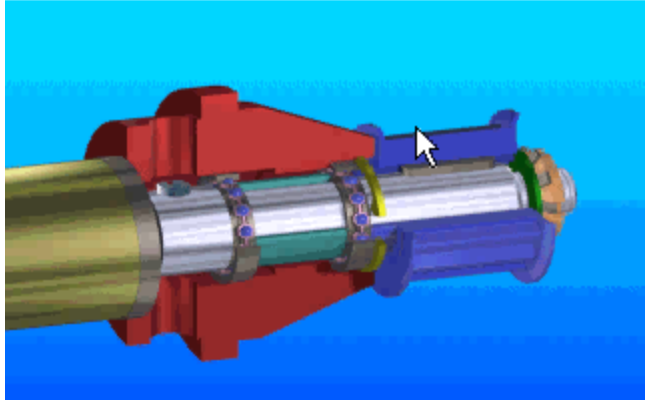
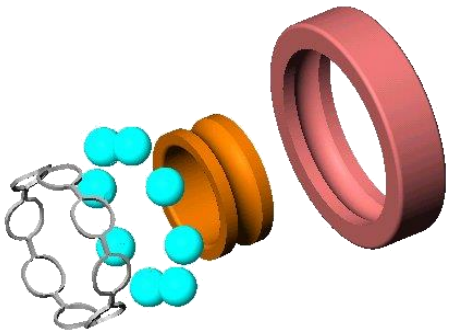


# Le guidage en rotation





# Guidage en rotation

---

- La solution constructive qui réalise une liaison pivot est appelée guidage en rotation.
- Le guidage en rotation est nécessaire dans de nombreux cas (moteurs, roues de véhicules, hélices d'avion ou de turbine...).
- On appelle arbre **le contenu** et logement ou alésage **le contenant**.

# Guidage en rotation: Contact direct

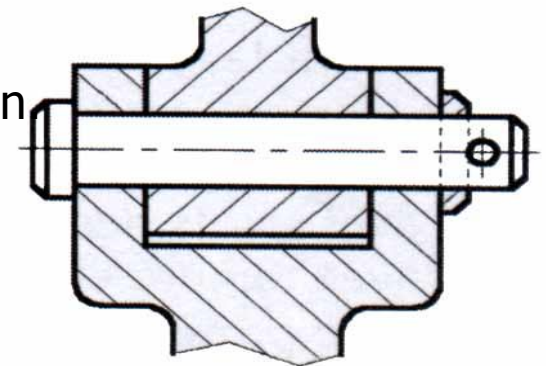
Le guidage en rotation est obtenu par contact direct des surfaces cylindriques arbre/logement (figures ...).

Des arrêts suppriment les degrés de liberté en translation

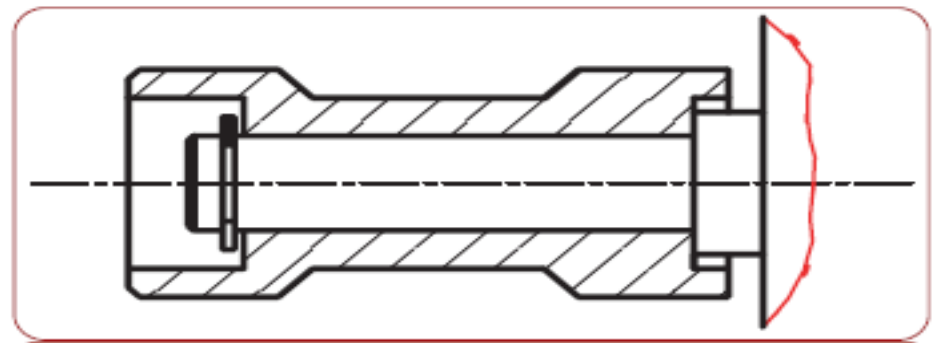
- **Avantage** : Coût peu élevé.
- **Inconvénient** : Frottements.
- **Domaine d'utilisation** :

A cause des risques d'échauffement, cette solution est réservée aux domaines suivants :

- Faibles vitesses ;
- Efforts transmissibles peu élevés.



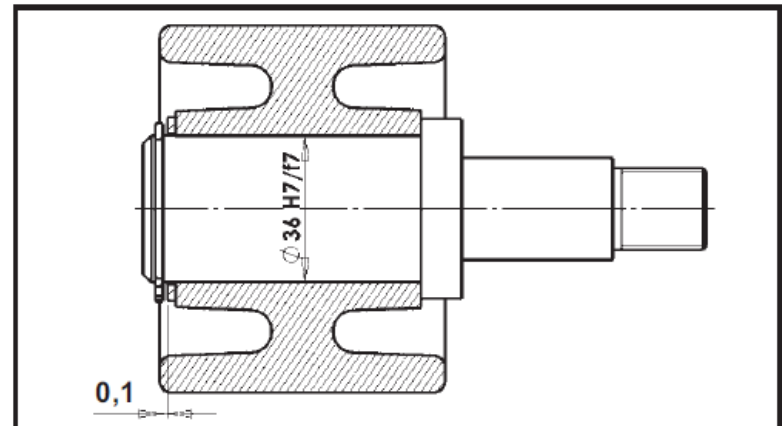
Articulation en chape



# Guidage en rotation

Pour avoir le bon fonctionnement de ce guidage, il faut respecter deux conditions :

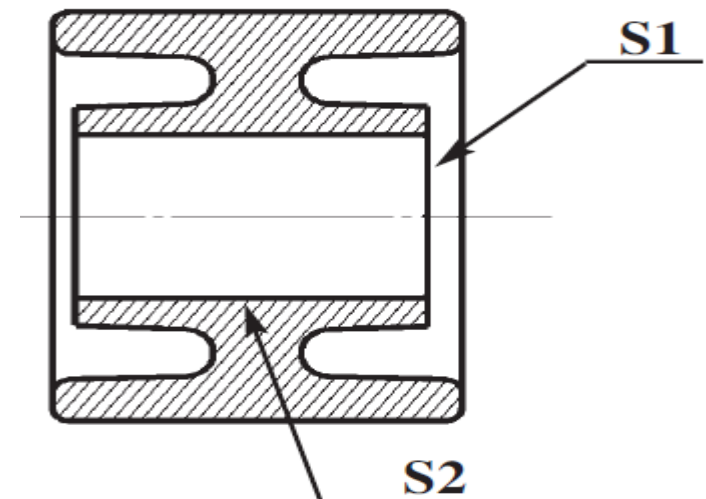
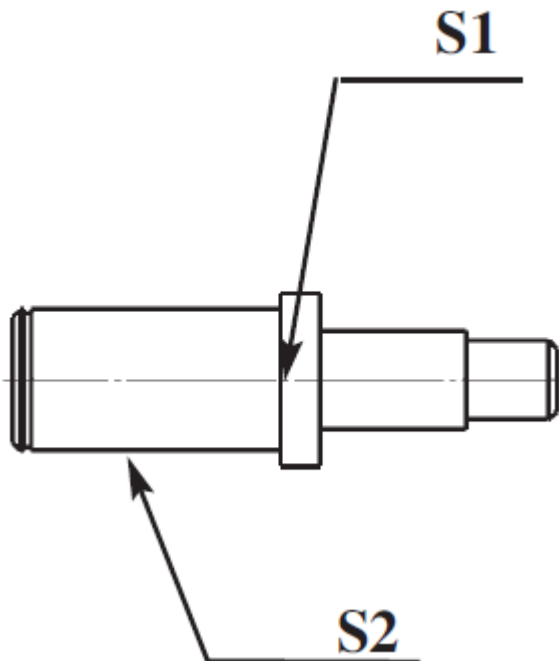
- Un jeu axial.
- Un jeu radial (diamétral) déduit d'un choix judicieux d'un ajustement tournant  $\varnothing 36 \text{ H7 f7}$



# Guidage en rotation

Ce guidage fait apparaître deux types de surfaces :

- Surfaces planes **S1**
- Surfaces cylindriques **S**

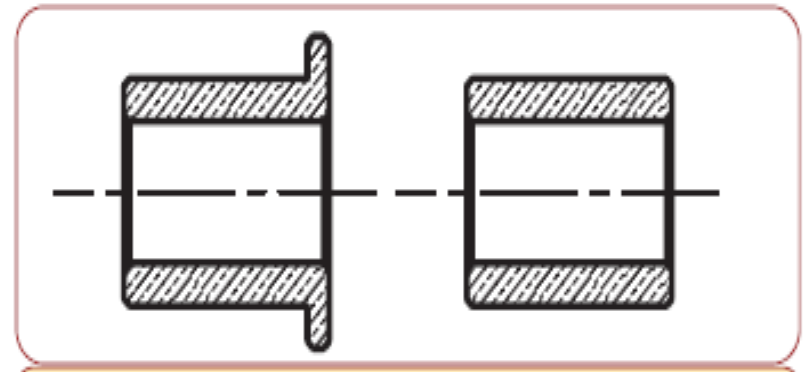
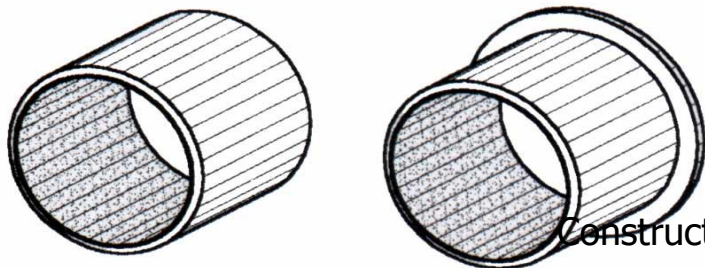


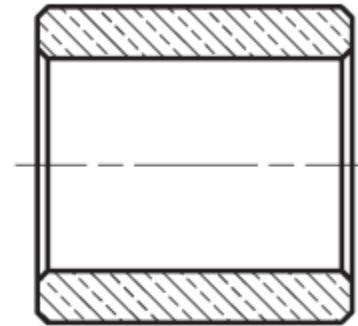
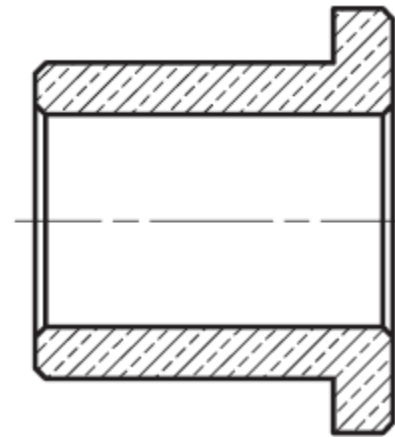
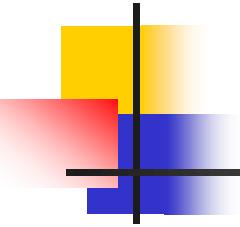
## Guidage en rotation: Coussinets

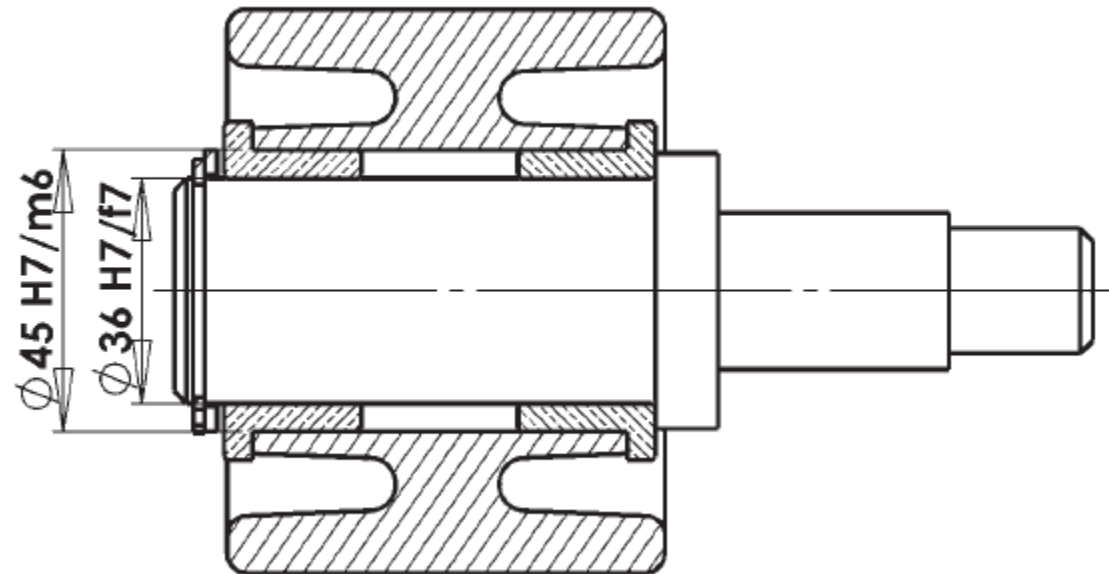
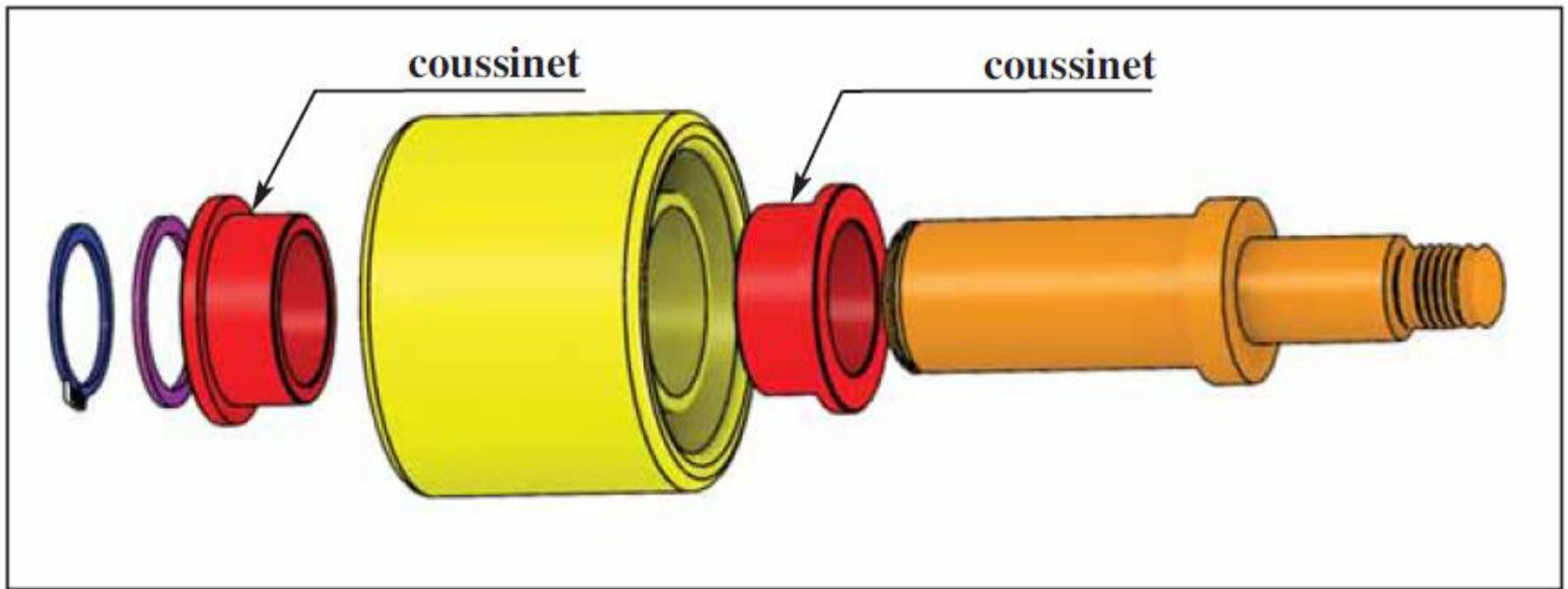
Les coussinets sont des bagues cylindriques en bronze ou en matière plastique, montés serrés dans l'alésage. L'arbre est monté glissant dans le coussinet.

Ils permettent de :

- Diminuer le coefficient de frottement ;
- Augmenter la durée de vie de l'arbre et du logement ;
- Diminuer le bruit ;
- Supporter seuls l'usure.







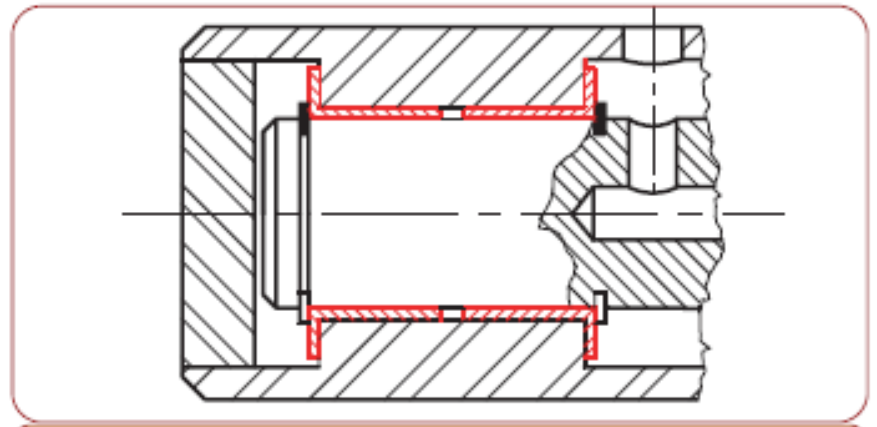
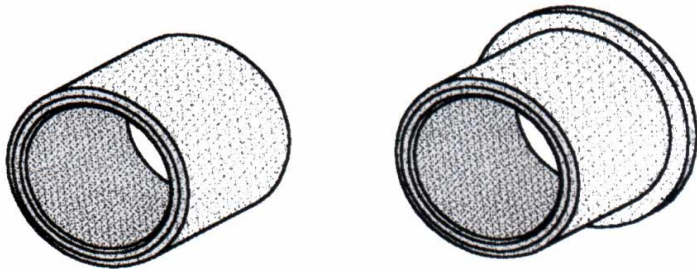


# Guidage en rotation: Bague autolubrifiantes

Elles sont obtenues par frittage (compression de poudre à température élevée) et sont donc poreuses.

Les porosités contiennent du lubrifiant qui, sous l'effet centrifuge du mouvement, est aspiré et forme un coussin d'huile. A l'arrêt, le lubrifiant reprend sa place par capillarité.

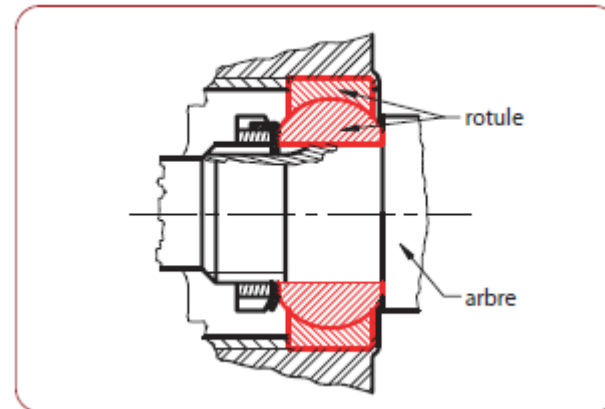
## Exemple de montage :



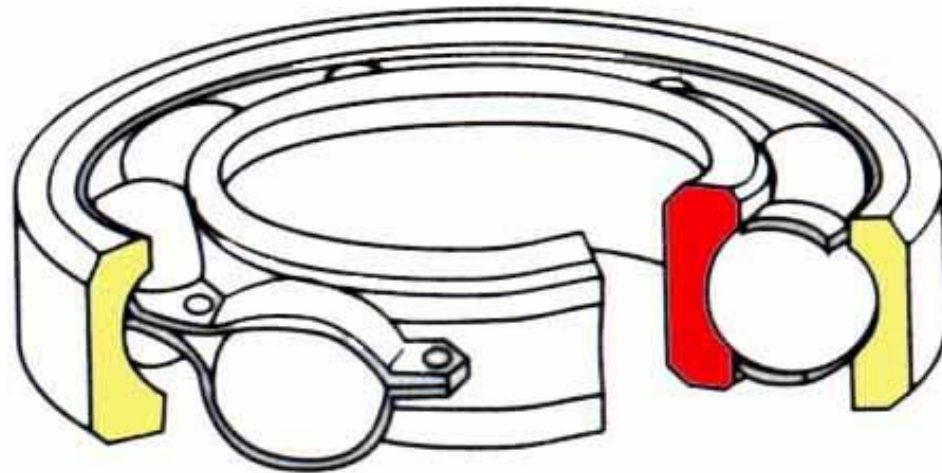
*Coussinets en métal fritté  
autolubrifiants*

# Guidage en rotation: Rotule

Cette solution est utilisée pour corriger l'alignement de l'arbre.

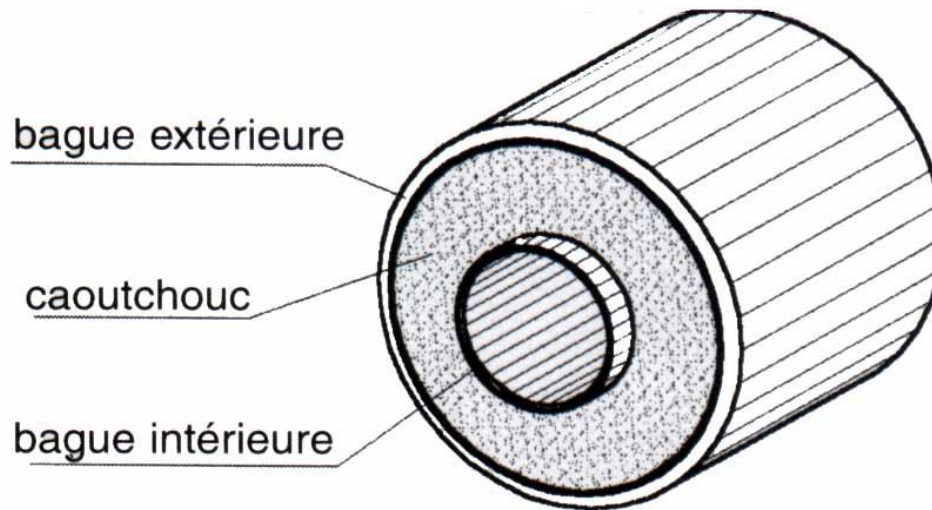


# Guidage en rotation: Roulements



Cette solution constructive développée à la suite est très utilisée. Le guidage est assuré avec précision avec un frottement minimal.

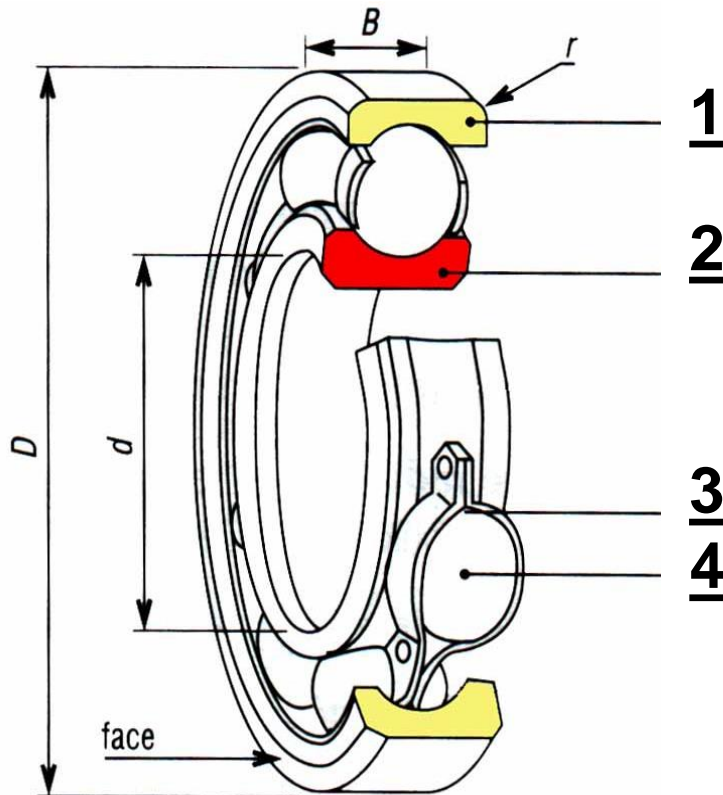
# Guidage en rotation: Silentblocs



Deux bagues métalliques reliées par une bague en caoutchouc.

# LES ROULEMENTS

## Composition d'un roulement



**1** : **Bague extérieure**, liée à l'alésage (logement du roulement)

**2** : **Bague intérieure**, liée à l'arbre

**3** : **Cage**, assure le maintien des éléments roulants

**4** : **Éléments roulants**, situés entre les deux bagues :



Billes

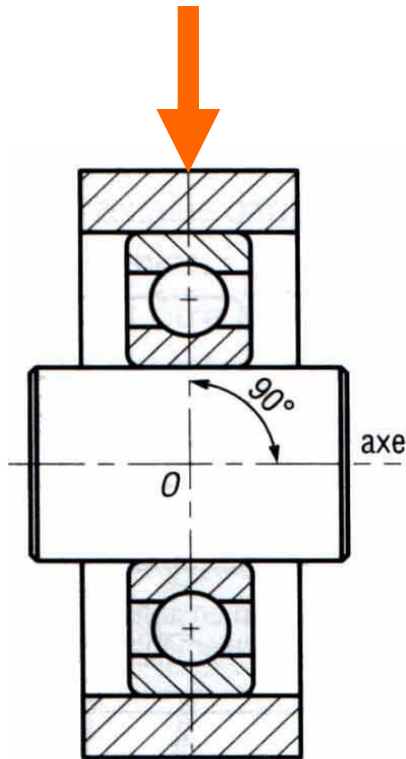


Rouleaux

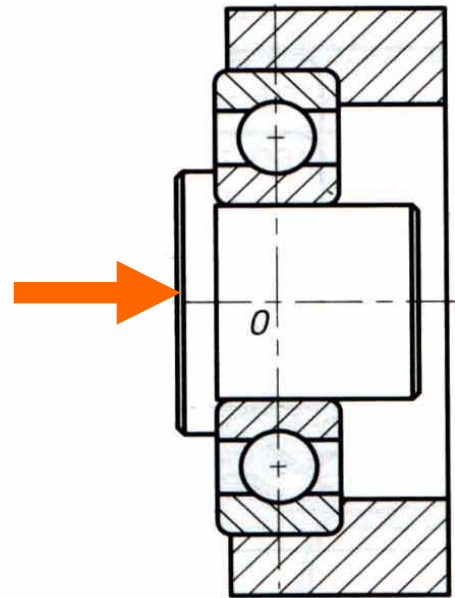


Aiguilles

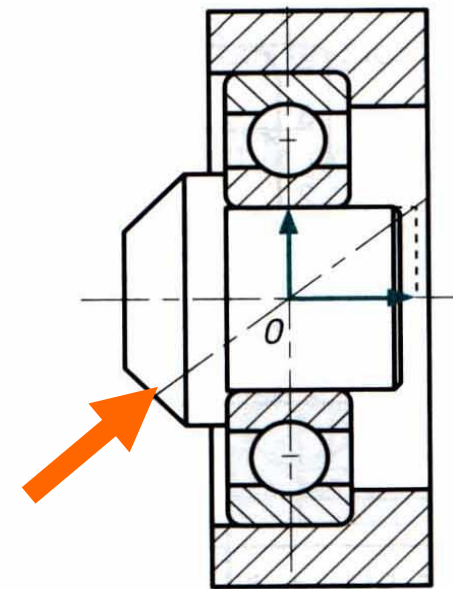
# Types de charge supportées par les roulements



Charge  
RADIALE

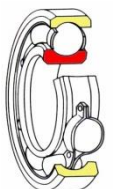
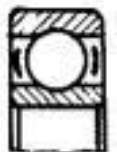
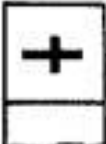





Charge  
AXIALE



Charge  
COMBINÉE

# Les principaux types de roulements à billes et à rouleaux (*exemples*)

Type de roulement	Représentation		Aptitude à la charge		Aptitude à la vitesse	Remarques Utilisations	
	Normale	Conventionnelle	Radiale	Axiale			
<b>Roulement à billes à contact radial</b>				↓ +++	→ ++	+++	Le plus utilisé. Très économique. Existe en plusieurs variantes (Étanche, avec rainure et segment d'arrêt ...)
<b>Roulement à une ou deux rangées de billes à contact oblique</b>				+++	+++	++	Les roulements à une rangée de billes doivent être montés par paire. Avec une rangée de billes, la charge ne peut être appliquée que d'un côté.



# Règles de montage des roulements

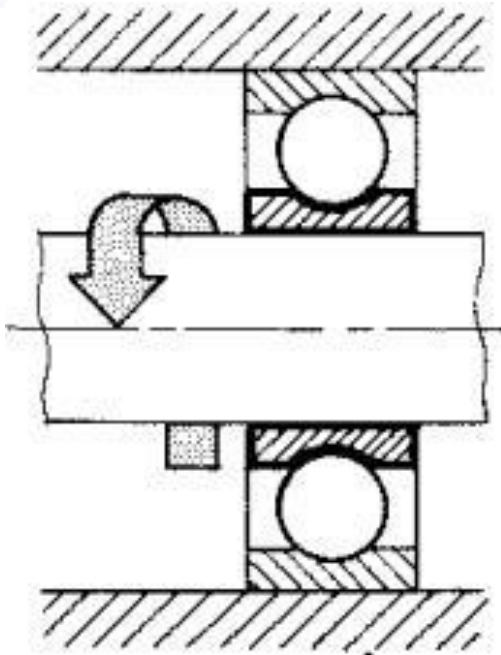
---

*La bague **TOURNANTE** par rapport à la direction de la charge est montée **SERREE** sur sa portée.*

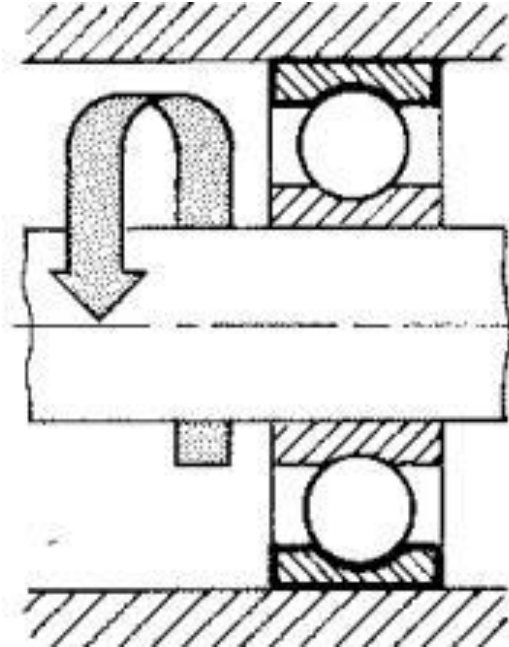
*La bague **FIXE** par rapport à la direction de la charge est montée **GLISSANTE** (avec jeu) sur sa portée.*



Montage **ARBRE**  
**TOURNANT**



Montage **ALESAGE**  
**(moyeu) TOURNANT**



La bague intérieure est **TOURNANTE**

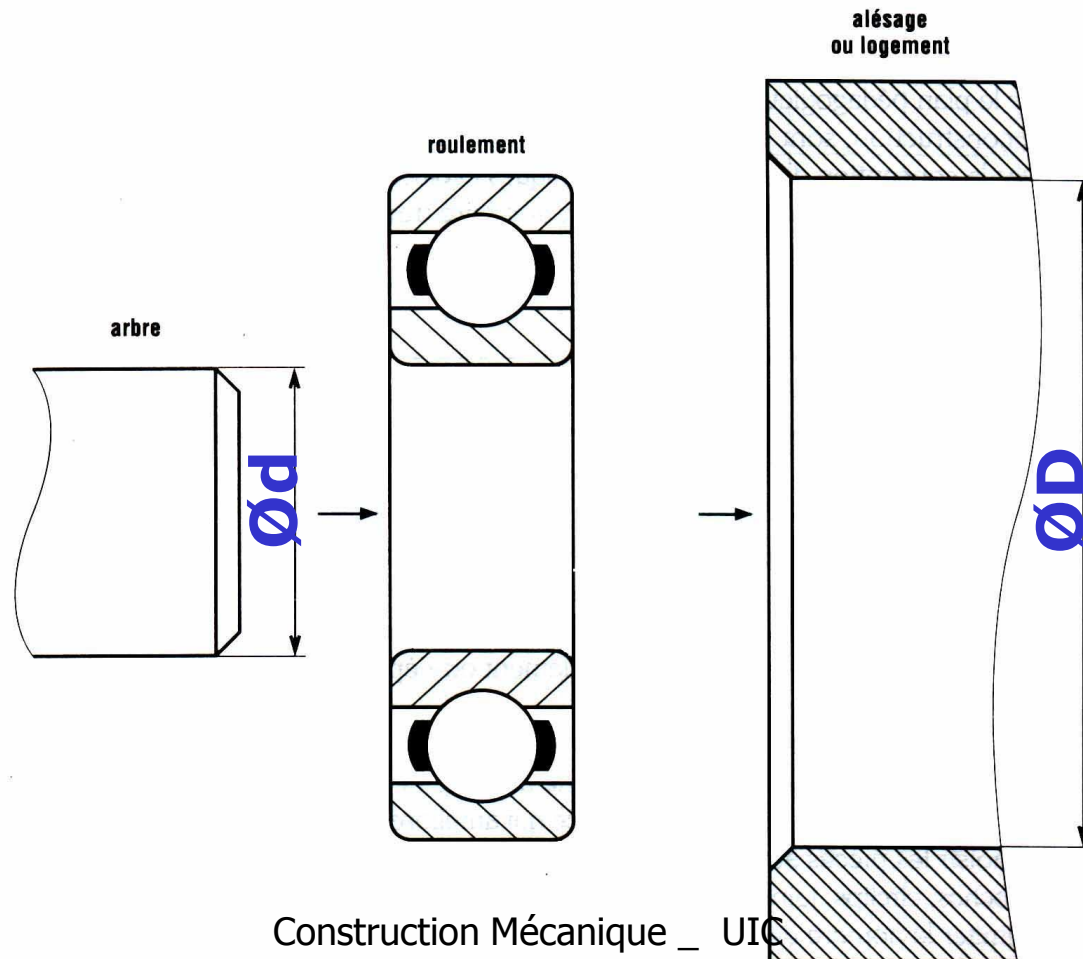
La bague extérieure est **FIXE**

La bague intérieure est **FIXE**

La bague extérieure est **TOURNANTE**

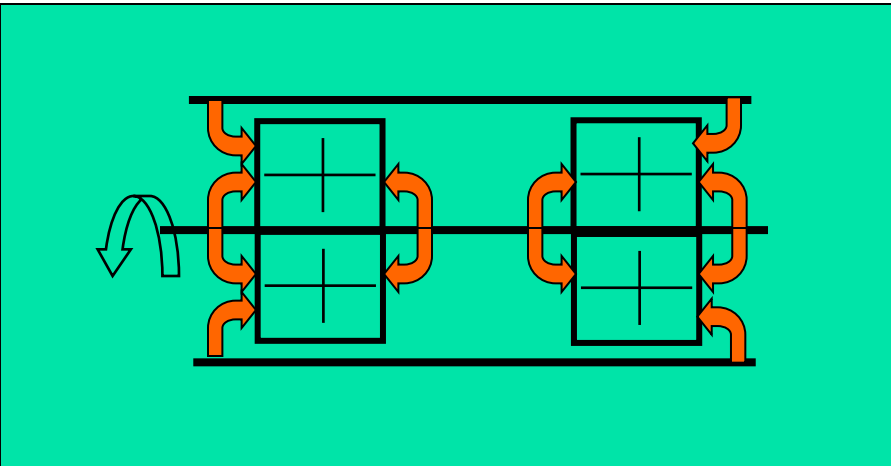
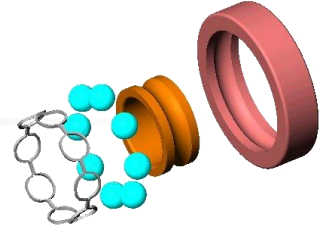
# Cotation des portées de roulement :

Seul le diamètre des portées de l'arbre  $\varnothing d$  et de l'alésage  $\varnothing D$  sont à coter.

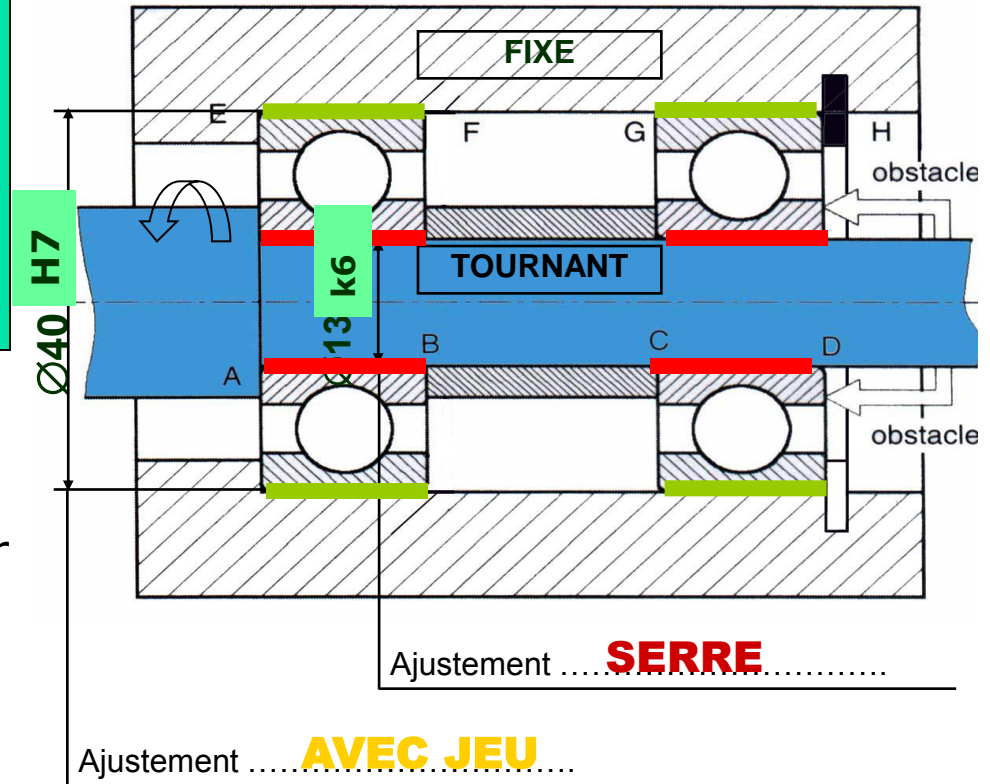


# Montage des roulements à billes à contact radial :

**1er cas :** arbre tournant par rapport à la charge :



Exemple de montage :

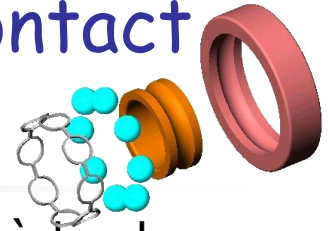


## ARRETS AXIAUX DES BAGUES :

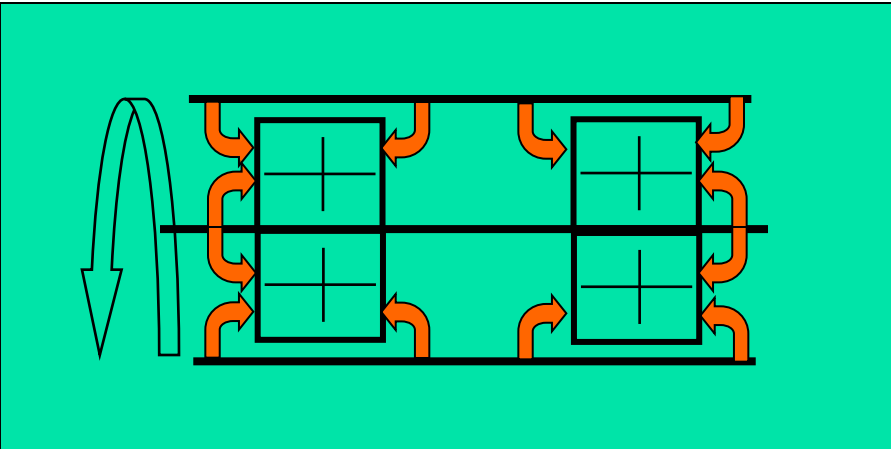
Les **bagues intérieures** montées serrées sont **arrêtées** en translation par **quatre obstacles** : **A, B, C et D**

Les **bagues extérieures** montées glissantes sont **arrêtées** en translation par **deux obstacles** : **E et H**

# Montage des roulements à billes à contact radial :



**2ème cas :** ALESAGE (moyeu) tournant par rapport à la charge :

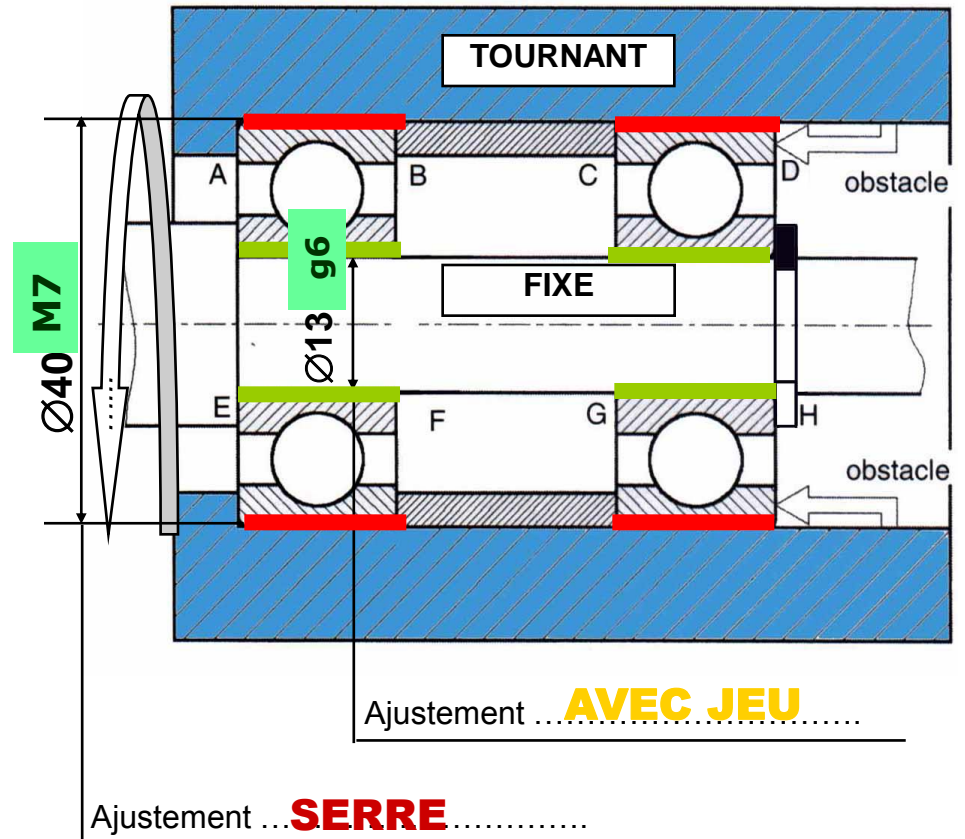


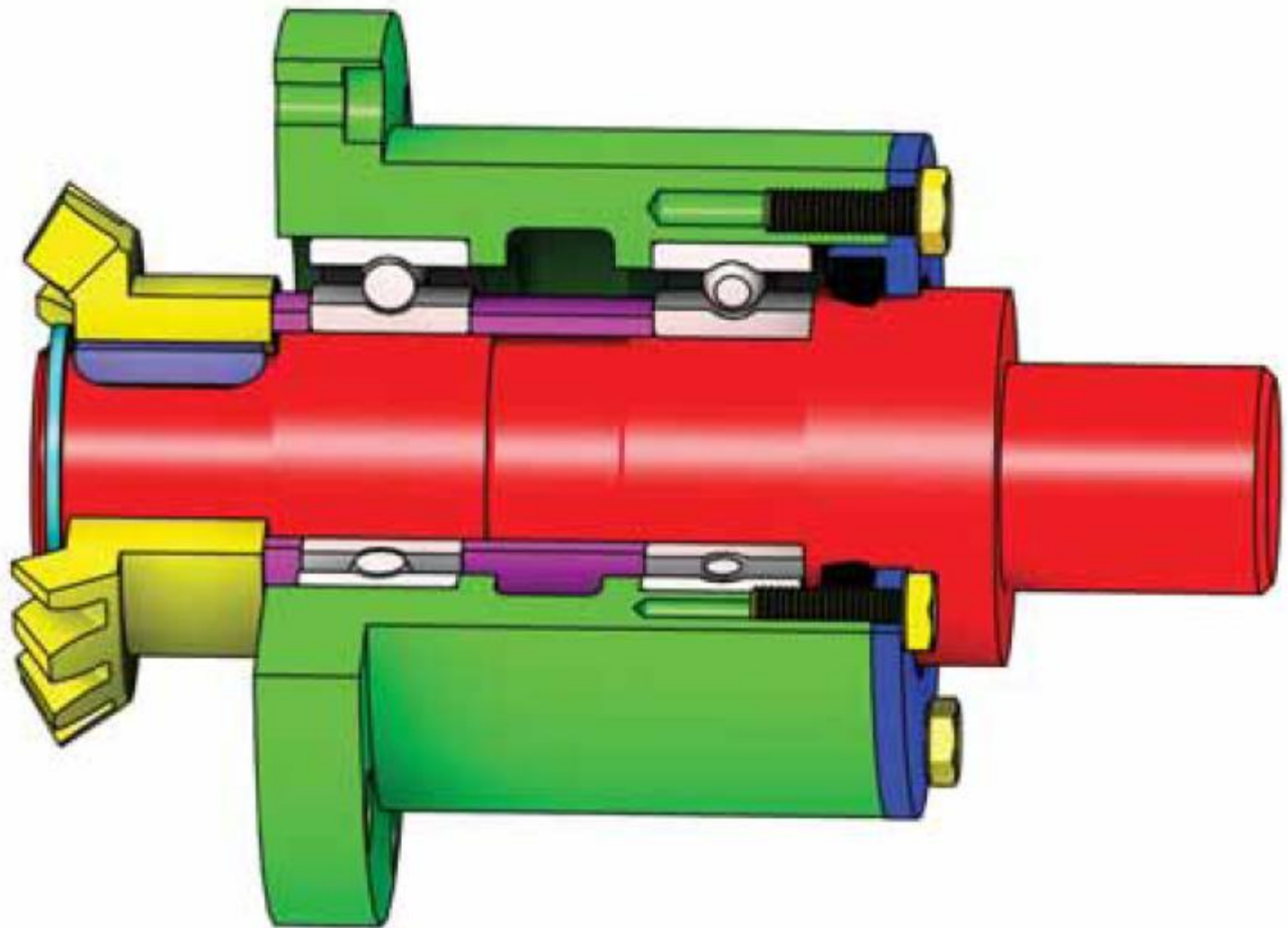
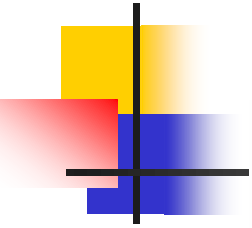
## ARRETS AXIAUX DES BAGUES :

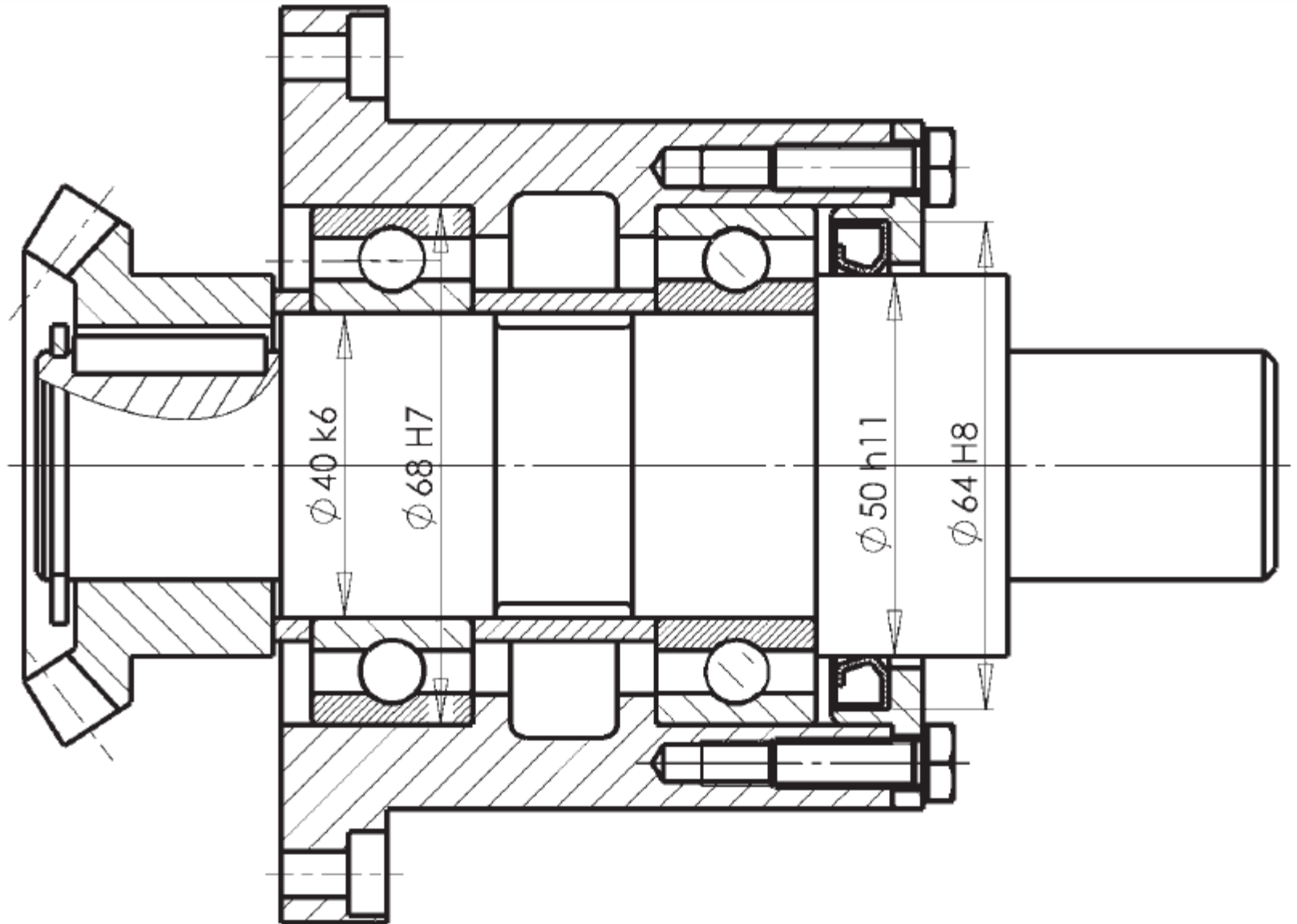
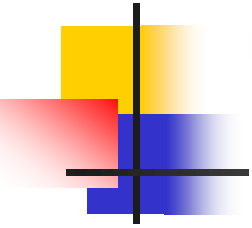
Les **bagues intérieures** montées glissantes sont **arrêtées** en translation par **deux obstacles** : **E et H**

Les **bagues extérieures** montées serrées sont **arrêtées** en translation par **quatre obstacles** : **A, B, C et D**

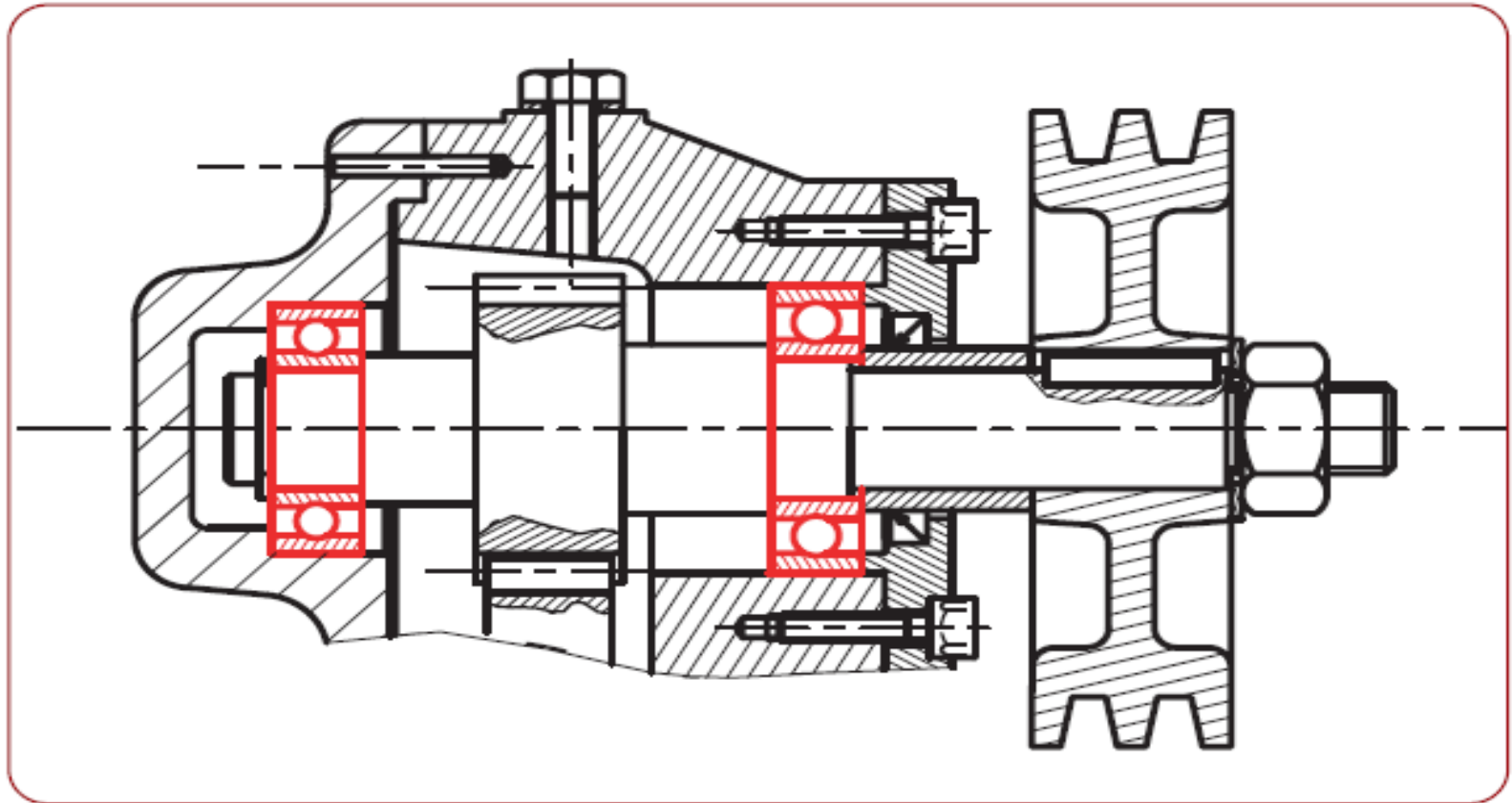
## Exemple de montage :



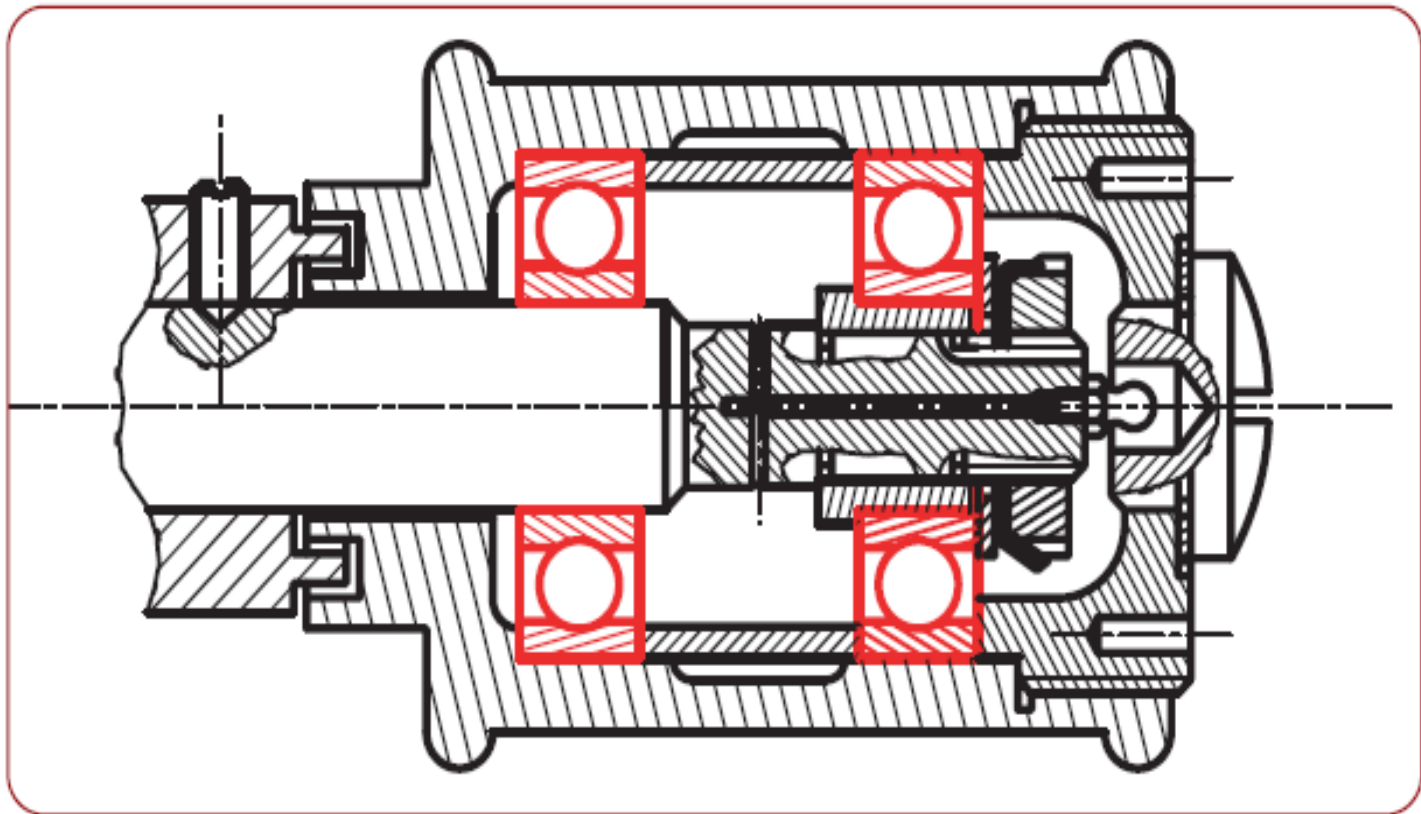




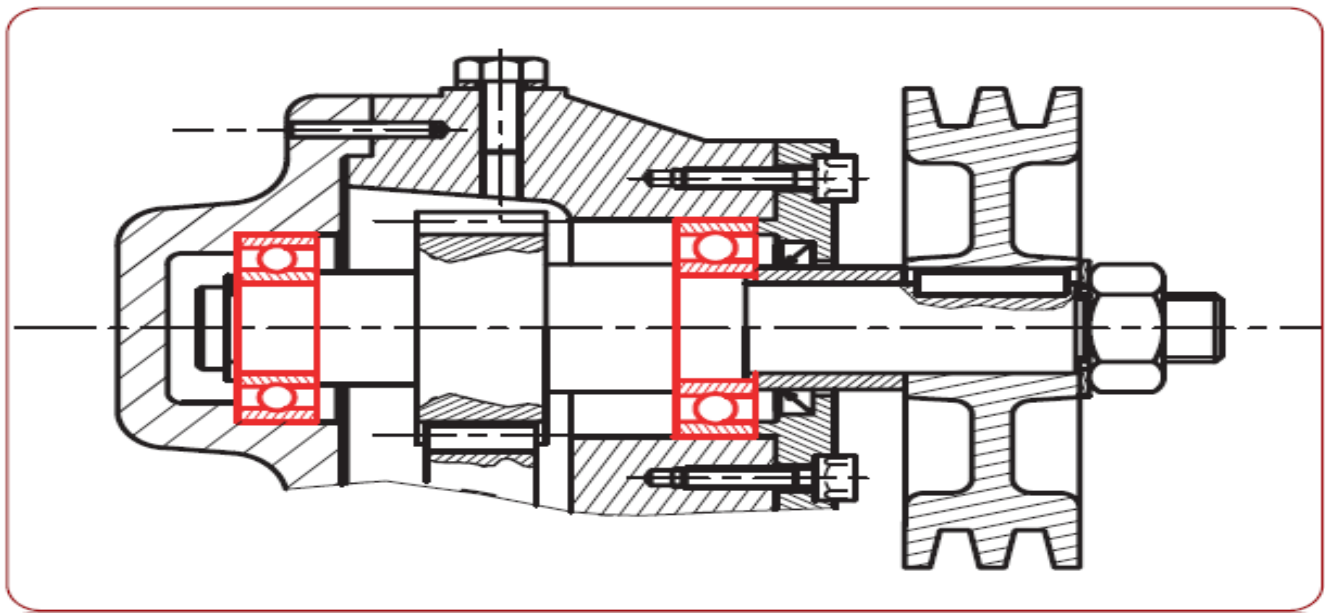
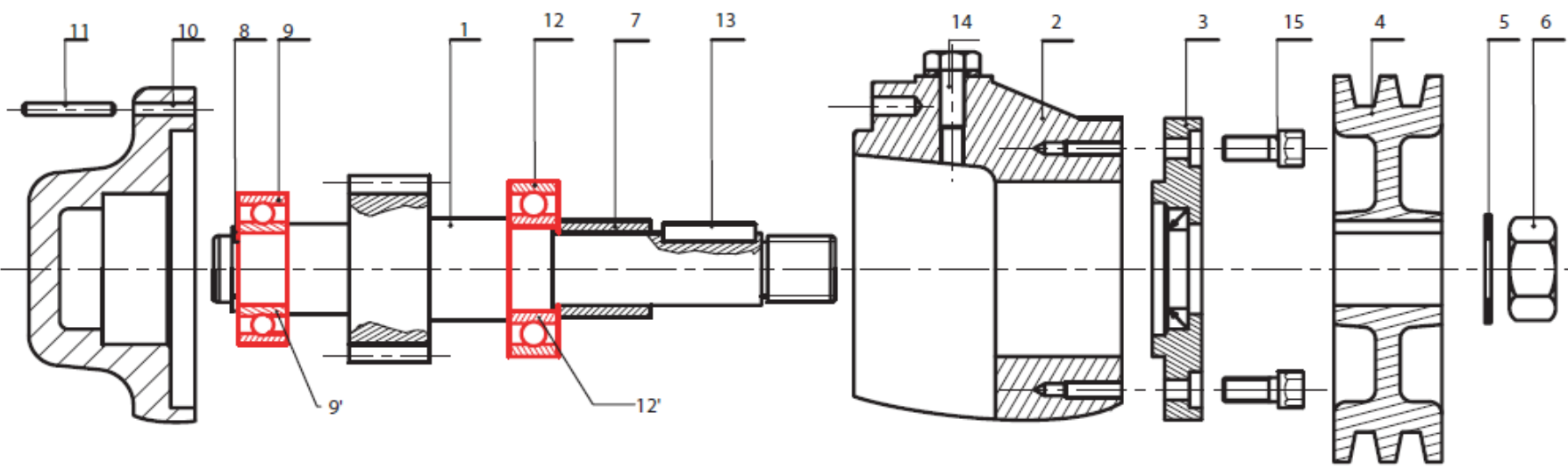
# Exemple de montage

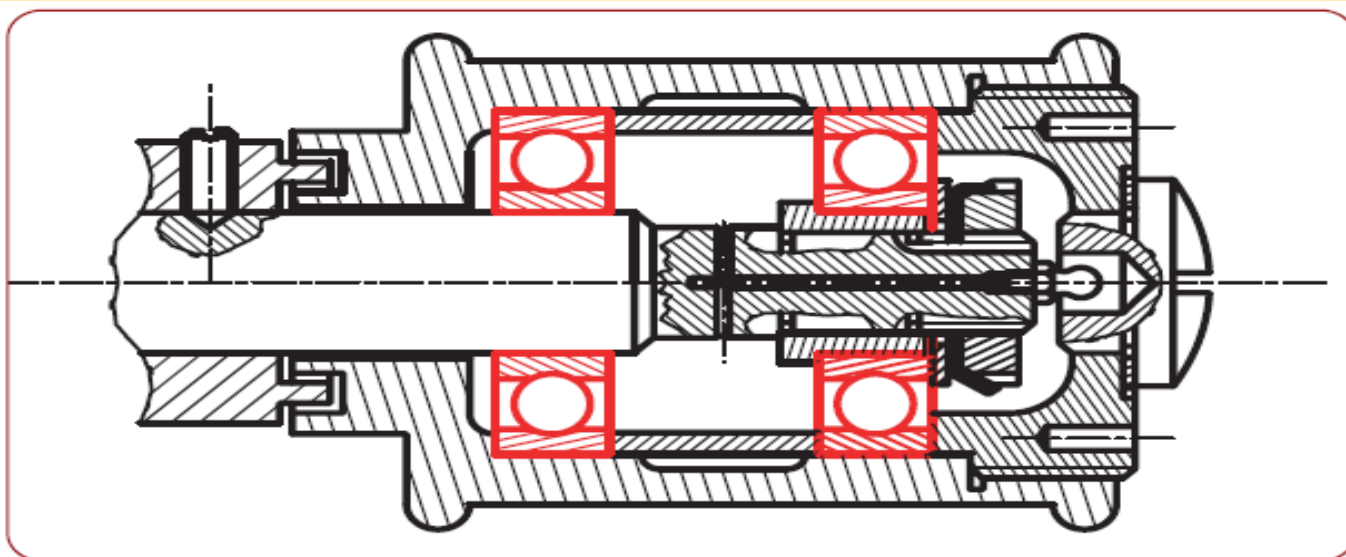
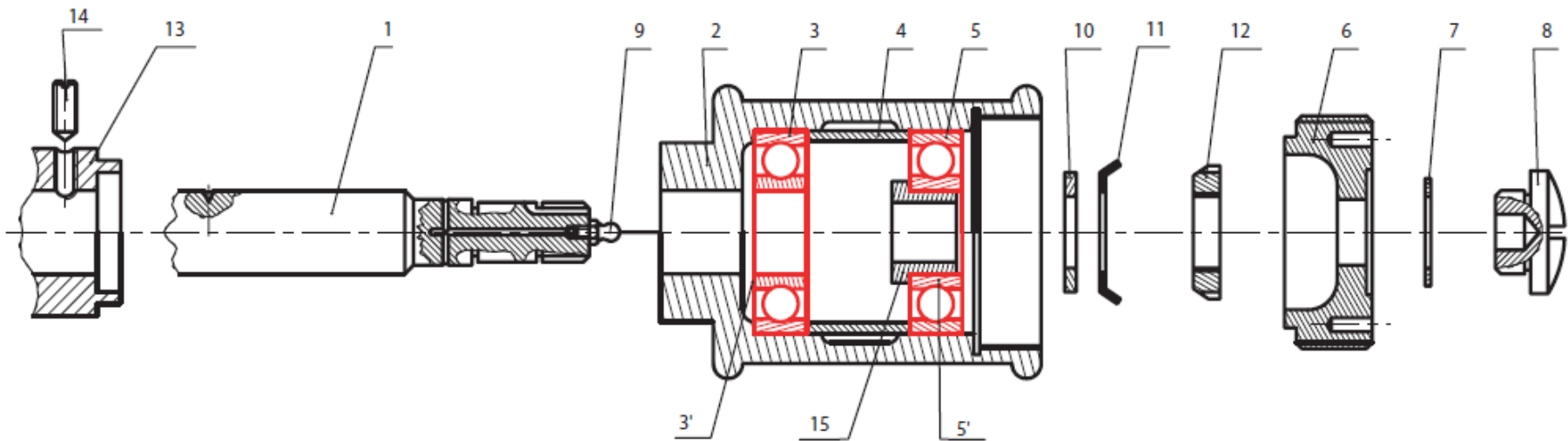


# Exemple de montage

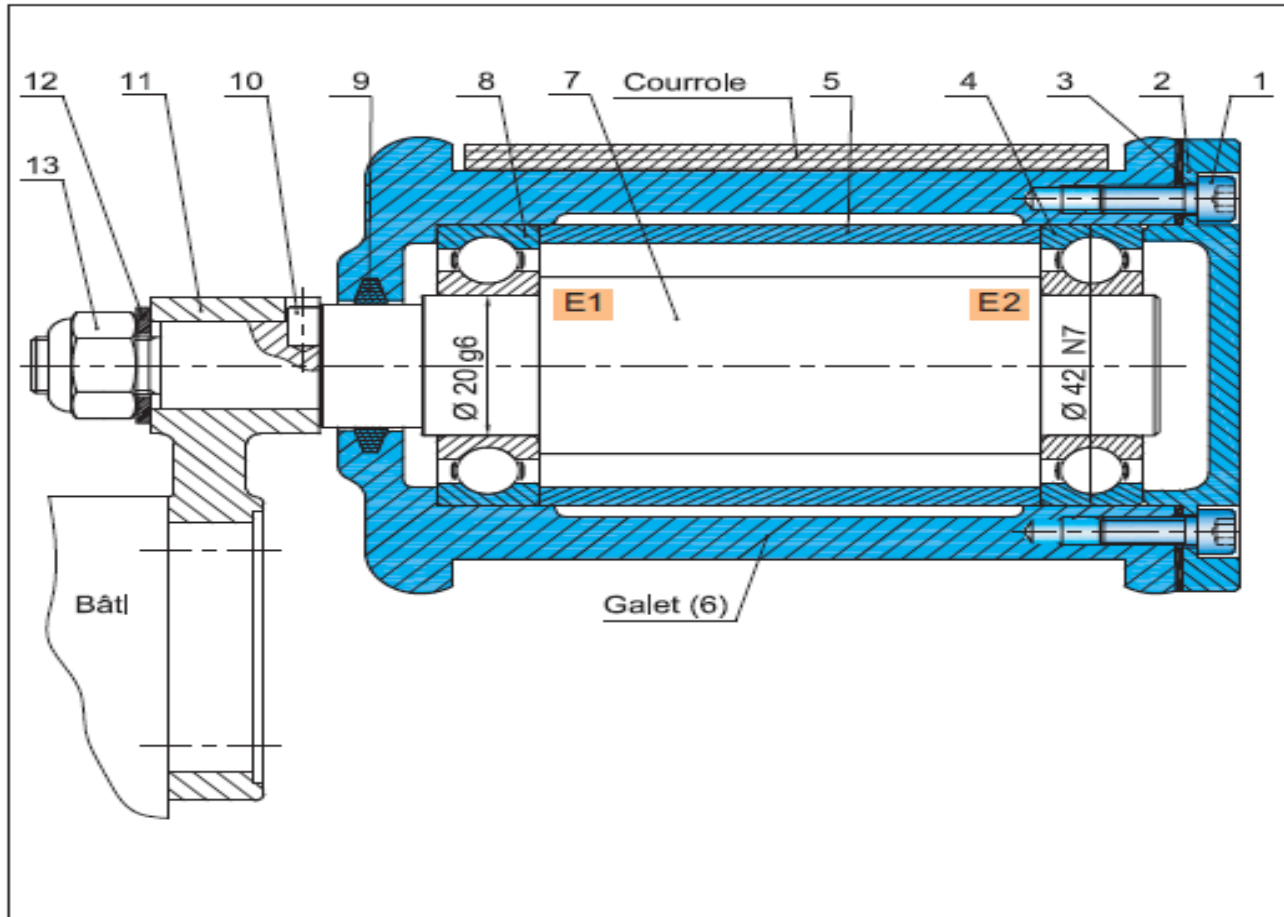






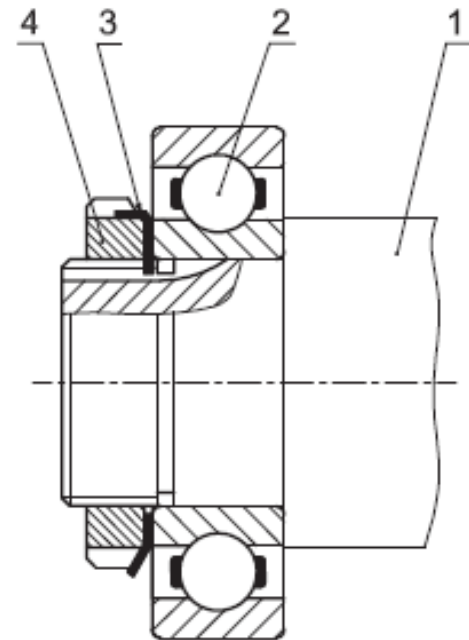
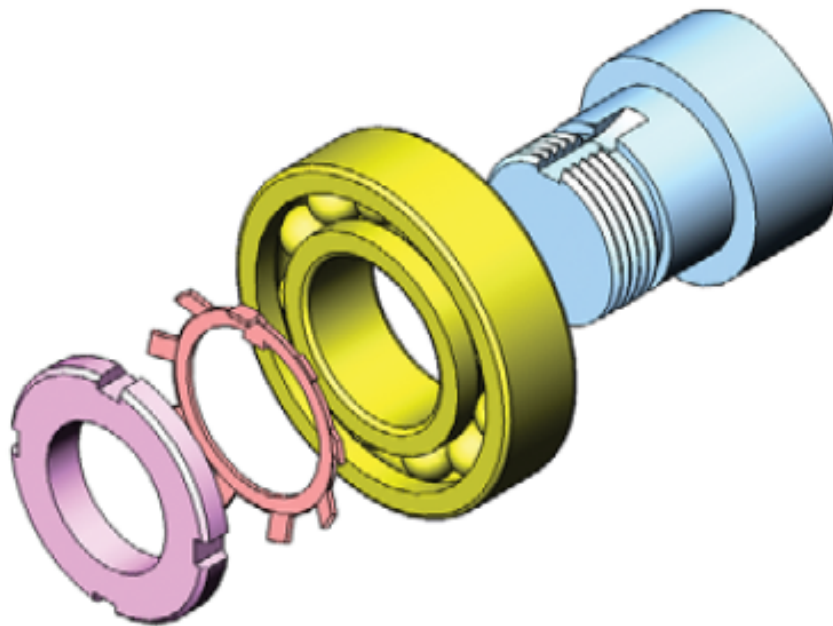


# Exemple de montage



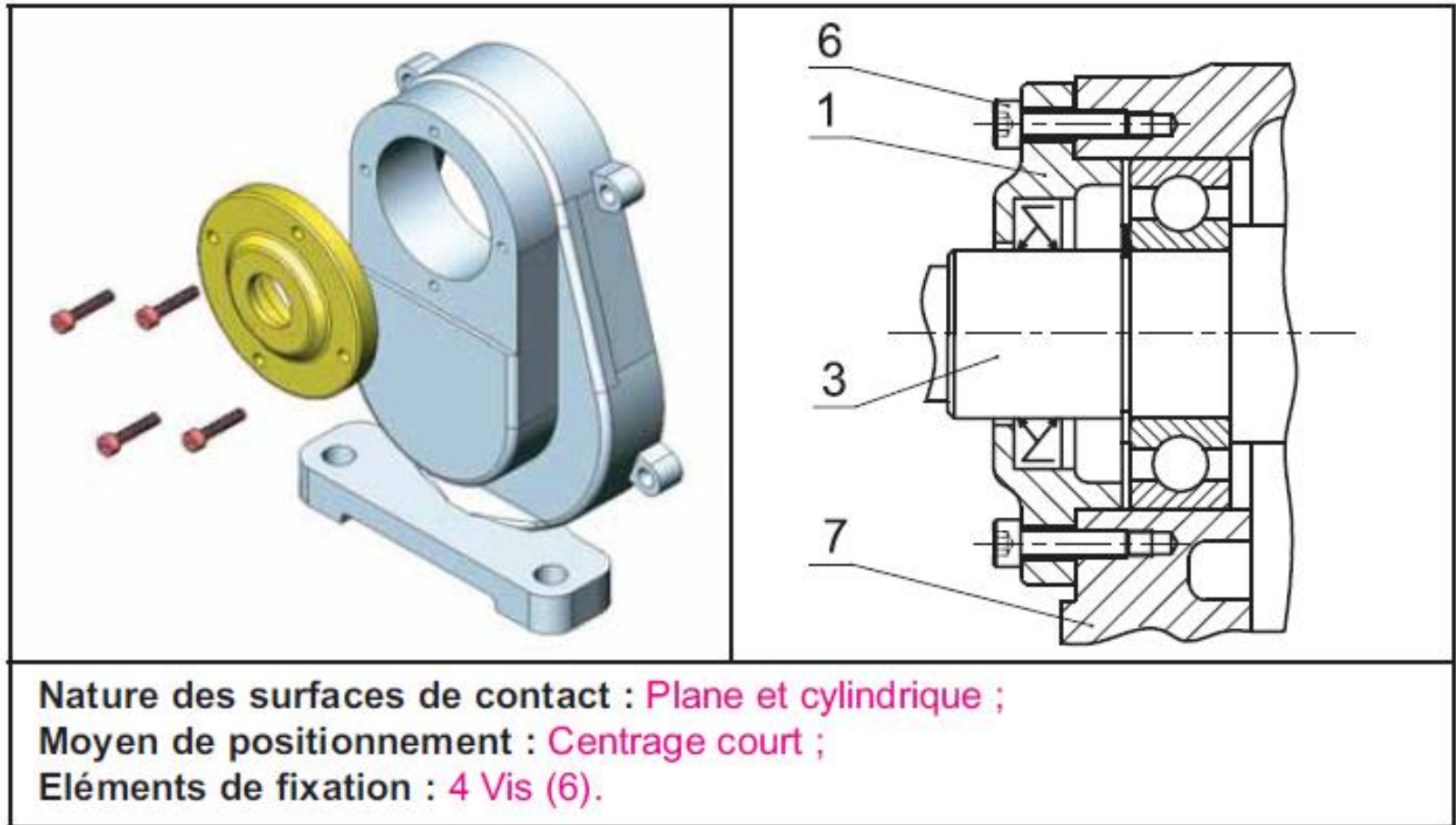
# Exemple de montage

## Montage du roulement (2) sur l'arbre (1)

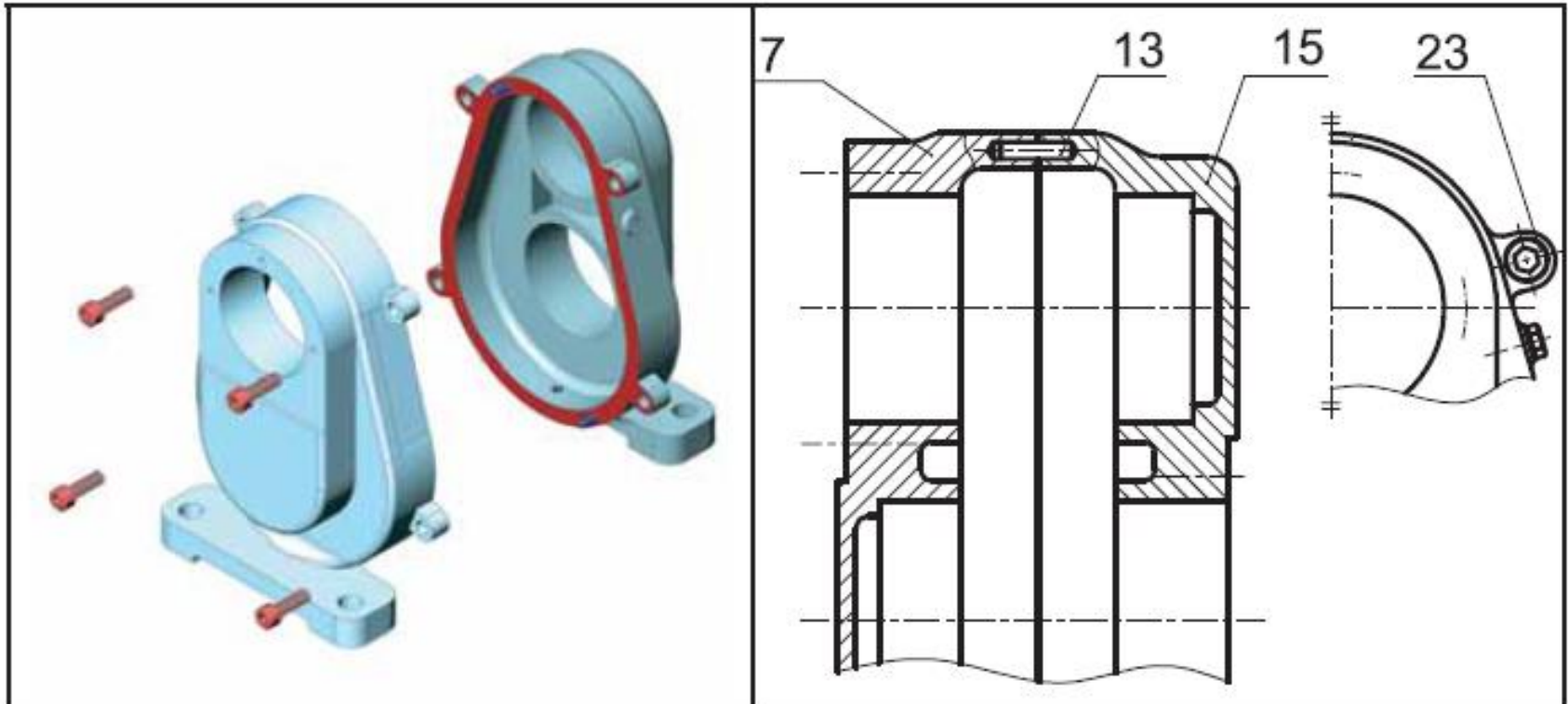


L'élément de maintien en position (l'écrou à encoches (4)) est freiné par la rondelle frein (3).

# Liaison du couvercle (1) avec le demi-carter (7)

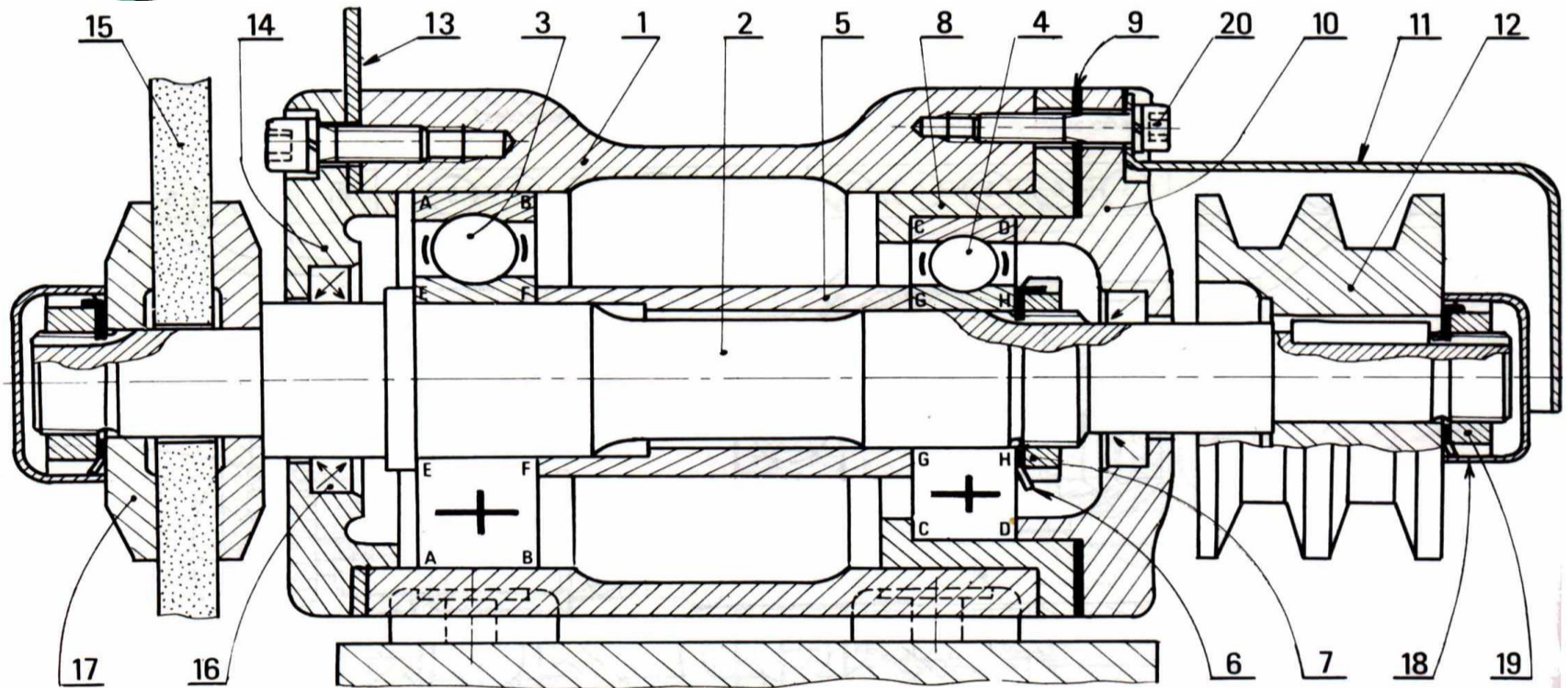
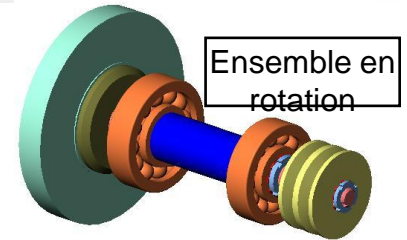
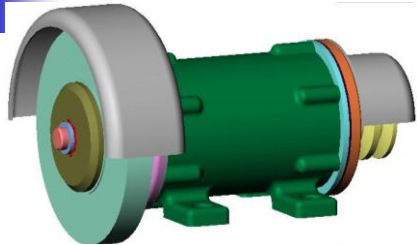


# Liaison des deux demi-carter (7) et (15)

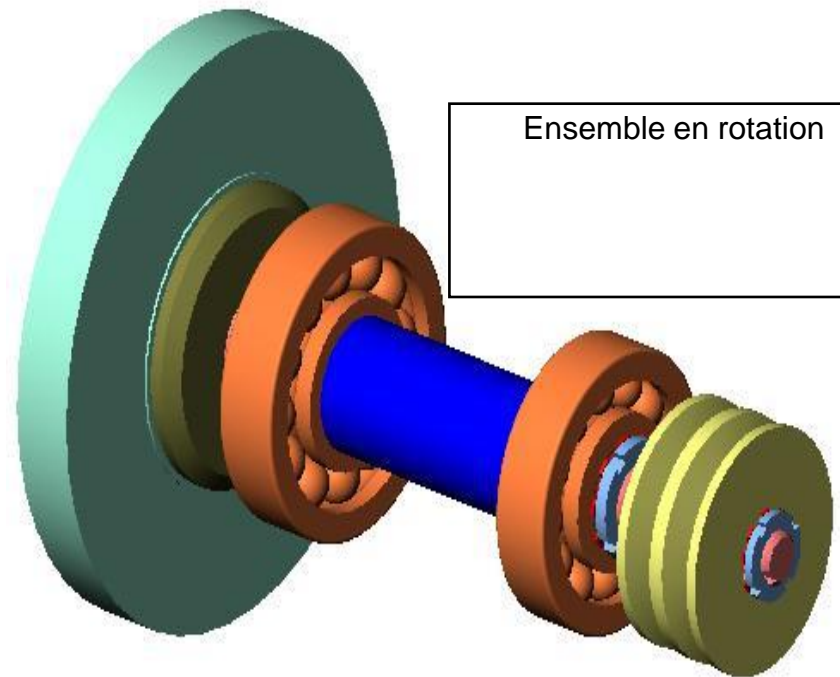
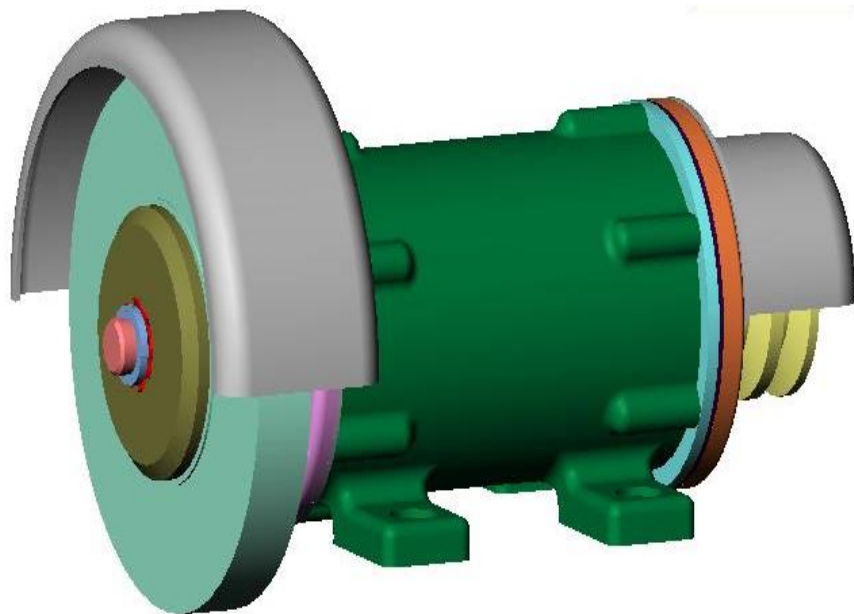


Nature des surfaces de contact : Plane ;  
Moyen de positionnement : 2 pieds de centrage (13) ;  
Éléments de fixation : 4 Vis (23).

# Application : TOURET A MEULER



# Application : TOURET A MEULER



Ensemble en rotation



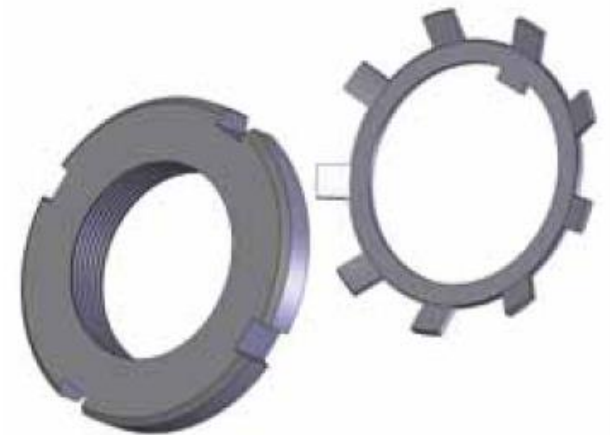
# Éléments assurant les obstacles



Anneau élastique  
pour arbre



Anneau élastique  
pour alésage



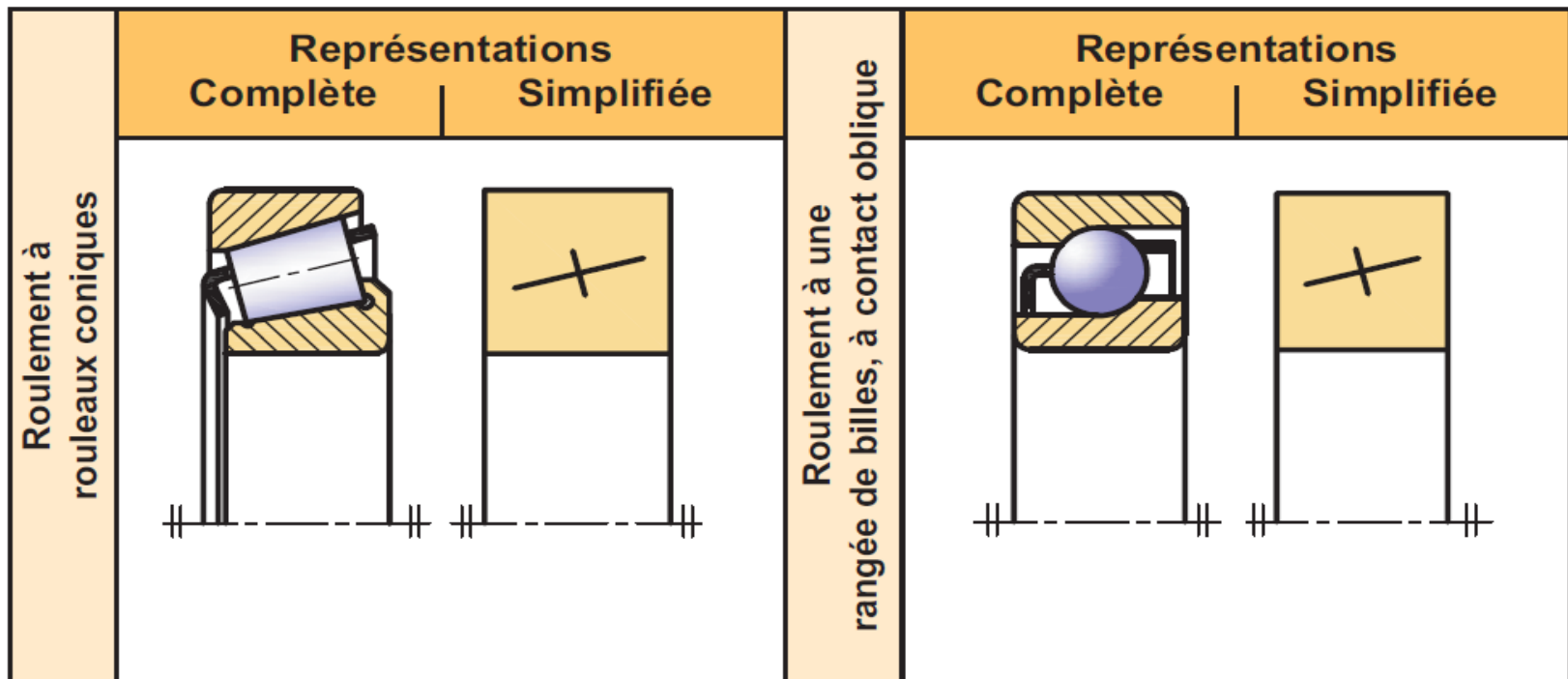
Ecrou à encoches  
et rondelle frein

# Roulement à contacts obliques



# Roulements à contacts obliques: Caractéristiques

Ces roulements supportent des charges axiales relativement importantes dans un seul sens et des charges axiales et radiales combinées





# Roulements à contacts obliques: Caractéristiques

---

Du fait de leur structure particulière, ces roulements doivent être montés par paire et en opposition. Ils travaillent en opposition mutuelle. Ils offrent la possibilité de régler le jeu de fonctionnement par translation axiale relative entre les deux bagues.



# Roulements à contacts obliques: Caractéristiques

## **Montage DIRECT ou montage en « X »**

Montage appelé en « X » car les perpendiculaires aux chemins de roulement dessinent un « X »

Ce type de montage est utilisé :

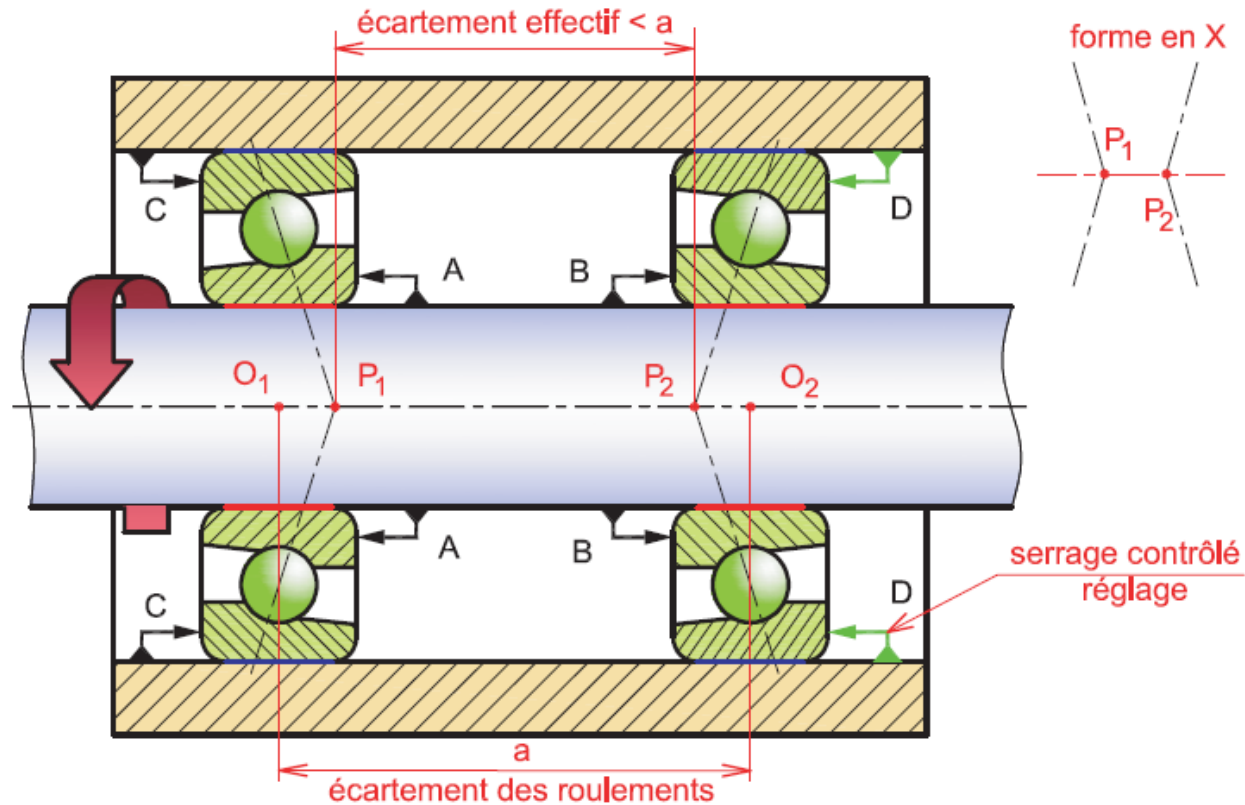
habituellement dans le cas des arbres tournants avec organes de transmission (engrenages,..) situés entre les roulements.

lorsque l'écart entre les deux roulements est faible.

Le réglage du jeu interne est réalisé sur les bagues extérieures. Les dilatations de l'arbre ayant tendance à charger un peu plus les roulements, cela tend à diminuer le jeu interne.

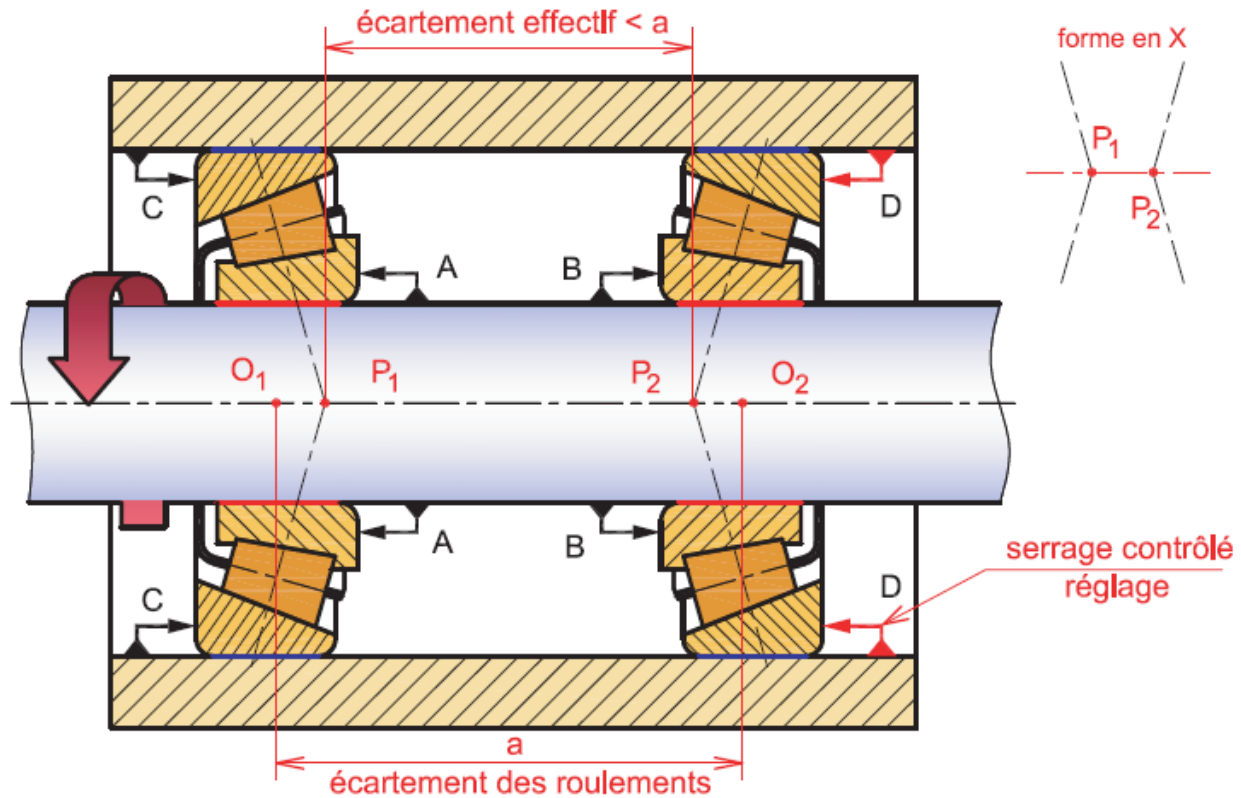
# Roulements à contacts obliques: Montage

Montage en «X» du roulement à une rangée de billes, à contact oblique



# Roulements à contacts obliques: Montage

## Montage en «X» du roulement à rouleaux coniques

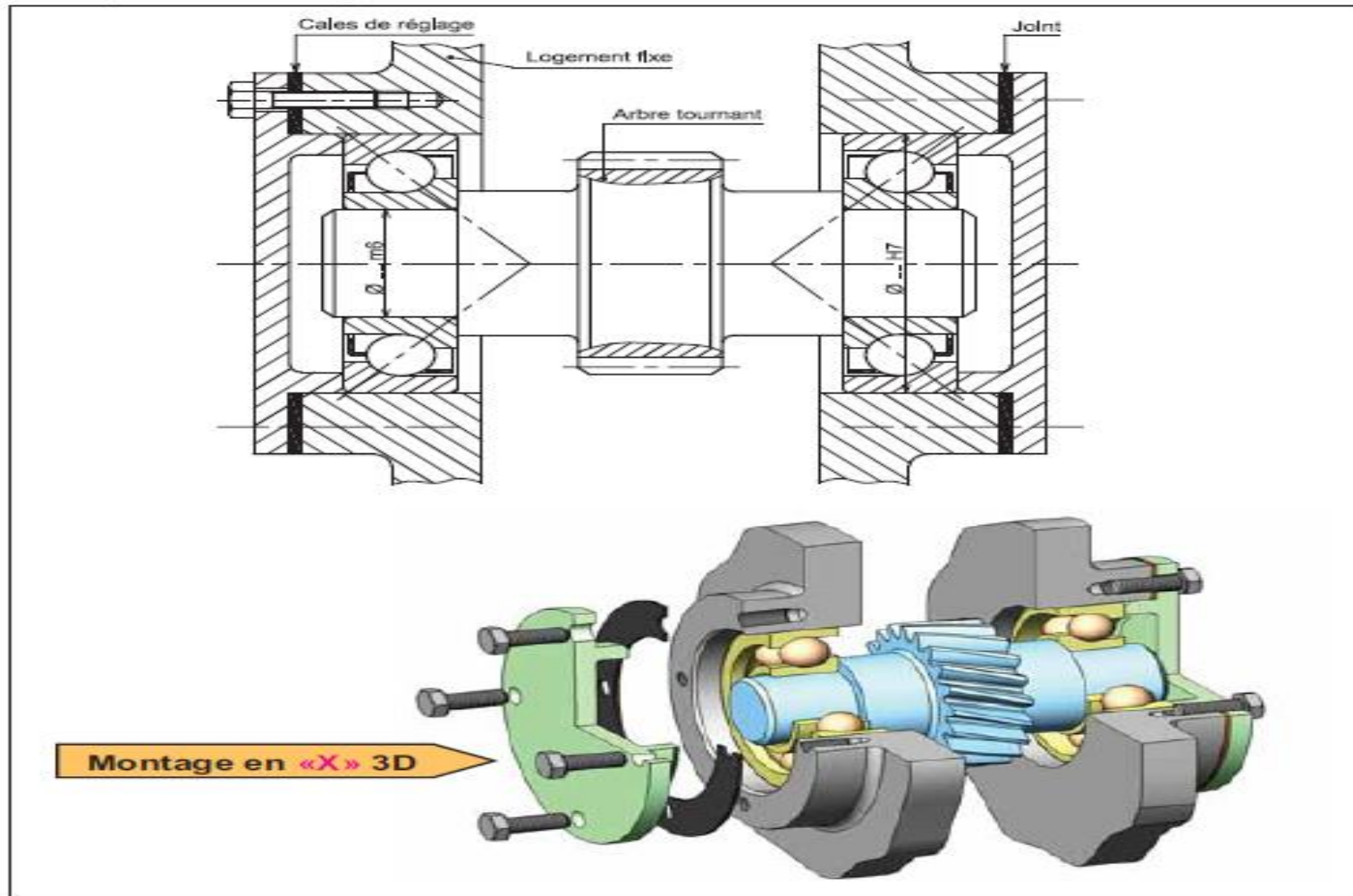


# Roulements à contacts obliques: Montage

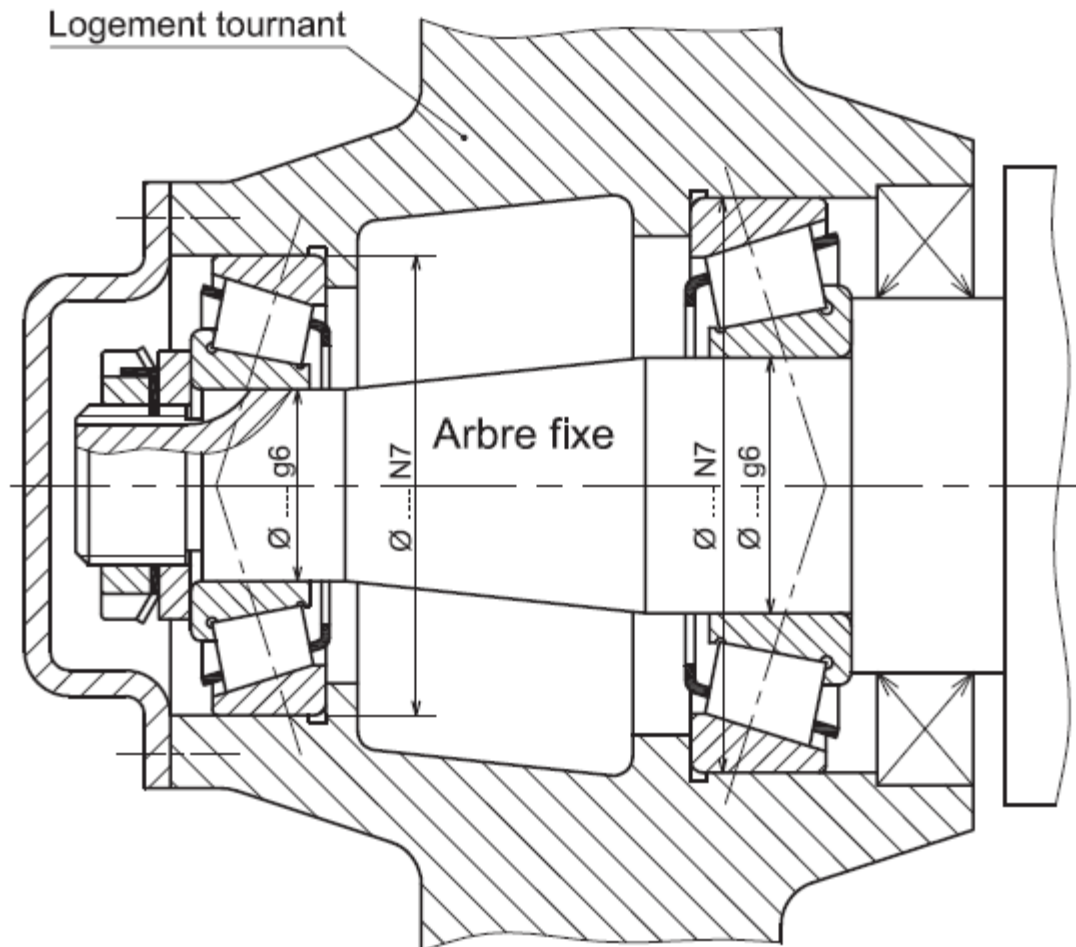
Fixation latérale des bagues	Ajustements
Les bagues intérieures avec l'arbre : Obstacles <b>A</b> et <b>B</b>	Les bagues intérieures tournantes sont montées <b>SERREES</b> . Tolérance de l'arbre : <b>m6</b>
Les bagues extérieures avec le moyeu : Obstacle <b>C</b> et réglage axial du jeu du fonctionnement en <b>D</b>	Les bagues extérieures fixes sont montées <b>GLISSANTES</b> . Tolérance de l'alésage : <b>H7</b>



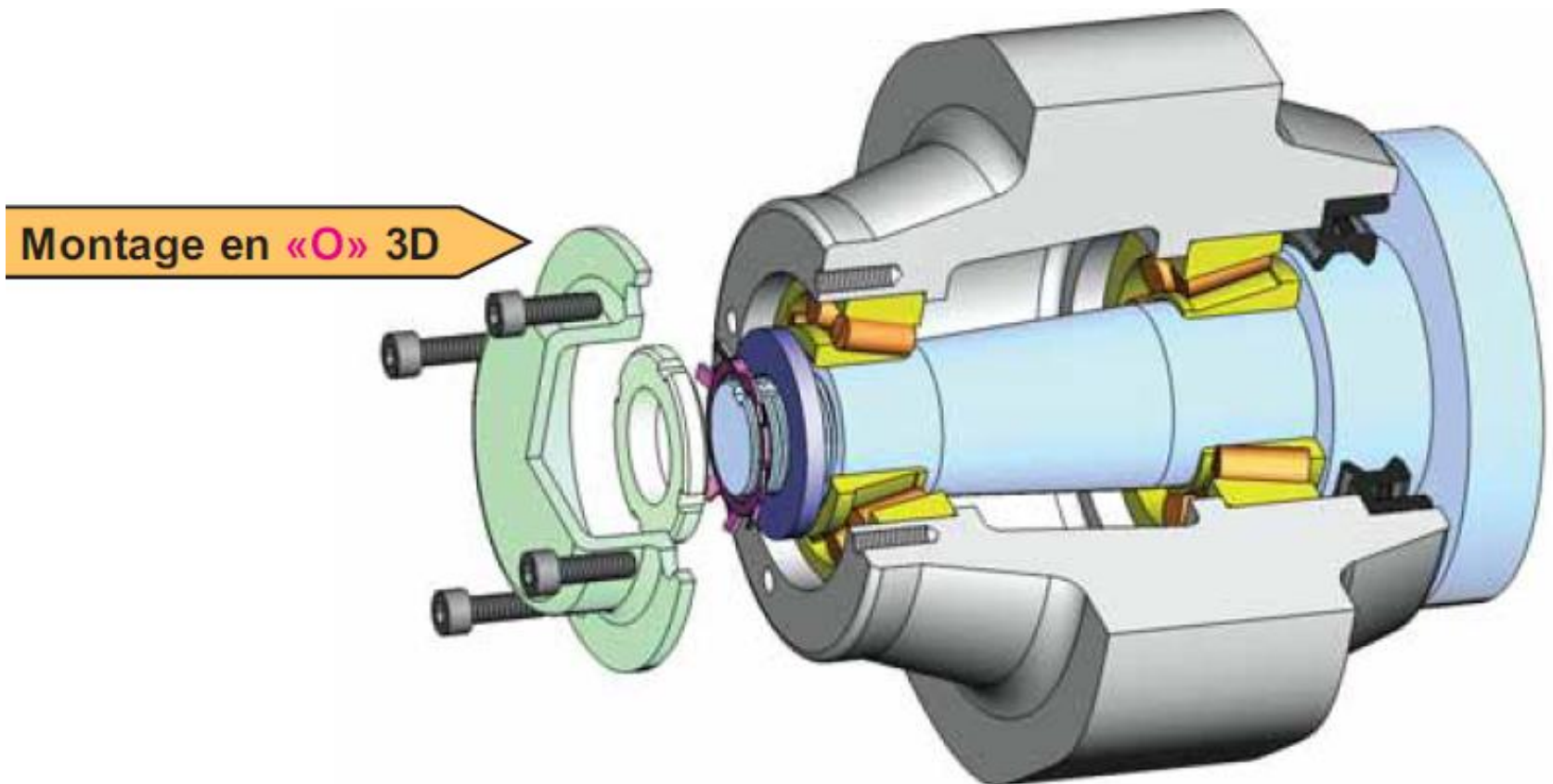
# Roulements à contacts obliques: Exemple de montage



# Roulements à contacts obliques: Exemple de montage



# Roulements à contacts obliques: Exemple de montage

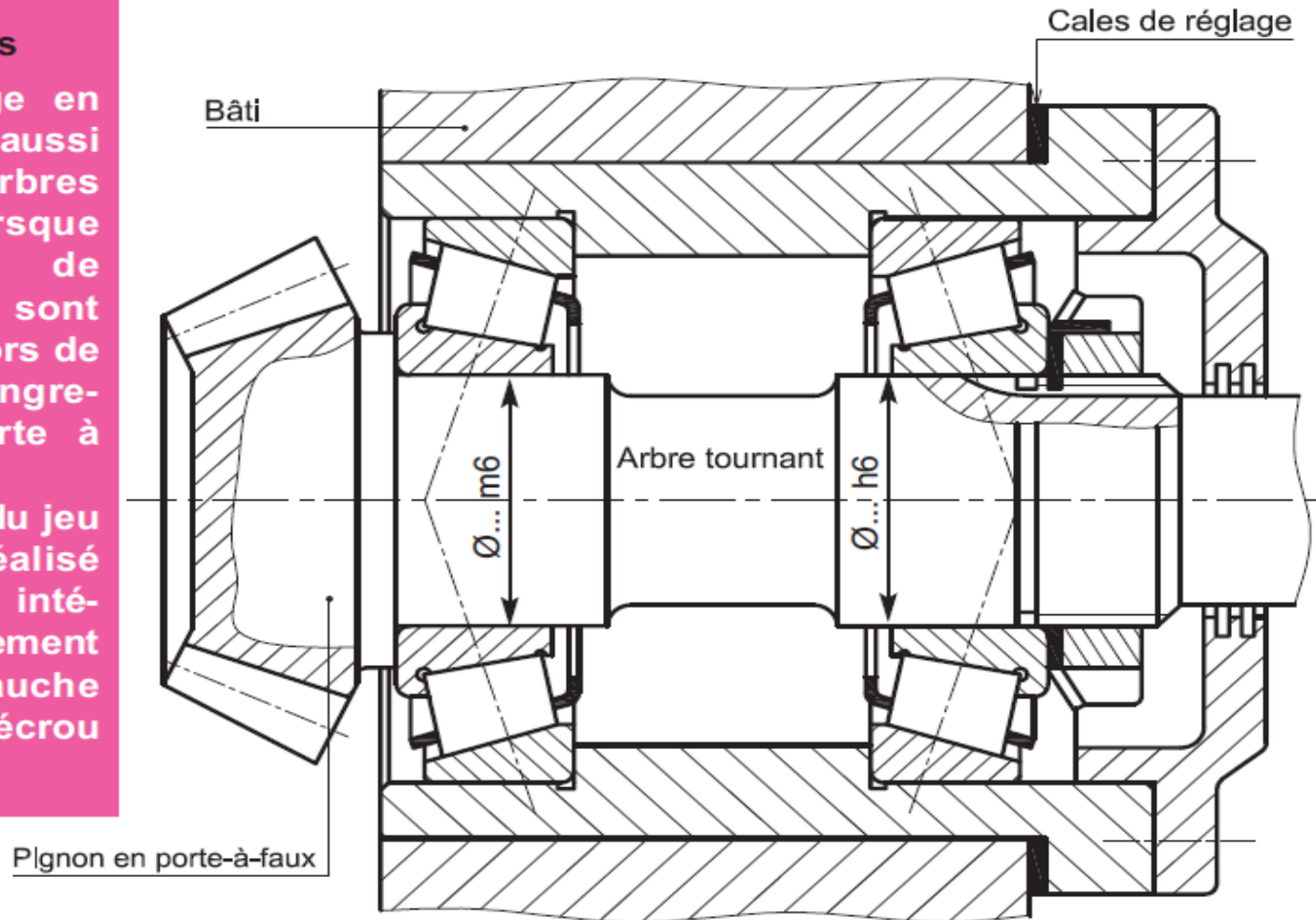


# Roulements à contacts obliques: Exemple de montage

## Remarques

1) Le montage en «O» s'emploie aussi avec les arbres tournants lorsque les organes de transmission sont situés en dehors de la liaison (engrenages en porte à faux).

2) Le réglage du jeu interne est réalisé sur la bague intérieure du roulement qui est à gauche ( $\text{Ø}... h6$ ) par l'écrou à encoches.



# Roulements à contacts obliques: Ajustements

TOLERANCES POUR LES ARBRES				TOLERANCES POUR LES ALESAGES			
Conditions d'emploi	Charge	Tolérance	Observations	Conditions d'emploi	Charge	Tolérance	Observations
Bague intérieure fixe par rapport à la direction de la charge	Constante	g6	La bague intérieure peut coulisser sur l'arbre	Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge	Importante avec chocs	P7	La bague extérieure ne peut pas coulisser dans l'alésage
	Variable	h6			Normale ou importante	N7	
Faible et variable			N7				
Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge, ou direction de charge non définie	Faible et variable	h5 j5-j6	La bague intérieure est ajustée avec serrage sur l'arbre. A partir de m5 utiliser des roulements avec un jeu interne augmenté	Direction de charge non définie.	Importante ou normale	K7	La bague extérieure ne peut pas coulisser dans l'alésage
	Normale	k5-k6		Bague extérieure fixe par rapport à la direction de la charge	Importante avec chocs	J7	
	Importante	m5-m6			Normale	H7	
	Importante avec chocs	n6 p6			Normale (mécanique ordinaire)	H8	La bague extérieure peut coulisser dans l'alésage



# Type de montage

---

## **Montage INDIRECT ou montage en «O»**

Montage appelé en «O» car les perpendiculaires aux chemins de roulement dessinent un «O»

Ce type de montage est à privilégier lorsque :

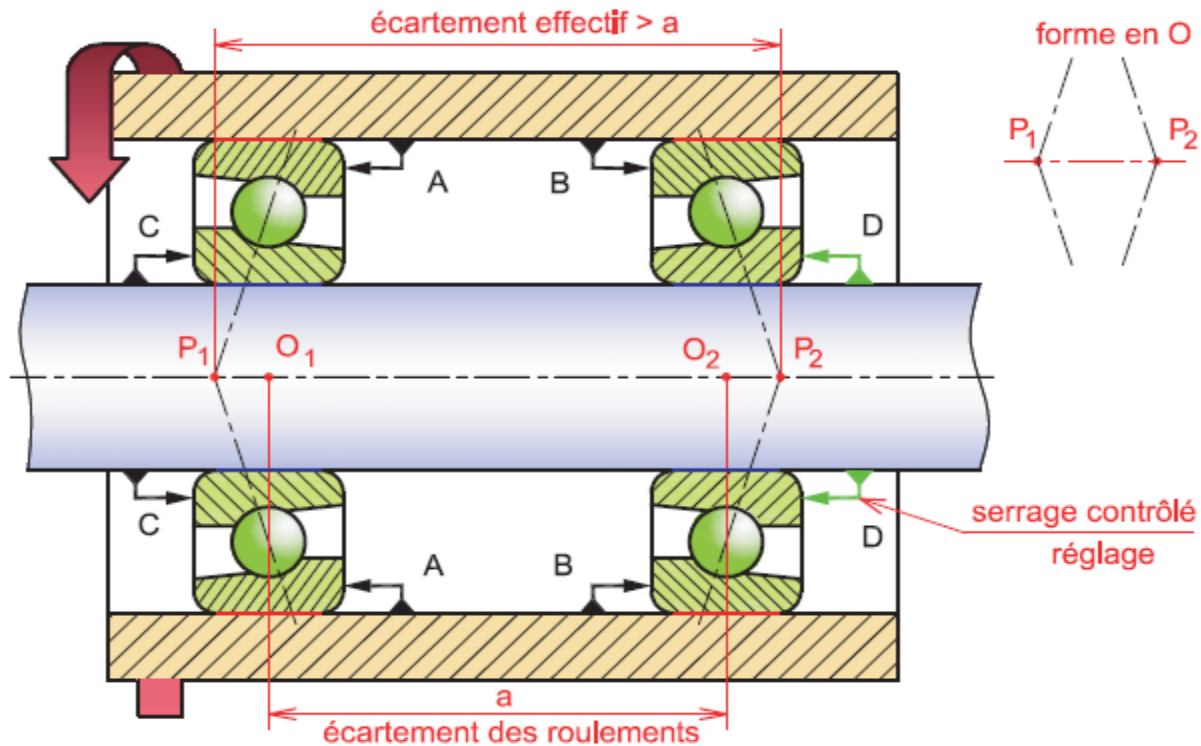
- les moyeux sont tournants.
- on recherche une grande rigidité d'ensemble de la liaison.
- l'écart entre les deux roulements est important

Le réglage du jeu interne est réalisé sur les bagues intérieures.

Les dilatations de l'arbre ayant tendance à diminuer la charge sur les roulements, cela tend à augmenter le jeu interne

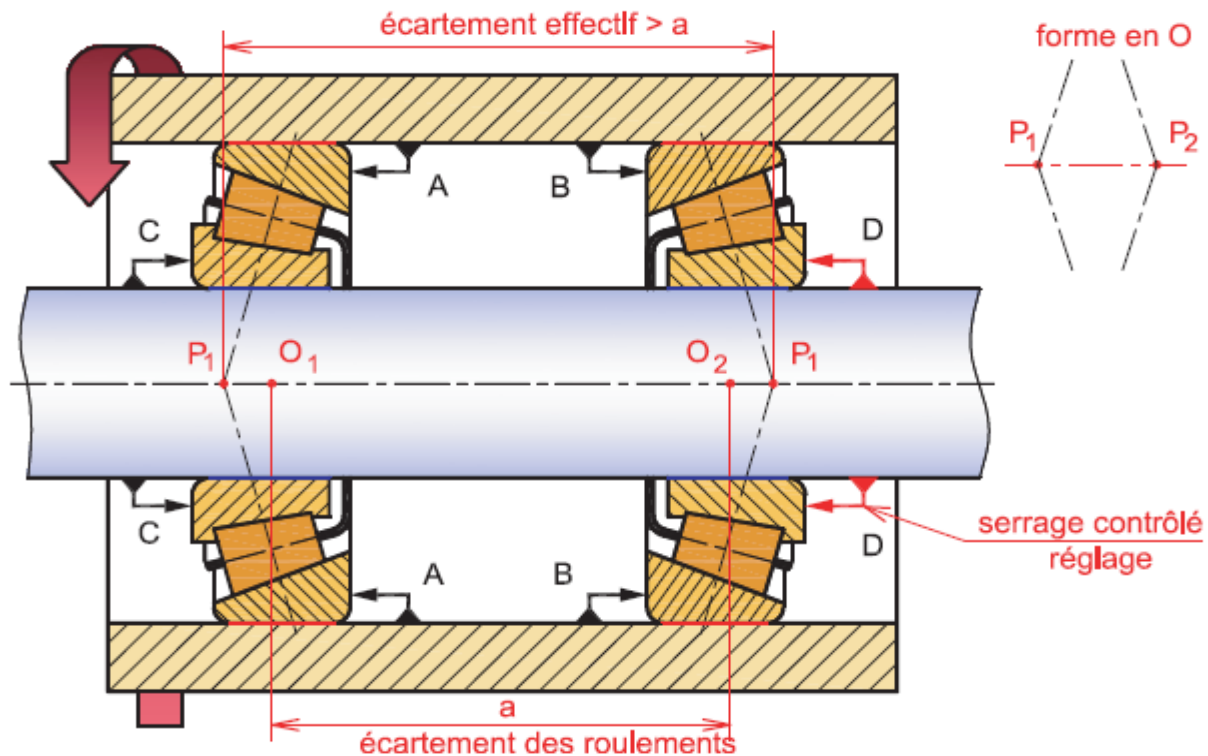
# Type de montage

## Montage en «O» du roulement à une rangée de billes, à contact oblique



# Type de montage

## Montage en «O» du roulement à rouleaux coniques



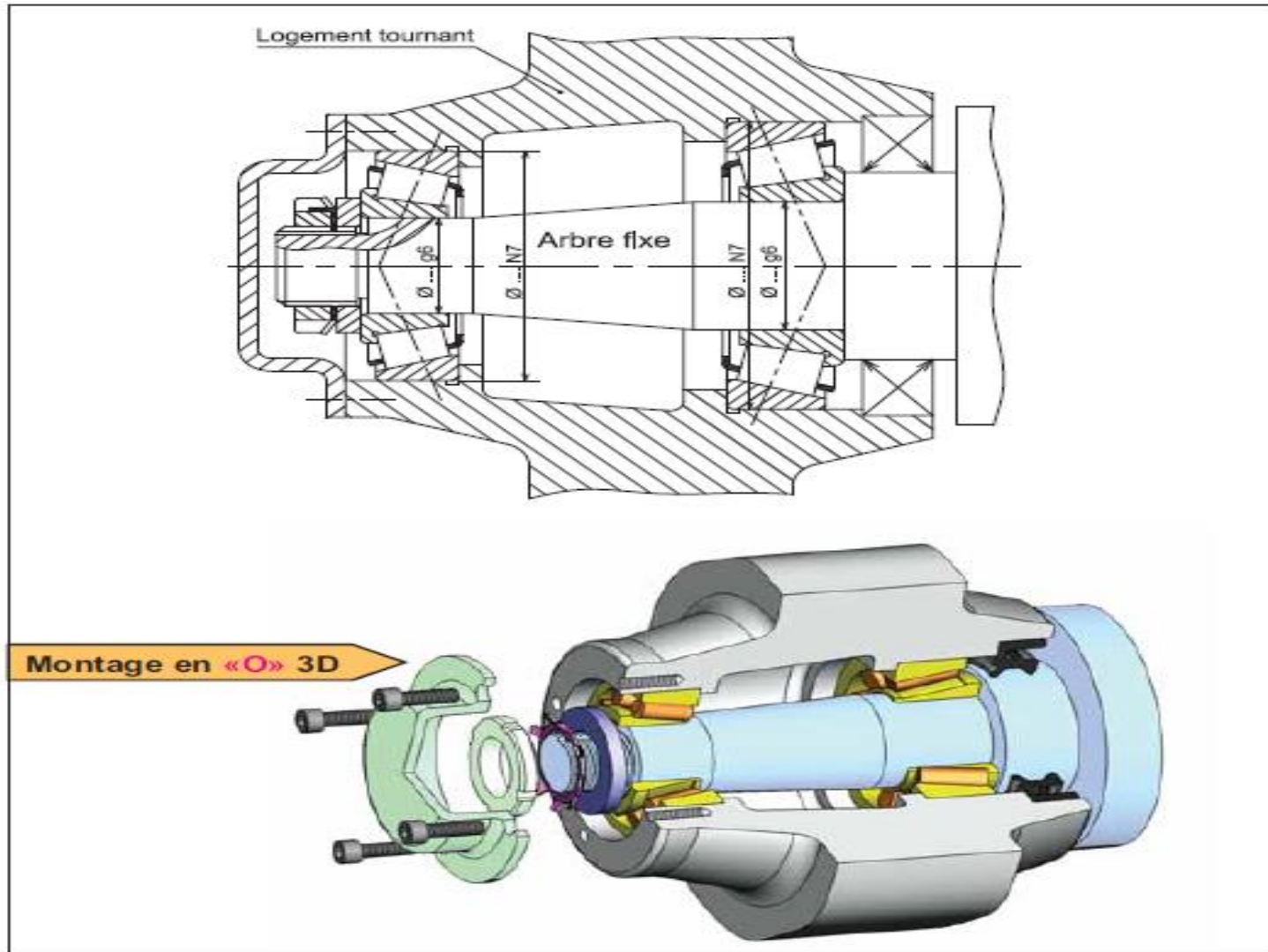




# Type de montage

Fixation latérale des bagues	Ajustements
Les bagues intérieures avec l'arbre : Obstacle <b>C</b> et réglage axial du jeu du fonctionnement en <b>D</b>	Les bagues intérieures fixes sont montées <b>GLISSANTES</b> . Tolérance de l'arbre : <b>g6</b>
Les bagues extérieures avec le moyeu : Obstacles <b>A</b> et <b>B</b>	Les bagues extérieures tournantes sont montées <b>SERREES</b> . Tolérance de l'alésage : <b>N7</b>

# Type de montage





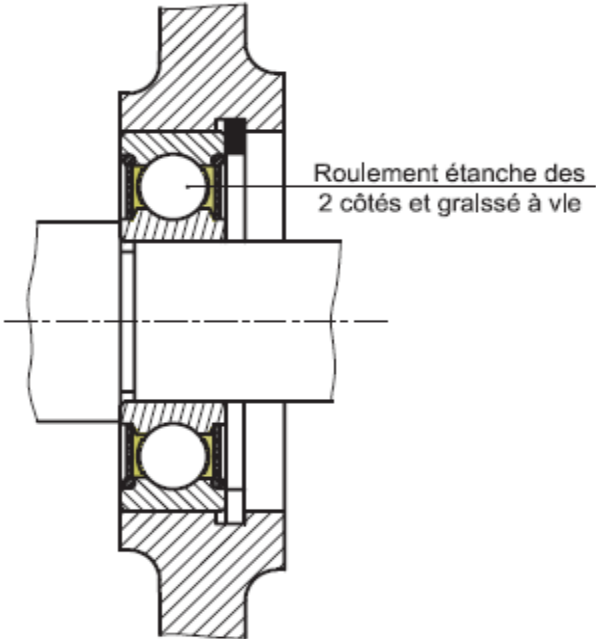
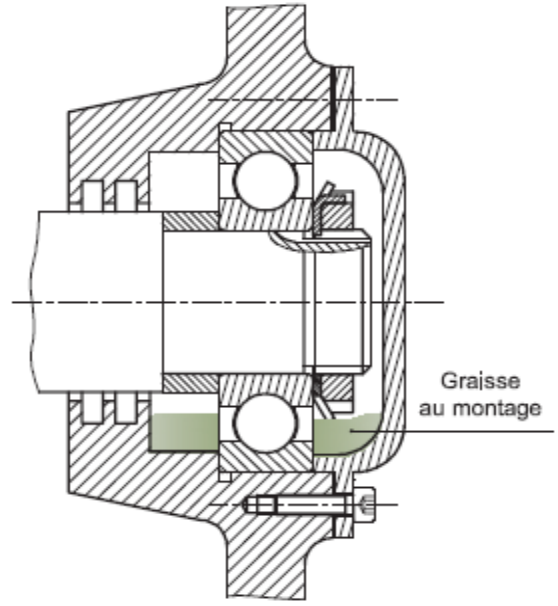
# Lubrification

---

## **Lubrification à la graisse :**

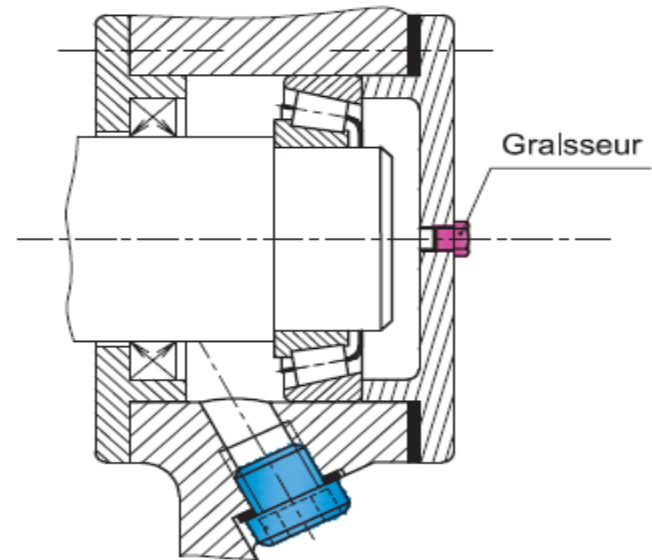
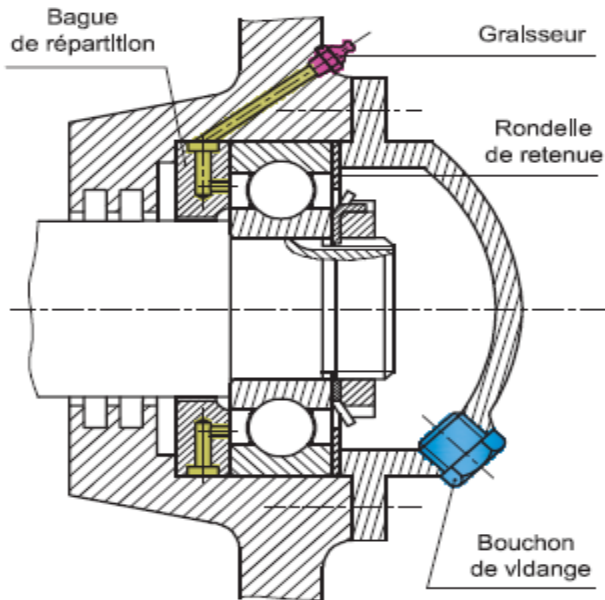
Elle protège les roulements contre la corrosion, assure une certaine étanchéité en s'opposant à l'entrée des impuretés et permet un démarrage doux.

# Lubrification

Graissage à vie	Graissage au montage
 <p>Roulement étanche des 2 côtés et graissé à vie</p>	 <p>Graisse au montage</p>
<p>Graissage à vie pour plusieurs années: Ce mode de graissage convient pour des appareils domestiques, des petits moteurs électriques, etc.</p>	<p>Le graissage est effectué au montage ou lors des révisions d'entretien. Un dispositif de graissage est inutile.</p>

# Lubrification

## Graissage par graisseur



On prévoit un dispositif de “graissage”. Il permet à la graisse de déboucher de préférence à la partie inférieure du roulement.

On prévoit un logement pour la graisse usagée et la possibilité de l'évacuer après plusieurs graissages.

Pour les roulements à rouleaux coniques, l'arrivée de la graisse se fait du côté du petit diamètre des galets. On assure ainsi une circulation automatique de la graisse, sous l'effet de pompage, due aux surfaces coniques des roulements.



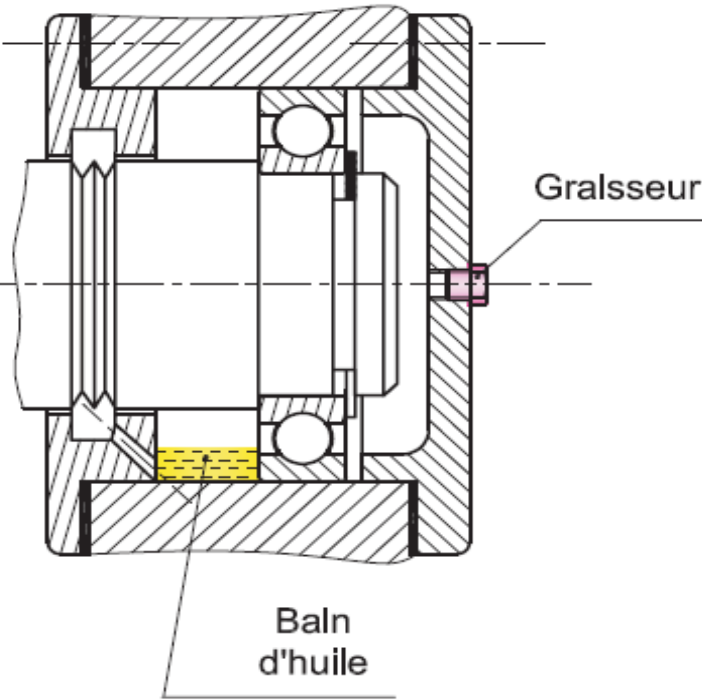
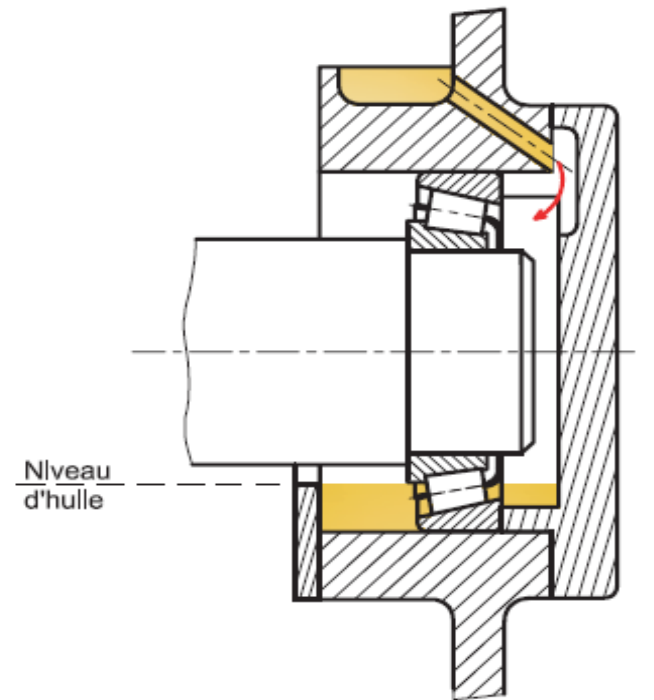
# Lubrification

---

La lubrification à l'huile est utilisée dans les cas suivants :

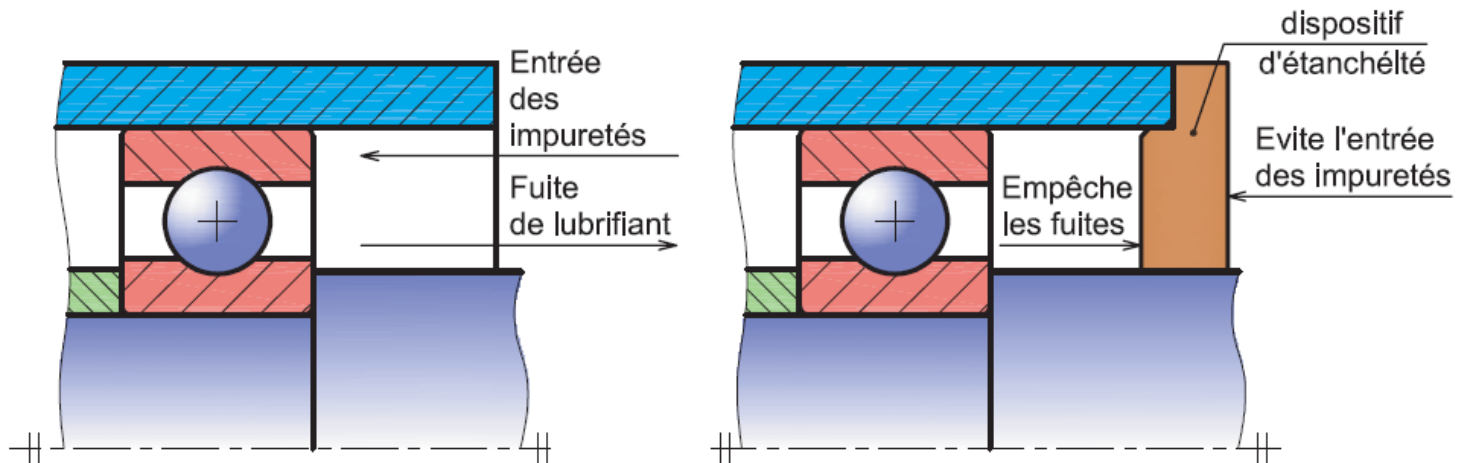
- \* vitesse très élevée;
- \* paliers très chargés;
- \* température très élevée

# Lubrification

Lubrification par bain d'huile	Lubrification par projection d'huile
 <p>The diagram shows a cross-section of a mechanical assembly with a shaft and bearings. A reservoir at the bottom contains a pool of oil labeled 'Bain d'huile'. A component labeled 'Graisseur' is shown on the right side of the housing. The oil level is indicated by a dashed line.</p>	 <p>The diagram shows a similar mechanical assembly. A reservoir at the bottom contains a pool of oil labeled 'Niveau d'huile'. A component on the right is shown spraying oil upwards onto the bearings, indicated by a red arrow. The oil level is indicated by a dashed line.</p>
<p>Pour éviter un échauffement trop important des paliers, on limite le niveau d'huile au voisinage du centre de l'élément roulant le plus bas</p>	<p>Des organes mécaniques en mouvement se chargent d'huile par «barbotage» dans un carter. Sous l'action de la force centrifuge, l'huile est soit projetée directement sur les roulements, soit recueillie dans un larmier qui amène l'huile aux roulements.</p>

# Etanchéité

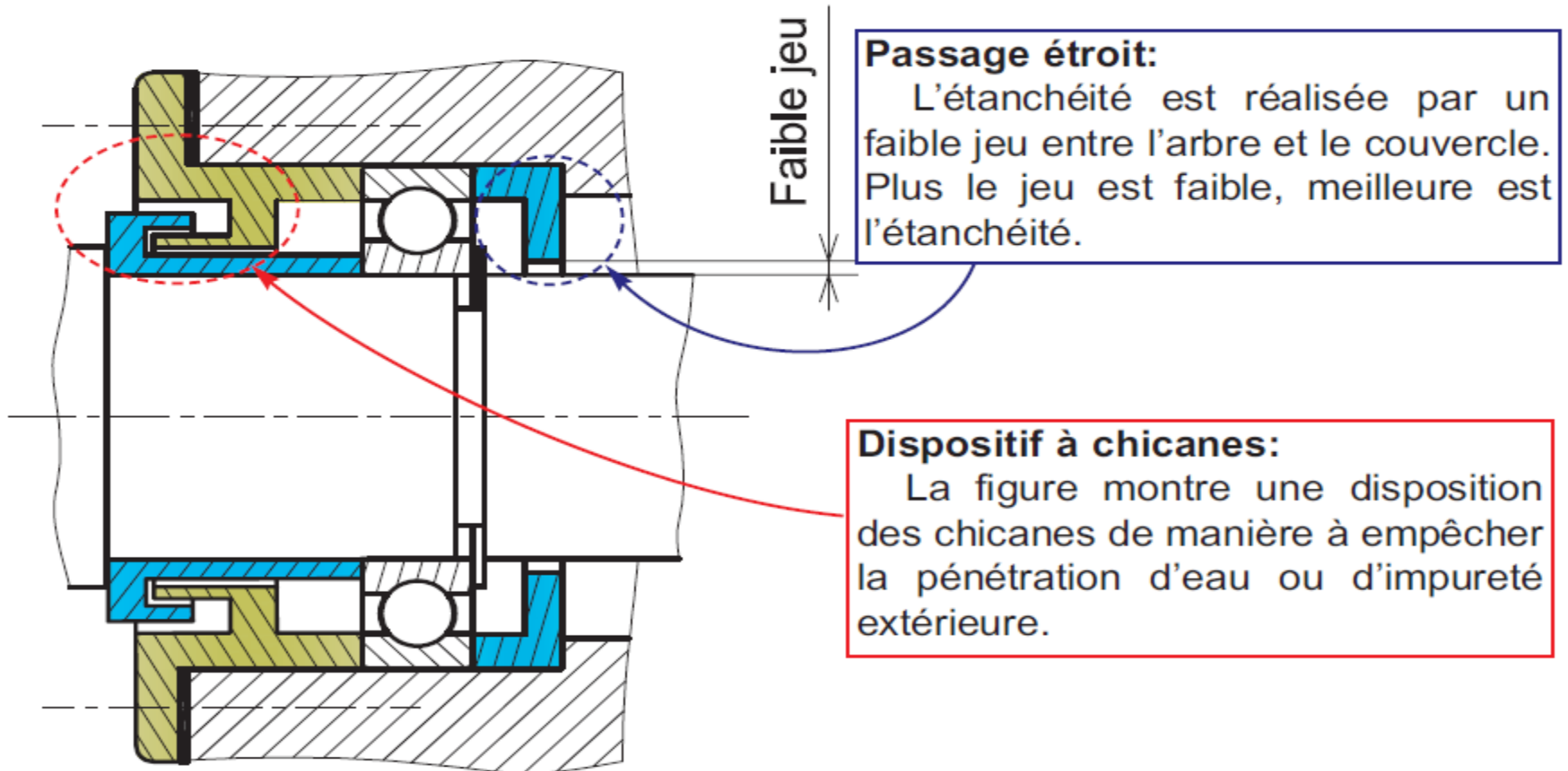
Pour fonctionner correctement, les roulements doivent être protégés des substances granuleuses dures (poussière, sable), de l'eau...  
Le dispositif d'étanchéité empêche la fuite du lubrifiant





# Etanchéité

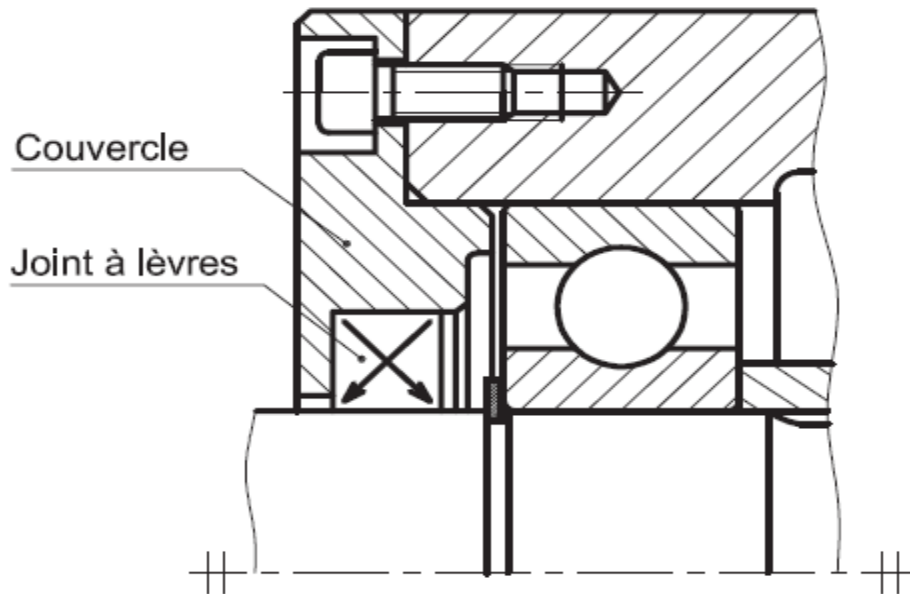
a- Dispositifs sans frottement pour lubrification à la graisse :



# Etanchéité

b- Dispositifs avec frottement pour lubrification à la graisse ou à l'huile :  
**Joints à lèvres à frottement radial :**

Exemple de montage d'un joint à lèvres

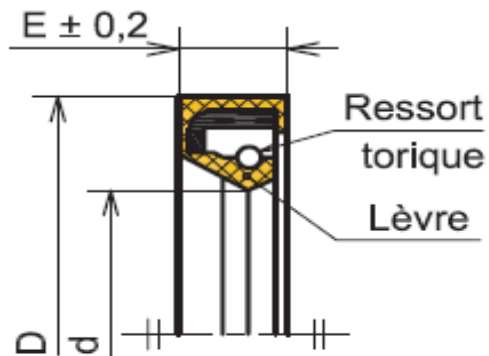


Joint à lèvres



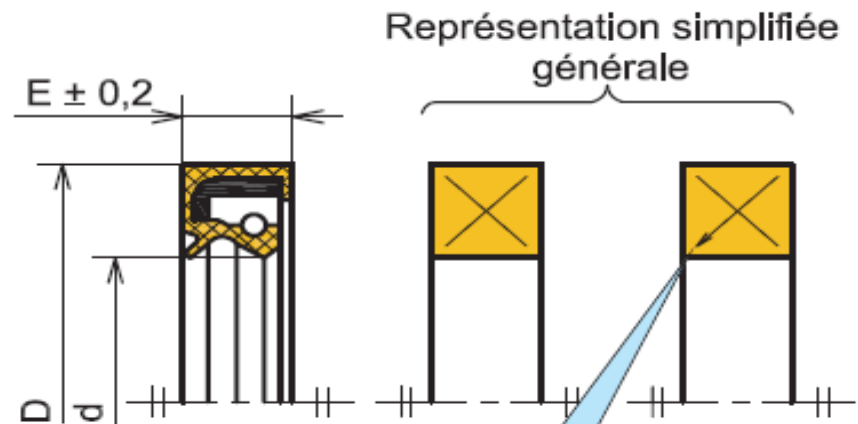
# Étanchéité

Joint à une seule lèvre (Type A)



Ils assurent une étanchéité dans un seul sens par contact sur l'arbre.

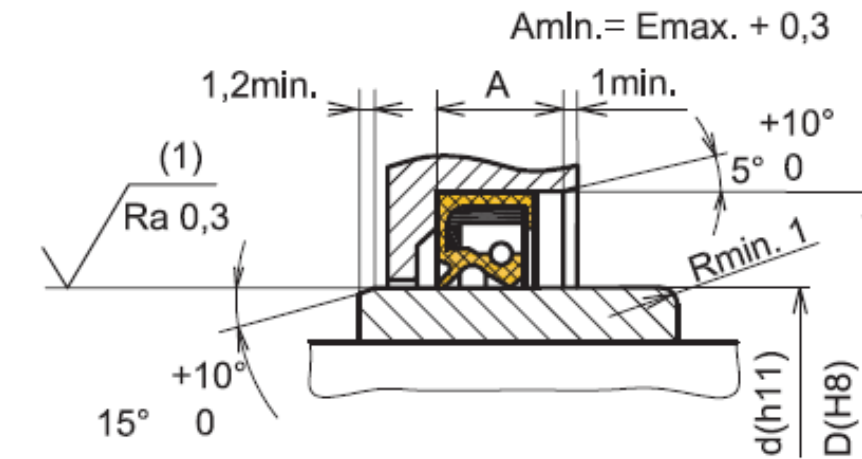
Joint à deux lèvres (Type AS)



Ils assurent une étanchéité dans un seul sens avec, en plus, une protection dite « anti-poussière » dans l'autre sens.

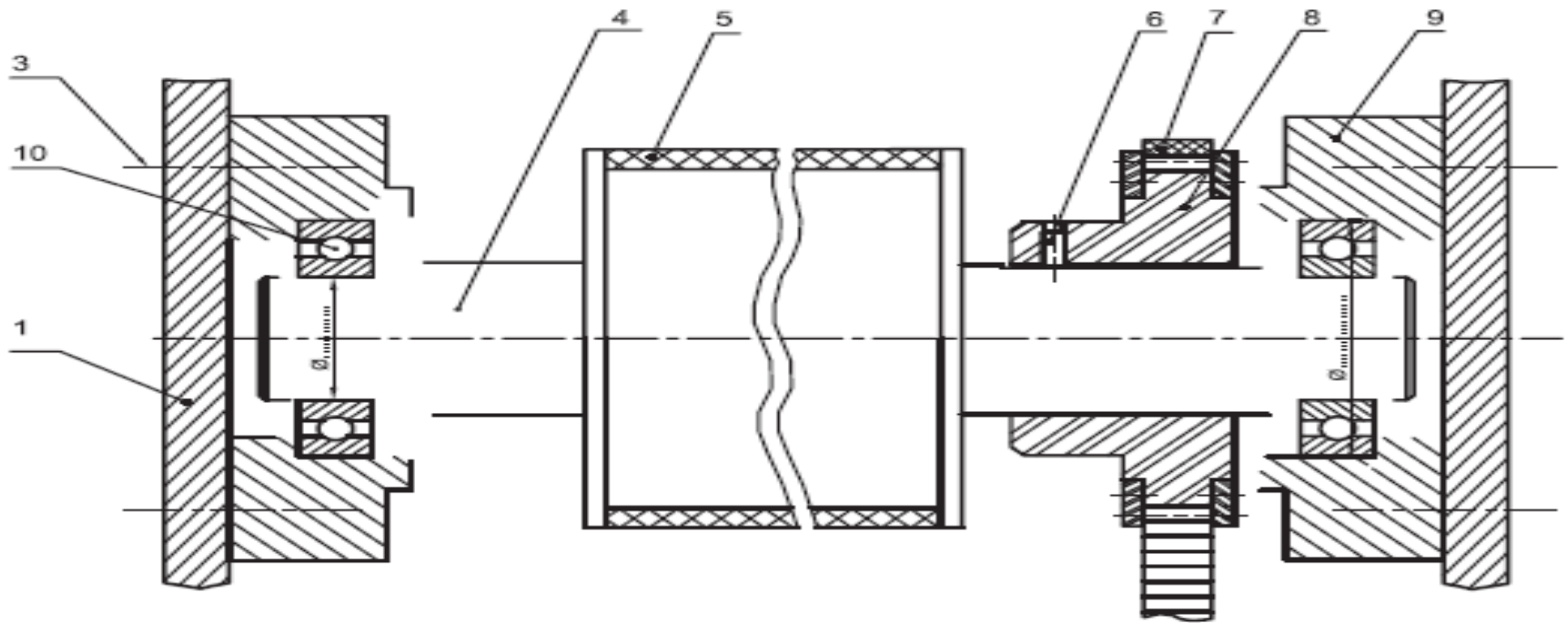
# Étanchéité

## Conditions de montage



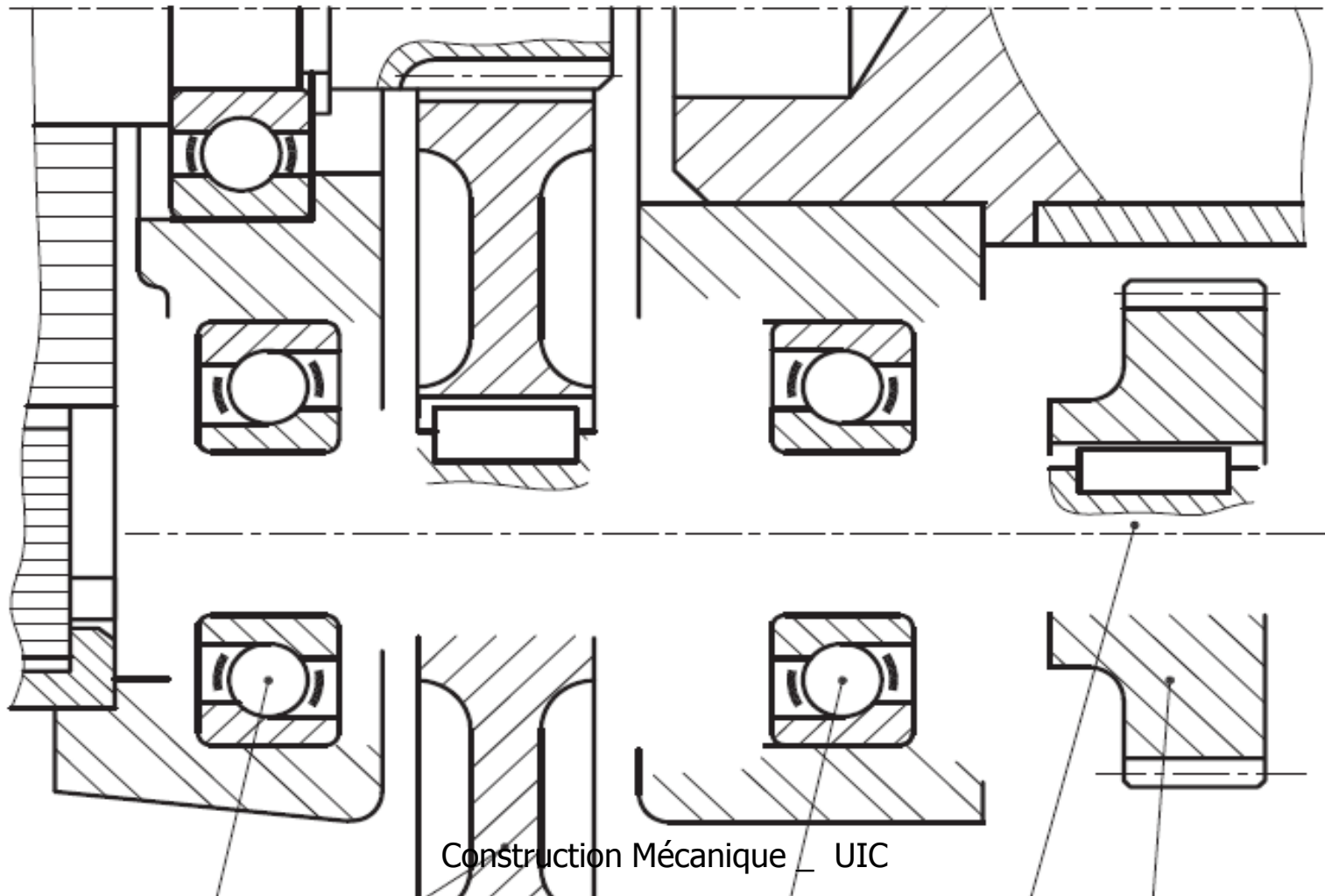
(1) Sans stries hélicoïdales

# Exercice 1



Echelle 1:2

# Exercice 2



# Corrigé de l'exercice 2

