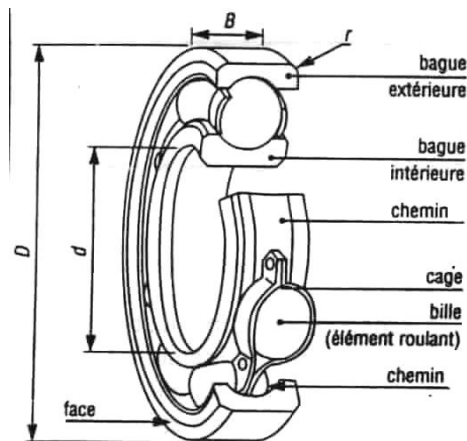


Dernière mise à jour 25/02/2016	Conception de guidages en rotation par éléments roulants	Denis DEFAUCHY
------------------------------------	--	----------------

A.II. Les roulements

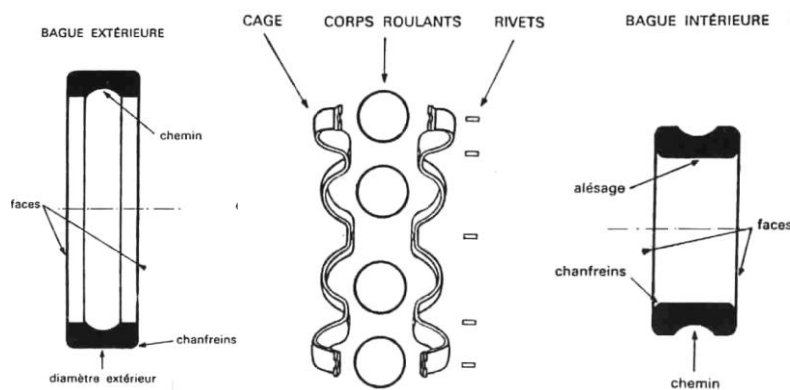
A.II.1 Généralités

Le roulement est un composant constitué de deux bagues : une bague intérieure et une bague extérieure, entre lesquelles roulent sans glisser les corps roulants que sont des billes, des rouleaux ou des aiguilles. Le frottement interne est donc faible.



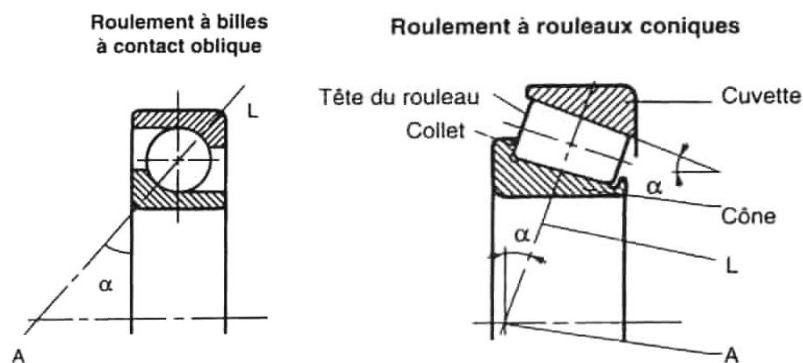
On appelle portées de roulements les zones sur l'arbre et l'alésage qui supportent les roulements.

La cinématique de rotation étant assurée par les corps roulants, la bague intérieure doit être liée à l'arbre et la bague extérieure au logement. L'équidistance des corps roulants est maintenue par une cage.



La transmission des efforts passe par les contacts entre les corps roulants et leurs chemins selon une ligne de contacts ou encore dite ligne de charge L.

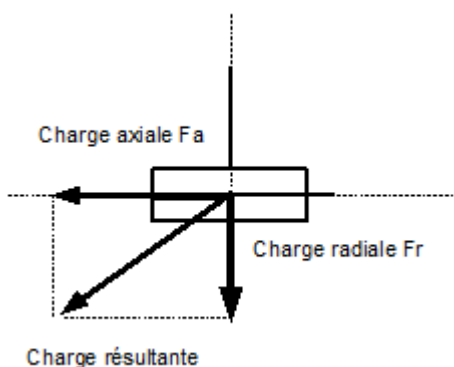
Dernière mise à jour 25/02/2016	Conception de guidages en rotation par éléments roulants	Denis DEFAUCHY
------------------------------------	---	----------------



L'angle de contact nominal est l'angle α de la ligne de charge L avec la perpendiculaire à l'axe.

On a tendance à nommer ces roulements « roulements coniques ». Attention, ce terme tend à définir un roulement à rouleaux coniques, mais est parfois utilisé pour définir des roulements soit à billes à contacts obliques, soit à rouleaux coniques. Pour plus de précisions, il est préférable d'utiliser la dénomination propre à chaque roulement.

La charge appliquée au roulement selon la ligne de charge a une composante radiale F_r et une composante axiale F_a . Si elles existent simultanément, on dit que le roulement est soumis à des charges combinées.



A.II.2 Gamme de roulements

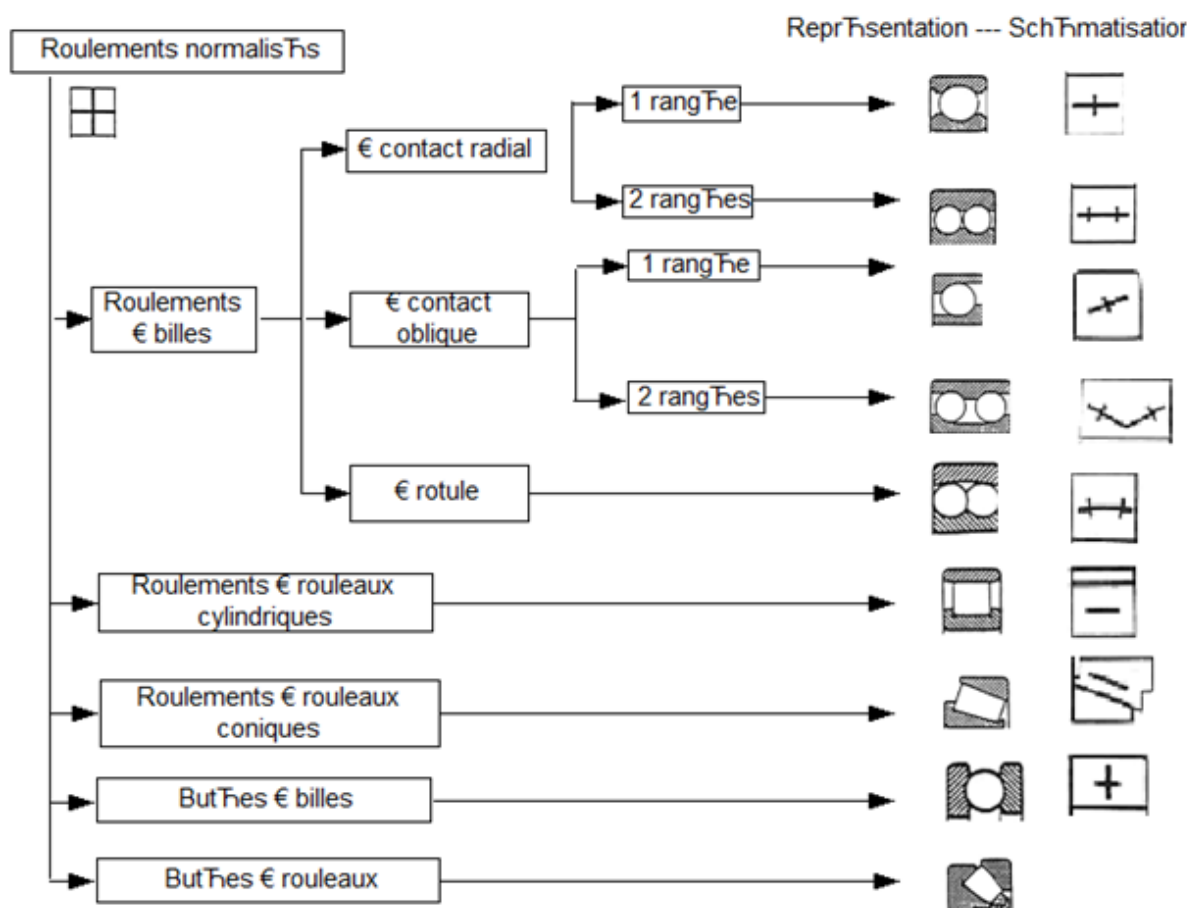
La gamme des roulements offre une panoplie très variée selon les types qui sont caractérisés :

- Par la nature des corps roulants
- Par l'angle de contact
- Par le nombre de rangées de corps roulants

Le marché mondial du roulement présente deux grands groupes.

- Les roulements normalisés qui sont donc interchangeables, dans tous les types
- Les roulements spécifiques, dont les caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles ne sont pas normalisées. Ils ont été spécialement étudiés pour des applications particulières (exemple les roulements de roue de voiture).

Les principaux types de roulements normalisés sont donnés par la figure ci-dessous.



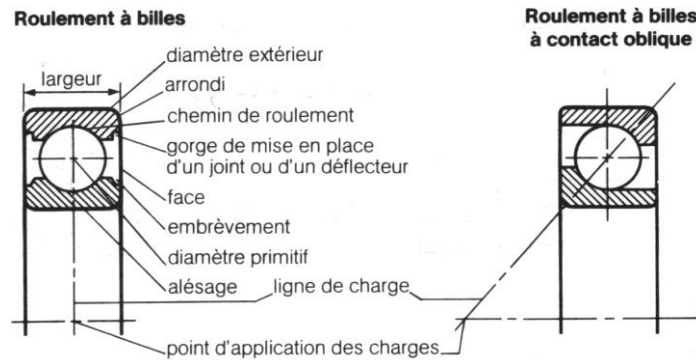
Nous classerons dans la suite les roulements ainsi :

- Roulements à billes
- Roulements à rouleaux
- Roulements à aiguilles
- Butées

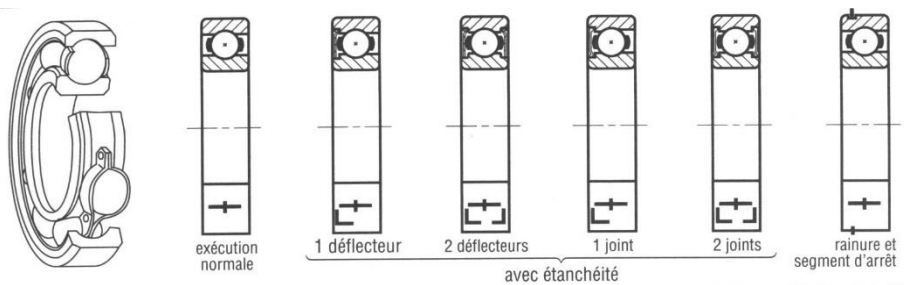
Dernière mise à jour 25/02/2016	Conception de guidages en rotation par éléments roulants	Denis DEFAUCHY
------------------------------------	--	----------------

A.II.2.a Roulements à billes

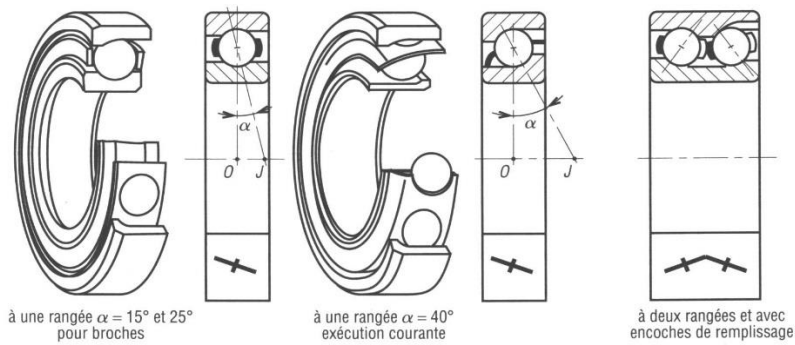
A.II.2.a.i Terminologie



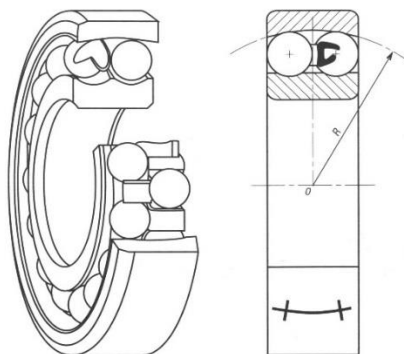
A.II.2.a.ii Roulements à billes contacts radiaux



A.II.2.a.iii Roulements à billes à contacts obliques



A.II.2.a.iv Roulements à rotules sur billes

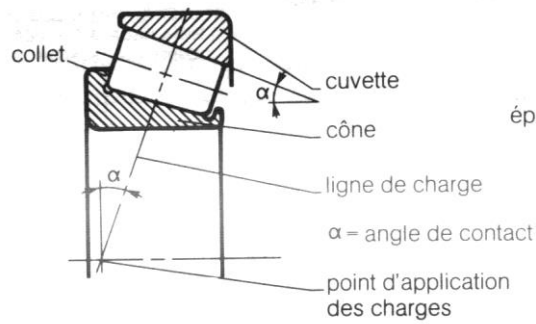


Dernière mise à jour 25/02/2016	Conception de guidages en rotation par éléments roulants	Denis DEFAUCHY
------------------------------------	---	----------------

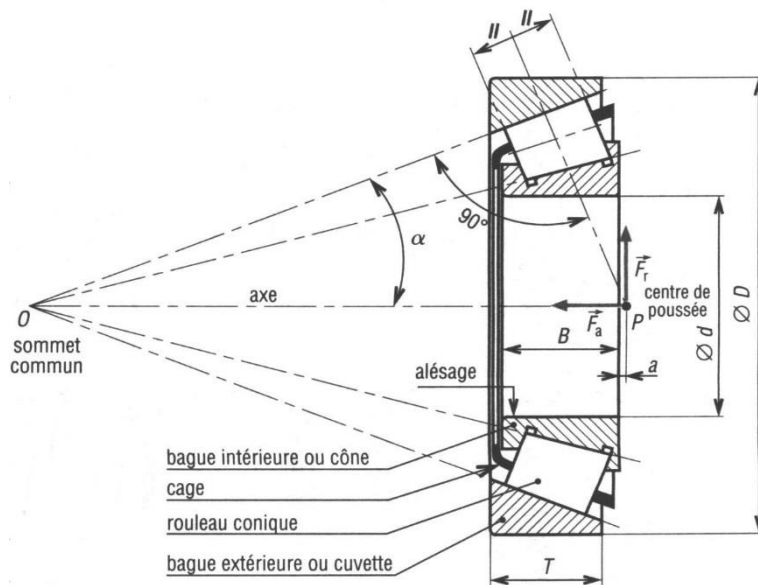
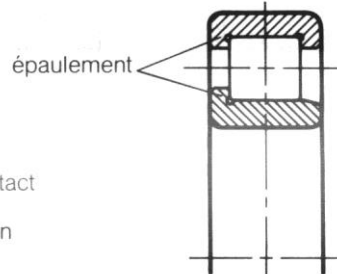
A.II.2.b Roulements à rouleaux

A.II.2.b.i Terminologie

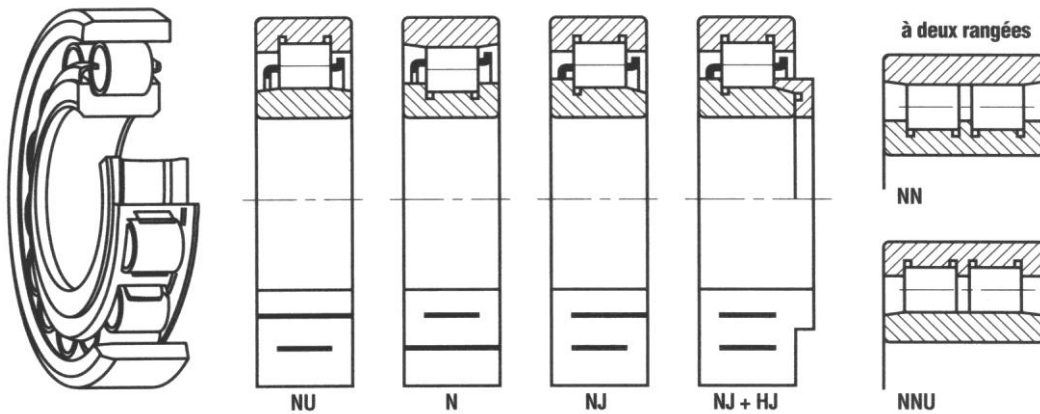
Roulement à rouleaux coniques



Roulement à rouleaux cylindriques

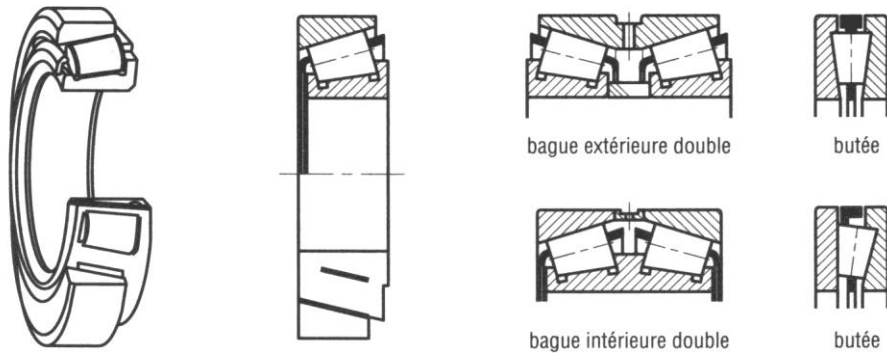


A.II.2.b.ii Roulements à rouleaux cylindriques

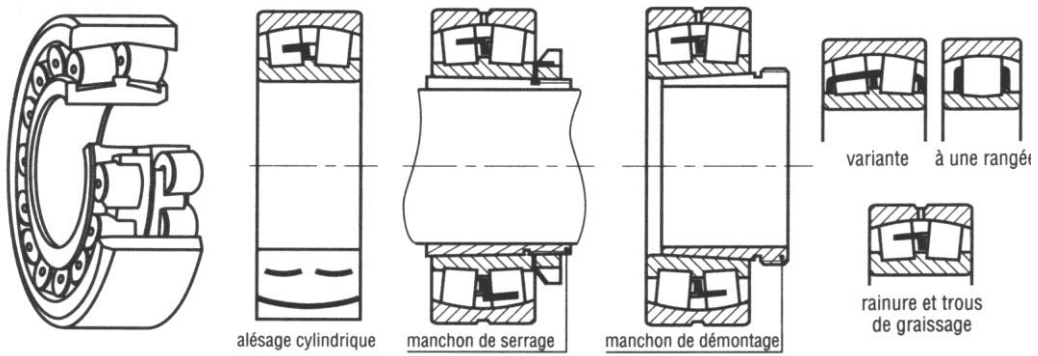


Dernière mise à jour 25/02/2016	Conception de guidages en rotation par éléments roulants	Denis DEFAUCHY
------------------------------------	---	----------------

A.II.2.b.iii Roulements à rouleaux coniques



A.II.2.b.iv Roulements à rotules sur rouleaux



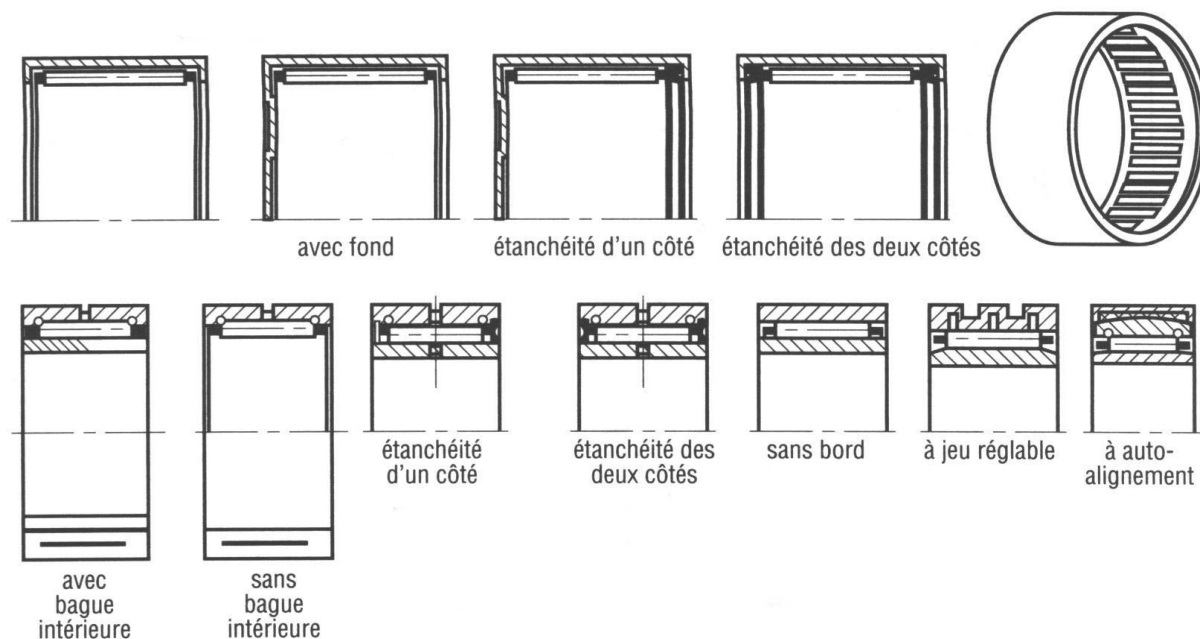
Dernière mise à jour 25/02/2016	Conception de guidages en rotation par éléments roulants	Denis DEFAUCHY
------------------------------------	--	----------------

A.II.2.c Roulements à aiguilles

Ces roulements supportent de fortes charges radiales pures avec chocs et permettent de réaliser des paliers peu encombrants.

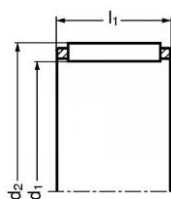
A.II.2.c.i Douilles à aiguilles

Les douilles à aiguilles n'ont pas de bague intérieure et possèdent une bague extérieure mince. La cage en tôle est montée serrée dans le moyeu et les aiguilles sont en contact direct avec l'arbre.

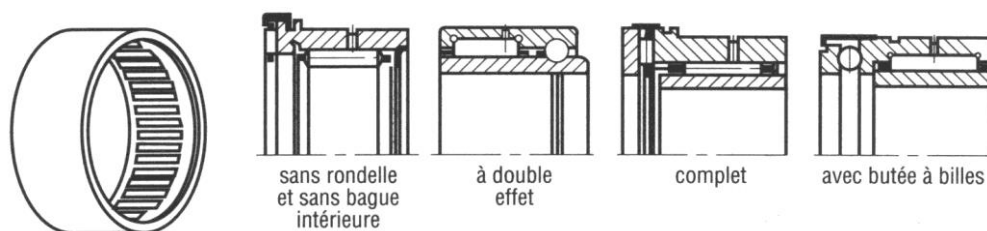


A.II.2.c.ii Cages à aiguilles

Les cages à aiguilles présentent la particularité d'avoir des aiguilles en contact direct avec l'arbre d'un côté et l'alésage de l'autre.

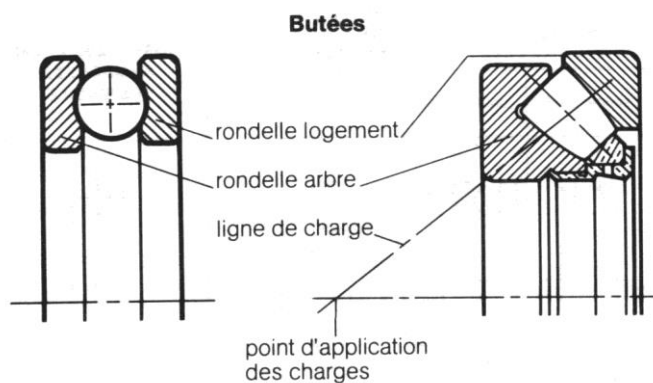


A.II.2.c.iii Roulements à aiguilles et combinés

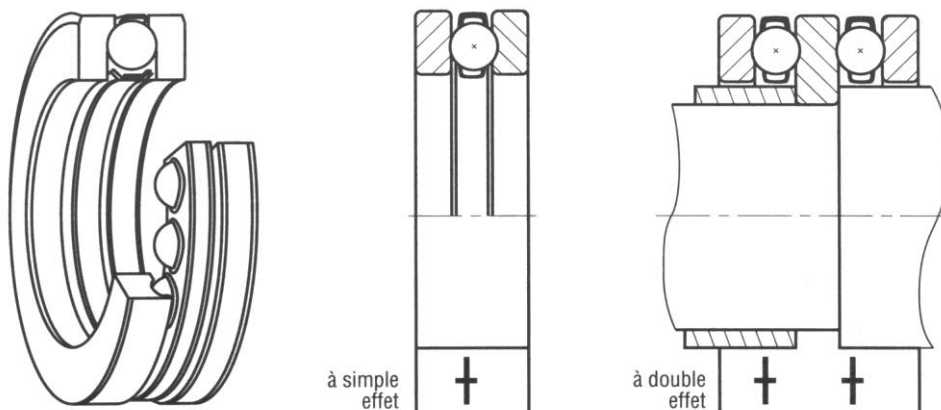


A.II.2.d Butées

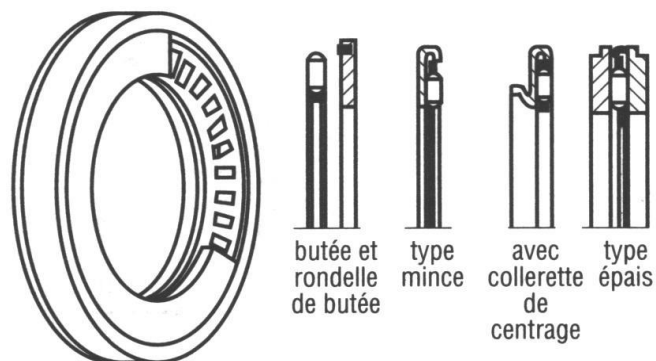
Les butées supportent uniquement des charges axiales pures.



A.II.2.d.i Butées à billes



A.II.2.d.ii Butées à aiguilles






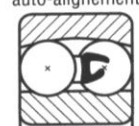


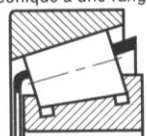
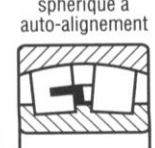
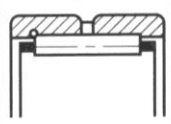
Dernière mise à jour	Conception de guidages en rotation par éléments roulants	Denis DEFAUCHY
25/02/2016		

A.II.3 Critères de choix

Pour effectuer un choix de roulement, il faut prendre en compte qualitativement les paramètres suivants :

Critère	Eléments de choix
Nature des charges axiales, radiales, combinées	Les butées ne supportent que des charges purement axiales Les roulements à rouleaux cylindriques ne supportent que des charges purement radiales Les roulements à contacts radiaux et surtout coniques supportent des charges combinées
Intensité des charges	Les éléments roulants de type rouleaux à contacts linéiques présentent une capacité de charge supérieure aux éléments roulants de type billes.
Vitesse de rotation	Les butées ne doivent pas dépasser une certaine vitesse limite (effet centrifuge et gyroscopique).
Conditions de fonctionnement : Chocs - Vibration	Les éléments roulants de type rouleaux sont plus aptes à supporter les chocs.
Conditions de montage : Mise en place, accessibilité, réglage	Les roulements à rouleaux cylindriques sont souvent démontables axialement (pas d'épaulement sur l'une des bagues) ainsi que les roulements à aiguilles. Leur montage s'en trouve facilité.
Précision	Lorsque l'on désire un montage très précis, il faut préférer les roulements à ligne de charge non radiale dont le jeu (voire la précharge) est réglable.
Rigidité - Déformations	La rigidité globale est fonction de la rigidité des roulements (éléments roulants de type rouleaux) et de celle de l'arbre.
Encombrement	Place disponible. A cet égard les roulements à aiguilles sont radialement très intéressants
Durée de vie	Cette caractéristique est surtout fonction de la taille globale du roulement et de la nature des éléments roulants (billes ou rouleaux).
Conditions ambiantes	Pollution, température, lubrification. Les conditions ambiantes sont prises en compte dans des formules de durée évoluées.

A.II.4 Comparatif des principaux roulements

Guide comparatif des principaux roulements de base	charges admissibles			aptitude à la vitesse	espérance de vie	rigidité sous couple de renver- sement	aptitude au désaligne- ment	angle de rotulage	
	radiale	axiale	combinée						
roulements à billes	 une rangée à contact radial	++	++	++	+++	+++	+	+	2 à 16'
	 une rangée à contact oblique	++	+++	+++	+++	+++	0	0	1 à 2'
	 deux rangées à contact oblique	+++	++	++	++	+++	+++	+	≈ 0
	 sphérique à auto-alignement	+	≈ 0	≈ 0	+	+	0	+++	2 à 4°
	 butée à une rangée	0	+++	0	+	+	0	+	0
roulements à rouleaux	 cylindrique à une rangée	+++	0	0	++	+++	0	-	1 à 7'
	 conique à une rangée	+++	+ à ++	+++	++	+++	0	+	1 à 4'
	 sphérique à auto-alignement	+++	+	++	+	++	0	+++	0,5 à 2°
	 à aiguilles	+++	0	0	+	++	+++	0	≈ 0
+++ excellent ++ bon + passable 0 inacceptable									

Dernière mise à jour	Conception de guidages en rotation par éléments roulants	Denis DEFAUCHY
25/02/2016		

A.II.5 Modélisation des roulements

A.II.5.a Roulements à billes, à rouleaux ou à aiguilles

Le rotulage (ou déversement) d'un roulement est la capacité d'oscillation d'une bague par rapport à l'autre autour d'un axe perpendiculaire à l'axe de rotation du roulement sans transmettre de moment à l'arbre.

Rotulage non permis	Rotulage permis : 10' à 3°
Pivot ou Pivot glissant <i>Selon arrêts axiaux</i>	Rotule ou Linéaire annulaire <i>Selon arrêts axiaux</i>

Position des centres des liaisons rotules :

- Roulements à billes à contact radial et à rouleaux cylindriques : Centre géométrique du roulement dans le plan de symétrie du roulement orthogonal à l'axe de l'arbre
- Roulements à billes à contact oblique et roulements à rouleaux coniques : centre de poussée décalé du centre géométrique du roulement

Remarque : Les rouleaux des roulements à rouleaux cylindriques réalisent un guidage de type cylindre/cylindre avec une longueur de guidage petite devant le diamètre. Ils autorisent un léger rotulage.

Rappel :

$\frac{L}{D} < 0,8$	$\frac{L}{D} > 1,5$
Liaison avec rotulage : Linéaire annulaire ou rotule	Liaison sans rotulage Pivot glissant ou Pivot

A.II.5.b Butées

Les butées réalisent un arrêt en translation par un ensemble de contacts de même normale. La liaison réalisée est, selon le guidage réalisé pour l'arbre (1 rotule, 1 rotule + 1 linéaire annulaire...) et le diamètre de la butée par rapport à la longueur de guidage :

- un **appui plan**
- une **ponctuelle**