



Peypin le 05 octobre 2011

Produits d'aide à la maintenance.  
Systèmes de surveillance de  
dégradation de machines  
**MECASON®.**

## **REGLAGE DU JEU DES ROULEMENTS ET PRECAUTIONS POUR UNE MEILLEURE FIABILITE**

### **PREAMBULE**

ANTICIPATION & MAINTENANCE développe et commercialise depuis 1991 des systèmes de surveillance continue destinés aux machines de 100 à 2 ou 3000 kW. Dans cette gamme de puissance, les machines sont majoritairement équipées de paliers à roulements.

Plus de 4000 capteurs en service ont conduit à une expérience très riche en compréhension du fonctionnement des roulements.

En particulier, nous avons pu constater que certains roulements sont difficiles à graisser, émettant des signaux aigus, signe de frictions internes mal lubrifiées, qui disparaissent dès l'appoint d'un ou deux coups de pompe, mais réapparaissent parfois au bout de quelques heures ou quelques minutes.

L'analyse des retours d'expérience a attiré notre attention et nos soupçons sur l'importance que pouvait avoir le jeu radial en service sur la fiabilité des roulements.

Ces constatations nous ont conduits à concevoir une étude au banc d'essais qui a été menée par les laboratoires de mécanique de l'ENSAM, boulevard de l'Hôpital à Paris.

Cette étude, dont le rapport est disponible sur notre site, montre l'importance qu'il y a à choisir ou régler ses roulements de telle sorte que le jeu radial en fonctionnement soit le plus réduit possible.

### **ETUDE REALISEE A L'ENSAM**

Cette étude financée par TOTAL et cadrée par ANTICIPATION & MAINTENANCE avait pour but de tenter que mettre en évidence l'influence du jeu sur la stabilité de fonctionnement des roulements. Elle a montré qu'après un appoint de graisse sur un roulement, le temps pendant lequel le roulement a un fonctionnement silencieux (normal) dépend directement du jeu radial. Un jeu trop important rend quasiment impossible un fonctionnement silencieux du roulement.

Au-delà de cette période de fonctionnement stable et silencieux, le roulement se met à générer un bruit aigu (crissement) qui ne peut avoir pour origine que des frictions insuffisamment lubrifiées.

(Pour plus de détails sur cette étude, consultez le rapport SERAM")

Par ailleurs, en recherchant dans les documentations existantes, nous avons trouvé la norme ISO 281 qui confirme les conclusions de notre étude.

## NORME ISO 281-1990

La norme ISO 281 1990 souligne que les formules de calcul de la durée de vie ne s'appliquent que si «les conditions de fonctionnement ne perturbent pas la répartition normale des charges» dans le roulement. Parmi elles :

- jeu de fonctionnement proche du jeu nul,
- lubrification efficace,
- pas de pollution.

## EXPERIENCES DE LA SOCIETE SOREXE

Cette société exploite une nouvelle microcentrale hydroélectrique comportant deux turbines Pelton horizontales sur roulements, attelées à des génératrices LEROY-SOMMER de 250 kW.

Dès la mise en service des groupes à l'automne 2006, les roulements des deux turbines (roulements à deux rangées de rouleaux à rotule, sur manchon conique) ont émis des signaux aigus et élevés. Un appoint de graisse faisant disparaître les composantes aigus qui revenaient quelques minutes plus tard.

Nous avons émis l'hypothèse d'un réglage avec trop de jeu de ces roulements (de vieux documents de SNR préconisaient environ 55 µm de jeu).

A l'été 2008, Les jeux ont été contrôlés par l'entreprise qui a réalisé l'installation mécanique. Il a été trouvé environ 150 µm sur chacun. Les manchons coniques ont été resserrés jusqu'à obtenir un jeu d'environ 80 µm (le mécanicien n'osant pas serrer plus les roulements).

Ce serrage a immédiatement provoqué une baisse du niveau de vibration (bruits) des roulements.

## LE JEU RADIAL DANS UN ROULEMENT

Peu de responsables de maintenance se soucient de cet aspect du montage des roulements, chacun faisant confiance aux mécaniciens, qui eux, n'ont jamais eu une information complète. Et bien peu pensent que ce "détail" pourrait avoir une si grande influence sur la fiabilité des roulements.

Notre intime conviction est donc que pour faire que les roulements que vous installez durent 50 ou 100 000 heures, il faut soigner le réglage du jeu, ou choisir des roulements (classe de jeu), tel qu'après montage, et températures stabilisées, le jeu radial soit réduit.

Vous trouverez ci-après les formules de calcul disponibles sur le site de SNR.

Pour ceux qui pourraient douter, voici, ci-après, les écrits du fabricant SKF trouvés dans un de ses catalogues à propos du jeu interne :

*"La valeur du jeu radial revêt une importance considérable pour le fonctionnement correct d'un roulement. En règle générale, on peut dire que les roulements à billes doivent avoir un jeu à peu près nul en fonctionnement, ou même une légère pré-charge. En revanche, les roulements à rouleaux cylindriques et les roulements à rotule sur rouleaux doivent toujours conserver en fonctionnement un certain jeu, même très faible."*

## VALEUR DES JEUX A RESPECTER

Selon SNR (le seul roulementier chez qui nous avons trouvé des chiffres clairs !), il faudrait qu'en service, un roulement ait le jeu radial suivant :

Rt à billes : jeu =  $d^{1/2} 10^{-3}$

Rt à rotule sur billes : jeu =  $2 d^{1/2} 10^{-3}$

Rt à rouleaux cylindriques : jeu =  $4 d^{1/2} 10^{-3}$

Rt à rotule sur rouleaux : jeu =  $5 d^{1/2} 10^{-3}$

Pour d=120 mm, jeu=11µ, 44 µ, 55 µ

## EFFET D'UN DIFFERENTIEL DE TEMPERATURE SUR LE JEU DE FONCTIONNEMENT (RADIAL)

Les valeurs calculées par les formules ci-dessus sont à considérer machine en service, ayant atteint son équilibre thermique.

En général, on doit pouvoir négliger les variations qui peuvent apparaître, mais lorsqu'on sait que l'arbre va sensiblement être plus chaud que le corps du palier (cas typique du ventilateur d'exhaure qui véhicule des gaz très chauds), il faudra tenir compte de la dilatation différentielle des bagues internes et externes du roulement.

Soit avant l'arrêt de la machine, soit après, il faudrait mesurer les températures des deux éléments et calculer la réduction de jeu probable.

Sachant que le coefficient de dilatation linéaire de l'acier,  $\alpha$  est de  $0,000012 \text{ K}^{-1}$ , la réduction du jeu radial d'un roulement induite par le réchauffement différentiel d'un arbre par rapport au corps du palier  $\Delta_e$  s'exprime par la formule suivante :

$$\Delta_e = \Delta_t \times 0,000012 \text{ d}$$

Ainsi, un roulement de diamètre intérieur 100 mm dont l'arbre s'échauffe de  $25 \text{ °C}$  de plus que le corps du palier verra son jeu radial se réduire de  $30 \text{ }\mu\text{m}$  entre les conditions du montage (à froid) et en fonctionnement.

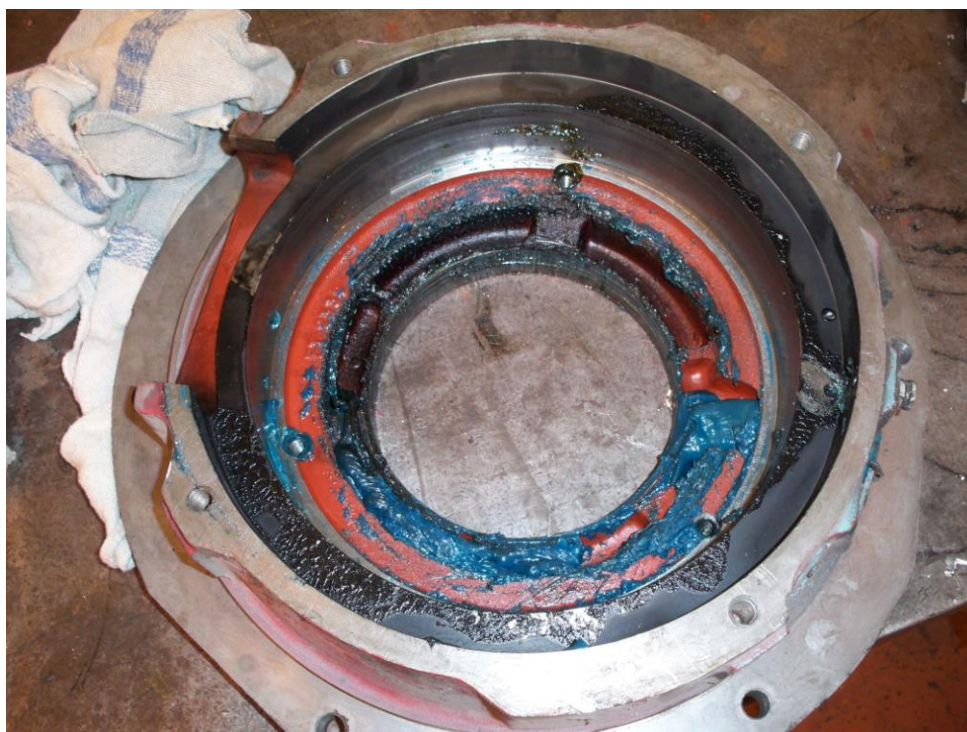
$$\Delta_e = 25 \times 0,000012 \times 100 = 0,030 \text{ mm}$$

## LE GARNISSAGE INITIAL DU PALIER

Il est connu que nombreux sont les cas d'incidents de roulements dans les semaines qui suivent un remontage.

Nous pensons qu'une part significative des cas est imputable à un mauvais remplissage initial du palier lors du remontage. En effet, il ne faut pas compter sur les appoints ultérieurs pour compléter le remplissage (partiel toutefois !).

Il faut que le garnissage initial soit en mesure d'apporter au roulement la graisse dont il a besoin !



Sur ce palier de moteur dont le roulement a grippé au bout de seulement 2000 heures de service, on peut soupçonner qu'il n'y ait pas eu assez de graisse au montage (A moins

que ce ne soit l'excès de jeu !).

Si le palier présente un grand volume vide sous le graisseur, il faut que celui-ci soit préalablement rempli.

Prenons des chiffres au hasard ! Si une chambre a un volume de 400 cm<sup>3</sup> et que la préconisation de graissage indique 50 cm<sup>3</sup> toutes les 1500 heures, il faudra attendre jusqu'à 12 000 heures pour que celle-ci soit remplie ! De quoi laisser le temps au roulement de gripper !!

C'est pourquoi, lorsque le montage concerne un roulement à rotule sur rouleaux, nous considérons souhaitable de choisir des roulements avec la rainure annulaire, sur la bague externe et les trois trous (suffixe W33 chez SKF, S chez FAG, E4 chez NSK...) et de placer le graisseur (palier de type SNA) au centre. Il est alors certain que la graisse parviendra tout de suite dans le roulement !

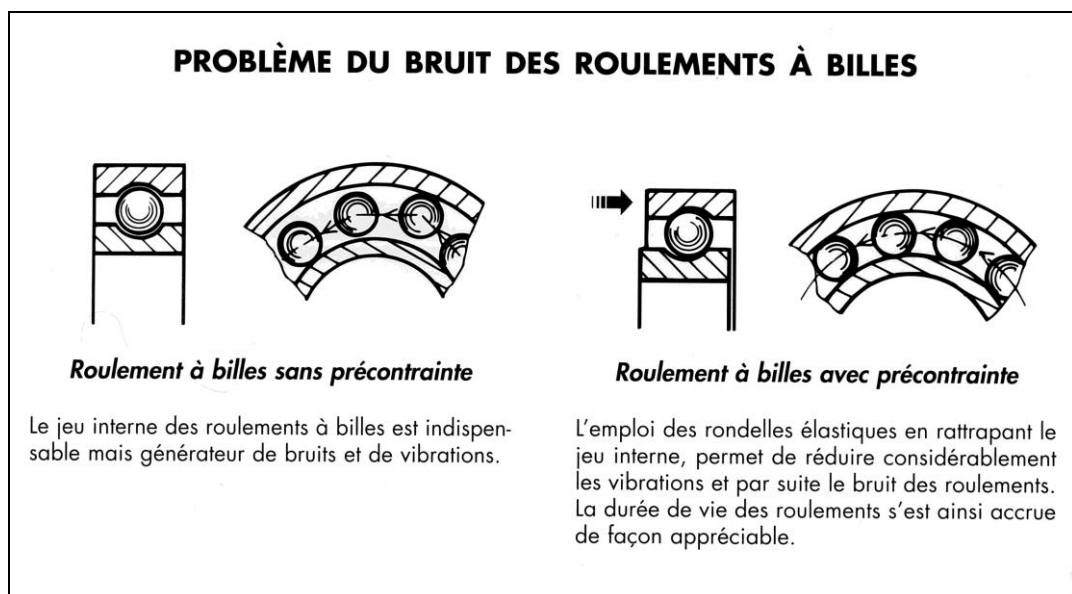
Et pour s'assurer que la lubrification du roulement est bien assurée, si le palier n'est pas équipé de *MECASON*, prenez le temps de l'écouter, avec un stéthoscope ou un simple tournevis collé à l'oreille !!

Par ailleurs, pour ceux que l'idée de réduire le jeu inquiète, n'oubliez pas que la température est une bonne information lors de la mise en service. Si la température reste assez basse (< 40-45°C), c'est que le jeu est suffisant !

Mais attention, en cas de jeu très important et de "trances" du roulement, la température peut aussi monter brutalement !

## AUTRE SOLUTION

Il existe une autre solution pour stabiliser le fonctionnement des roulements, qui devrait intéresser ceux qui craignent de réduire les jeux, mais seulement applicable aux montages sur roulements à billes. Il s'agit des rondelles élastiques, fabriquées, entre autres par la société A. Borrelly, qui permettent, dans les montages avec bague externe glissante, d'appliquer une légère précontrainte axiale qui va avoir pour effet de provoquer le glissement de cette bague externe jusqu'à l'appui sur les billes, évitant à celles-ci de diverger, de s'arrêter de tourner puis glisser.



Extrait catalogue Borrelly

Cette solution n'est pas généralisée, mais on la rencontre en particulier sur certains moteurs électriques.