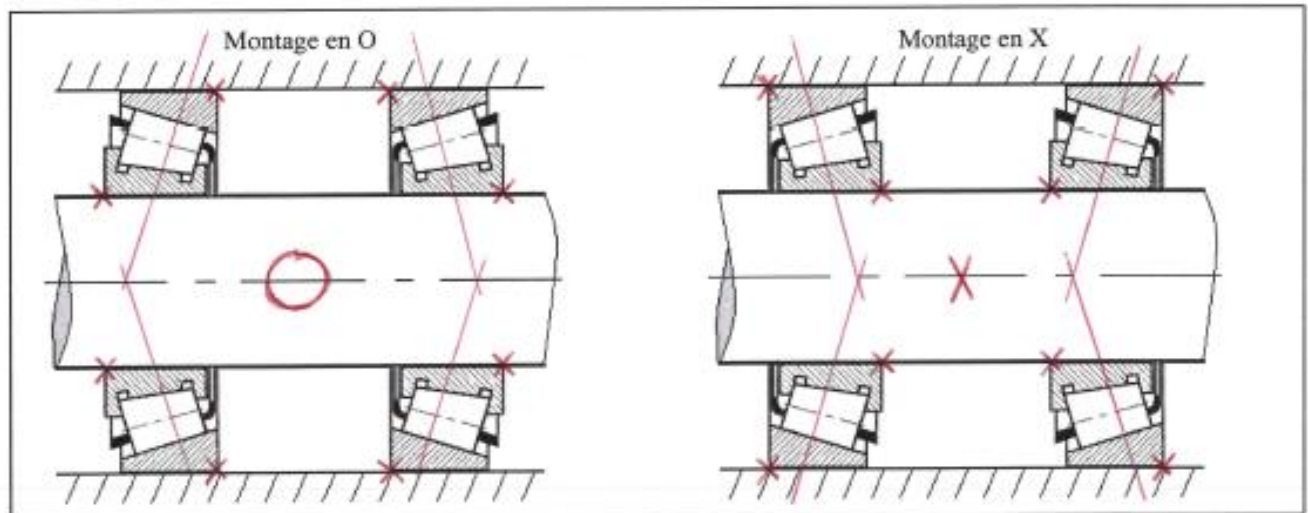
- bloquer axialement le roulement quand il est monté à la presse

- supporter les efforts axiaux pendant le fonctionnement



- éviter le démontage de l'arbre, de l'alésage et des roulements.

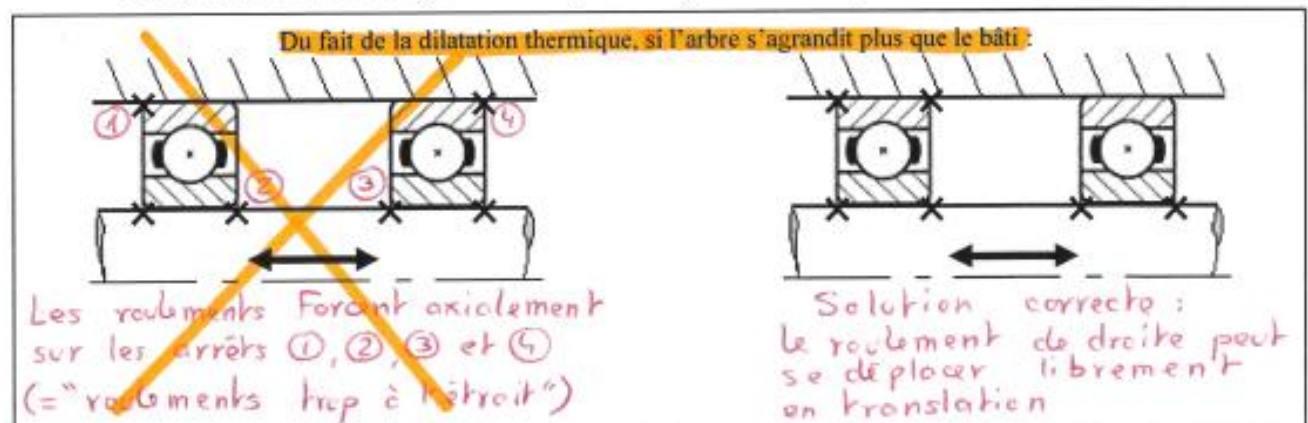
Pour les roulements à contact oblique, les roulements sont toujours montés en opposition :



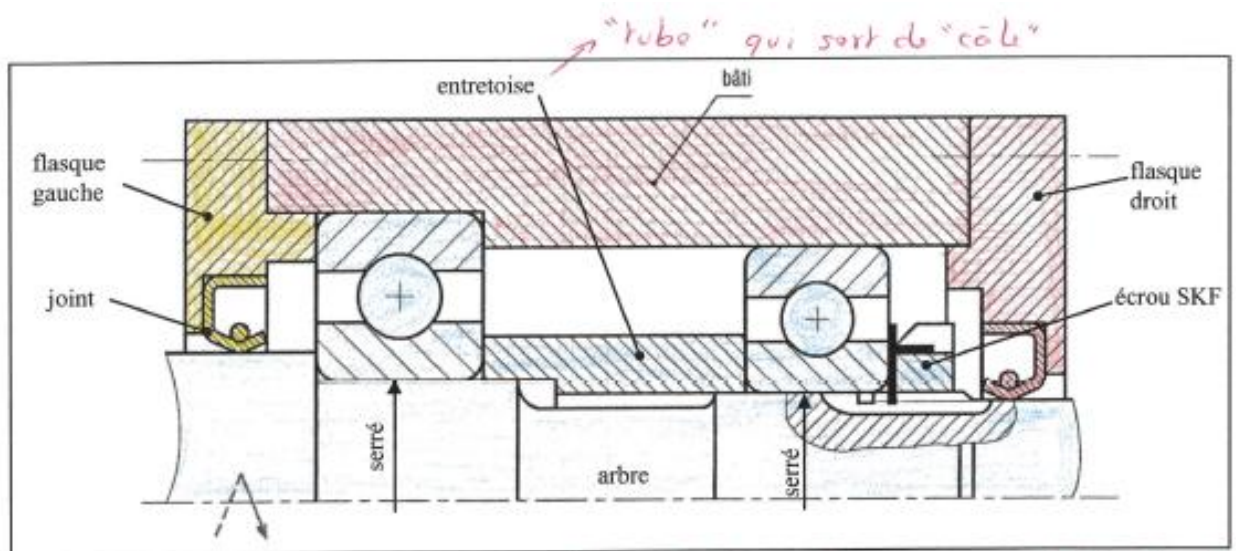
Nota : ces montages peuvent être précontraints axialement = les roulements sont donc "serrés" axialement. Ceci permet d'augmenter la précision radiale et axiale en éliminant les jeux et d'augmenter la rigidité axiale.

Le choix des arrêts en translation doit aussi être réalisé en ayant en tête les problèmes :

- de dilatation thermique (notamment pour les grands arbres) :



- de montage des roulements. On assemble toujours le sous-ensemble sur lequel les roulements doivent être montés serrés, puis on monte l'ensemble des pièces. Par exemple, pour le montage suivant où les roulements sont montés serrés sur l'arbre :

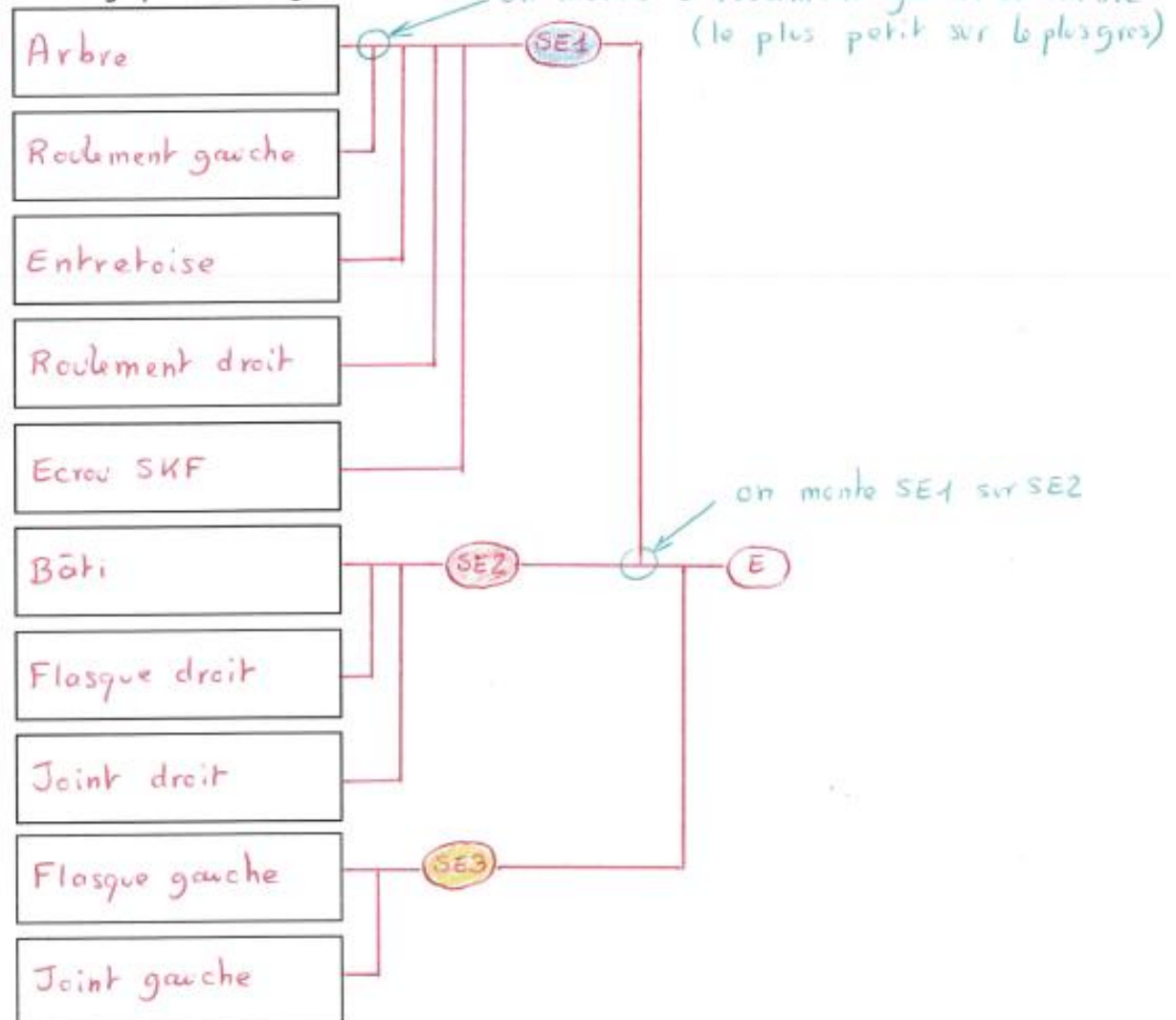


on réalise déjà le sous-ensemble : arbre + 2 roulements + écrou SKF + entretoise (SE1)

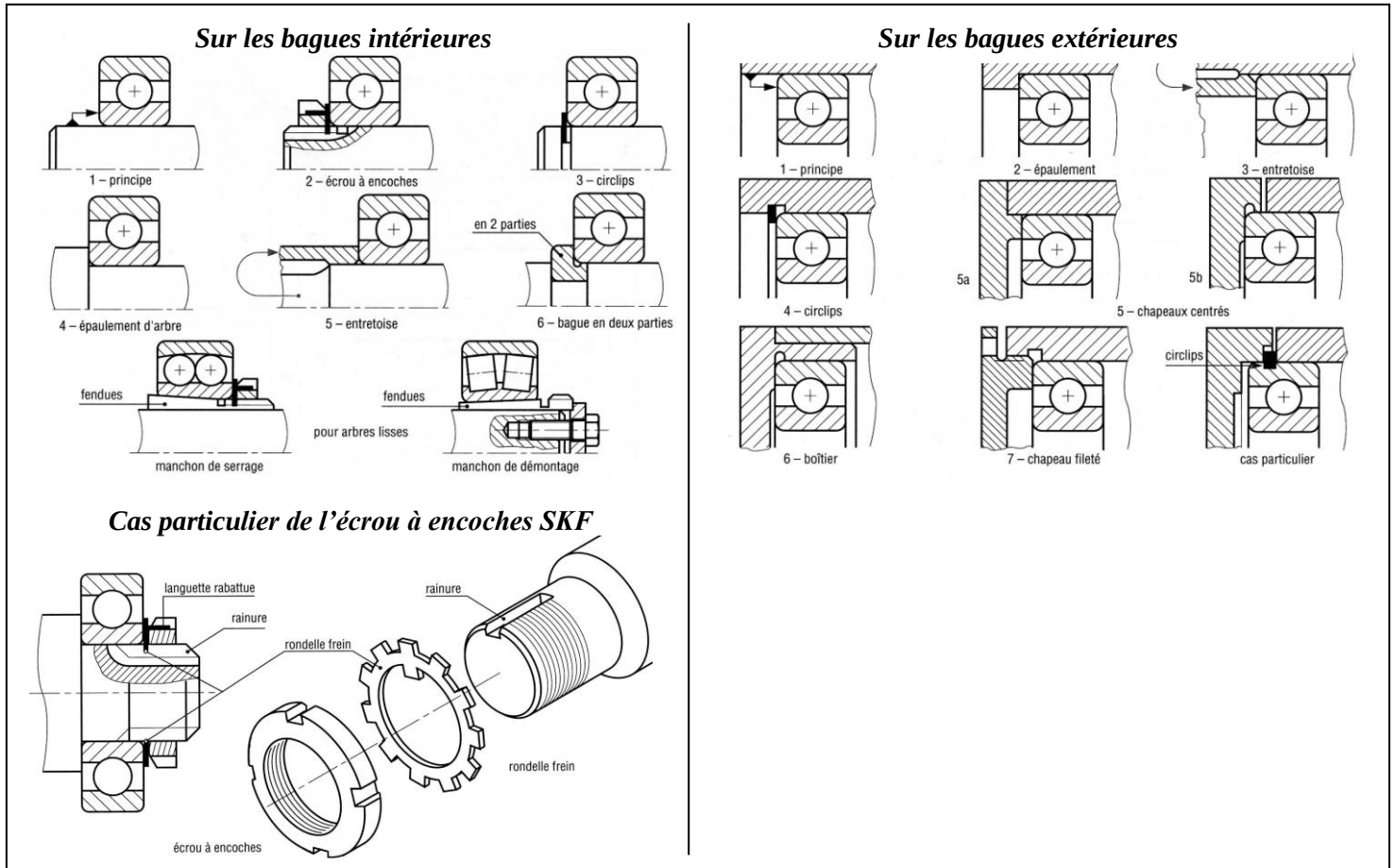
que l'on monte ensuite dans le sous-ensemble : bâti + Flasque droit + joint droit (SE2)

puis finalement, on monte dessus le sous-ensemble : Flasque gauche + joint gauche (SE3)

Avec un graphe de montage, cela donne :



Exemples d'arrêts en translation :



3.4. Guidage par interposition d'un film d'huile (attention : étanchéité à assurer autour)

Au premier abord, ces guidages ressemblent à des guidages en rotation avec des bagues de guidage. Pour réduire fortement les frottements entre l'arbre et l'alésage, un film d'huile est interposé entre ces 2 pièces à l'aide d'une arrivée d'huile sous pression.

Palier hydrodynamique : le film d'huile ne se forme autour de l'arbre que si la vitesse de rotation est suffisante (phénomène similaire à du ski nautique).

Palier hydrostatique : les 4 chambres sont alimentées séparément et différemment de façon à ce que l'arbre reste au milieu de l'alésage (système très complexe).

