

Comment reconnaître les avaries ?



Aspect des roulements mis en cause



Ces clichés sont représentatifs d'avaries courantes. Ils sont à rapprocher du tableau de diagnostic rapide situé à l'intérieur du rabat. Chaque numéro de photo correspond au chapitre où cette avarie est expliquée et analysée.

1 Ecaillages



5 Usure -
Empreintes
de corps
étrangers



2 Grippage



6 Cratères et
cannelures



3 Empreintes de
corps roulants
par déformation
ou arrachement
de métal



7 Traces
de coups -
Fissures -
Cassures



4 Vibrations



8 Corrosion
de contact



9 Corrosion -
Oxydation



10 Détérioration
des cages



Nota bene : La coloration est la 11^e avarie identifiée par nos services. Relativement rare et peu relevée en fonctionnement, elle ne sera pas traitée dans ce document.

Comment diagnostiquer rapidement une anomalie ?

Sur ce tableau, vous trouverez à gauche les « symptômes » observables sur les roulements (après démontage et expertise). En vous reportant à la partie droite, vous aurez une première approche des causes probables de l'anomalie. Pour en savoir plus et affiner votre diagnostic, reportez-vous aux pages suivantes, dont les chapitres sont classés par anomalie.

Anomalies relevées en fonctionnement

-  Vibration
-  Elévation de température
-  Bruit
-  Couple de rotation

Détériorations observées après démontage

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Ecaillages	Grippage	Empreintes de corps roulants par déformation ou arrachement de métal	Vibrations	Usure - Empreintes de corps étrangers	Cratères et cannelures	Traces de coups - Fissures - cassures	Corrosion de contact	Corrosion - Oxydation	Détérioration des cages	
Origine des détériorations ou défauts	Montage											
	• Manque de soin 			●		●		●				
	• Coups 			●				●			●	
	• Défauts logements ou portées	●	●								●	
	• Ajustement trop serré 	●	●								●	
	• Ajustement trop libre								●			
	• Désalignement 	●									●	
	Fonctionnement											
	• Surcharge radiale 	●										
	• Surcharge axiale 	●	●			●						●
	• Vibrations 				●							●
	• Vitesse excessive 		●									●
	Environnement											
	• Température trop basse											
	• Température trop élevée			●								●
	• Passage de courant électrique 				●		●					
	• Pollution eau	●									●	
	• Pollution poussière						●					
	Lubrification											
	• Lubrification inadaptée  	●										●
• Manque lubrifiant 	●	●									●	
• Excès lubrifiant  	●	●										

La coloration est la 11^e avarie identifiée par nos services. Origine des détériorations ou défauts : ajustement trop serré (montage), surcharge axiale et vitesse excessive (fonctionnement), température trop élevée (environnement), excès de lubrifiant (lubrification).

Sommaire

Introduction

Savoir pour prévoir p.2

Pourquoi une avarie survient-elle ?

Comment détecter les avaries, comment bien les identifier ? p.4

Classement des causes d'avaries des roulements

Causes d'avaries extérieures aux roulements

Comment déceler les avaries naissantes ? p.5-6

Signes extérieurs de détérioration

Interprétation des signes extérieurs

Contrôle préventif – méthodes et moyens

L'identification des avaries : méthodes et procédures p.7

Comment procéder ?

Analyse de cas concrets

1. Ecaillages p.8-13

2. Grippage p.14-15

3. Empreintes de corps roulants par déformation ou arrachement de métal p.16-17

4. Vibrations p.18-19

5. Usure - Empreintes de corps étrangers p.20

6. Cratères et cannelures p.21

7. Traces de coups - Fissures - Cassures p.22-23

8. Corrosion de contact p.24

9. Corrosion - Oxydation p.25

10. Déterioration des cages p.26-27

Incidences de mauvaises positions des zones de charge p.28-31

Introduction



Savoir pour prévoir



Le présent document s'adresse à tous ceux qui peuvent être confrontés à l'avarie d'un roulement mais aussi et surtout à ceux qui souhaitent la prévenir. Le roulement étant par nature une pièce "cachée", la détection et la prévention de ses ruptures suppose une connaissance approfondie de sa structure, de ses contraintes et des signes extérieurs susceptibles de signaler une défaillance.

Le roulement éternel n'existe pas

*Aussi parfaite que soit sa géométrie, aussi performant que soit son acier, **un roulement a une durée de vie limitée.***

Celle-ci est naturellement variable d'un roulement à l'autre et s'inscrit dans un calcul de probabilité, que nos bureaux d'études déterminent pour chaque application.

Chaque roulement, selon son domaine d'utilisation, la difficulté de son remplacement, les incidences qu'impliqueraient sa rupture n'est pas "programmé" pour la même longévité.

Il est essentiel de considérer ces points avant de parler d'"avarie".



Usure et fatigue : deux notions à ne pas confondre



Si l'on compare la vie d'un roulement à celle d'un être humain, on peut considérer que **la rupture par fatigue est une "mort naturelle"**, dans l'ordre des choses : ayant subi les charges et les contraintes auxquelles il était destiné, le roulement, dans un délai conforme à ses spécifications, doit être remplacé. Il n'y a pas avarie, mais fatigue.

Les centres d'essais SNR mesurent cette fatigue grâce à des lois statistiques qui calculent la probabilité de durée de vie d'un roulement.

Mais un roulement peut voir sa vie soudainement écourtée. **Un phénomène, souvent d'origine extérieure, provoque une dégradation. C'est ce type de problème dont nous traiterons ici.** Tout comme une maladie, l'usure anormale d'un roulement peut connaître une évolution lente ou foudroyante. Elle présente aussi des symptômes, plus ou moins faciles à détecter.

La force de l'expérience

Le roulement est donc un élément "vivant", pour lequel "mieux vaut prévenir que guérir".

Le diagnostic juste et précoce d'une avarie peut permettre d'éviter son aggravation, mais aussi de prévenir le même type de problème sur d'autres roulements, avant qu'ils ne manifestent les mêmes symptômes.

En concevant des millions de roulements destinés à tous les types d'applications, les bureaux d'études SNR ont accumulé une expérience unique.

C'est cette expertise que nous souhaitons vous faire partager aujourd'hui. Elle vous permettra de tirer le meilleur profit de nos produits, d'optimiser leur maintenance et donc de gagner en performance.

Pourquoi une avarie survient-elle ?



Comment détecter les avaries, comment bien les identifier ?

Classement des causes d'avaries des roulements

On peut classer les avaries de roulements en trois catégories principales :

- Les avaries dues à des **causes extérieures** au roulement : montage défectueux ou opéré sans soin, manque d'entretien, lubrification insuffisante ou mal appropriée, surcharges, vibrations, vitesse excessive, température trop élevée, pollution, etc.
- Les avaries trouvant leurs causes dans un **mauvais choix initial du roulement**, de son type, de sa dimension, de ses caractéristiques fonctionnelles.
- Les avaries dues à la **qualité du roulement** lui-même : inadéquation de l'acier ou défaut dans sa structure ou problèmes de géométrie interne,

de qualité des cages, des joints, etc.

- Les avaries peuvent apparaître suite à l'utilisation d'**outils de montage inadaptés**.

La présente analyse se limitera à l'examen des causes extérieures au roulement, qui recouvrent à elles seules plus de 90% des incidents. Les défaillances de catégorie 2 sont du domaine de l'étude d'application ; celles de catégorie 3 ne représentent qu'un très faible pourcentage des avaries lorsque les roulements sont d'un niveau de qualité normal.

De plus, leur étude ne peut se fonder que sur des analyses nécessitant des moyens d'investigation et de contrôle importants.

Causes d'avaries extérieures aux roulements

Ces causes d'avaries sont statistiquement les plus fréquentes. S'il est difficile d'associer précisément l'une d'elles à une avarie déterminée, les mêmes symptômes pouvant avoir plusieurs origines. Elles peuvent, par contre, être groupées en quatre grandes catégories, et induire des mesures préventives :

1. Un roulement bien monté est un roulement qui dure

- Méthodes et moyens insuffisants ou mal adaptés.
- Pollution au montage.
- Mise en place brutale.
- Mauvaise élaboration des organes récepteurs : arbres et logements hors tolérance, mauvais accès du lubrifiant, désalignement.

2. Un impératif : respecter les spécifications

- Surcharges accidentelles ou non.
- Vibrations en marche ou à l'arrêt.
- Vitesses excessives.
- Flexions d'arbres.

3. L'environnement est déterminant

- Température ambiante trop basse ou trop élevée.
- Passage de courant.
- Pollution par l'eau, la poussière, les produits chimiques, les déchets textiles, etc.

4. La lubrification fait partie intégrante du roulement

- Choix du lubrifiant.
- Quantité (trop ou trop peu).
- Fréquence de la surveillance.

Le tableau du rabat de couverture résume les principales avaries de roulement, les relie à leurs causes et permet à l'utilisateur de reconnaître rapidement l'origine probable des détériorations observées.



Comment déceler les avaries naissantes ?

Le problème essentiel qui se pose à l'utilisateur soucieux d'assurer une maintenance efficace est bien sûr de déceler la défaillance à sa naissance, avant qu'elle ne provoque l'arrêt brutal d'une machine ou d'un équipement.

L'**inspection préventive** est certes le moyen le plus sûr, mais elle n'est économiquement possible que dans certains cas. La plupart du temps il n'est possible d'accéder aux roulements qu'au prix de démontages longs et souvent délicats. En dehors des cas où l'inspection préventive revêt

un caractère impératif (aéronautique, ventilation de mines, etc.) la détérioration du roulement devra donc être décelée par une **détection extérieure des signes d'avarie**.

L'évaluation du degré de fatigue d'un roulement à partir des signes extérieurs est difficile. **En règle générale, lorsque ces signes apparaissent, c'est que le roulement entre déjà dans la phase de destruction** qui peut s'étendre sur une durée variable avant la mise hors service totale. Cette ultime phase peut être très courte.

Signes extérieurs de détérioration

Tout palier en fonctionnement est le siège de modifications d'état par rapport à l'état statique : **vibrations - bruits - élévation de température**. Ces phénomènes sont normaux lorsqu'ils n'excèdent pas un certain niveau, mais doivent être interprétés comme des **signes d'alerte** s'ils dépassent la normale.

Il est impossible de fixer un niveau de référence pour ces divers signes car celui-ci dépend de nombreux facteurs : **charge, vitesse, lubrification, type de roulement, etc.** Pour toute surveillance préventive, il sera donc nécessaire d'établir un constat préalable définissant le niveau de référence. Par différence, il sera ensuite possible de déceler toute anomalie.

Ces signes sont :

1. Les vibrations

Elles sont perceptibles soit à la main soit à l'aide de dispositifs électroniques (analyseurs de fréquences et d'amplitude), ces derniers appareils pouvant d'ailleurs provoquer l'alerte et l'arrêt de la machine en cause.

2. Les bruits

Certains bruits anormaux peuvent apparaître immédiatement - par exemple, ceux provenant

d'empreintes de corps roulants dues à un montage brutal, sans précautions - d'autres, progressivement. Exception faite des balourds qui sont généralement inaudibles parce que de fréquence identique à celle de l'ensemble tournant, les bruits peuvent être considérés comme liés à une détérioration. Leur amplitude est fonction des types d'avarie et de leur taux de gravité.

3. L'élévation de la température

Tout palier à roulement voit sa température s'élever en fonctionnement, au-dessus de la température ambiante. Cette élévation est fonction de divers facteurs et se stabilise à un niveau qui peut être pris en référence si elle est normale pour le montage en cause. Tout accroissement au-delà de cette température doit être considéré comme révélateur d'une anomalie.

4. L'accroissement du couple de rotation

Même monté sur roulement, un système en rotation (arbre, roue, poulie, etc.) présente toujours un couple résistant. Si ce couple augmente, c'est qu'une modification est intervenue dans le palier. Il faut noter qu'une augmentation du couple de rotation s'accompagne généralement d'une élévation de la température.

Pourquoi une avarie survient-elle ?



Comment déceler les avaries naissantes ?



Interprétation des signes extérieurs



1. Vibrations

Ecaillages
Abrasion - corps étrangers
Corrosion
Balourds consécutifs à usure du roulement
Jeu excessif
Serrage insuffisant d'une bague...



2. Bruits

Empreintes de corps roulants
Ecaillages
Faux effet Brinell (empreintes par vibration)
Corps étrangers
Corrosion
Serrage excessif annulant le jeu interne
Rupture de cage ou d'un corps roulant...



3. Elévation de température

Absence ou excès de lubrifiant
Absence de jeu interne
Surcharge axiale et radiale accidentelle ou induite par un mauvais montage
Vitesse excessive...



4. Couple anormal

Détérioration de cage
Détérioration du lubrifiant
Déplacement ou mutilation d'un joint
Annulation de jeu radial...

Chacun de ces pictogrammes correspond à un symptôme (avarie prématurée) facilement observable. Vous retrouverez chacun d'entre eux dans les exemples concrets qui suivent.

Contrôle préventif – méthodes et moyens

Quelle fréquence pour les contrôles ?

Il est difficile de fixer a priori cette fréquence. Elle dépend essentiellement de la fiabilité recherchée, des taux d'utilisation du matériel et de nombreux autres facteurs propres à l'organisation interne des entreprises.

Généralement, il est souhaitable d'effectuer des sondages systématiques en basant leur fréquence sur la durée de vie probable des roulements.

Au-delà du contrôle visuel, existe-t-il des méthodes instrumentales ?

Ces moyens sont peu nombreux. Le marché propose cependant des appareils ou des dispositifs permettant de déceler la naissance de vibrations inhabituelles.

Il existe de même des sonomètres qui permettent la mesure du niveau de bruit d'un palier.

A chaque palier, il sera donc nécessaire de définir un niveau de référence permettant l'appréciation des écarts.



L'identification des avaries : méthodes et procédures

L'identification des avaries est souvent malaisée.

On s'efforcera donc :

- De **relever** l'ensemble des **faits observables sur les roulements**.
- De **relever** les **faits observables sur les organes récepteurs**.
- De **déterminer** ensuite les diverses **causes** pouvant être à l'origine de l'avarie.
- De **sélectionner** parmi les causes retenues **celles qui semblent devoir être plus probables** parce qu'englobant l'ensemble des faits observés.

Comment procéder ?

Examinez tous les points essentiels concernant l'aspect du roulement et notez-les soigneusement :

Avant démontage

- Encrassement
- Etat du lubrifiant
- Température
- Perte de lubrifiant
- Bruit
- Couple
- Evolution de la détérioration
- Noter également l'orientation du roulement dans le montage

Après démontage

Ne jamais nettoyer un roulement avant expertise car ce nettoyage rendrait impossible la recherche et l'identification des particules étrangères ainsi que le contrôle du lubrifiant.

- Noter l'aspect des cages et des corps roulants.
- Repérer l'emplacement des roulements et des bagues.
- Contrôler les ajustements dans les logements et sur les arbres.
- Contrôler les épaulements - perpendicularité - présence de dépôts, de rouille de contact...



1 Ecaillages Origine - aspects



Les écaillages affectent aussi bien les pistes que les corps roulants et peuvent être soit profonds, ce sont les écaillages de fatigue, soit superficiels.

Dans les deux cas, les causes et les symptômes sont différents.

Ecaillage de fatigue

Chocs sur piste de bague extérieure



Aucun roulement, quelle qu'en soit la matière et quelles que soient les précautions prises pour lui assurer des conditions de fonctionnement optimales, n'a une durée infinie. Les contraintes auxquelles il est soumis entraînent à terme sa destruction par fatigue. Lorsque le choix du roulement a été correctement effectué et que son exploitation a été normale, **l'issue de cette fatigue est l'écaillage qui n'apparaît que de façon très accidentelle dans la limite de la durée de vie calculée.**

Nous ne considérerons ici que les écaillages survenant de façon répétitive pour des durées de fonctionnement anormalement réduites par rapport à cette durée de vie prévisible.

Mécanisme de l'écaillage de fatigue

Dans un roulement soumis à une charge, les pressions qui apparaissent dans la zone de contact des corps roulants et des pistes peuvent atteindre des valeurs très importantes. Des contraintes de cisaillement induites se développent sous les aires de contact, passant par un

maximum à une certaine distance de la surface (quelques dixièmes de millimètre). Il est généralement admis que ces contraintes, dues au passage répété des corps roulants, sont à l'origine de l'écaillage.

Des **fissures de la matière** se produisent et se propagent vers la surface. La jonction de ces fissures aboutit à **l'arrachement de fragments de matière**. Le phénomène va ensuite en s'amplifiant, entraînant des arrachements de matière de plus en plus nombreux et importants.

Aspect des écaillages

L'écaillage est un phénomène continu qui se développe progressivement et qui s'accélère plus ou moins rapidement après l'apparition des premières fissures. Il est donc important de pouvoir reconnaître ces premiers signes d'un écaillage de la matière qui entraînera à brève échéance la mise hors service du roulement.

A titre indicatif, on trouvera ci-dessous la description de certains états de fatigue qui, sans répondre à un classement, permettent de situer le degré d'avancement de l'avarie.

Ecaillages



Vibration



Bruit



Élévation de température



Couple de rotation



Ecaillage de fatigue

Ecaillage naissant

De petites lésions apparaissent sur la surface, sans encore de liaisons entre elles. L'état de surface se détruit. Le profil général de la pièce demeure inchangé mais les lésions sont révélatrices de la fatigue sous-jacente.

Ecaillage avancé

Les lésions tendent à se rejoindre. Si le profil général de la pièce est inchangé, l'état de surface est complètement détruit, révélant un stade de fatigue prononcé. De petites écailles se détachent, se mêlent au lubrifiant et concourent à l'accélération de la destruction.

Ecaillage final

L'écaillage gagne toute la surface affectée. Les altérations de la zone de cisaillement se rejoignent. L'écaillage détruit entièrement le profil de la pièce qui ne peut plus dès lors assurer sa fonction.

Ecaillage superficiel



Ecaillage superficiel dû à une viscosité trop basse

Cette avarie se présente sous l'aspect de **taches grises plus ou moins étendues, à la surface des pistes et dans la zone de charge**. L'examen sous grossissement fait apparaître qu'elle affecte uniquement la couche superficielle des pièces.

D'où vient ce problème ?

Cette avarie est généralement provoquée par un manque de lubrifiant ou par l'utilisation d'un lubrifiant inadapté à l'application.

Sous la pression due à la charge appliquée, le film d'huile se rompt, laissant à nu et au contact les surfaces des corps roulants et des pistes.

Les micro-soudures qui s'opèrent alors sous la charge provoquent des arrachements superficiels de fines particules de métal. Il ne s'agit donc pas, dans ce cas, d'une fatigue de la matière, mais d'un phénomène qui n'affecte que la surface.



1 Ecaillages Localisation



Il est essentiel de bien localiser l'écaillage pour analyser ses causes et trouver une solution adaptée.

Ecaillage sur zone de charge



Fonctionnement en surcharge axiale

Comment l'identifier ?

L'écaillage est situé dans la zone de charge, également réparti sur la largeur de la piste (roulements à rouleaux) à fond de gorge (roulements à billes à gorge profonde) sur les deux pistes (roulements à deux rangées de billes ou de rouleaux).

D'où vient ce problème ?

Le roulement subit des surcharges momentanées ou continues.

La lubrification est inadaptée ou insuffisante.

Comment l'éviter ?

- Contrôler les charges.
- Assurer une lubrification suffisante avec un lubrifiant adapté.

Ecaillage sur bord de piste

Ecaillage du cône dû à un défaut d'alignement



Comment l'éviter ?

- Contrôler soigneusement le bon alignement des arbres et des logements.
- Veiller à la bonne propreté des logements, certains désalignements pouvant être dus à la présence de corps étrangers s'interposant entre roulements et faces d'appui.

Comment l'identifier ?

Dans les roulements à billes, la trace de passage des billes sur la bague non tournante est voilée par rapport au fond de la gorge ; sur la bague tournante, la largeur de la trace de passage des billes est supérieure à la normale.

On note dans certains cas **des ruptures de cages**. Dans le cas de roulements à rouleaux coniques ou cylindriques, on constate des zones de fatigue sur le bord des pistes (ou sur une seule piste dans le cas de roulements à deux rangées de rouleaux), alternées par rapport à celles-ci et diamétralement opposées sur la bague fixe.

D'où vient ce problème ?

Ces avaries sont dues à un **défaut d'alignement de l'arbre et des logements** qui peut avoir pour origine soit un mauvais parallélisme de l'axe de l'arbre et de la génératrice du logement soit un voile de la face d'appui du roulement dans le logement ou de l'épaulement de l'arbre.

On peut également constater de semblables défauts en cas de travail de l'arbre en flexion rotative importante.

Ces défauts des organes récepteurs du roulement entraînent généralement dans ce dernier des charges additionnelles qui peuvent atteindre des valeurs considérables, entraînant des défaillances par fatigue prématurée dans ces zones de surcharge.



1 Ecaillages Localisation



Ecaillage sur bague fixe : totalité des pistes



Piste surchargée

Comment l'éviter ?

- Contrôler les tolérances d'exécution des arbres.
- Eviter le serrage excessif des écrous de manchons de roulements à alésage conique et veiller au maintien d'un jeu minimum contrôlé.

Ainsi, nous vous conseillons d'utiliser la réglette SNR prévue à cet effet.

Comment l'identifier ?

On constate un rodage intense ou un écaillage des pistes sur toute leur circonférence, même dans la partie opposée à la zone de charge sur la bague fixe par rapport à la charge.

D'où vient ce problème ?

En règle générale, on ajuste avec serrage la bague qui tourne par rapport à la charge. Le choix de la valeur du serrage dépend des conditions d'application. Il sera d'autant plus important que la charge est élevée. Il a pour but d'éviter que les bagues tournent sur leur portée ou dans leur logement. Si ce serrage est excessif, il peut annuler le jeu interne du roulement et provoquer une pré-charge induite qui s'ajoute à la charge de fonctionnement. Tous les corps roulants sont alors au contact des pistes.

Outre les écaillages prématurés, les **serrages excessifs** peuvent entraîner dans les bagues des tensions internes qui, s'ajoutant aux pressions de Hertz dues à la charge, peuvent provoquer l'apparition de criques, voire même de ruptures de bagues (voir chapitre 7). Peuvent être assimilées à ces défauts de montage les annulations de jeu interne dans les roulements à rotule sur billes ou sur rouleaux montés sur manchons coniques.

La force de serrage de l'écrou du manchon multipliée par sa conicité développe une force d'expansion importante dans l'alésage du roulement. En cas de serrage excessif de l'écrou, **la bague intérieure se dilate jusqu'à annuler le jeu interne et à pré-contraindre dangereusement le roulement.**

Ecaillage sur bague fixe : zones particulières

Détérioration provoquée par un défaut géométrique du logement



Ecaillage sur le cône du à une conicité de l'arbre ou du logement



Comment l'éviter ?

- N'usiner les logements que lorsque le matériau les constituant est stabilisé.
- En plus du contrôle dimensionnel, prévoir le contrôle géométrique du logement pour déceler les déformations (circularité, conicité).

Comment l'identifier ?

A l'examen de la bague non tournante :

- **Ecaillage ou rodage intense des pistes** en deux zones diamétralement opposées, parfois même en plusieurs points de la bague du roulement.
- **Ecaillage étendu à toute la circonférence de la piste** mais dont la localisation sur l'un de ses bords indique que seule cette zone a travaillé.

D'où vient ce problème ?

Les défauts à l'origine de ces types d'avaries sont différents de ceux déjà signalés de défaut d'équerrage de la face d'appui du logement et de sa génératrice. Il s'agit dans ce cas de **déformations du logement**.

Dans le premier cas, la déformation consiste en une ovalisation ou une triangulation. La bague extérieure épousant la forme du logement, il en résulte un rodage intense dans les zones correspondant aux pincements. Ce défaut est parfois constaté sur les bagues de roulements à rotule sur billes montés dans des paliers en fonte ou en acier. Il peut également résulter de la présence d'une ou de plusieurs particules étrangères dans le logement, qui déforment localement la bague.

Dans le second cas, l'avarie est révélatrice d'un logement conique. La bague est alors contrainte sur un seul bord. S'il s'agit d'un roulement à rouleaux cylindriques ou coniques, les écaillages correspondent à la zone de serrage maximum. Dans le cas de roulements à rotule sur billes ou sur rouleaux, la rangée de corps roulants située dans la zone de pré-contrainte de la bague extérieure travaille avec une surcharge importante. On peut alors constater un écaillage localisé sur cette piste ou même des cassures en bordure de bague, dans le sens longitudinal en raison des pressions de Hertz élevées alors atteintes. Les cas de semblables défauts sur les bagues intérieures sont extrêmement rares car les déformations d'arbres sont de faible amplitude, insuffisantes pour provoquer des avaries de ce type.

2 Grippage

Grippage avec incrustation des billes



Détérioration de la collerette due à un excès de précharge



Grippage



Vibration



Bruit



Elévation de température



Couple de rotation

Comment l'identifier ?

Arrachements superficiels de métal accompagnés de **zones mates** significatives d'un transfert également superficiel de la matière.

La rectification a complètement disparu dans ces zones. Traces brunes, révélatrices d'échauffements locaux ou généralisés. **A un degré plus élevé de gravité, les corps roulants sont fortement déformés par arrachements de métal, fusions localisées et laminage.**

Remarque : Dans les roulements à rouleaux coniques, les grippages sont particulièrement fréquents entre le grand collet des cônes et la grande face des rouleaux.

Les cages sont détruites en partie ou totalement et parfois laminées sous les corps roulants.

Au dernier stade, soudure totale par échauffement intense des corps roulants sur les bagues.

D'où vient ce problème ?

Le grippage des roulements est inéluctable en **l'absence de lubrification**.

S'il y a insuffisance de lubrifiant ou si celui-ci est inadapté, il peut y avoir rupture du film d'huile. Les éléments roulants entrent alors en contact métal contre métal avec les pistes. Des micro-soudures et des échauffements locaux se produisent. Le phénomène s'amplifie rapidement et entraîne le grippage.

Remarque : Dans les roulements à rouleaux coniques, de tels grippages peuvent se produire si la précharge appliquée (surcharge axiale) est excessive et le lubrifiant inadapté ou insuffisant ; ils affectent essentiellement la grande face des rouleaux et le grand collet.

Cette avarie se produit fréquemment à la mise en route des montages neufs, si des précautions particulières ne sont pas prises pour lubrifier convenablement le roulement.

Si les tolérances d'ajustement du roulement sur ses portées sont telles que la bague glisse, il y a risque que l'arbre dans l'alésage ou la bague extérieure dans

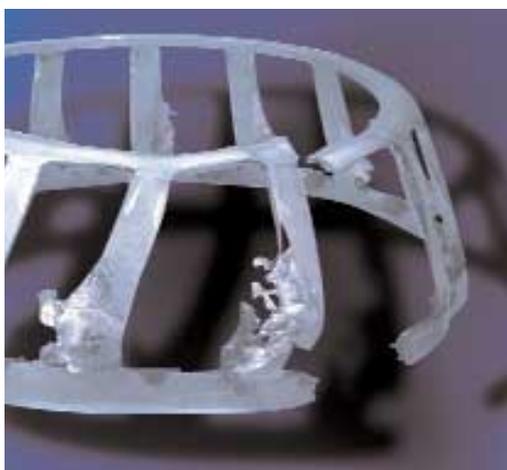
Grippage d'un roulement conique avec incrustation des rouleaux



Grippage d'un roulement à rotule sur rouleaux, incrustation de rouleaux et rupture de collerette



Détérioration de la cage due à un commencement de grippage



son logement tourne, en provoquant un **échauffement intense** pouvant entraîner le blocage du roulement et le grippage de ses éléments. On peut constater également parfois des fissures résultant de ce phénomène.

Les vitesses élevées peuvent également provoquer des grippages, lorsque la charge est peu importante. Soit du fait de leur inertie, soit en raison d'un freinage provoqué par le lubrifiant, les corps roulants n'entrent pas en rotation instantanément. Les frottements qui en résultent engendrent une **élévation de température** telle que les dilatations provoquent le grippage entre corps roulants et pistes.

Cette avarie peut intervenir même sous charge si celle-ci est purement radiale et si l'on utilise un lubrifiant trop consistant. Dans les roulements à rouleaux, les rouleaux qui sont hors de la zone de charge sont fortement freinés et ont tendance à glisser provoquant ainsi un échauffement.

Comment l'éviter ?

- Suivre attentivement les consignes de lubrification données par nos ingénieurs de préconisation.
- Utiliser un lubrifiant adapté à l'application.

Le choix du lubrifiant est d'une extrême importance.

Il doit résister aux hautes pressions qui apparaissent dans les zones de contact entre les corps roulants et les bagues. On le choisira donc, ainsi que le mode de lubrification, en fonction de la nature des surfaces, des charges, des vitesses, des températures de fonctionnement. Ces études ont été faites pour vous, consultez-nous.

On veillera particulièrement au graissage des roulements à rouleaux coniques sous la cage, vers la grande base des rouleaux, avant la mise en route d'un montage neuf.

Dans le cas de grande vitesse, on choisira un lubrifiant autorisant la mise en rotation rapide des corps roulants. Il pourra être utile de prévoir une précharge initiale pour assurer leur entraînement.



3 Empreintes de corps roulants par déformation ou arrachement de métal

Roulements à billes

Empreintes dues à un montage dans l'arbre avec appui sur la bague extérieure



Comment l'identifier ?

Dans le roulement à billes, **les empreintes sont généralement coniques et affectent surtout le bord des pistes**. Elles se situent soit sur la totalité de la circonférence soit sur un secteur plus ou moins étendu. L'écartement de ces empreintes correspond à celui des billes. **Le fond de l'empreinte est brillant mais on y retrouve les traces de la rectification**.

D'où vient ce problème ?

C'est l'avarie la plus commune, rencontrée à la mise en place. Elle apparaît lorsqu'un **choc ou un effort est imposé sur la bague qui n'est pas serrée**. Si le choc engendre une charge instantanée qui dépasse la limite élastique de la matière, des empreintes permanentes se forment aux points de contact des billes avec les pistes. Ces empreintes provoquent une bruyance anormale.

Les chocs ont deux causes principales :

- La mise en place d'un roulement par percussion en frappant sur une bague pour enfoncer la bague opposée.
- La chute accidentelle du roulement sur un sol dur.

Comment l'éviter ?

Lorsque les tolérances d'ajustement sont telles que la bague à mettre en place doit serrer, **ne jamais prendre appui sur la bague opposée** surtout lorsque le montage doit se faire par percussion. Si la bague serrée est d'accès difficile, on la forcera en utilisant un tube de même diamètre et de longueur appropriée.

Pour éviter les chutes accidentelles, travailler sur des surfaces dégagées.

Empreintes de corps roulants par déformation ou arrachement de métal



Vibration



Bruit



Élévation de température



Couple de rotation

Roulements à rouleaux cylindriques



Arrachement de matière sur la piste d'une bague extérieure

Comment l'identifier ?

Les pistes laissent apparaître des **rayures plus ou moins profondes** parallèles à leur génératrice, souvent avec **arrachement de métal**, dont l'écartement correspond généralement à celui des rouleaux.

D'où vient ce problème ?

Montage en force.

Lorsque ce coincement se produit, si l'on force l'introduction, que ce soit par pression ou par percussion, les rouleaux rayent plus ou moins

profondément la piste de la bague réceptrice. Ces rayures peuvent être superficielles ou profondes (arrachements de métal).

Comment l'éviter ?

Ne jamais forcer une bague dans l'autre.

A la mise en place d'un arbre avec une bague intérieure montée, il est recommandé de faire tourner cet arbre en même temps qu'on le présente à l'autre bague. La mise en rotation aidera les rouleaux à prendre leur place en évitant leur coincement. Il en va de même si la bague présentée est une bague extérieure, montée dans un carter par exemple.

Il est recommandé de **bien graisser** le roulement **avant l'assemblage**, l'absence de graisse facilite en effet le coincement et le grippage des rouleaux.

Roulements à rouleaux coniques



Ecallage au centre de la piste de rodage

Chocs au montage.

Des empreintes pourraient pourtant apparaître si le cône était utilisé pour enfoncer la cuvette dans son logement.

4 Vibrations



Faux effet Brinell sur un roulement à billes

Comment l'identifier ?

Les bagues de roulements présentent, sur les pistes, des **empreintes brillantes ou ternes, plus ou moins étendues**, dont l'écartement correspond dans les cas simples à celui des corps roulants. On peut cependant constater parfois la présence d'empreintes nombreuses qui se superposent ou s'intercalent. Il est cependant toujours possible de retrouver sur ces empreintes l'écartement des corps roulants.

L'examen sous fort grossissement permet de constater que les empreintes sont dues à une disparition de la matière et non à son refoulement comme dans le cas des empreintes par choc. Dans tous les cas, les traces de rectification ont disparu. **Cette avarie est aussi appelée faux effet Brinell.**

Vibrations



Vibration



Bruit



Elévation de température



Couple de rotation



D'où vient ce problème ?

Le faux effet Brinell affecte les roulements à l'état statique ou en oscillation de faible amplitude, mais toujours en **présence de vibrations**. Il peut cependant affecter un roulement en rotation lorsque les deux bagues tournent simultanément en synchronisme total (cas des roulements pilotes).

Le mécanisme de l'avarie peut être ainsi schématisé : sous l'effet conjugué d'une pression, même faible, et des vibrations, le lubrifiant tend à échapper de la zone de charge, en laissant à nu les surfaces de contact entre corps roulants et pistes. L'énergie de vibration entraîne alors des micro-soudures ou des micro-grippages et par suite, des arrachements de métal.

Les particules arrachées s'oxydent comme dans le cas de la corrosion de contact et leur pouvoir abrasif concourt à l'accélération du phénomène.

Ce type d'avarie se rencontre :

- Sur les roulements équipant des machines à l'arrêt mais subissant des vibrations intenses.

- Sur les roulements en rotation lorsque les deux bagues tournent à la même vitesse angulaire et restent par conséquent fixes l'une par rapport à l'autre.

On rencontrera de semblables avaries sur des groupes électrogènes de secours couplés sur la même plateforme qu'un groupe en fonctionnement, sur des moteurs électriques à l'arrêt sur des machines qui tournent, sur des ventilateurs de secours couplés avec des ventilateurs en service, sur des machines ou des matériels non suspendus en transport de longue durée avec vibrations, etc.

Le risque est d'autant plus grand que le poids de l'organe équipé est plus élevé, que les vibrations sont plus intenses.

Comment l'éviter ?

- Caler l'arbre des moteurs, générateurs et autres machines similaires pour leur transport.
- La mise en rotation, même lente, des machines à l'arrêt en zone de vibrations, facilite la répartition du lubrifiant et évite que les charges s'exercent en permanence en un point privilégié des pistes.
- Les roulements de grandes dimensions seront stockés à plat hors des zones de vibration telles que les ateliers.
- Pour les montages au repos, on utilisera des lubrifiants fluides mieux aptes à infiltrer les surfaces au contact, que les lubrifiants consistants.
- Pour les montages en fonctionnement, on notera que :
 - les graisses les moins consistantes (en grade NLGI) sont également les plus efficaces. Les graisses au silicone sont parmi les moins efficaces.
 - la meilleure résistance au faux effet Brinell est obtenue avec des huiles de base à faible viscosité.



5 Usure - Empreintes de corps étrangers

Oxydation et usure en rotation (entrée de liquide avec lubrification)



Comment l'identifier ?

- **Rodage plus ou moins intense** des corps roulants et des pistes, ces dernières pouvant présenter un sillon longitudinal continu ou sectoriel.
- Apparition d'un **jeu excessif, de balourds et de vibrations**.
- **Usure** des cages.
- **Empreintes** de petites dimensions sur les chemins de bagues, présentant des bords légèrement arrondis significatifs d'un enfoncement de la matière.
- Réduction anormale de la durée de vie par accélération de la **fatigue de la matière**.
- **Bruit** anormal.

D'où vient ce problème ?

Ces défauts ont tous pour origine un **manque de protection** soit à la **mise en place du roulement**, soit **pendant son utilisation**. Il est malheureusement fréquent que l'utilisateur ne perçoive pas clairement le risque que la poussière fait courir au roulement et son effet destructeur. En effet, quelle que soit sa nature, et même si elle provient d'un local non industriel, **la poussière possède toujours un pouvoir abrasif élevé**. En tournant, le roulement prend un jeu excessif et des balourds apparaissent qui amplifient la fatigue de la matière. Les cages présentent des usures de niveau de gravité divers.

Les empreintes de corps étrangers ont la même origine que les usures, un défaut de protection permettant à des particules étrangères de pénétrer dans le roulement.

Le passage répété de ces corps étrangers entre corps roulants et piste provoque la formation d'une multitude de petites empreintes qui rendent le roulement bruyant. La dégradation de l'état de surface des pistes et des corps roulants accélèrent la fatigue de la matière.

Ce phénomène a été nettement mis en lumière par nos Services d'Essais.

Comment l'éviter ?

- Prendre, au montage, les **précautions de propreté** indispensables en nettoyant arbres et logements et en pratiquant le montage dans des locaux et sur des plans hors poussières.
- Ne pas laver les roulements neufs.
- Stocker les roulements à l'abri de la poussière.
- Utiliser un lubrifiant propre - tenir boîtes et fûts fermés.
- Ne pas stocker à l'air libre des organes mécaniques en attente de montage.
- Prévoir tous dispositifs de protection adéquats pour empêcher les déchets (textile, paille, fibres...) ou toute poussière ambiante (charbon - sable - limaille - produits chimiques, etc.) de pénétrer dans le roulement.
- Utiliser des roulements SNR étanches ou protégés ou les joints spéciaux que nous avons mis au point, chaque fois que cela est possible.

Usure - Empreintes de corps étrangers



Vibration



Bruit



Elévation de température



Couple de rotation

6 Cratères et cannelures

Passage de courant électrique dans la bague intérieure en rotation



Arc électrique sur la bague intérieure



Cratères à fonds noirs sur les corps roulants



Comment l'identifier ?

- **Cratères** : L'examen sous grossissement montre des **piqûres à bords nets** liées en chapelets plus ou moins longs. Les cratères montrent qu'il y a eu fusion localisée du métal.
- **Cannelures** : Succession de **plages étroites côte à côte** donnant l'impression de cannelures qui se succèdent sur la zone des chemins soumise à la charge. Elles peuvent apparaître également sur les rouleaux.

D'où vient ce problème ?

Cette avarie peut se produire dans les machines tournantes équipant divers appareillages ou machines (machines-outils, matériel ferroviaire, convertisseurs, moteurs, etc.) lorsque **le roulement se trouve sur le passage d'un courant de fuite et qu'il est le seul lien avec la masse et le sol.**

• Courant de forte intensité :

En raison des contacts de proximité entre corps roulants et piste et même à travers le film de lubrifiant, des arcs jaillissent provoquant l'apparition de points chauds où se produisent des fusions.

• Courant de faible intensité :

Ils provoquent l'apparition d'une altération de surface périodique qui, avec la rotation, apparaît sous forme de coloration grise.

Comment l'éviter ?

- Vérifier ou établir **la mise à la terre des machines tournantes** y compris leurs parties mobiles.
- Vérifier les isolations - nettoyer les collecteurs de moteurs pour éviter les fuites de courant.

Cratères et cannelures



Vibration



Bruit



Elévation de température



Couple de rotation



7 Traces de coups Fissures - Cassures



Ces trois avaries traduisent les différents niveaux d'une même erreur dans la pratique du montage : la percussion sans précautions.

Coups - Fissures - Cassures

Ruptures dues à un montage avec coups



Comment l'identifier ?

- **Traces de coups et d'empreintes d'outils** sur les faces planes, les corps roulants, les arrondis.
- **Fissures et cassures** d'épaulements et de collets.

D'où vient ce problème ?

Lorsqu'un coup porté directement sur une bague de roulement dépasse les limites élastiques du métal, il y a formation d'une empreinte permanente. Les **coups** peuvent entraîner différents désordres : déformation des bagues, empreintes.

Dans certains cas, les **chocs** peuvent provoquer l'apparition de fissures ou même de cassures franches. Les fissures sont d'autant plus pernicieuses qu'elles peuvent ne pas apparaître immédiatement mais provoquer à terme la formation d'éclats qui se glissent à l'intérieur du roulement où ils endommagent pistes et rouleaux.

Ce dernier type d'avarie est fréquent sur les roulements à rouleaux cylindriques dont les épaulements de guidage des rouleaux sont particulièrement fragiles aux chocs. De nombreux cas de cassures sont également constatés sur les roulements à rotule

Traces de coups - Fissures - Cassures



Vibration



Bruit



Elévation de température



Couple de rotation

sur rouleaux. Lorsque l'on fait rotuler la bague extérieure, il est fréquent qu'un ou plusieurs rouleaux se déboîtent légèrement de l'alvéole de la cage qui les contient. La remise en place de la bague est malaisée car les rouleaux déboîtés prennent simultanément appui sur la face externe de la bague extérieure et sur un épaulement de la bague intérieure. Lorsque les rouleaux sont déboîtés, tout coup porté sur la bague extérieure pour la forcer à rotuler se transmet par les rouleaux aux épaulements de la bague intérieure sur lesquelles ils s'appuient.

Il est fréquent de constater à ce niveau des **cassures dont l'écartement correspond exactement à celui des rouleaux**.

Comment l'éviter ?

Aucun coup ne doit être porté directement avec un outil de percussion sur les bagues et leurs épaulements. Au montage, toujours interposer entre le marteau et le roulement un tube du diamètre de la bague à mettre en place, tube qui

répartira la force du coup sur une large portion de la circonférence de la bague. Pour réaliser cette opération avec facilité, SNR met à votre disposition une malette de montage comprenant tous les outils adaptés.

*Remarque : Pour les roulements à rouleaux cylindriques ou coniques, les **roulements à rotule sur rouleaux**, il est recommandé de chauffer les bagues intérieures.*

Dans la plupart des cas, et en fonction du diamètre du roulement, le chauffage à 80°C ou 90°C assure une dilatation largement suffisante pour permettre une mise en place sans difficulté.

Pour redresser la bague extérieure déboîtée d'un roulement à rotule sur rouleaux, on prendra la précaution de faire tourner la bague en même temps que l'on contiendra les rouleaux déboîtés. On proscriera absolument les coups qui ne peuvent être que dommageables.

Rupture des bagues

Comment l'identifier ?

- **Cassures** affectant de larges secteurs de bague.
- **Ruptures transversales**.

D'où vient ce problème ?

- **Déformation du logement**.
- **Bagues extérieures : charges excessives** pouvant avoir pour origine une précharge du roulement provoquée par la disparition du jeu interne due elle-même à un serrage trop important de la bague intérieure sur l'arbre (voir chapitre 1). Les contraintes radiales qui en résultent peuvent provoquer l'éclatement d'une bague.
- **Ruptures transversales de bagues intérieures : serrage excessif** provoquant la rupture par mise sous tension du métal.

Comment l'éviter ?

Contrôler que les tolérances d'ajustement n'entraînent pas une absorption du jeu interne et la mise en précharge importante du roulement. Eventuellement, utiliser un roulement à jeu interne augmenté.



8 Corrosion de contact



Corrosion de contact sur l'alésage et la face d'appui



Comment l'identifier ?

Les phénomènes de corrosion de contact s'apparentent à ceux donnant naissance au faux effet Brinell (voir chapitre 4).

Ils sont localisés dans l'alésage, sur le diamètre extérieur ou les faces d'appui du roulement. La corrosion de contact se présente sous forme de **taches roses, brunes ou noires plus ou moins étendues**. L'examen sous grossissement fait apparaître une attaque plus ou moins profonde des surfaces atteintes. **Au frottement, ces taches laissent des traces de rouille**. Dans les cas avancés, bagues et pistes sont enduites d'une pâte brune formée par la rouille mélangée au lubrifiant. Si la corrosion est profonde, elle peut, dans le cas de roulements à faible section, entraîner la rupture de ces bagues sous la charge.

D'où vient ce problème ?

La bague qui tourne par rapport à la charge doit être montée avec un serrage dont la raison d'être est de s'opposer à toute rotation de cette bague sur la portée.

Si ce **serrage** est **insuffisant**, et a fortiori s'il y a jeu, l'arbre dans l'alésage, ou la bague extérieure

du roulement dans son logement, effectuent une lente reptation. En cas de contact sec sur les portées, des grippages localisés entraînent des arrachements de fines particules de métal au roulement et aux portées d'arbres et de logements. Ces particules s'oxydent d'autant plus rapidement que la lubrification n'atteint généralement pas ces zones ; leur pouvoir abrasif tend à accélérer ce phénomène ; dans les logements, qui ne sont pas toujours rectifiés, la rugosité élevée des surfaces favorise son apparition. Lorsque **les roulements tournent ou vibrent sur leurs portées**, la corrosion de contact affecte également les faces. Ceci peut se produire lorsque le blocage axial est insuffisant ou qu'il se résorbe par tassement d'une cale ou du desserrage partiel d'un écrou. La zone du roulement intéressée reproduit alors exactement, en creux, la portée correspondante de l'épaulement ou de la bague de blocage.

Comment l'éviter ?

- **Contrôler la géométrie et les tolérances d'ajustement des arbres et des logements** pour assurer le serrage du roulement là où il est nécessaire.
- **Vérifier le serrage** convenable des écrous de blocage axial ou des chapeaux de logements lorsqu'ils participent au maintien du roulement.
- En rechange, recharger éventuellement les arbres.
- **Utiliser des pâtes de montage SNR.**

Corrosion de contact

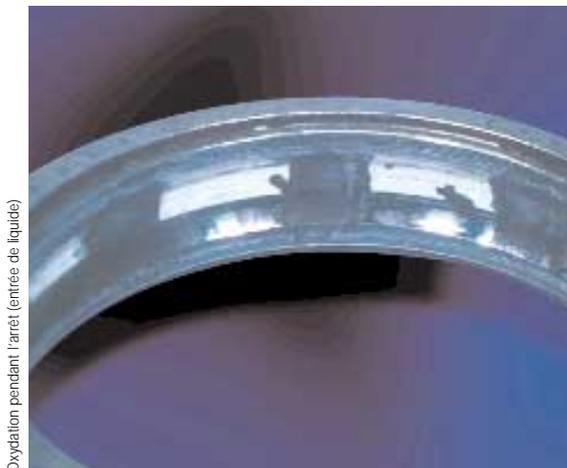
 Vibration

 Bruit

 Elévation de température

 Couple de rotation

9 Corrosion - Oxydation



Oxydation pendant l'arrêt (entrée de liquide)



Oxydation en fonctionnement (entrée de liquide)

prolongés pour que la température de l'organe mécanique redescende à la valeur de l'ambiance. En période de fonctionnement, la température du roulement s'élève, l'air contenu dans le logement se dilate et s'échappe. A la mise à l'arrêt, le retour à température ambiante s'accompagne d'un reflux d'air saturé d'humidité qui se condense dans le roulement. Le renouvellement fréquent du cycle entraîne le dépôt d'une quantité croissante d'eau qui, se mélangeant à la graisse, ne disparaît pas totalement pendant la phase de réchauffement. La corrosion gagne progressivement l'ensemble des éléments internes. Ses effets sont comparables à ceux de la poussière abrasive. Les couches oxydées cèdent sous la pression des corps roulants et cet oxyde porphyrisé accélère à son tour l'abrasion. La présence de taches corrodées permet une identification sans erreur possible. En effet, elles n'affectent pas uniquement les parties vives du roulement mais son ensemble, y compris les faces, les diamètres et les cages.

Comment l'éviter ?

- Parfaire ou prévoir les protections nécessaires.
- Modifier l'ambiance par une ventilation appropriée.
- Eviter les projections liquides sur les étanchéités et les protections qui ne sont pas suffisamment poussées.
- Utiliser un lubrifiant adapté.
- Utiliser des roulements étanches SNR.

Comment l'identifier ?

- **Oxydation** localisée ou généralisée du roulement.
- Taches plus ou moins étendues de couleur rougeâtre ou noire avec **attaque de la surface intéressée ou cavités**.

D'où vient ce problème ?

Introduction accidentelle ou systématique d'humidité ou de liquides corrosifs attaquant l'acier.
Défaut d'étanchéité du montage.

La corrosion peut être systématique lorsque le roulement travaille en atmosphère saturée d'humidité et qu'il est soumis à des périodes alternées de marche et d'arrêts suffisamment

Corrosion - Oxydation



Vibration



Bruit



Elévation de température



Couple de rotation



10 Déterioration des cages

Déformation au montage

Rupture de la cage par vibrations



Comment l'identifier ?

Cages déformées - Alvéoles écrasées - Traces de coups. Avaries parfois difficilement identifiables parce que masquées souvent par d'importants effets secondaires tels que : échauffements, laminage des cages sous les corps roulants, grippages.

D'où vient ce problème ?

La cage est particulièrement vulnérable tant que le roulement n'est pas définitivement en place. Un **montage sans précautions** risque donc de l'endommager gravement.

Dans le roulement à billes par exemple, sa fragilité est encore accentuée par le fait qu'elle affleure le plan des faces. Dans le roulement à rouleaux coniques, elle déborde sensiblement la petite face du cône.

Les dommages causés aux cages proviennent généralement du mauvais outillage ou même souvent de l'absence totale d'outillage de montage. Lorsque les roulements sont montés par percussion avec des jets, il arrive fréquemment que ces outils ripent brutalement sous le coup de marteau, provoquant déformations et écrasements d'alvéoles et par suite le coincement des corps roulants correspondants.

Comment l'éviter ?

- Mettre les roulements en place, de préférence à la presse.
- Eviter l'emploi de jets.

Lorsque le montage par percussion est inévitable (en rechange particulièrement), utiliser des tubes de diamètre correspondant à celui de la bague du roulement à mettre en place. Ce procédé est particulièrement recommandé pour le montage serré d'un cône grande face en avant, dont la cage déborde la petite face.

Déterioration des cages



Vibration



Bruit



Elévation de température



Couple de rotation

Usure

Comment l'identifier ?

Usures plus ou moins prononcées des alvéoles et des diamètres intérieurs et extérieurs des cages.

D'où vient ce problème ?

Introduction au montage, mais généralement en cours de fonctionnement, de **particules abrasives**. La **surcharge axiale** peut être à l'origine de l'usure de la cage. Dans le cas des roulements à billes à cages alvéolées, l'abrasion agrandit les alvéoles. La cage, qui à l'origine est centrée sur les billes, prend un jeu excessif et un balourd important. Le diamètre extérieur vient alors frotter contre la bague extérieure et son alésage contre la bague intérieure. Le balourd accélère l'usure des alvéoles.

Dans le cas des roulements coniques, on constate une usure du pont de la cage et parfois même rupture de cette cage.

Comment l'éviter ?

- Nettoyer soigneusement les organes récepteurs du roulement pour en éliminer toutes particules abrasives.
- Assurer la protection efficace du roulement par des joints ou par tout dispositif approprié.
- Utiliser des roulements étanches SNR.
- Utiliser des lubrifiants propres exempts de particules étrangères et veiller à entretenir leur propreté en refermant soigneusement boîtes et fûts.

Rupture

Comment l'identifier ?

Ruptures avec ou sans laminage sous les corps roulants.

D'où vient ce problème ?

Les ruptures de cages peuvent avoir pour origine :

- Un **endommagement grave au montage**.
- Des **vibrations** qui engendrent des chocs.
- Un grippage dû à une **lubrification défectueuse**.
- Des **accélérations ou décélérations brutales** non prévues entraînant la déformation des alvéoles.
- Une **vitesse excessive de la cage** (roulements à billes).
- Un **serrage excessif** du roulement dû à une annulation du jeu interne soit par défaut de montage (ajustement trop serré) soit par une dilatation due à une température de fonctionnement excessive ou à un écart de température important entre la bague extérieure et la bague intérieure.
- Des **efforts de déversement alternés et répétés** dans le cas des roulements à billes. Les inversions de sens d'entraînement des billes dues à ces déversements, la vitesse différentielle à laquelle

elles sont entraînées à chaque inversion provoquent des élongations de cages répétées qui, par fatigue du métal, causent des ruptures.

- La déformation des logements, les balourds incontrôlés, etc.

Comment l'éviter ?

- Prendre toutes **précautions au montage** pour éviter l'endommagement des cages.
- Assurer la **lubrification correcte** du roulement avec un lubrifiant adapté à l'application (vitesse, température, charges). Vérifier si le lubrifiant arrive en quantité suffisante au roulement.
- Contrôler les accélérations et décélérations.
- Vérifier les vitesses maximales atteintes par le roulement et s'assurer que celui-ci a bien les caractéristiques correspondant aux exigences.
- Vérifier les tolérances d'ajustement et les températures de fonctionnement.
- S'il y a effort de déversement alterné, utiliser un **type de cage adapté** (consulter nos ingénieurs d'application).



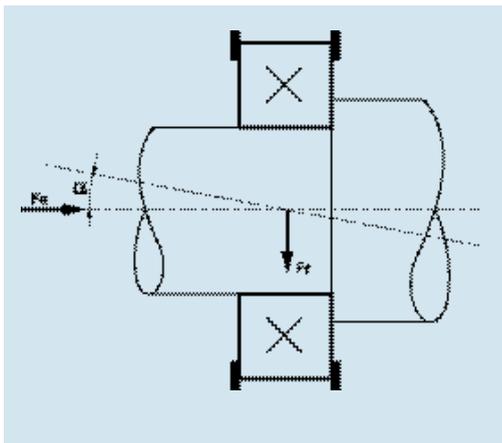
Incidences de mauvaises positions des zones de charge

Désalignement

L'examen d'un roulement, en dehors même de toute détérioration, peut conduire au constat d'une anomalie de fonctionnement due soit à une déformation des organes récepteurs, soit à une mauvaise position du roulement sur ses portées, soit à une modification en fonctionnement des conditions théoriques de travail.

L'examen des zones de contact avec les pistes, qui sont visibles même après un temps de fonctionnement réduit, permet de contrôler si elles sont conformes à celles qui doivent logiquement apparaître, compte tenu de la nature et de la direction des charges appliquées au roulement.

Si l'image observée ne correspond pas à celle attendue pour une mise en charge donnée, c'est que des charges ou des déformations apparaissent, qui n'étaient pas prévues dans le schéma initial.



Légende

BE : Bague extérieure

BI : Bague intérieure

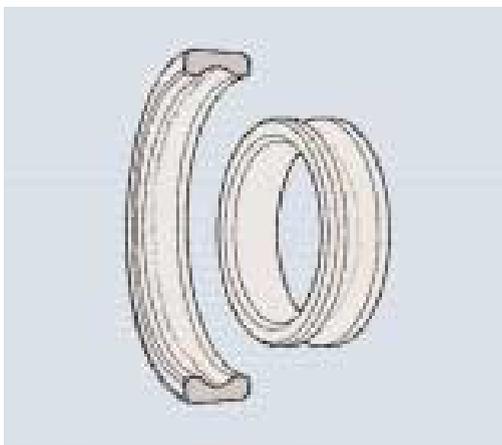
Fixe ou tournante : s'entend par rapport à la charge.

Fr : Force radiale

Fa : Force axiale

α : Angle de l'axe avec la génératrice du logement.

Cas n° 1



BE	Fixe mais glisse sous charge
BI	Tourne
Fr	Fixe par rapport au logement
Fa	Nulle
α	Nul

Comment l'identifier ?

La trace de passage des billes s'étend à toute la circonférence des 2 bagues. Traces de friction sur le \varnothing de **BE**.

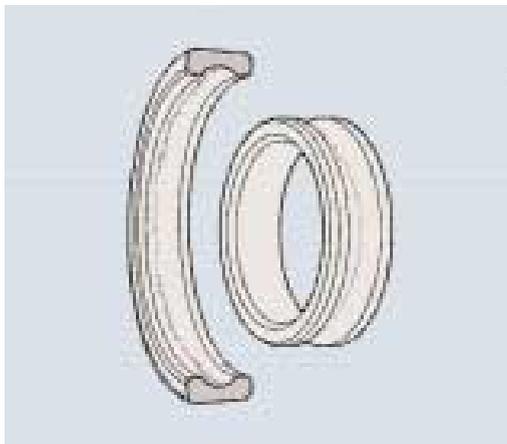
D'où vient ce problème ?

Rotation anormale de la **BE** qui glisse sous la charge.

Comment l'éviter ?

Revoir l'ajustement de la **BE** ou son dispositif de fixation.

Cas n° 2



BE	Tourne
BI	Fixe mais glisse sous charge
Fr	Fixe par rapport à l'arbre
Fa	Nulle
α	Nul

Comment l'identifier ?

La trace de passage des billes s'étend à toute la circonférence des 2 bagues.

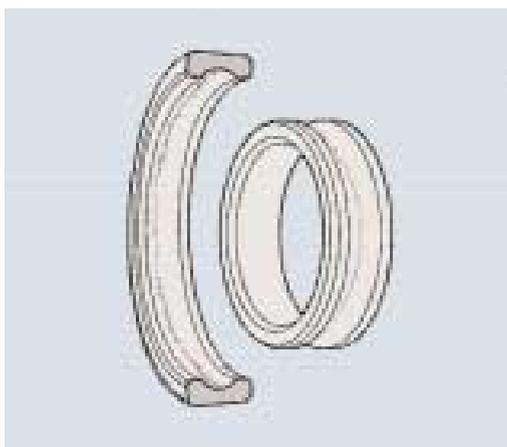
D'où vient ce problème ?

Rotation anormale de la **BI** par rapport à l'arbre. Le glissement de la **BI** est confirmé par la présence de marques dans l'alésage, avec effacement partiel ou total des traces de rectification par polissage de l'alésage.

Comment l'éviter ?

Revoir l'ajustement de la **BI** sur l'arbre ou sur dispositif de fixation.

Cas n° 3



BE	Fixe
BI	Tourne - serrage exagéré sur l'arbre
Fr	Additionnelle induite par la précontrainte de la BI
Fa	Nulle
α	Nul

Comment l'identifier ?

La trace de passage des billes s'étend à toute la circonférence des deux bagues.

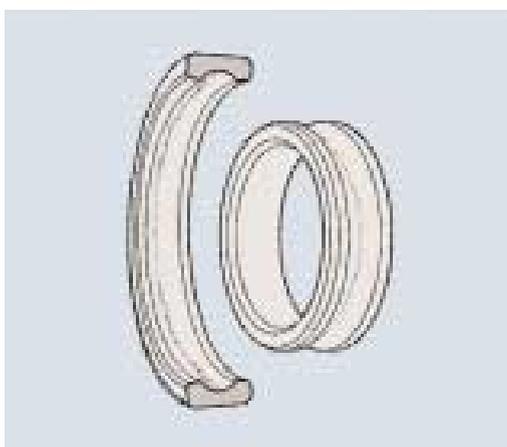
D'où vient ce problème ?

Serrage exagéré soit de la **BE** dans son logement soit de la **BI** sur l'arbre. Annulation du jeu interne et apparition d'une précontrainte qui s'ajoute à la charge normale.

Comment l'éviter ?

Revoir l'ajustement de la bague anormalement serrée. Augmenter le jeu interne du roulement.

Cas n° 4



BE	Tourne - serrage exagéré dans le logement
BI	Fixe
Fr	Additionnelle induite par la précontrainte de la BE
Fa	Nulle
α	Nul

Comment l'identifier ?

La trace de passage des billes s'étend à toute la circonférence des deux bagues.

D'où vient ce problème ?

Serrage exagéré soit de la **BE** dans son logement soit de la **BI** sur l'arbre. Annulation du jeu interne et apparition d'une précontrainte qui s'ajoute à la charge normale.

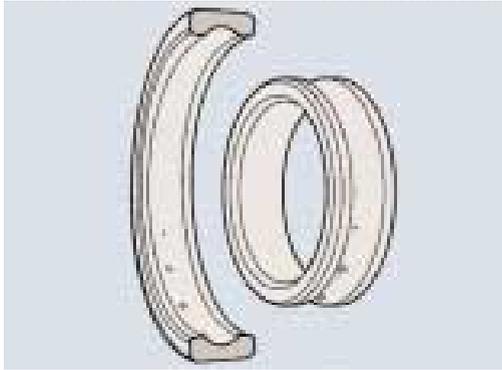
Comment l'éviter ?

Revoir l'ajustement de la bague anormalement serrée. Augmenter le jeu interne du roulement.



Incidences de mauvaises positions des zones de charge

Cas n° 5



BE	Fixe par rapport à la BI
BI	Fixe par rapport à la BE
Fr	Fixe par rapport à la BE ou la BI
Fa	Nulle
α	Nul

Comment l'identifier ?

Zones de contact comprises dans un arc de cercle légèrement inférieur à une demi-circonférence.

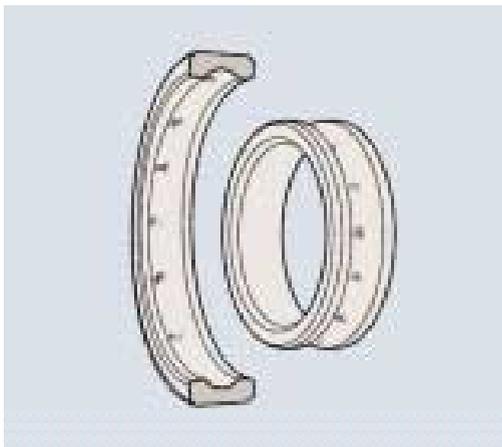
D'où vient ce problème ?

Vibrations affectant généralement un roulement à l'arrêt.

Comment l'éviter ?

Remède : Voir page 18 (Chapitre Vibrations)

Cas n° 6



BE	Fixe par rapport à la BI
BI	Fixe par rapport à la BE
Fr	Tourne par rapport à la BE ou la BI
Fa	Nulle
α	Nul

Comment l'identifier ?

Zones de contact équidistantes à écartement correspondant à celui des billes, réparties sur toute la circonférence des pistes de **BE** et **BI** et à fond de gorge.

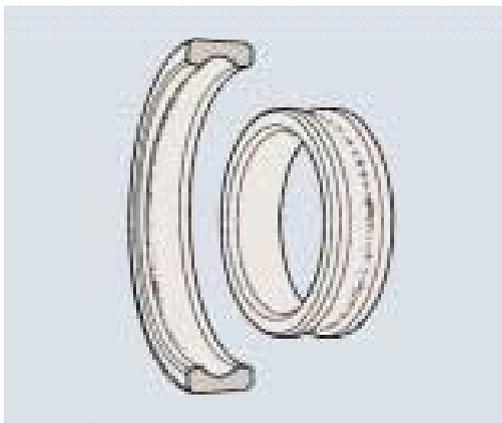
D'où vient ce problème ?

Vibrations sur le roulement. La cage peut tourner légèrement en cours de fonctionnement, notamment sous l'action des vibrations. On observe alors une succession de zones de contact à répartition équidistantes.

Comment l'éviter ?

Supprimer les causes de vibration. Utiliser un lubrifiant adapté.

Cas n° 7



BE	Fixe - Tourne
BI	Tourne - Fixe
Fr	Nulle ou négligeable vis-vis de la Fa
Fa	Continue
α	Nul

Comment l'identifier ?

Trace de passage des billes sur toute la circonférence des **BE** et **BI** mais anormalement déportée latéralement. **BI** : vers la face subissant la charge **Fa**. **BE** : vers la face opposée à la charge (symétrique à la trace sur la **BI** par rapport au fond de gorge).

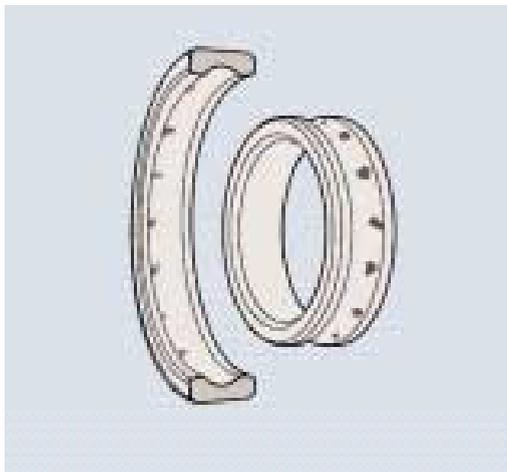
D'où vient ce problème ?

Charge axiale anormale.

Comment l'éviter ?

Vérifier si la **Fa** est normale.

Cas n° 8



BE	Fixe par rapport à la BI
BI	Fixe par rapport à la BE
Fr	Nulle
Fa	Charge vibrante
α	Nul

Comment l'identifier ?

Zones de contact des corps roulants avec les chemins équidistantes avec un écartement correspondant à celui des billes, affectant toute la circonférence des **BE** et **BI**. Ces zones sont déportées latéralement. **BI** : vers la face subissant la charge **Fa**. **BE** : vers la face opposée à la charge **Fa** (symétrique à la trace sur **BI** par rapport au fond de gorge).

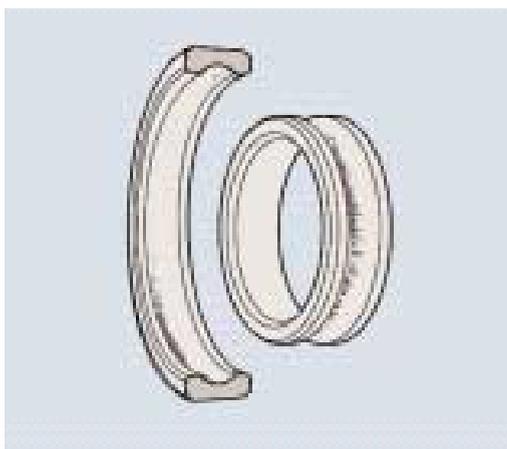
D'où vient ce problème ?

Charge axiale vibrante.

Comment l'éviter ?

Vérifier si la charge vibratoire est normale. Utiliser un lubrifiant adapté.

Cas n° 9



BE	Fixe
BI	Tournante par rapport au logement de la BE
Fr	Fixe par rapport au logement de la BE
Fa	Nulle
α	Valeur correspondant à l'annulation du jeu

Comment l'identifier ?

La zone de travail sur la **BE** est inclinée par rapport à l'axe du chemin. 2 zones rodées diamétralement opposées - une seule zone si le jeu n'est pas complètement annulé. Sur la **BI**, bande de rodage affectant toute la circonférence, de largeur correspondant à l'écart entre points extrêmes des portées de **BE**.

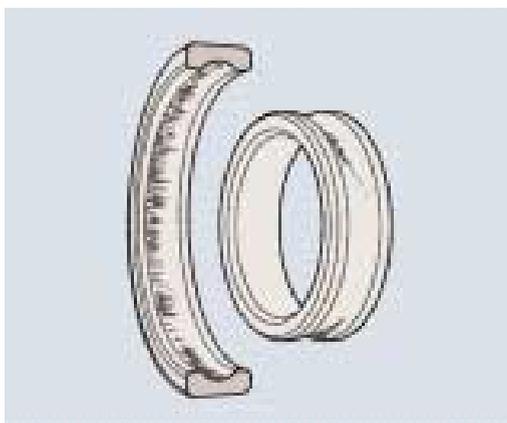
D'où vient ce problème ?

Mauvais alignement du logement de la **BE** par rapport à l'arbre.

Comment l'éviter ?

Aligner le logement. Vérifier si les épaulements sont perpendiculaires aux génératrices des logements.

Cas n° 10



BE	Tournante par rapport au logement de la BI
BI	Fixe
Fr	Fixe par rapport au logement de la BI
Fa	Nulle
α	Valeur correspondant à l'annulation du jeu

Comment l'identifier ?

BE piste de rodage large s'étendant à toute la circonférence si le jeu est annulé. Sur **BI**, piste faisant un angle avec l'axe du chemin de roulement en deux zones diamétralement opposées.

D'où vient ce problème ?

Mauvais alignement du logement et de l'arbre.

Comment l'éviter ?

Revoir l'alignement. Vérifier la perpendicularité de l'épaulement de l'arbre.

Europe

FRANCE - EUROPE

SNR Paris	40, rue Jean Bleuzen B.P. 49 92174 Vanves Cedex	Tél. 01 40 93 66 00 Fax. 01 40 93 66 10
SNR Logistique	9, avenue Léon Harmel 92160 Antony	Tél. 01 46 11 66 50 Fax. 01 46 11 66 66

SNR Bordeaux 1, rue du Golf - B.P. 173
33708 Merignac Cedex
Tél. 05 56 34 69 80
Fax. 05 56 34 69 81

SNR Lyon Europe* Le Florentin - 71, chemin
du Moulin Carron - B.P. 8
69570 Dardilly
Tél. 04 78 66 68 00
Fax. 04 78 66 68 20

SNR Nancy Europe* 3, allée Forêt de la Reine
Parc technologique Brabois
54500 Vandœuvre
Tél. 03 83 44 64 00
Fax. 03 83 44 02 31

DEUTSCHLAND

SNR WÄZLAGER GMBH 40472 Düsseldorf	Wahlerstraße 6 40437 Düsseldorf Postfach 33 04 10	www.snr.de Tel. (0211) 6 58 06-0 Fax. (0211) 6 58 88 86
33719 Bielefeld	Friedrich-Hagemann-Str.66 33701 Bielefeld Postfach 17 01 45	Tel. (0521) 9 24 00-0 Fax. (0521) 9 24 00 90
70597 Stuttgart	Tränkestraße 7 70574 Stuttgart Postfach 70 04 16	Tel. (0711) 9 00 64-0 Fax. (0711) 9 00 64 99

ITALIA

SNR Italia Milano	Via Keplero, 5 20019 Settimo Milanese (MI)	Tel. (02) 33 55 21 Fax (02) 33 50 06 56
Bologna	Via E.Zago, 2/2 40128 Bologna	Tel. (051) 36 79 46 (051) 36 29 78 Fax (051) 36 85 38

ESPAÑA - PORTUGAL

SNR Rodamientos Ibérica S.A.
Madrid C/ Llanos de Jerez, 22
Polígono Industrial
28820 Coslada
Tél. 91 671 89 13
Fax. 91 673 65 48

*EUROPE (Subsidiaries excepted)
SNR Nancy - Europe : Benelux - Suisse - Autriche - U.K.
SNR Lyon - Europe : Other Countries Fax. 04 78 66 68 21

Amériques / Americas

USA

SNR Bearings USA Atlanta	4600 K Highlands Pkwy Smyrna, G.A. 30082	www.snrbearings.com Tel. (770) 435-2818 (800) 232-1717 Fax. (800) 742-5215
------------------------------------	---------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

AMERICA LATINA

SNR Argentina Buenos-Aires Viamonte 1145 - Piso 11
1053 Buenos-Aires
Tél. (54) 11-4 372-1272
Fax. (54) 11-4 372-0088

SNR Intermondial (Overseas)

Anney	18, rue du Val-Vert 74600 Seynod France	Tél. (33) 4 50 65 96 00/01/02 Fax. (33) 4 50 65 96 15
--------------	-----------------------------------------------	----------------------------------------------------------

MAROC

SNR Maroc Casablanca 17, rue Buzancy
Belvédère
Casablanca 20300
e-mail : info@snr.ma
Tél. (212) 02 2 241 530
Fax. (212) 02 2 241 532
(212) 02 2 241 542



Siège social : Rue des Usines - 74000 Anney - FRANCE

RCS Anney B 325821072 - Code NAF 291H

<http://www.snr.fr>