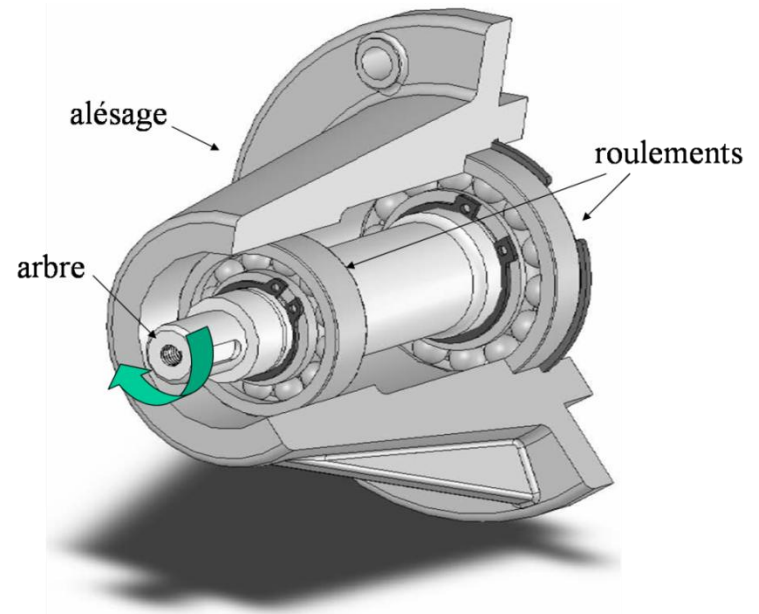
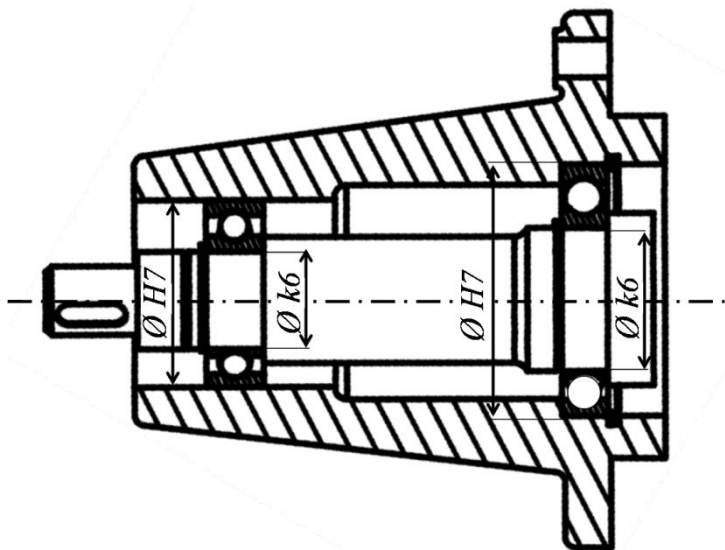


Assemblage des pièces

Analyse technologique des liaisons pivot avec roulements

A la fin de ce cours, vous devez être capable de :

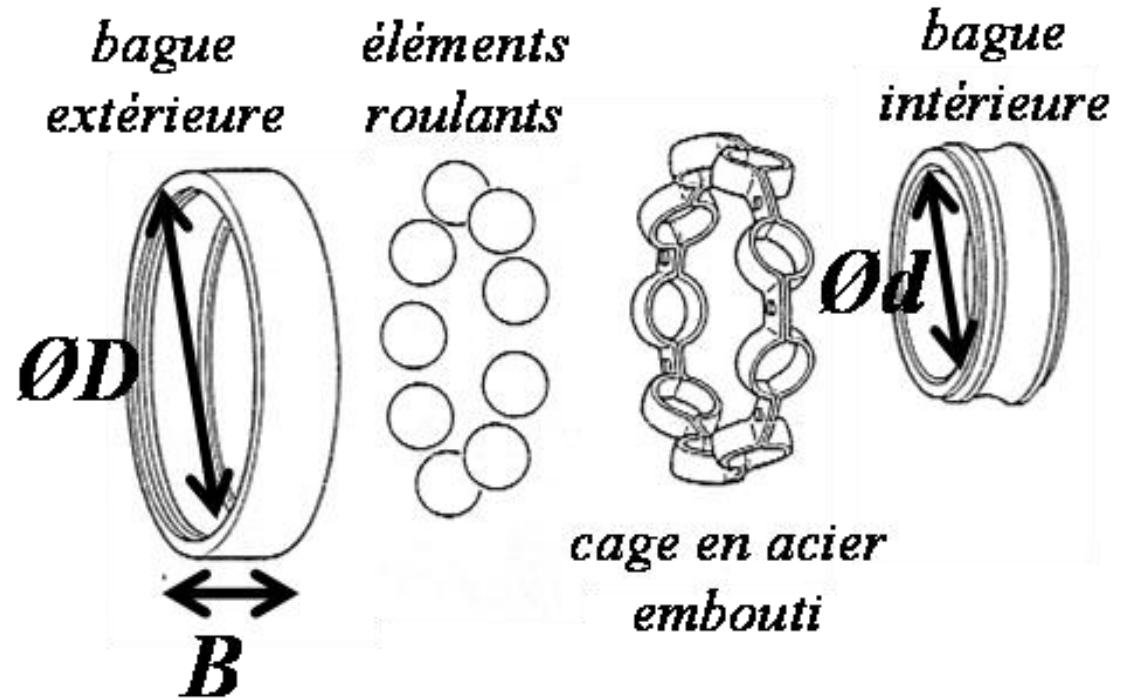
- justifier **le choix** des roulements
- justifier **le montage** des roulements dans une liaison pivot,
- représenter un montage complet d'une liaison pivot avec roulements et préciser ses **conditions de fonctionnement** : *ajustement, étanchéité, lubrification, réglage éventuel ...*



1. Généralités sur les roulements

Roulement à billes à contact radial

le plus économique



Acier trempé **100 Cr 6**

Symbole

Types

ZZ EE NR K

Remarques : ils sont fabriqués suivant de nombreuses versions (9.20), en particulier:

- types protégés ou étanches Z ou E
- types à joints spéciaux (9.18)
- types à rainure pour segment d'arrêt N
- types à rainure et segment d'arrêt NR

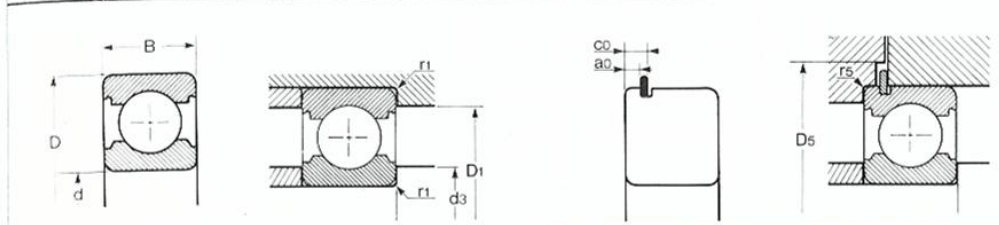
Utilisation : Voir les aptitudes au 9.2. Il a de bonnes capacités de charges axiales et radiales. Il permet de grandes vitesses de rotation.

Fa / Fr ≤ e	P = Fr		
Fa / Fr > e	P = 0,56 Fr + Y Fa		
Fa / Co	X	Y	e
0,014	0,56	2,3	0,19
0,028		1,99	0,22
0,056		1,71	0,26
0,084		1,55	0,28
0,11		1,45	0,30
0,17		1,31	0,34
0,28		1,15	0,38
0,42		1,04	0,42
0,56		1,00	0,44

Charge équivalente statique
La plus grande des deux valeurs
Po = Fr et Po = 0,6 Fr + 0,5 Fa

Désignation

Rlt : $\varnothing d - \varnothing D - B$



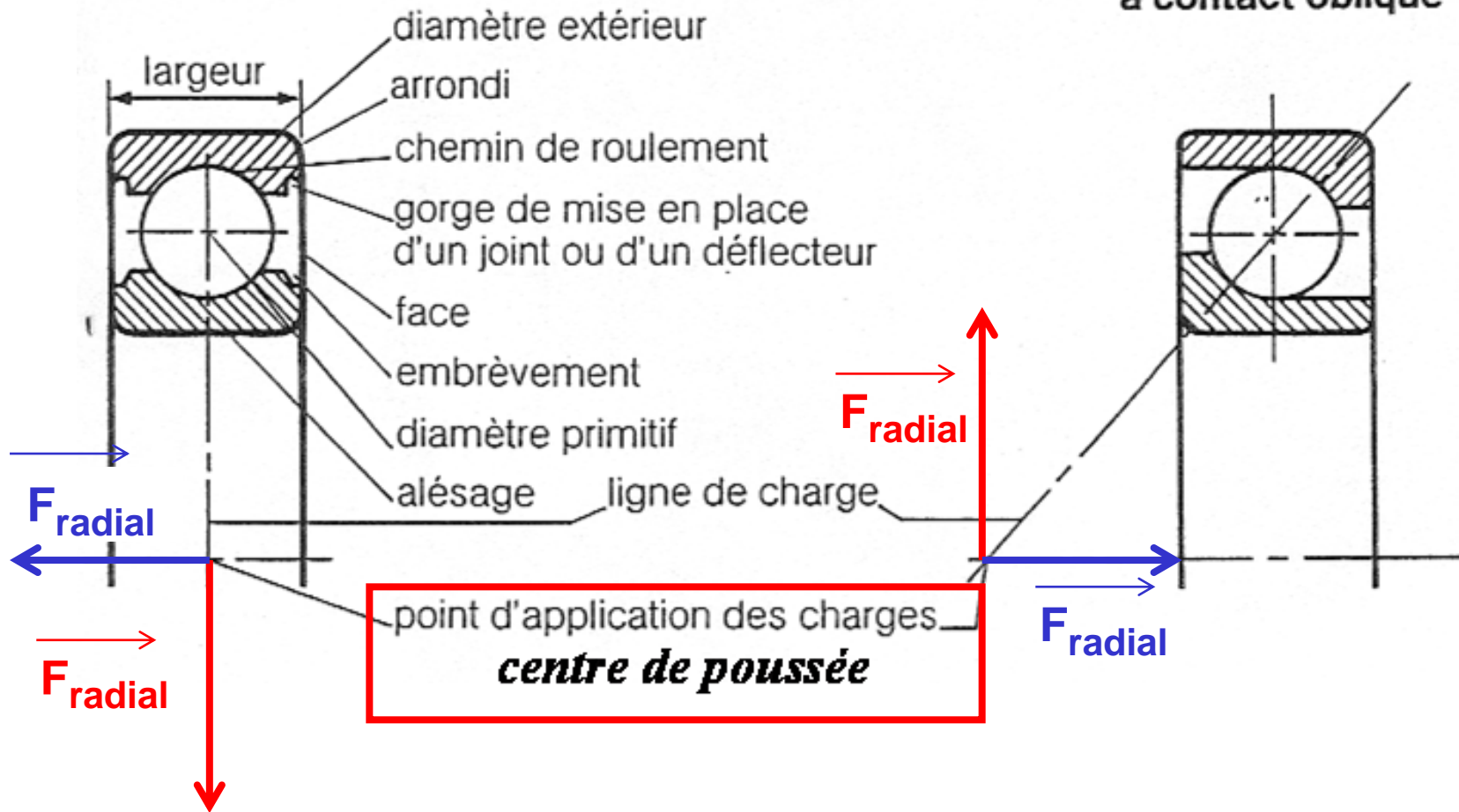
DIMENSION (mm)			CHARGE DE BASE (10 ³ N)		Vitesse (tr/min)			EPAULEMENTS ET CONGES (mm)					Cotes de montage complémentaires pour roulements type NR (mm)					
d	D	B	dyn C	stat Co	graisse		huile	d3		D1		r1	a0		c0		D5	r5
					rout ^l Z et ZZ	rout ^l E et EE		mini	maxi*	mini*	maxi	maxi	max	min	max	min	min	max
3	10	4	0,71	0,26	46 000	31 000	54 000	5,0	5,1	7,9	8,0	0,15						
4	13	5	1,30	0,49	36 000	24 000	43 000	5,5	5,7	11,4	11,5	0,20						
	16	5	1,88	0,68	37 000	25 000	45 000	6,0	6,5	12,5	14,0	0,30						
5	16	5	1,88	0,68	36 000	24 000	43 000	7,0	7,1	13,9	14,0	0,30						
	19	6	2,46	1,05	31 000	21 000	37 000	7,0	8,0	15,5	17,0	0,30						
6	19	6	2,46	1,05	30 000	22 000	36 000	8,0	8,1	16,9	17,0	0,30						
7	19	6	2,46	1,05	37 000	22 000	42 000	9,0	9,2	16,9	17,0	0,30						
	22	7	3,30	1,36	26 000	21 000	31 000	9,0	10,5	19,8	20,0	0,30						
8	22	7	3,30	1,36	32 000	21 000	37 000	10,0	10,5	19,3	20,0	0,30						
9	24	7	3,65	1,64	29 000	20 000	33 000	11,0	11,5	21,9	22,0	0,30						
	26	8	4,60	1,97	21 000	19 000	26 000	12,9	13,1	21,9	22,1	0,60						
10	26	8	4,60	1,97	31 000	21 000	36 000	12,0	12,8	23,6	24,0	0,30						
	30	9	5,00	2,65	25 000	17 000	31 000	14,0	14,6	25,8	26,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	36,0	0,6
	35	11	8,10	3,45	22 000	15 000	27 000	14,0	16,6	29,2	31,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	41,0	0,6
12	28	8	5,10	2,37	27 000	18 000	32 000	14,0	14,8	25,6	26,0	0,30						
	32	10	6,90	3,10	23 000	15 000	28 000	16,0	16,5	27,9	28,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	38,0	0,6
	37	12	9,70	4,20	20 000	13 000	24 000	17,9	18,1	31,3	31,5	1,00	2,06	1,90	3,18	2,92	42,5	0,6
15	32	8	5,60	2,85	23 000		28 000	17,0	18,3	29,1	30,0	0,30						
	32	9	5,60	2,85	23 000	15 000	28 000	17,0	18,3	29,1	30,0	0,30	2,06	1,90	3,18	2,92	38,0	0,3
	35	11	7,70	3,75	20 000	13 000	25 000	19,0	19,6	31,0	31,2	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	41,0	0,6
	42	13	11,30	5,40	18 000	12 000	21 000	21,0	21,2	36,1	36,3	1,00	2,06	1,90	3,18	2,92	47,5	0,6
17	35	8	6,00	3,25	21 000		25 000	19,0	20,7	31,7	33,0	0,30						
	35	10	6,00	3,25	21 000	14 000	25 000	19,0	20,7	31,7	33,0	0,30	2,06	1,90	3,18	2,92	41,0	0,3
	40	12	9,60	4,75	18 000	12 000	22 000	21,0	22,4	35,0	36,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	46,0	0,6
	47	14	13,50	6,60	16 000	11 000	19 000	23,0	24,5	40,3	41,0	1,00	2,46	2,31	3,58	3,33	54,0	0,6
	62	17	22,70	10,80	12 000		15 000	25,0	30,3	48,7	54,0	1,10	3,28	3,07	4,98	4,67	69,0	0,6
20	42	8	9,40	5,00	15 000		21 000	22,0	25,1	37,1	40,0	0,30						
	42	12	9,40	5,00	18 000	12 000	21 000	24,0	25,1	37,1	38,0	0,60	2,06	1,90	3,18	2,92	47,5	0,6
	47	14	12,80	6,60	15 000	10 000	19 000	26,0	26,2	41,1	41,3	1,00	2,46	2,31	3,58	3,33	54,0	0,6

* Valeurs d'épaulements permettant le démontage

1. Généralités sur les roulements

Roulement à billes

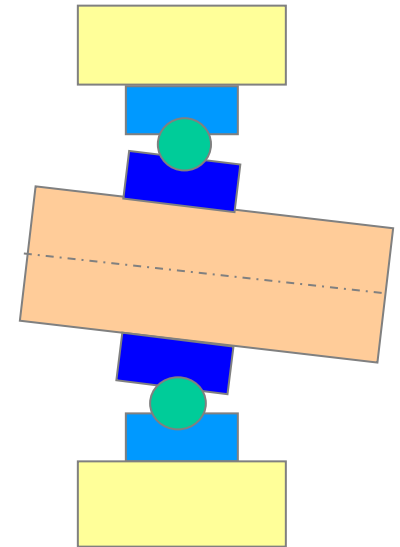
Roulement à billes à contact oblique




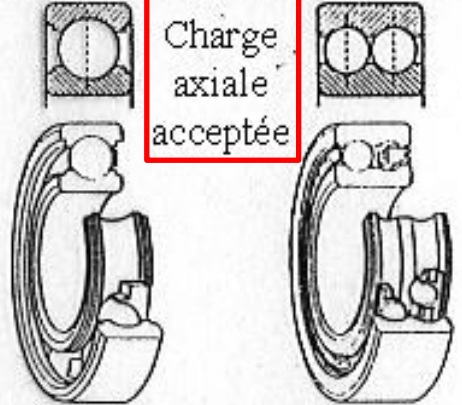

2. Critères de choix des différents types de roulements

Les critères de choix sont nombreux :

- **direction de la charge supportée** : axiale, radiale ou combinée,
- **intensité de la charge supportée** :
la capacité de charge d'un roulement (statique ou dynamique)
- **vitesse de rotation** : fonction de
 - la taille du roulement
 - nature des éléments roulants
 - type de lubrification,
(graisse à faible vitesse, huile à grande vitesse)
- **durée de vie souhaitée L** (voir cours Spé...)
- **angle de rotulage, encombrement, prix...**



2. Critères de choix des différents types de roulements

	CHARGE MOYENNE ROULEMENTS A BILLES	CHARGE ELEVEE ROULEMENTS A ROULEAUX
 Charge radiale	 Roulements à contact radial à une ou deux rangées de billes	Aucune charge axiale acceptée  Roulements à rouleaux cylindriques

Charge axiale acceptée

Aucune charge axiale acceptée

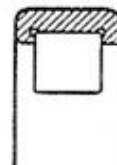
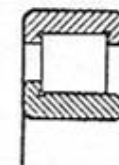
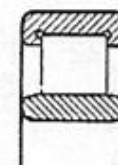
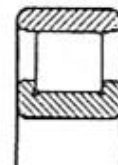
Bagues séparées

type N


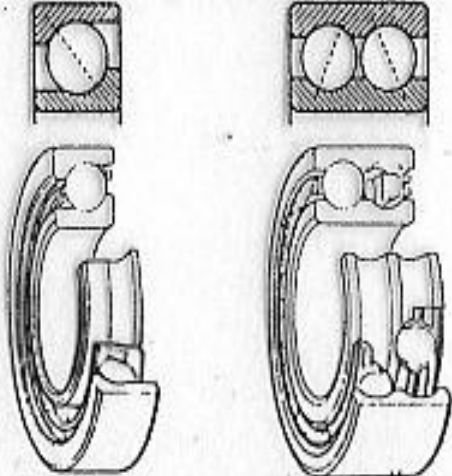
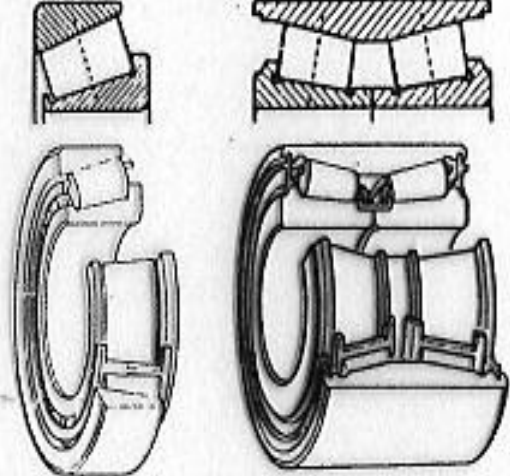
type NU

type NJ





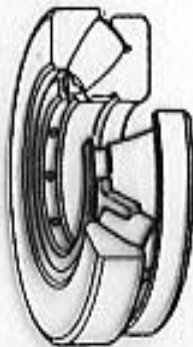
type RNU



2. Critères de choix des différents types de roulements

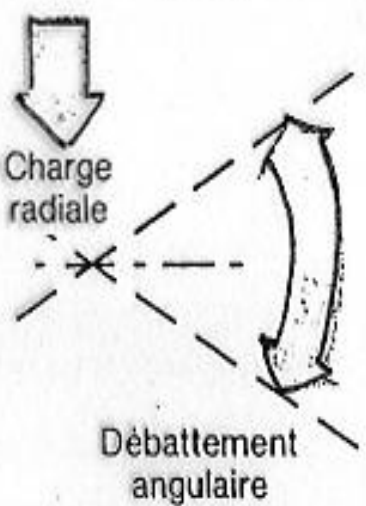


	CHARGE MOYENNE ROULEMENTS A BILLES	CHARGE ELEVEE ROULEMENTS A ROULEAUX
 <p>Charge combinée axiale + radiale</p>	 <p>Roulements à contact oblique à une ou deux rangées de billes</p>	 <p>Roulements à rouleaux coniques à une ou deux rangées de rouleaux</p>

2. Critères de choix des différents types de roulements

	CHARGE MOYENNE ROULEMENTS A BILLES	CHARGE ELEVEE ROULEMENTS A ROULEAUX
 Charge axiale	  Butées à billes	Faible charge radiale acceptée   Butées à rouleaux sphériques

Vitesse limite de rotation faible

2. Critères de choix des différents types de roulements

	CHARGE MOYENNE ROULEMENTS A BILLES	CHARGE ELEVEE ROULEMENTS A ROULEAUX
 <p>Charge radiale</p> <p>Débattement angulaire</p>	 <p>Roulements à rotule sur billes</p>	<p>Charge axiale acceptée</p>  <p>Roulements à rouleaux sphériques</p>

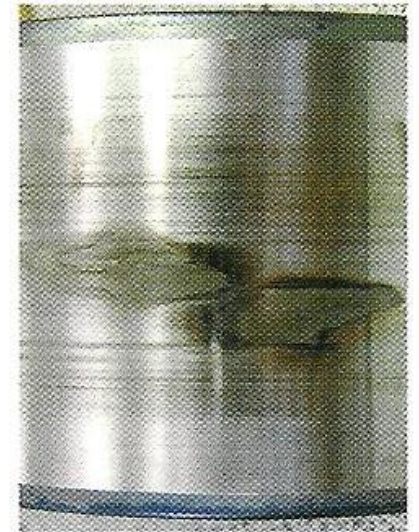
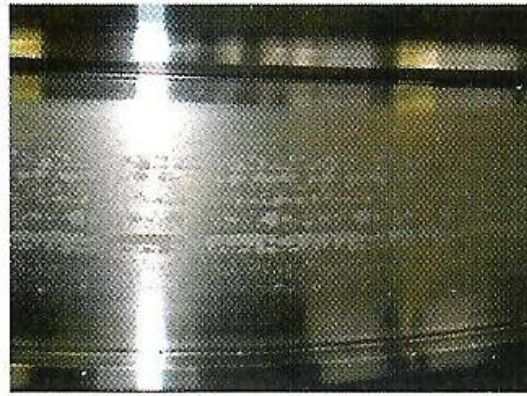
1. Généralités sur les roulements

Lubrification des roulements

Il est **impératif** de prévoir une lubrification lors de l'utilisation de roulements pour réaliser une liaison pivot



Fissures / Ecaillage



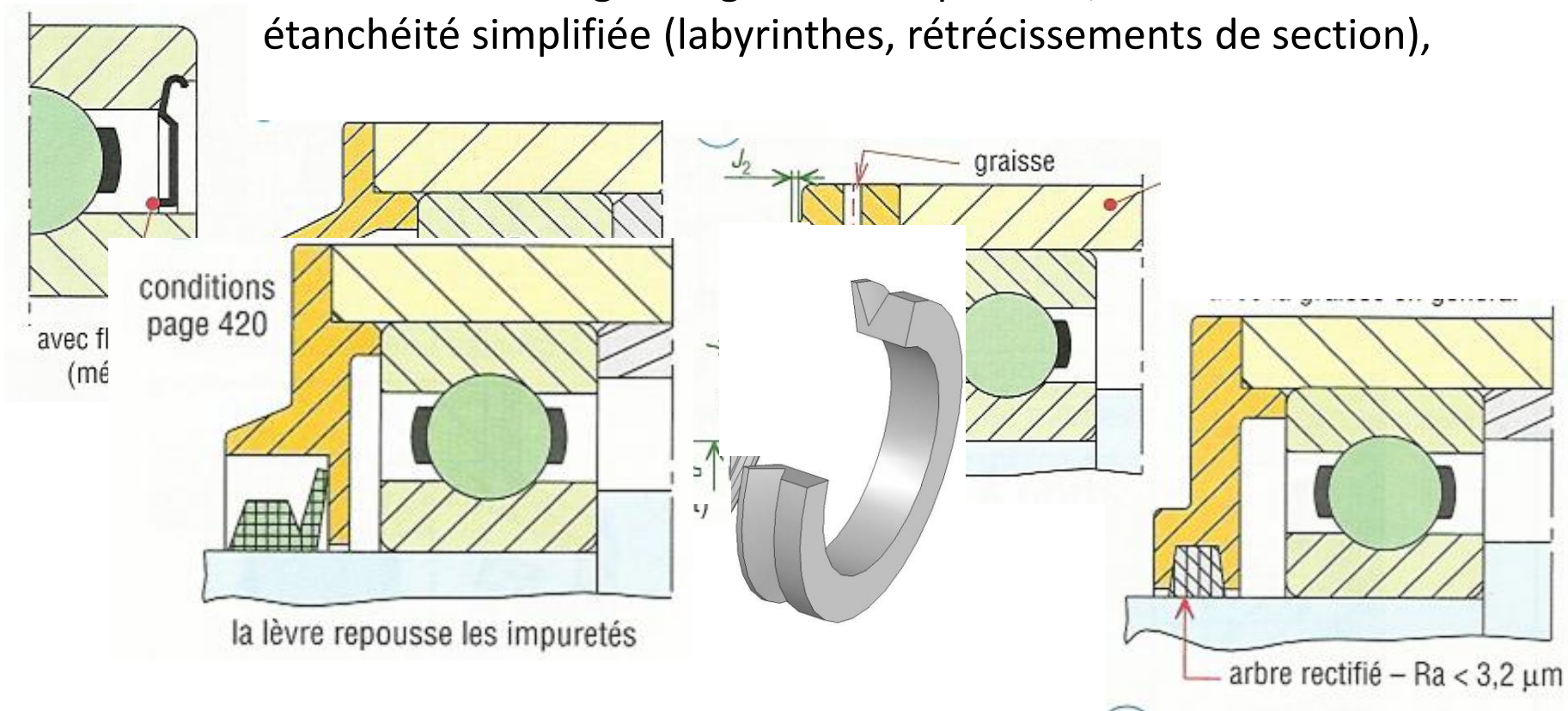
Glissement / Grippage

1. Généralités sur les roulements

Lubrification des roulements

Il est **impératif** de prévoir une lubrification lors de l'utilisation de roulements pour réaliser une liaison pivot

- par *graisse* : cas de **faible vitesse de rotation** (peu de calories à évacuer), intéressant car le graissage à vie est possible, étanchéité simplifiée (labyrinthes, rétrécissements de section),



1. Généralités sur les roulements

Lubrification des roulements

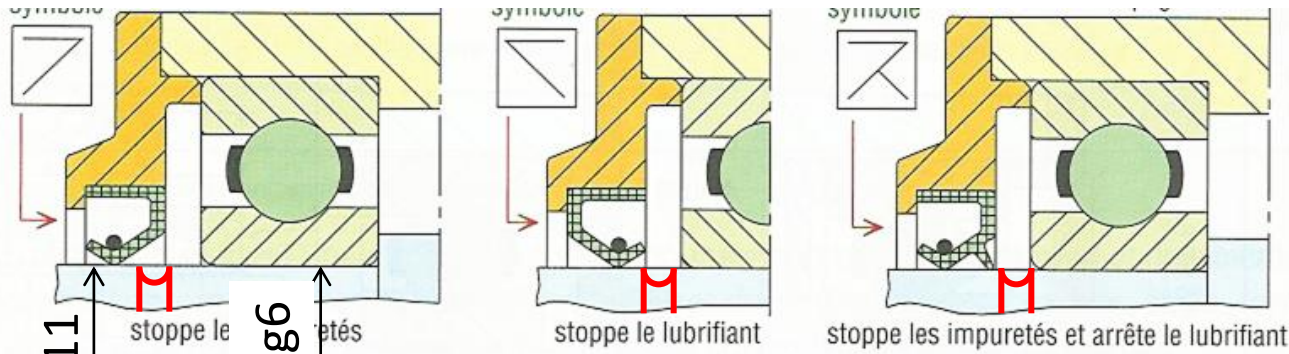
- par *huile* : cas de **vitesse de rotation élevée**, dissipation de chaleur nécessaire, si le roulement est intégré dans un mécanisme lubrifié à l'huile, l'étanchéité associée nécessite l'emploi de joints :

torique pour une vitesse faible,

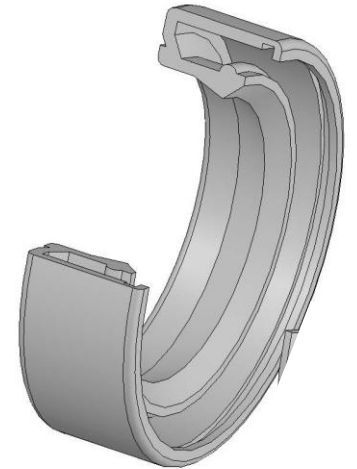
à lèvres pour une vitesse élevée,

défecteurs ou *passages étroits* pour une vitesse très élevées

Prévoir l'usinage d'une portée sur l'arbre (***surface fonctionnelle dédiée à l'étanchéité***)

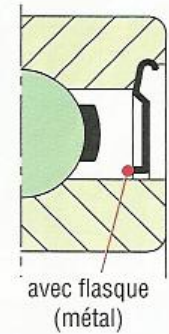


prévoir bouchons de remplissage, de niveau et de vidange



1. Généralités

	DISPOSITIFS FROTTANTS				DISPOSITIFS NON FROTTANTS		
	EFFET RADIAL		EFFET AXIAL		Rainure	Labyrinthe	Déflecteur
	Feutre	Joint métaloplastique	Joint mécanique	Joint à lèvres frontale			
Vitesse linéaire (m/sec.) maximale	4	Nitrile acrylique 15 Silicone 18 Elastomère fluoré 20	16	Ø 15 Ø 7	-	-	-
Température maximale d'utilisation (°C)	-40 +110	Nitrile acrylique -30 +110 Silicone -60 +160 Elastomère fluoré -40 +200	-40 +150	-30 +110	-	-	-
Désalignement maximal	0,01 rad ½°	0,01 rad ½°	0,01 rad ½°	0,02 rad 1°	0,001 rad 3'	0,001 rad 3'	0,001 rad 3'
Portée du joint	dureté	mini 30 HRC ou HV 300	mini 40 HRC ou 450 HV	portée intégrée au joint	-	-	-
	état de surface (Ra max)	3,2 µm	0,8 µm		Ø 0,8 µm Ø 3,2 µm	0,8 µm (arbre)	3,2 µm (arbre)
Points particuliers	- Imprégner feutre dans huile à 80°C avant montage. - Gorges normalisées.	- Prévoir chanfrein sur arbre pour faciliter engagement de lèvres. - Graisser portée et joint avant montage.	- Ce joint peut supporter des pressions relativement importantes.	L'utilisation de joints en elastomère fluoré permet d'étendre la plage de température et de vitesse.	- 3 rainures mini. - Jeu entre arbre et logement 0,3 à 0,5 au Ø jusqu'à Ø 50. Au-delà, jeu 0,8 à 1,2 mm.	- Jeu diamétral 0,3 à 0,5 pour Ø < 50. - 0,8 à 1,2 pour Ø > 50. - Jeu axial 1 à 2 pour Ø < 50 2 à 4 pour Ø > 50	
Applications	Paliers à roulement en deux parties.	Générale	Étanchéité aux fluides.	Étanchéité renforcée. Voir spécifications SNR.	Organe de précision. Grande vitesse. Ambiance peu polluée.	Organe de précision. Grande vitesse. Ambiance polluée.	Utilisé pour renforcer un autre type d'étanchéité. Agit par centrifugation
Recommandé pour lubrification	Graisse	Graisse	Graisse	Graisse	Graisse	Graisse	
		Huile	Huile		Huile	Huile	



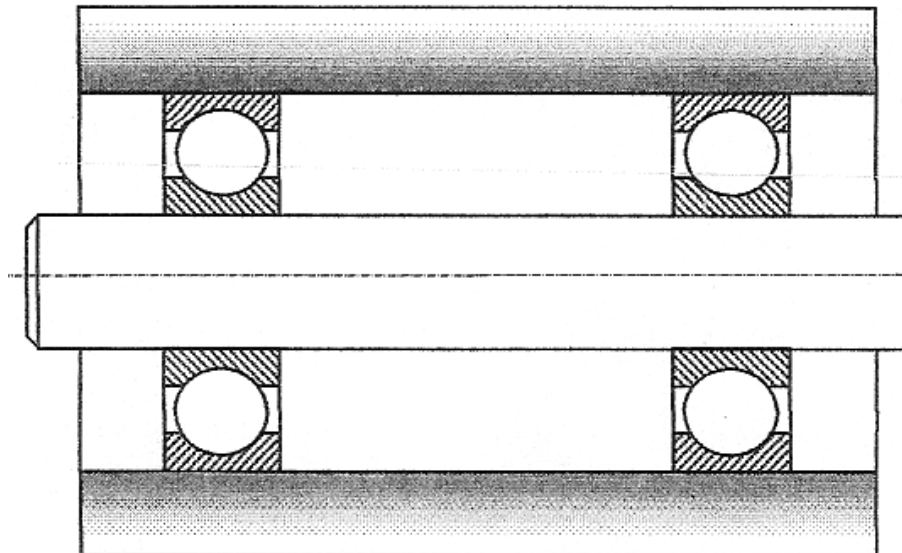
3. Règles de montages des roulements

Voir Fanchon chap

Montage de Rlts

Règles usuelles

Problématique :



Conclusion : 4 étapes liées à la conception d'une liaison pivot avec roulements



- *choix du type de roulement en fonction des sollicitations appliquées sur la liaison,*
- *choix des ajustements (bagues montées serrées, bagues montées libres),*
- *choix des arrêts en translation des bagues de roulement en suivant les 5 règles,*
- *choix de la lubrification et réalisation de l'étanchéité.*

et,

solution la plus simple possible !!

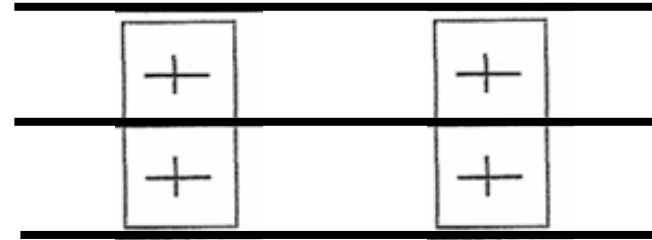
solution classique

3. Règles de montages des roulements

3.1 Exemples de schéma technologique de montage de roulements

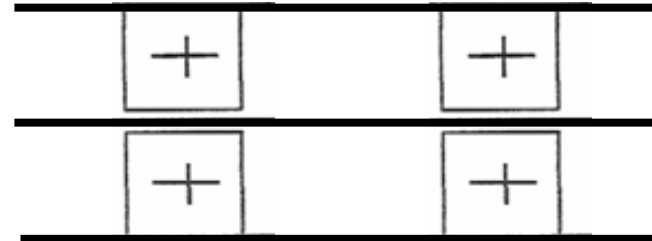
Bagues intérieures serrées

Bagues extérieures libres

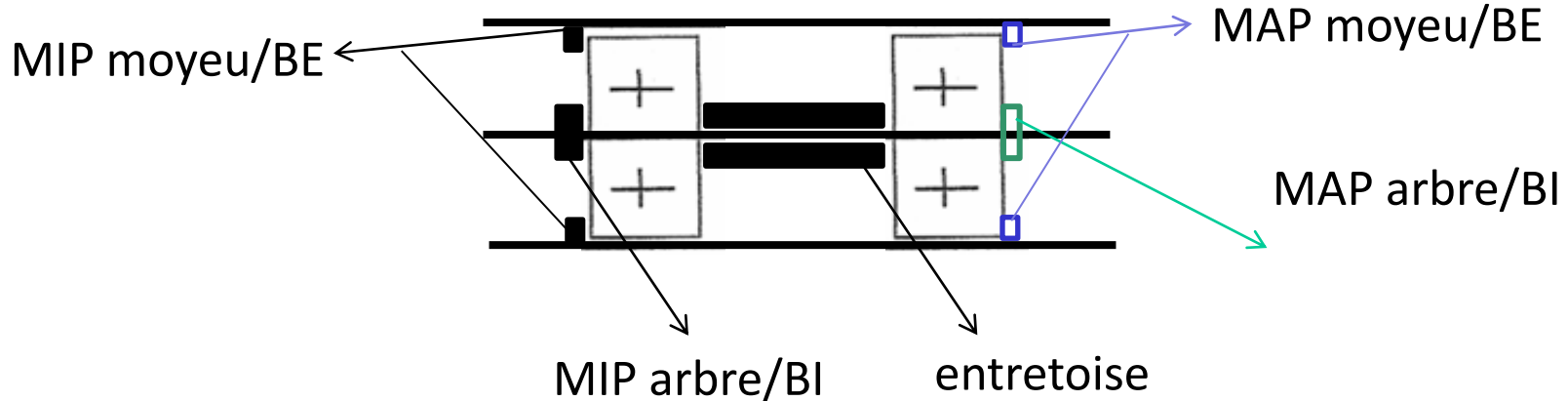


Bagues intérieures serrées

Bagues extérieures libres

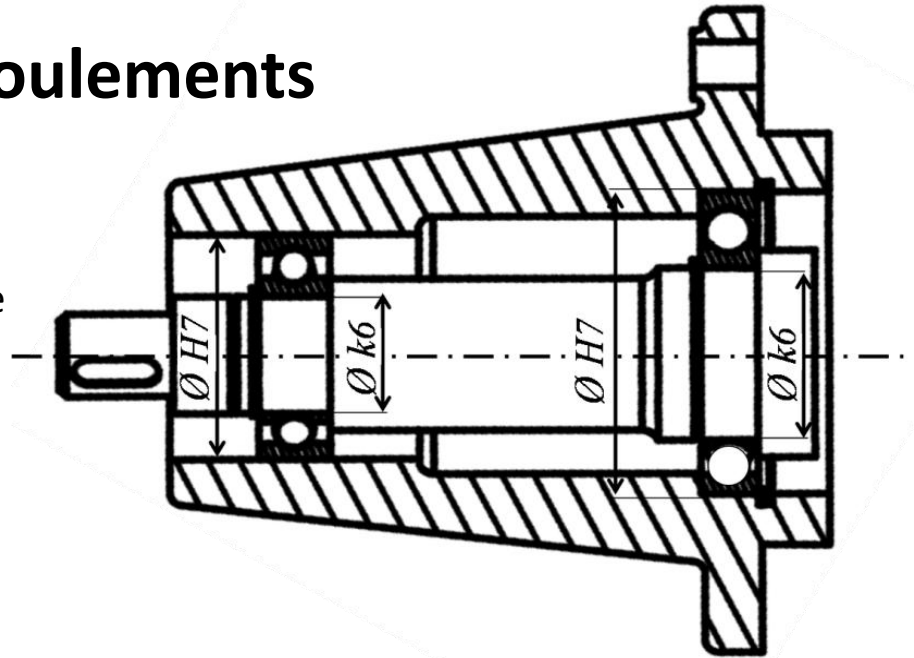


Conventions :



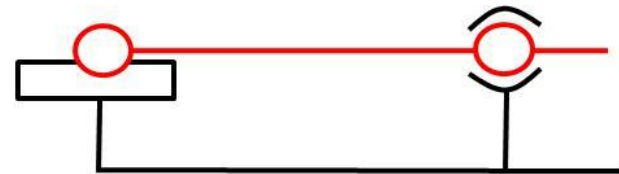
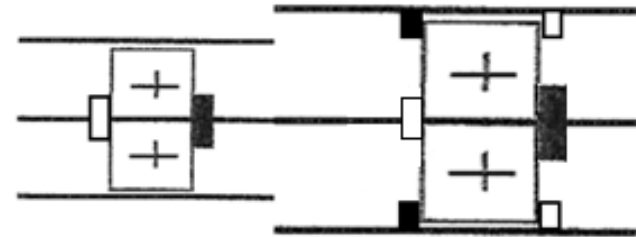
Analyse de montages de roulements

Arbre tournant /charge

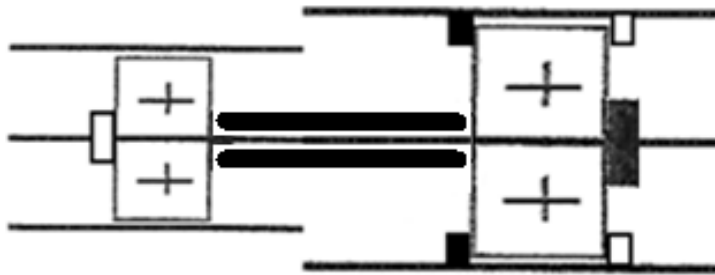
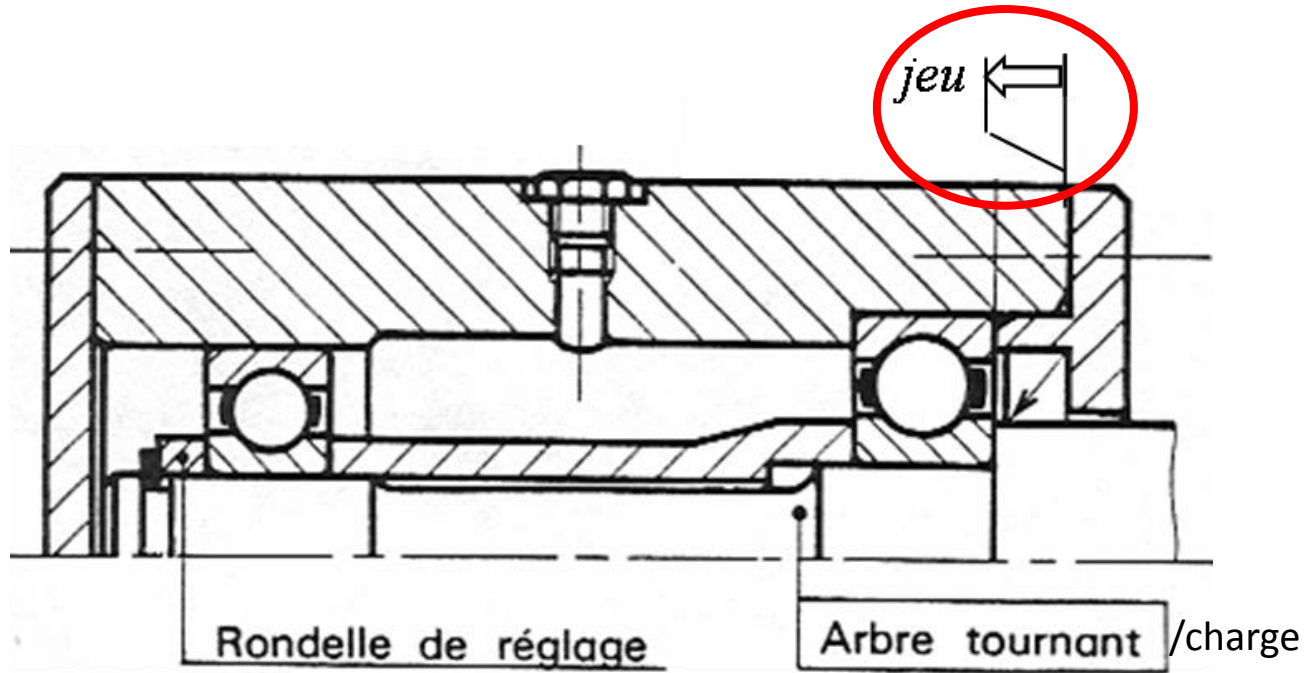


montage en « rotule + LA »

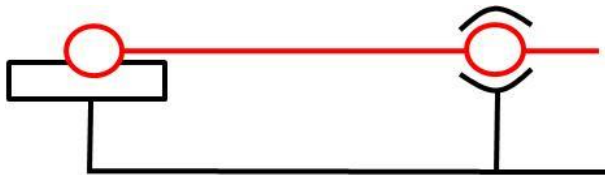
R^{lts} de $\varnothing \neq$



Analyse de montages de roulements



montage en « rotule + LA »
R^{lts} de $\varnothing \neq$

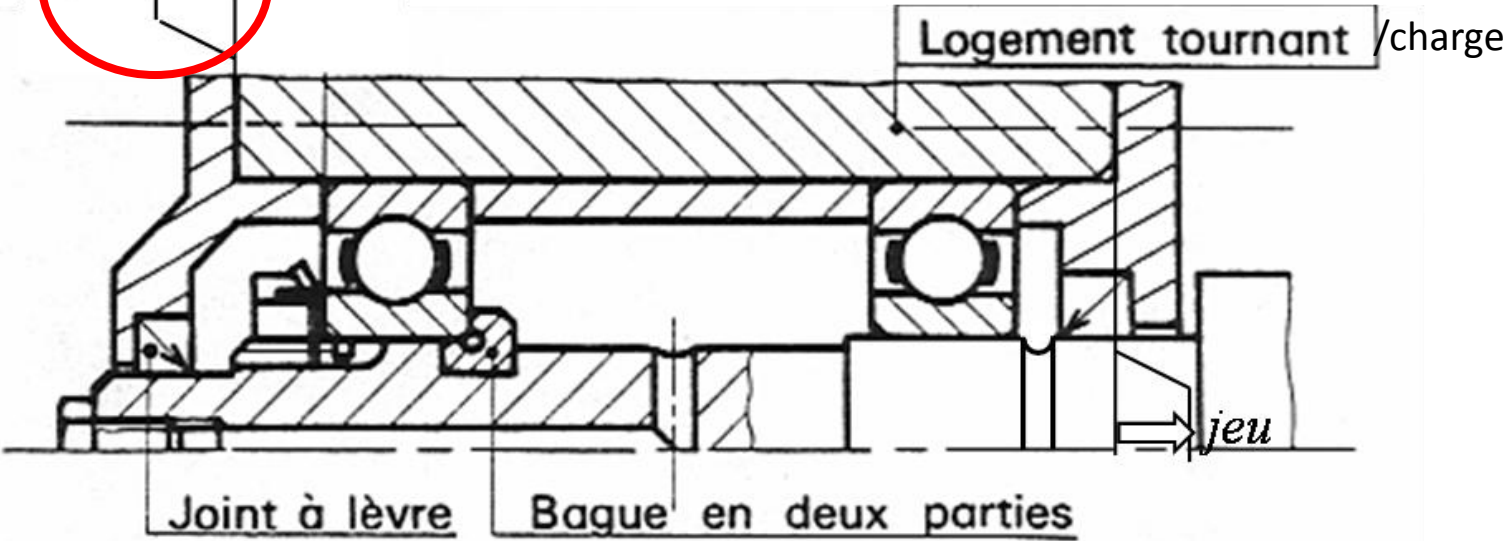
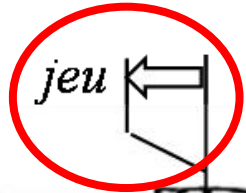
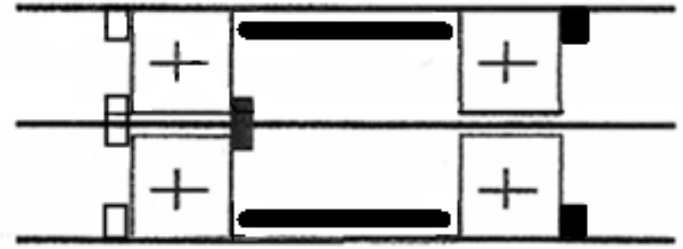


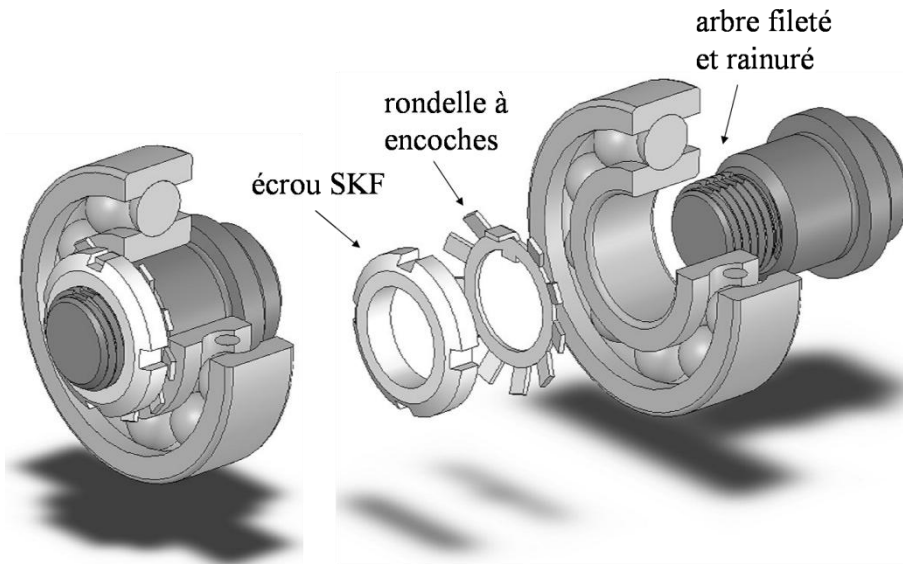
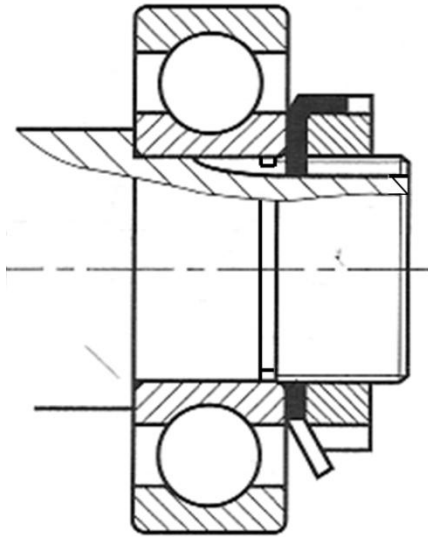
Analyse de montages de roulements

montage en « rotule + LA »

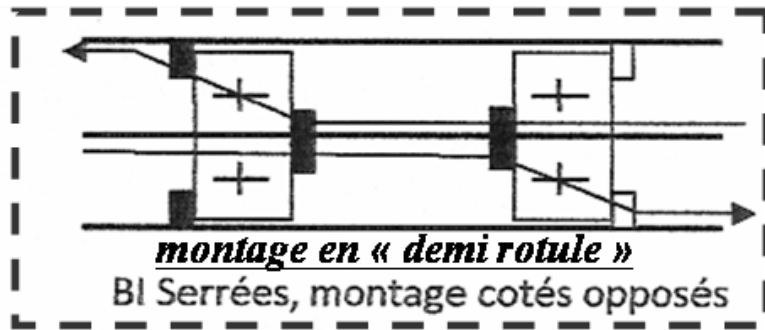
R^{lts} de même \varnothing

Montage délicat





Analyse de montages de roulements

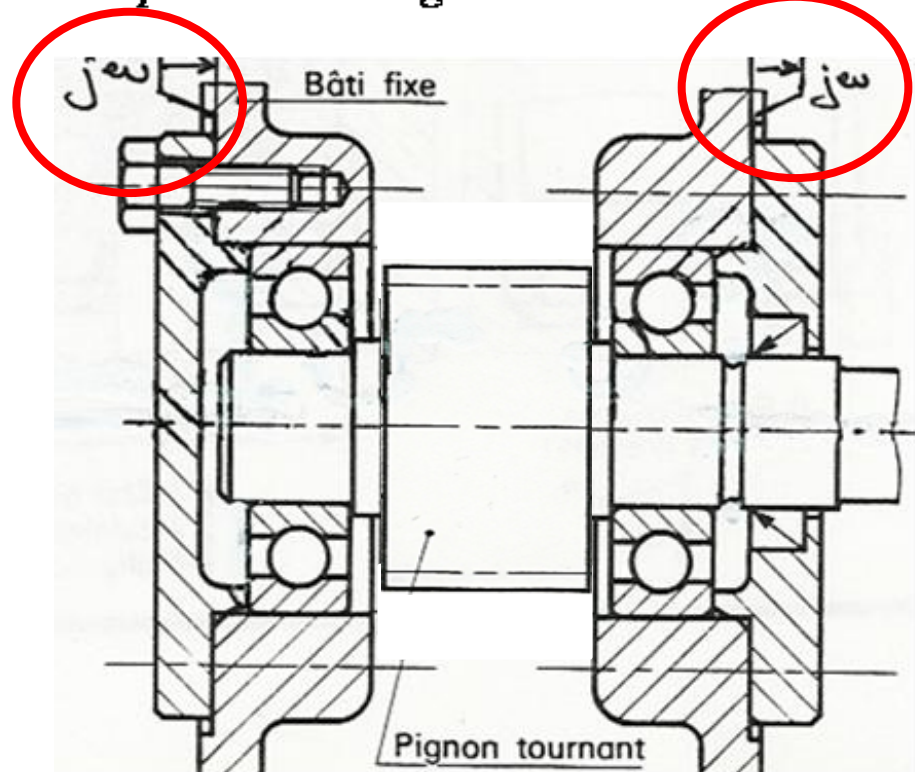


montage en 2 demi-rotule
R^{lts} de même Ø

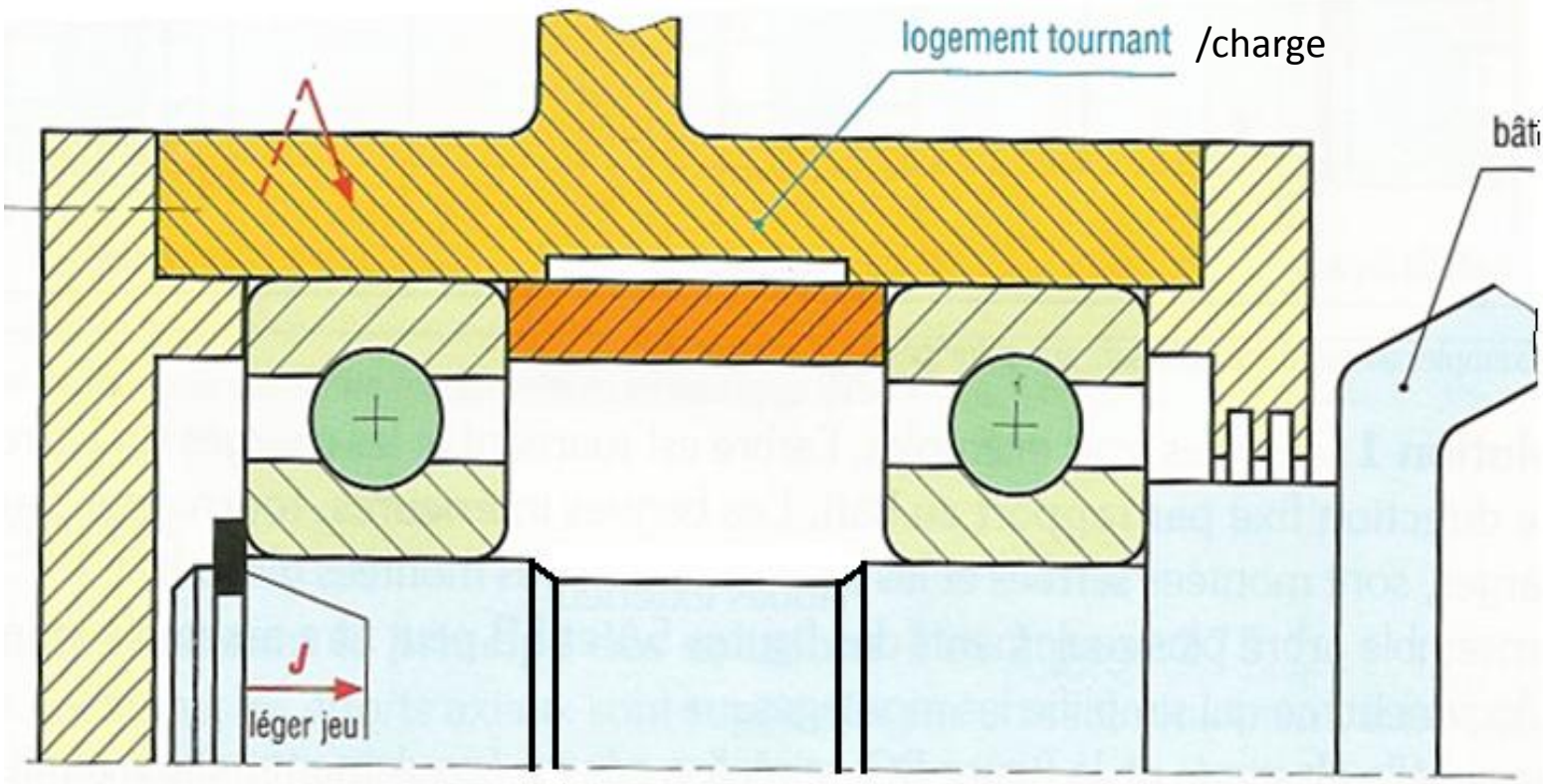
Montage facile



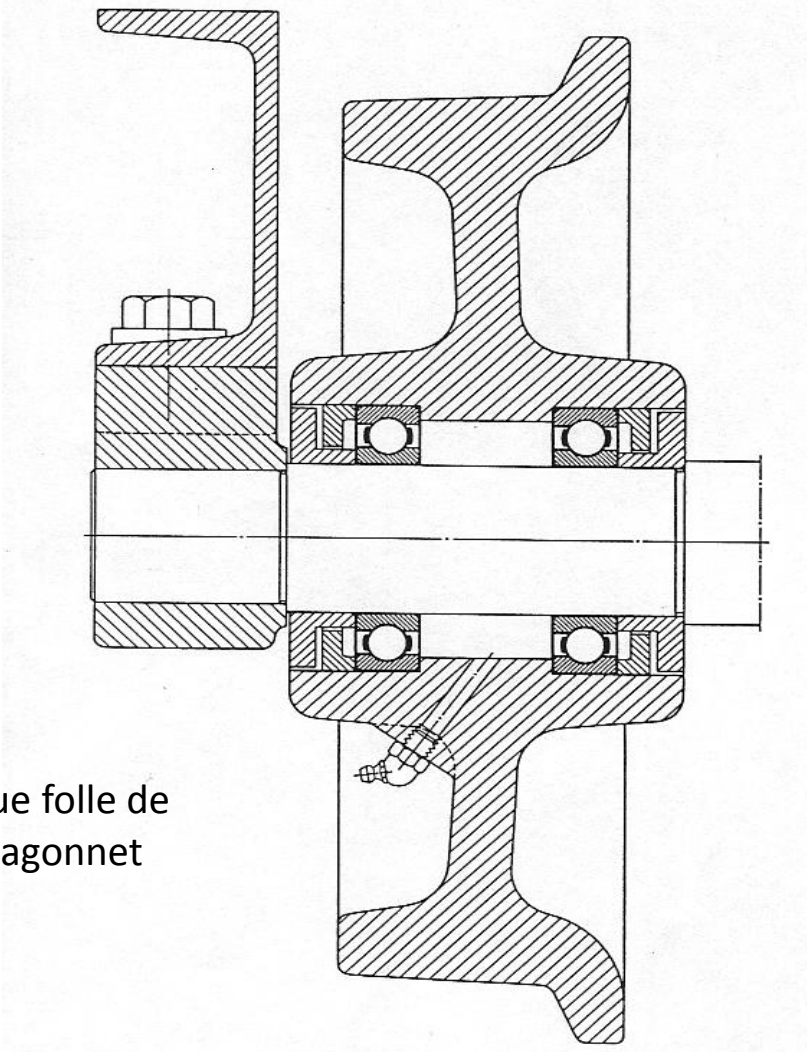
Exemple d'une liaison pivot réalisée par un montage en « demi rotule »



Analyse de montages de roulements

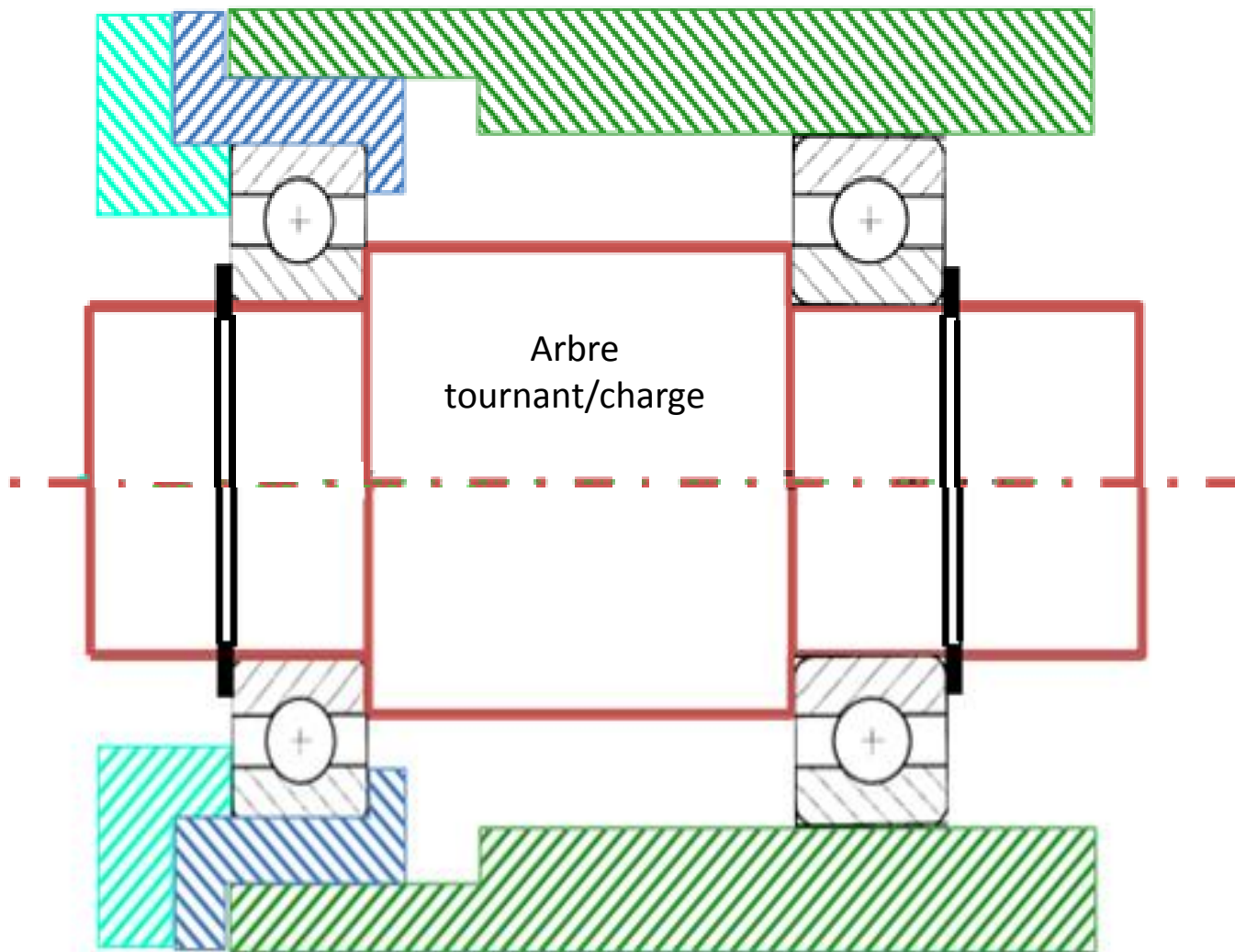
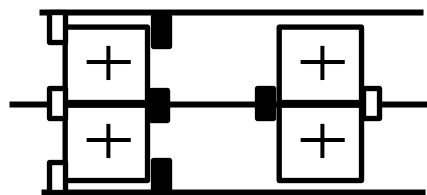


Analyse de montages de roulements

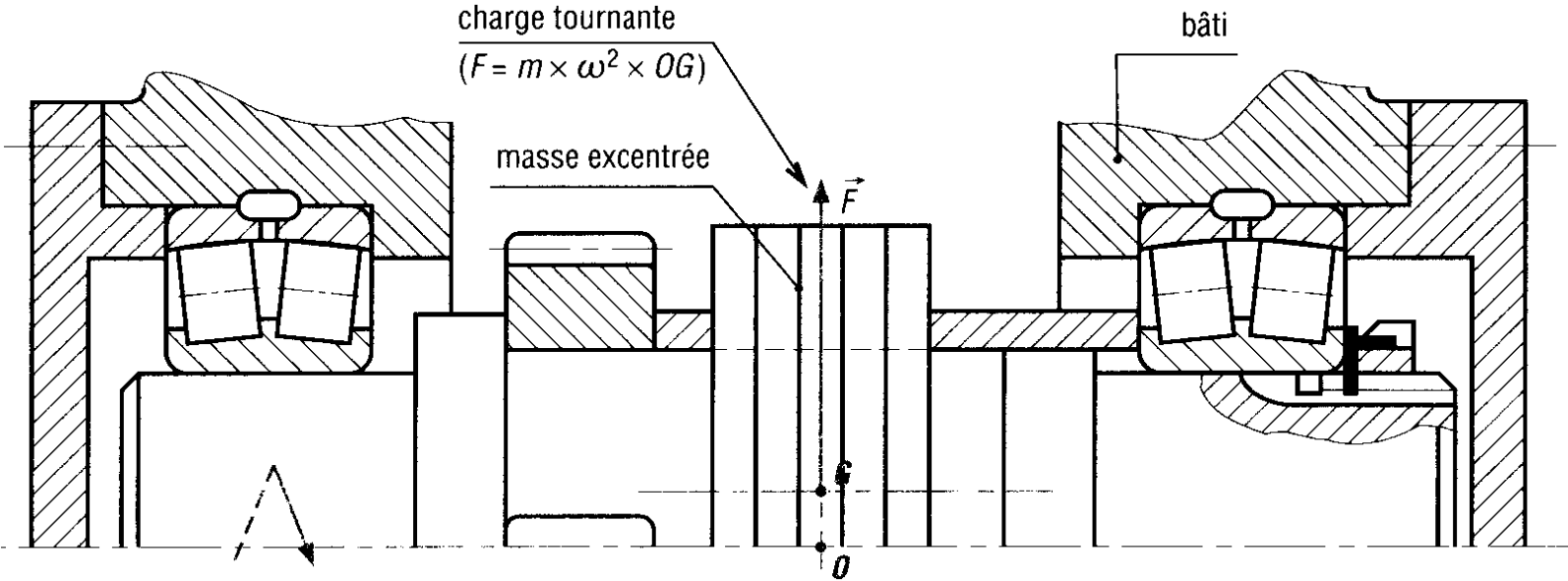


Roue folle de wagonnet

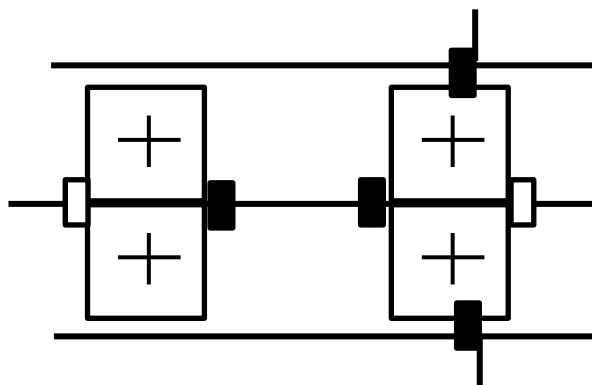
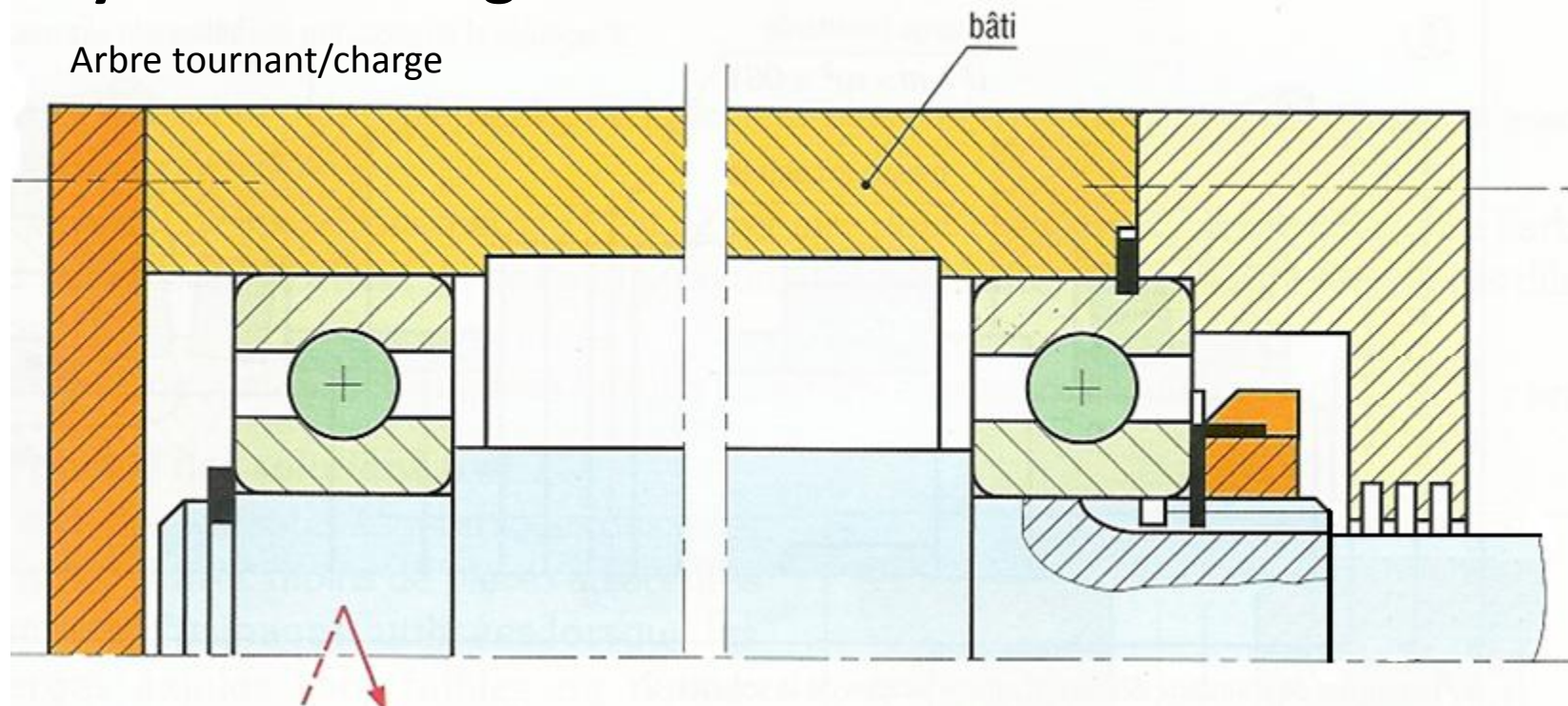
Analyse de montages de roulements



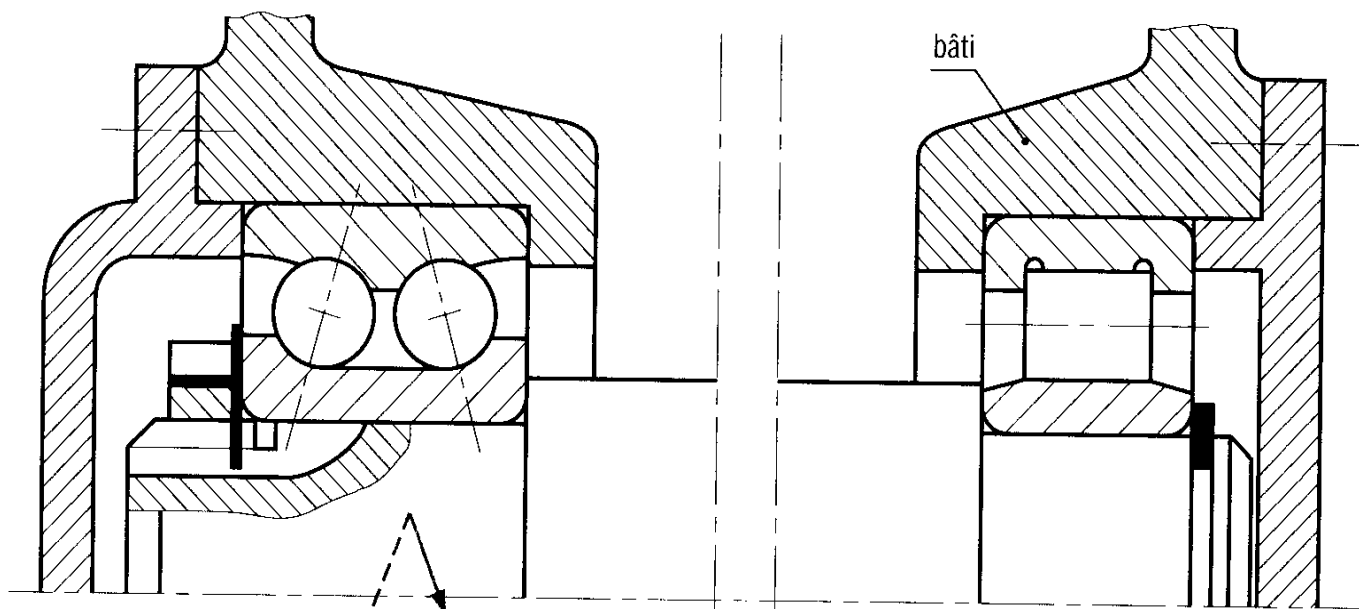
Analyse de montages de roulements



Analyse de montages de roulements



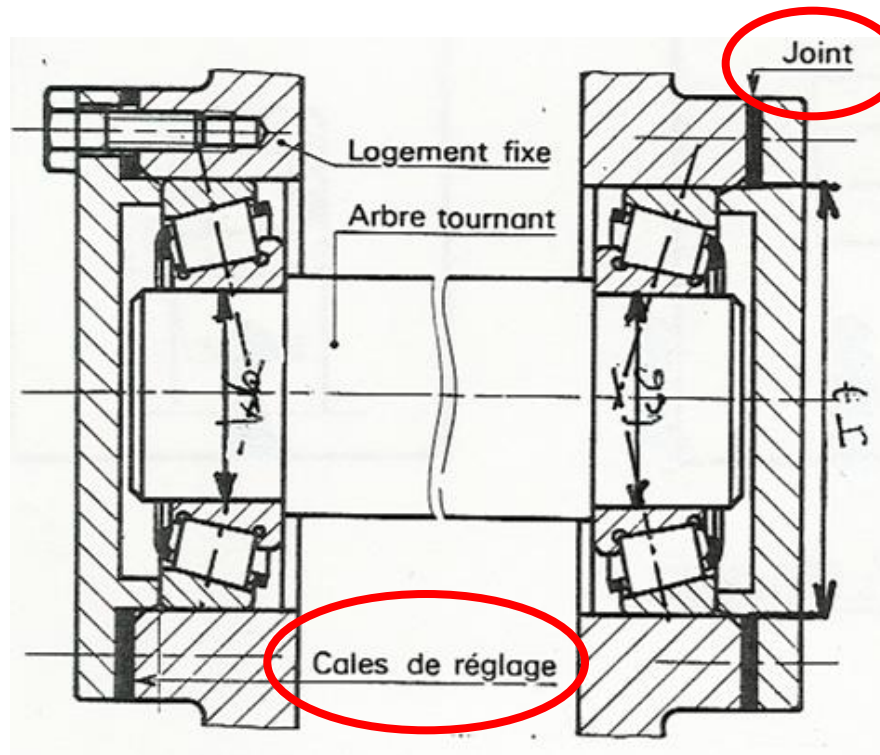
Analyse de montages de roulements



3. Règles de montages des roulements

3.2 Cas de roulements à rouleaux coniques et à contacts obliques

Montage en X : cas de la charge tournante par rapport à l'arbre, *les bagues intérieures sont montées serrées*



à préférer si les bagues intérieures doivent être montées serrées,

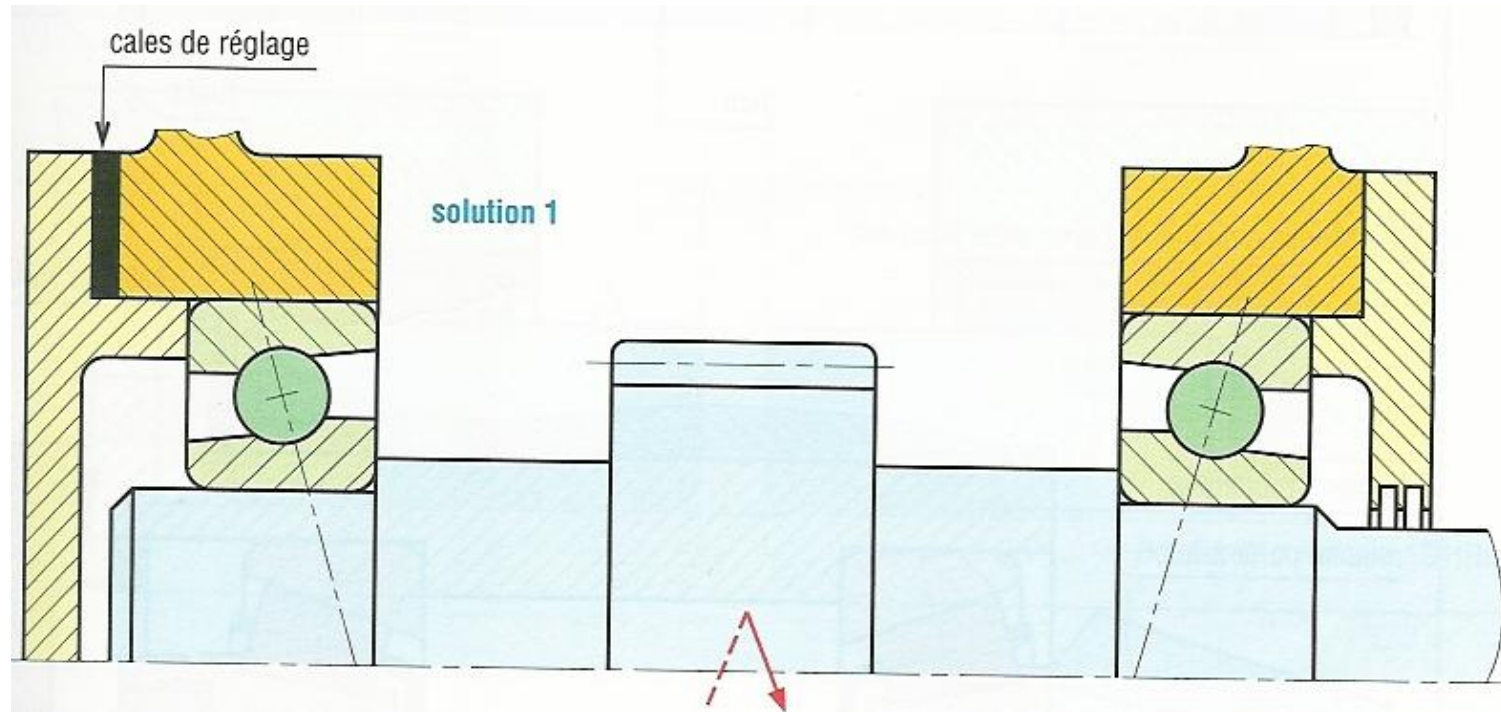
le *jeu axial des roulements* est réglé en déplaçant les bagues extérieures montées libres

à éviter si les portées de roulements sont proches l'une de l'autre

3. Règles de montages des roulements

3.2 Cas de roulements à rouleaux coniques et à contacts obliques

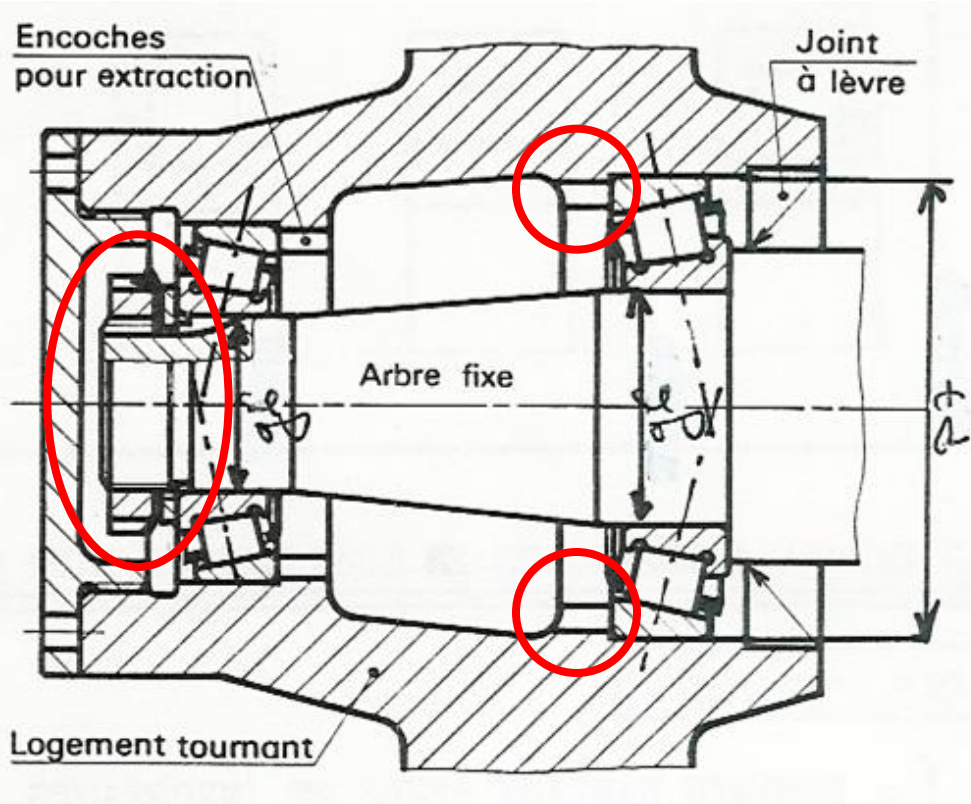
Montage en X : cas de la charge tournante par rapport à l'arbre, *les bagues intérieures sont montées serrées*



3. Règles de montages des roulements

3.2 Cas de roulements à rouleaux coniques et à contacts obliques

Montage en O : cas de la charge tournante par rapport à l'alésage, **les bagues extérieures sont montées serrées**



à préférer si les bagues extérieures doivent être montées serrées,

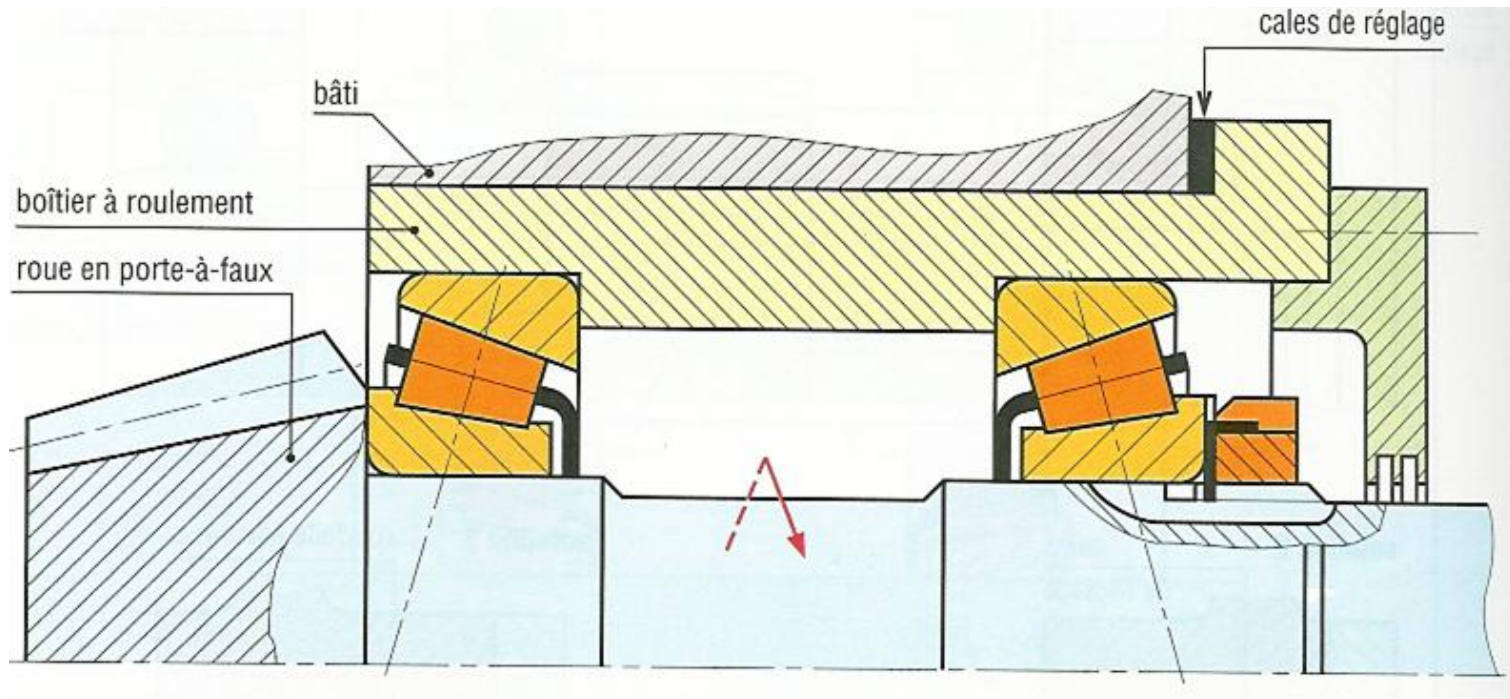
à préférer si les portées de roulements sont proches l'une de l'autre

le jeu axial des roulements est réglé en déplaçant les bagues intérieures montées libres

3. Règles de montages des roulements

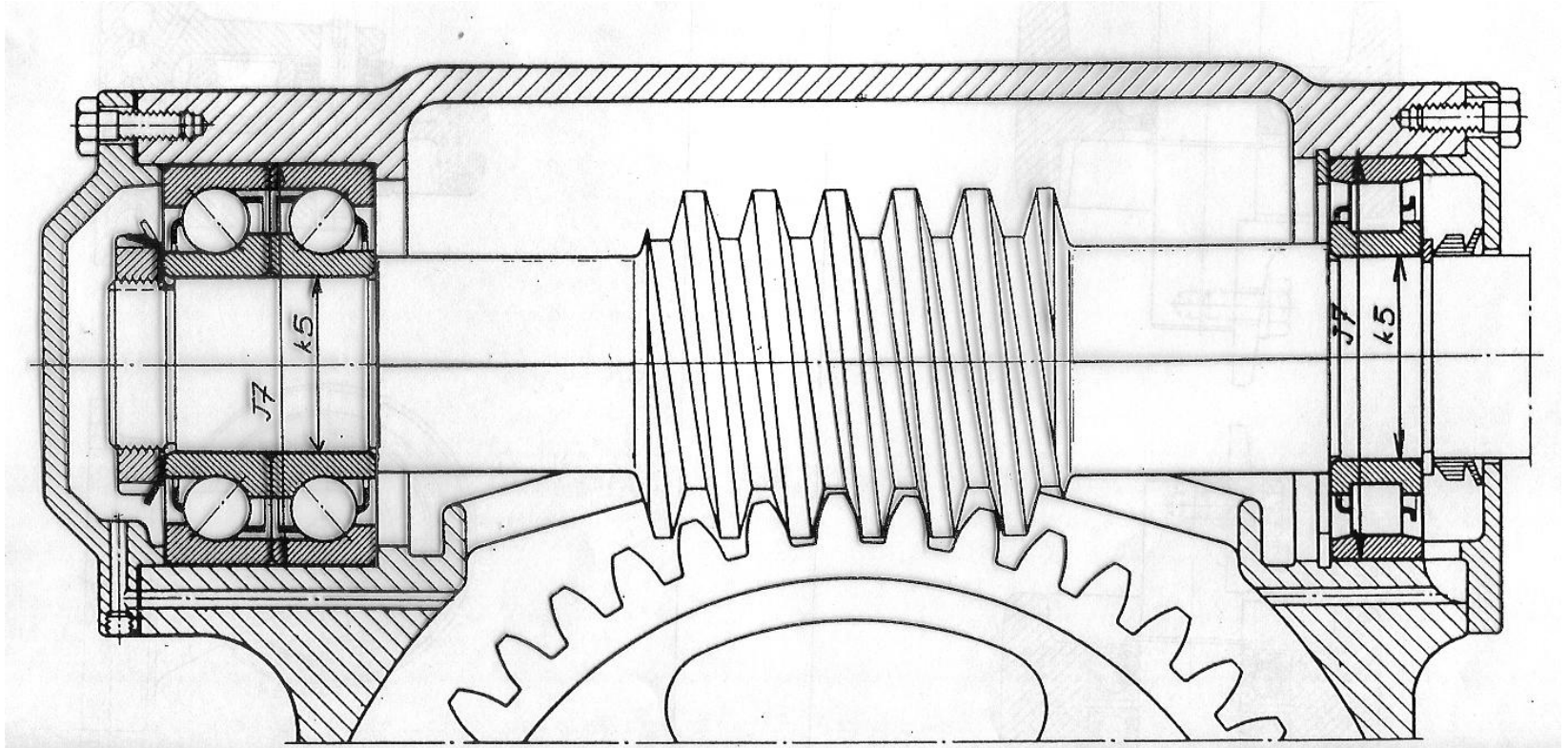
3.2 Cas de roulements à rouleaux coniques et à contacts obliques

Montage en O : cas de la charge tournante par rapport à l'alésage, *les bagues extérieures sont montées serrées pas toujours...*



Exercice d'application

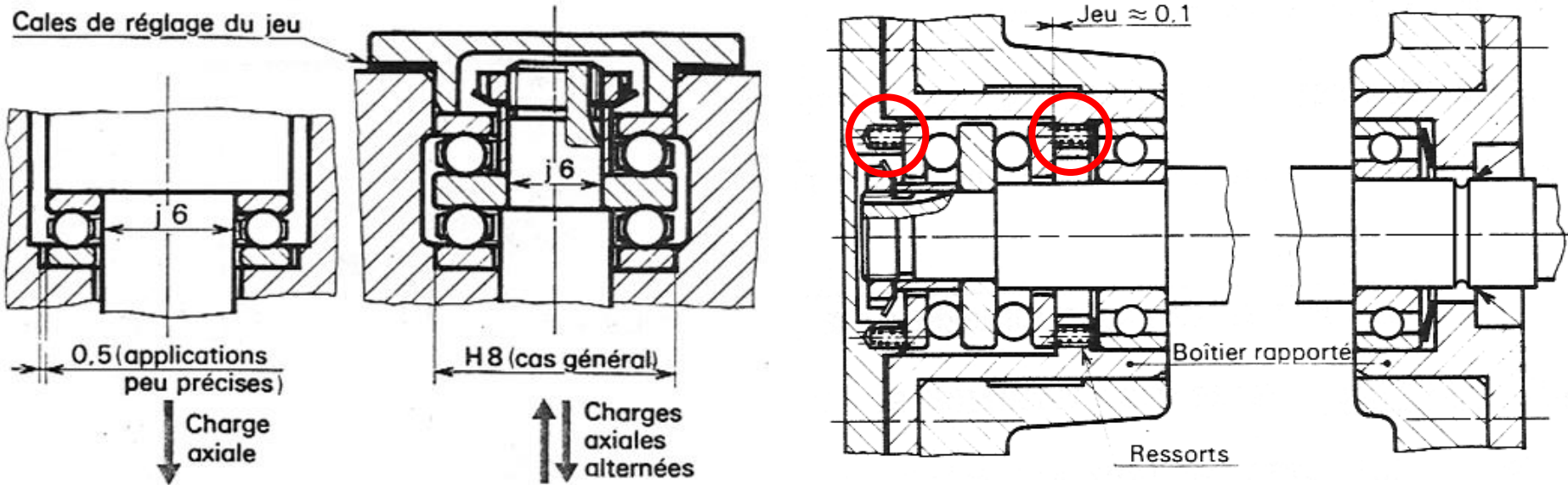
Réducteur roue et vis sans fin



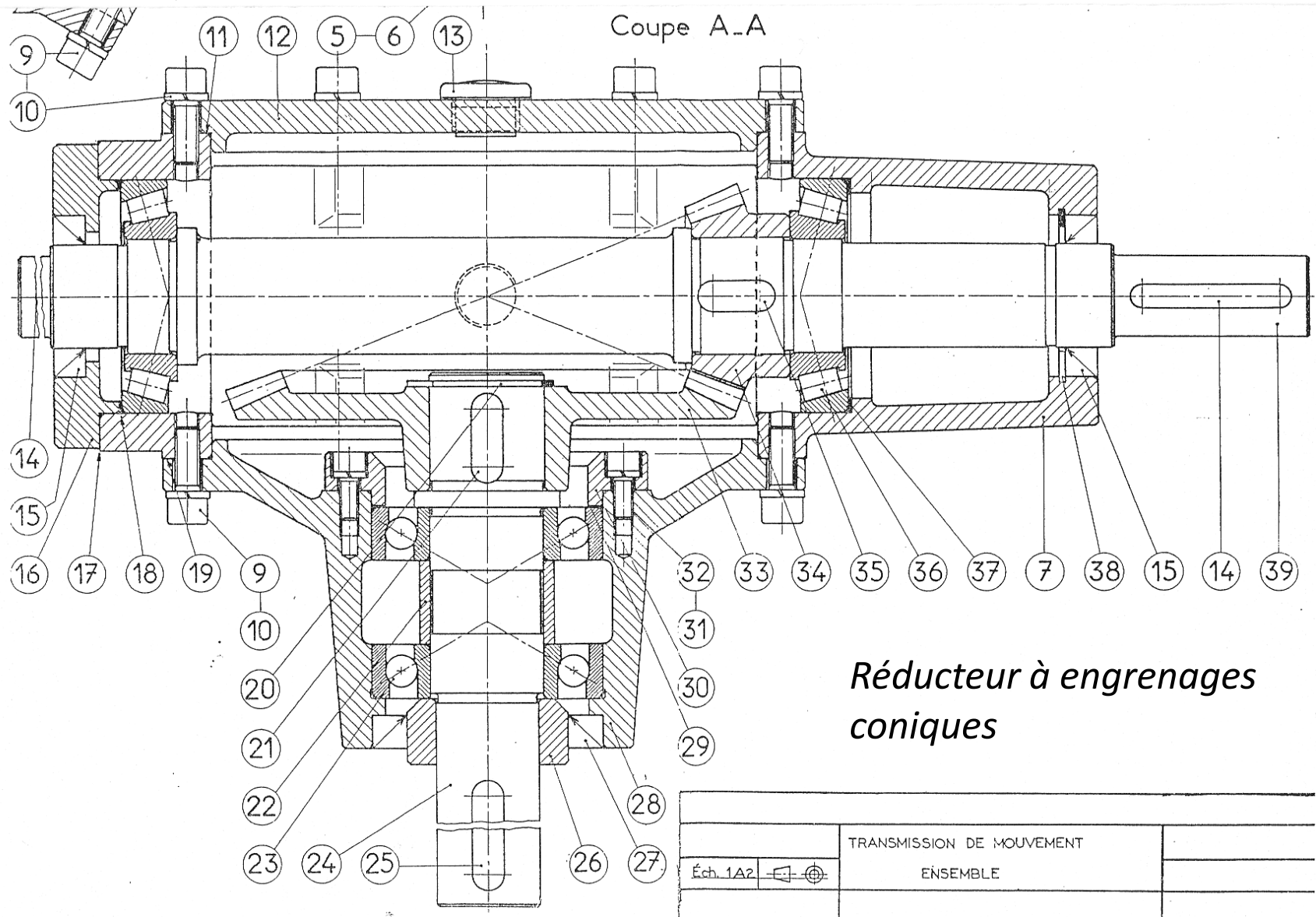
3. Règles de montages des roulements

3.3 Cas des butées à billes

une butée à billes ne supporte que des charges axiales
elle ne peut pas guider un arbre en rotation



Exercice d'application



Exercice d'application

Roue de
remorque

