

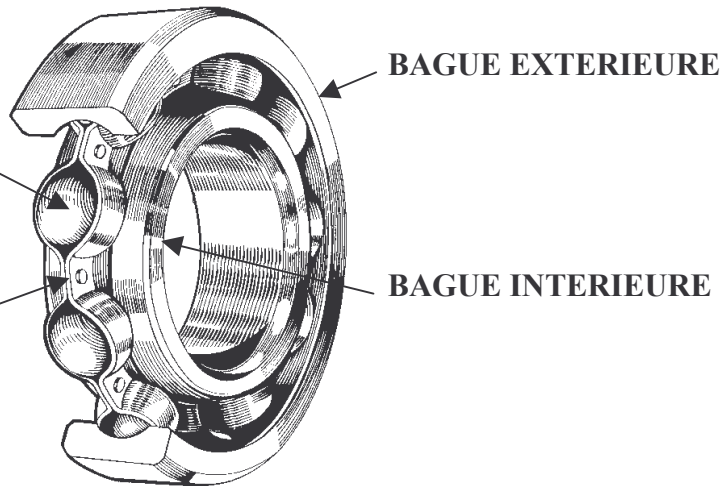
Guidages en rotation par ROULEMENTS

1. CONSTITUTION D'UN ROULEMENT

ELEMENTS ROULANTS

- billes
- rouleaux cylindriques
- rouleaux coniques
- rouleaux « tonneaux »
- aiguilles

CAGE
métallique ou plastique



2. PRINCIPAUX TYPES DE ROULEMENTS

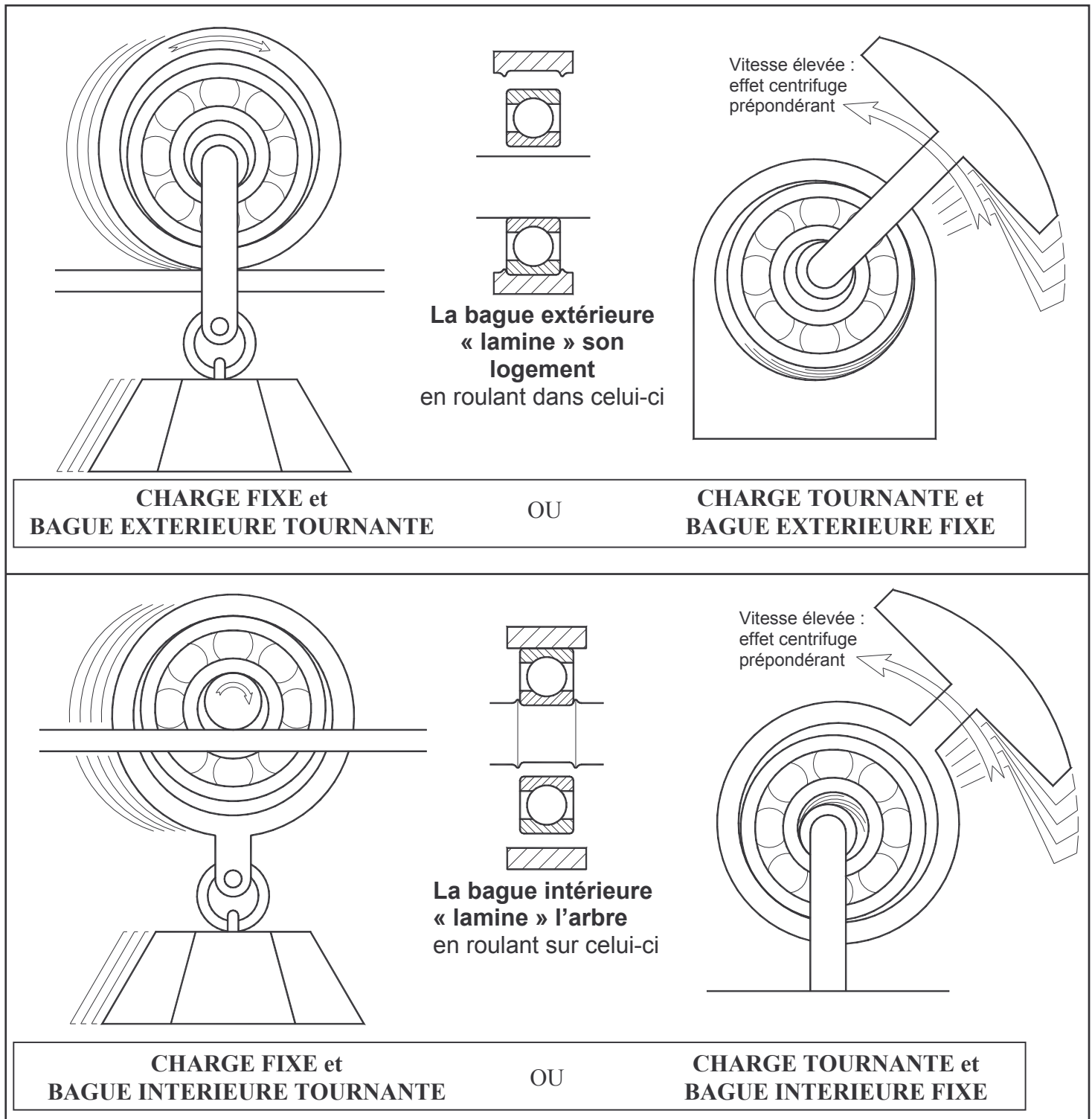
	<i>représentation « réaliste »</i>				
	<i>représentation simplifiée</i>				
Roulement rigide à une rangée de billes		Roulement rigide à 2 rangées de billes	Roulement à billes à contact oblique	Roulement à 2 rangées de billes à contact oblique	Roulement à rotule sur 2 rangées de billes
Roulement à rouleaux cylindriques	Roulement à rouleaux coniques	Roulement à rotule sur 2 rangées de rouleaux	Roulement à aiguilles	Douille à aiguilles	Cage à aiguilles
Butée à billes simple effet	Butée à billes double effet	Butée à aiguilles	Roulement combiné		

3. REGLES DE FIXATION RADIALE DES BAGUES DE ROULEMENTS

Le choix de monter les bagues de roulements serrées ou glissantes sur leur logement est d'une grande importance. Il dépend de la façon dont le roulement tourne.

Si les bagues de roulement sont toutes montées avec du jeu, **il risque de se passer un phénomène de « laminage » de la bague de roulement (très dure) sur son logement.**

Pour expliquer ce phénomène, étudions différents cas avec un jeu « légèrement » exagéré !..



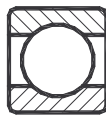
REGLE pour éviter tout risque de laminage :

LES BAGUES TOURNANTES PAR RAPPORT A LA DIRECTION DE LA CHARGE DOIVENT ETRE MONTEES AVEC UN AJUSTEMENT SERRE

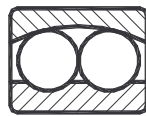
Les bagues fixes par rapport à la direction de la charge seront montées avec un ajustement glissant

4. MAINTIEN AXIAL DES ROULEMENTS « RIGIDES »

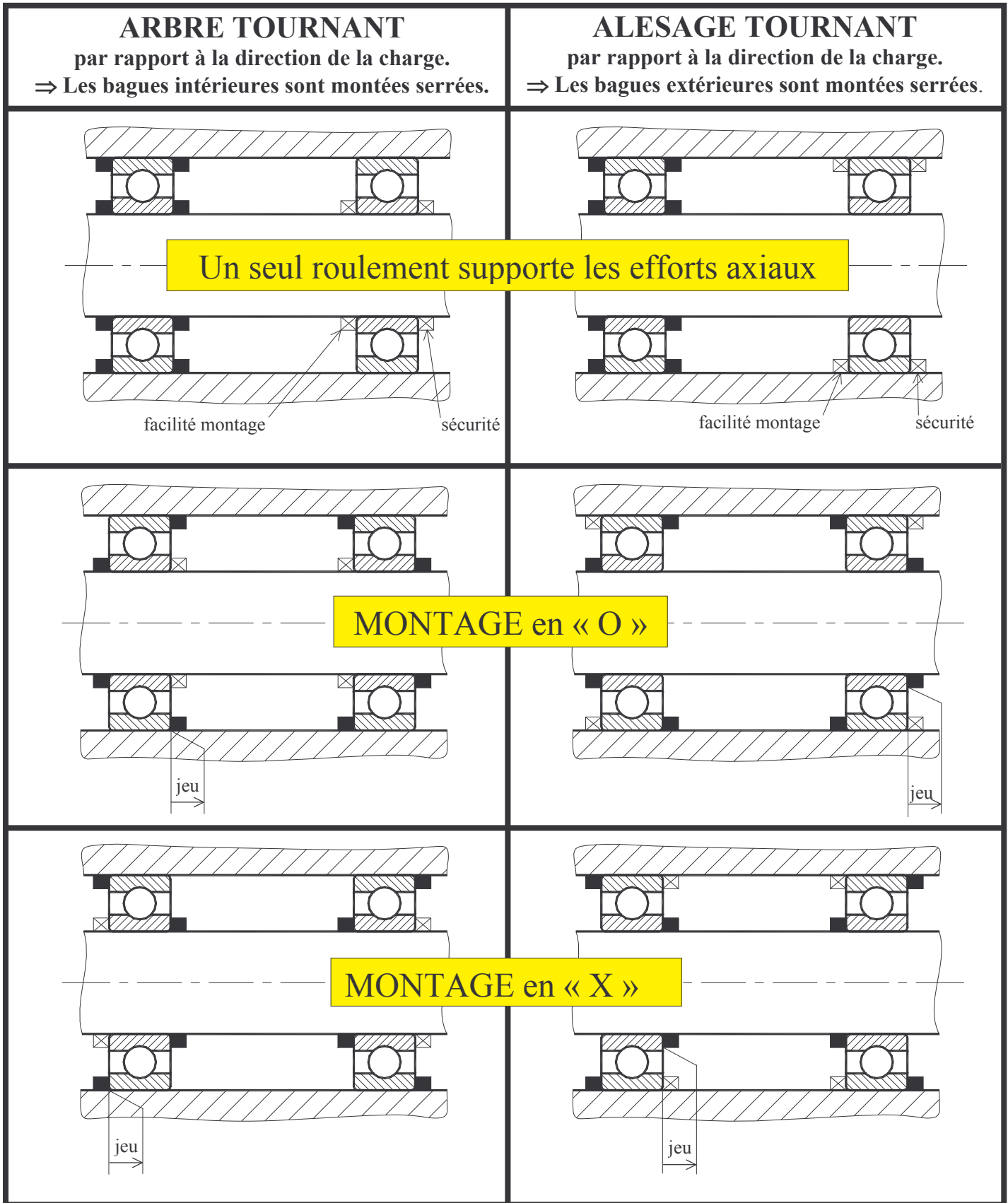
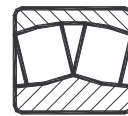
Valables pour des roulements de types :



ou



ou

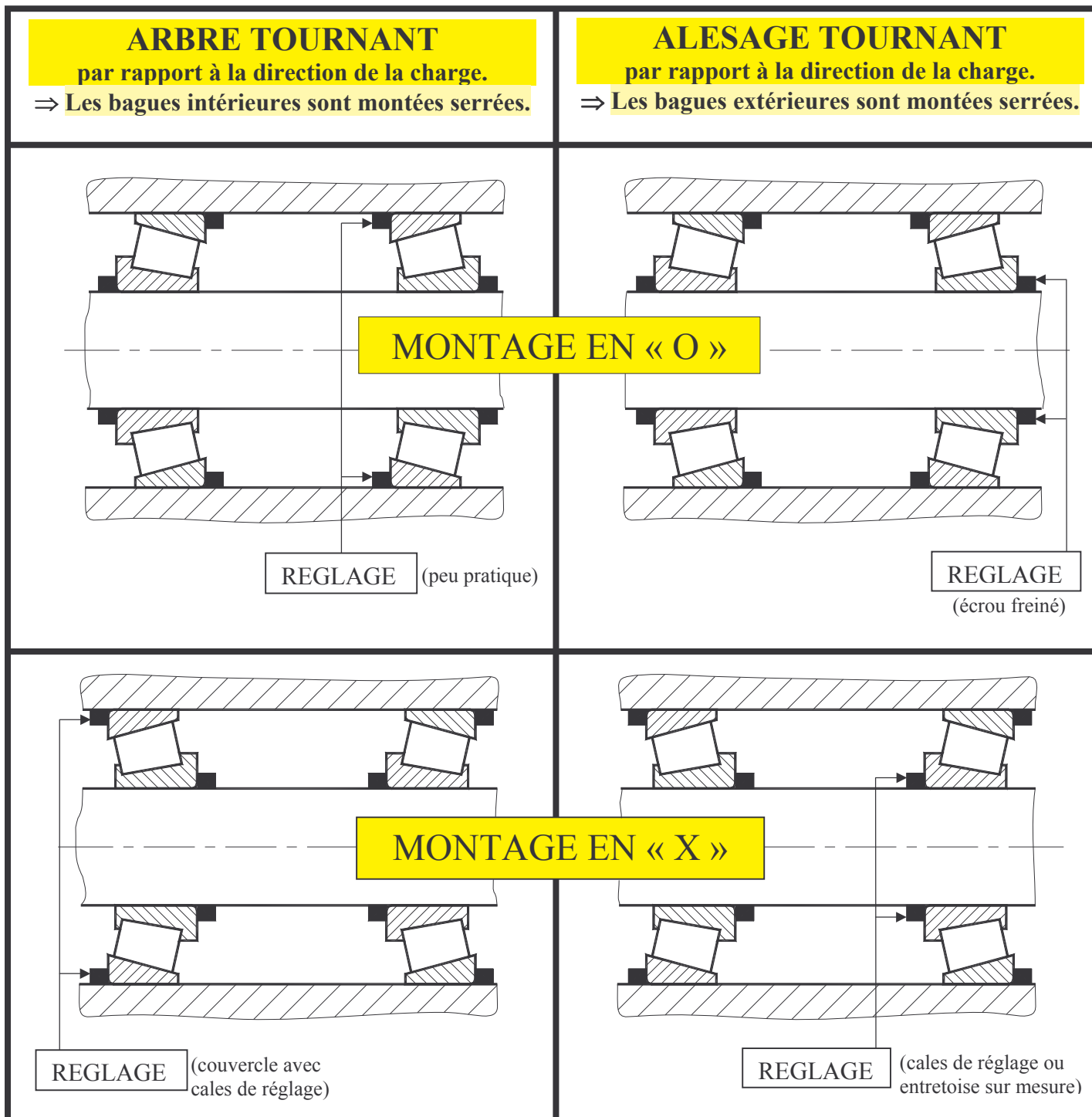


■ BUTEES OBLIGATOIRES

⊠ BUTEES FACULTATIVES

5. MAINTIEN AXIAL des roulements DEMONTABLES A contact oblique

Principes valables pour des roulements de types :



Les principes énoncés précédemment s'appliquent dans les cas les plus courants.
 Mais de nombreux cas particuliers permettent des montages plus ou moins différents
 (vitesse très lente, charge axiale dans un seul sens, ...)

Les fabricants de roulements donnent dans leurs catalogues des informations
 beaucoup plus complètes qui permettent de choisir une solution optimale.

6. CHOIX DES ROULEMENTS

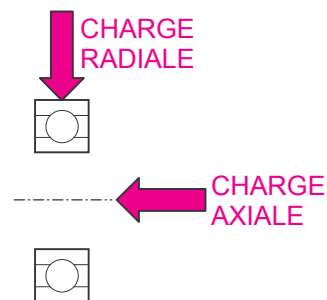
Les critères de choix sont multiples, mais on peut résumer de la façon suivante :

CHARGE :

Il faut tenir compte de sa valeur, et de sa nature (**axiale** et/ou **radiale**)

Les billes acceptent des charges plus faibles que des rouleaux ou des aiguilles.

Si les charges axiales sont importantes, il faut utiliser des roulements à contact oblique ou à rouleaux coniques, voire une butée à billes ou à aiguilles (à associer avec des roulements qui acceptent une charge radiale)



VITESSE :

la vitesse admise par un type de roulement donné dépend de la taille et la forme des éléments roulants (ce sont les roulements à aiguilles qui supportent les vitesses les plus élevées), mais dépend aussi du type de cage et de la **lubrification** (huile ou graisse).

PRECISION DU GUIDAGE :

Selon le type de roulement et la nature des butées axiales, il peut subsister un **jeu radial et axial** plus ou moins important.

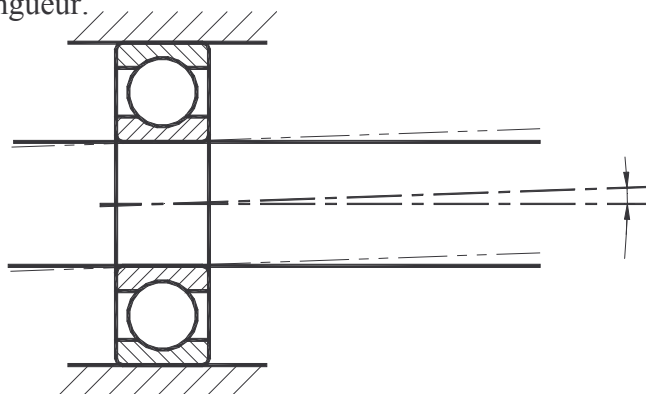
Les roulements à billes à contact oblique et à rouleaux coniques peuvent être montés avec une **« précontrainte »** axiale, ce qui élimine tout jeu dans la liaison pivot ainsi réalisée, ce qui est primordial pour une broche de machine-outil par exemple.

Une légère précontrainte peut aussi être envisagée avec les roulements à billes radiaux, par une rondelle flexible par exemple, mais le but est en général simplement de limiter les vibrations, donc le bruit.

ALIGNEMENT DES PORTEES :

Les roulements acceptent un « angle de **rotulage** » plus ou moins important, qui permet de compenser un défaut d'alignement des portées qui vont les recevoir, et éventuellement une légère flexion de l'arbre.

Les roulements à rotules sont utilisés lorsque ces défauts sont importants, ou pour des arbres de grande longueur.



Défaut angulaire maxi : (environ)

roulement radial à billes :	0,2 °
roulement à 2 rangées de billes :	0 °
roulement à rotule à billes :	3 °
roulement à rouleaux cylindriques :	0,1 °
roulement à rouleaux coniques :	0,1 °
roulement à rotule à rouleaux :	1,5 °

DUREE DE VIE :

On peut estimer la durée de vie d'un roulement selon les conditions d'utilisation, mais il faut savoir qu'il ne s'agit que d'un calcul statistique, basé sur des probabilités.

A titre indicatif, si un roulement est calculé pour avoir une durée de vie de 5000 heures, avec un taux de **fiabilité** de 90%, il y a environ :

10% de chances qu'il n'atteigne pas les 5000 heures de fonctionnement

3% de chances qu'il ne tienne que 2500 heures

50% de chances qu'il dure plus de 10000 heures.

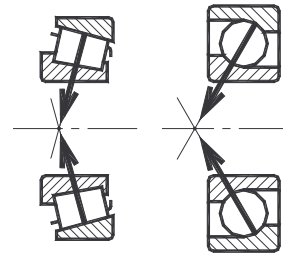
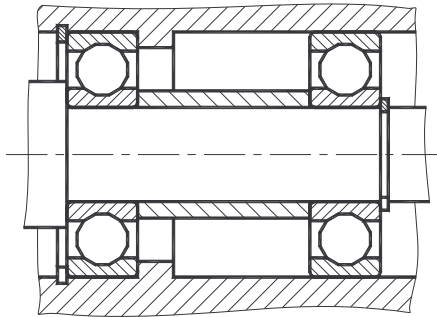
7. MODELISATION D'UN MONTAGE DE ROULEMENTS

D'un point de vue cinématique, la **combinaison de DEUX ROULEMENTS** réalise le plus souvent **UNE LIAISON PIVOT**.

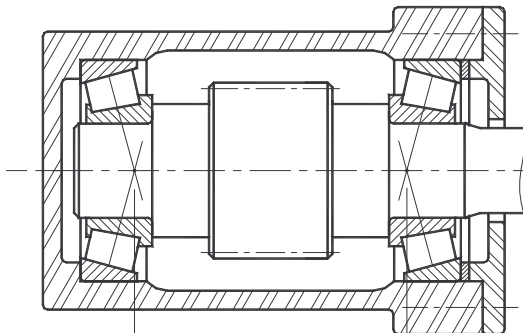
Mais pour une étude statique par exemple (calcul des efforts dans chaque roulement), il est nécessaire de décomposer ce pivot, en représentant les roulements séparément par une liaison adéquate.

PRINCIPE GENERAL :

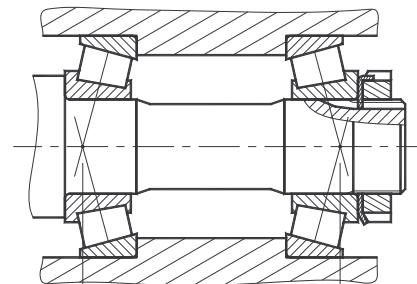
Dans un montage de roulements correctement conçu, les différents défauts géométriques (désalignement des paliers, flexion de l'arbre,...) restent dans les limites permises par le jeu interne des roulements (en particulier l'angle de rotulage). On doit donc tenir compte des très légères rotations que chaque roulement autorise perpendiculairement à son axe, ce qui fait qu'on le modélisera par une **liaison rotule** s'il est bloqué axialement, ou par une **liaison linéaire annulaire** s'il est libre.



Pour les roulements à contact oblique, c'est la position du « **centre de poussée** » qui compte. (point de l'axe où se dirigent les efforts sur les éléments roulants)

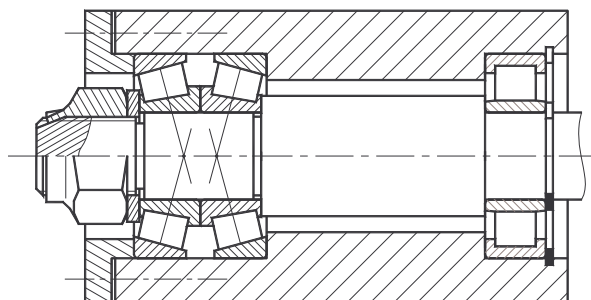


Montage en X



Montage en O

Préférable pour un meilleur positionnement de l'arbre lorsque les roulements sont rapprochés



8. LUBRIFICATION DES ROULEMENTS

Tous les roulements nécessitent une lubrification, avec deux principes possibles :

GRAISSE :

Procédé le plus économique. Mais on ne peut estimer la quantité de graisse restant dans un mécanisme qu'en le démontant.

Si l'on prévoit des graisseurs, il faut faire attention dès la conception à ne pas bourrer des impuretés dans le roulement en même temps que la graisse neuve.

Certains roulements possèdent des joints d'étanchéité intégrés et sont dits « **graissés à vie** ». En fait, ils sont généralement utilisés dans de petits mécanismes d'une durée de vie limitée à quelques centaines d'heures.

HUILE :

Par bain ou par projection. Par rapport à la graisse, ce procédé permet des vitesses plus élevées.

Hormis dans le cas d'arrêts prolongés, il est plus fiable à condition de surveiller le niveau d'huile !

9. PROTECTION DES ROULEMENTS

Une étanchéité est nécessaire pour retenir le lubrifiant dans le volume occupé par les roulements, et pour les protéger des agressions extérieures (eau, boue, poussières, etc...)

Il est possible d'appliquer les solutions classiques pour les arbres tournants, déjà vues dans le cours sur les étanchéités : joints à lèvres, chicanes, ...

On utilise de plus en plus les protections que les fabricants intègrent directement sur leurs roulements.

