



De simples pièces ?

À l'échelle d'une machine complète ou d'un processus industriel global, un roulement peut apparaître comme une pièce simple. SKF sait pertinemment qu'il n'en est rien ; c'est d'ailleurs la raison pour laquelle nos équipes sont constituées d'ingénieurs et d'experts, partout dans le monde.

Les pièces simples en apparence – et cela ne concerne pas uniquement les roulements – sont souvent négligées par leurs utilisateurs. Concrètement, peu d'importance est accordée à leur sélection, leur montage et leur maintenance. Pour être honnête, bon nombre de nos clients savent que les roulements constituent le cœur même de l'équipement tournant. Ces derniers prêtent attention au moindre aspect de leur utilisation et font volontiers appel à SKF pour bénéficier de conseils et d'une assistance. En revanche, j'ai plus d'inquiétudes pour les clients qui envisagent les choses et agissent différemment.

Comme évoqué, le Groupe SKF compte de nombreux ingénieurs expérimentés dans ses équipes. Pour ma part, j'ai tendance à choisir des ingénieurs concepteurs car la bonne mise en œuvre de nos composants dans les applications implique des compétences solides en conception mécanique et nécessite d'aller bien au-delà de simples calculs de durée.

Nos équipes travaillent à vos côtés pour optimiser la fiabilité de vos équipements. Pour ce faire, il leur faut connaître les conditions de service de vos roulements.

Ce 9^{ème} numéro de SKF Info Papeterie vous permettra, je l'espère, de mieux comprendre de quelle manière vous pouvez nous aider à vous servir.

Cordialement,
Domenico Restaino
SKF France
Responsable du département Applications
domenico.restaino@skf.com

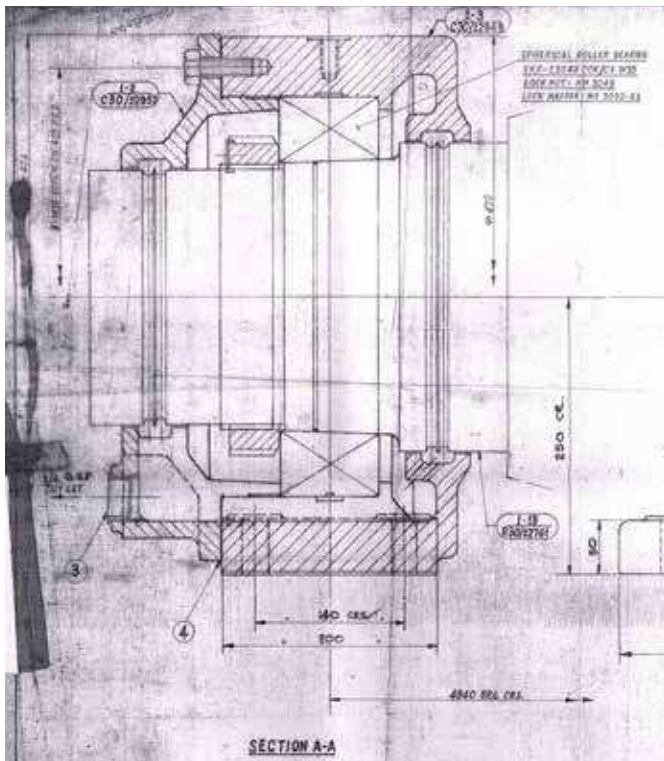
**à droite sur la photographie ci-dessus*

Durée nominale théorique versus durée de service

Les malentendus entre les fabricants de roulements et leurs clients sur des questions techniques sont très fréquents. Le client veut légitimement un roulement fiable qui lui évite de subir des arrêts non planifiés. Si une défaillance doit se produire, il souhaite savoir quand. En d'autres termes, il veut connaître la durée de service des roulements. Malheureusement, les fabricants de roulements ne sont pas en mesure de dire quelle sera la durée de service exacte. Ils peuvent calculer la durée nominale du roulement permettant de le dimensionner ce qui est bien différent.

Pour compliquer encore les choses, la durée nominale théorique ne tient pas compte de la totalité des paramètres susceptibles d'influer sur la durée de service, d'où la multiplicité des méthodes de calcul conduisant parfois à des résultats très différents.

Pour certains, un roulement n'est qu'une pièce de métal constituée de deux bagues et d'éléments roulants. En cas de défaillance, ils invoquent la qualité ou la capacité de charge. Ils n'ont, en réalité, pas conscience qu'un roulement est bien plus qu'une simple pièce. Je ne compte plus le nombre de clients qui souhaitent un avis sur la durée de service ou des conseils en matière de lubrification sans fournir d'informations sur le choix du roulement, son environnement de fonctionnement, son montage et la conception de la machine (Fig. 1).



Je ne compte plus non plus le nombre de fois où l'on m'a confié un roulement endommagé parfois si sévèrement que toute analyse était impossible (Fig. 2) et là aussi, sans aucune information utile sur ses conditions de service et son historique pour pouvoir déduire la cause de défaillance la plus probable.

Dans ce nouveau numéro de SKF Info Papeterie, nous verrons pourquoi il n'est pas possible de prédire la durée de service ou la durée de vie restante d'un roulement.

Nous énumérerons, en outre, les informations requises pour réaliser une analyse fiable des causes profondes de défaillances (RCFA : Root Cause Failure Analysis).



Fig. 2 : Roulement trop sévèrement endommagé pour réaliser le diagnostic de la cause probable de la défaillance. L'élément au centre est ce qui reste de l'arbre qui supportait le roulement.

Fig. 1 : Montage de roulements d'un cylindre sécheur. Les roulements ont eu une courte durée de service alors que la charge, le débit et la viscosité de l'huile semblaient appropriés. Je n'ai pas pris conscience de suite que, du fait de la conception du palier, seule une petite partie du débit d'huile traversait le roulement. Un collègue a remarqué que la gorge à huile dans la portée du roulement dans le logement était traversée par une large rainure sous le roulement conçue pour évacuer l'huile. La majeure partie de l'huile quittait ainsi le logement avant d'avoir refroidi et sans avoir lubrifié le roulement.

Pourquoi n'est-il pas possible de calculer une durée de service ?

À l'issue de ce chapitre, certains pourront avoir le sentiment que je n'ai pas accordé à ce sujet la place qu'il mérite. J'aurais pu aborder de nombreux autres aspects mais au risque d'ennuyer bon nombre de mes lecteurs...

On appelle durée de service le nombre réel de tours effectués par un roulement ou sa durée de fonctionnement au sein d'une machine. Si un roulement de cylindre Yankee est démonté et mis au rebut au bout de dix ans dans le cadre de la maintenance préventive, on considère alors que sa durée de service a été de dix ans, même si le roulement était encore en bon état. Si un roulement de rouleau de presse lisse, endommagé pendant le transport, est monté sur la machine puis démonté après trois heures de fonctionnement en raison de vibrations excessives, on considère alors que sa durée de service a été de trois heures. Si un roulement de cylindre sécheur est démonté en raison de vibrations dues à un écaillage de la piste après 40 ans, sa durée de service est de 40 ans. Si nous prenions un certain nombre de roulements de désignation identique, fabriqués au même moment, utilisés sous la même charge et avec le même lubrifiant, nous arriverions au même constat que dans le cadre du test d'endurance de l'ampoule. Autrement dit, tous ne présenteraient pas la même durée de service.

Dans notre essai, la fin de vie correspond au moment où un écaillage léger est détecté (Fig. 3). Ce type d'écaillage est causé par l'alternance des contraintes au niveau des composants du roulement (bagues et éléments roulants). Ce cycle de fatigue est produit par le passage des éléments roulants. Dans des conditions normales, en l'absence de contamination et avec une épaisseur de film adéquate d'un lubrifiant approprié, la contrainte maximale se situe immédiatement en dessous de la surface. Sous l'effet de l'alternance des contraintes, la structure de l'acier se modifie et des microfissures apparaissent à proximité des points faibles.

Fig. 3 : Écaillage léger annonçant la fin de la durée de vie du roulement.

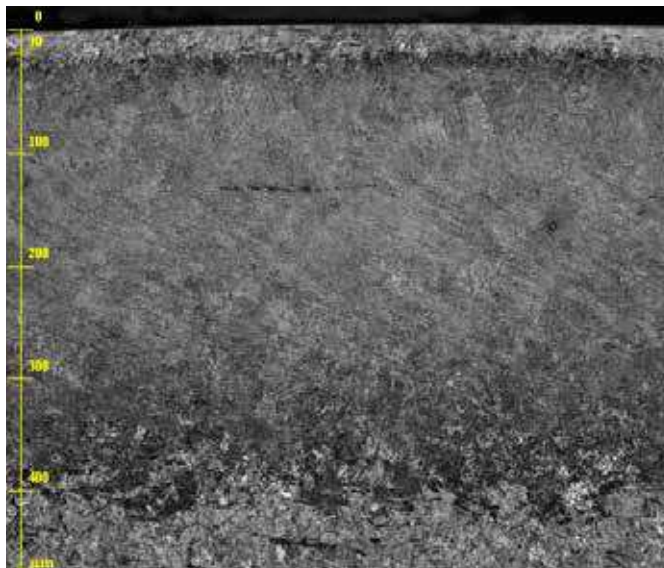
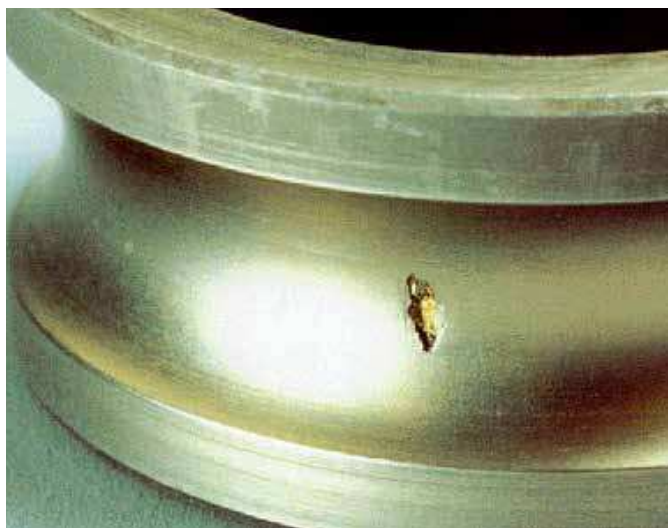


Fig. 4 : Modification structurale et microfissure sous la surface de la piste causées par l'alternance des contraintes dues au passage des éléments roulants.

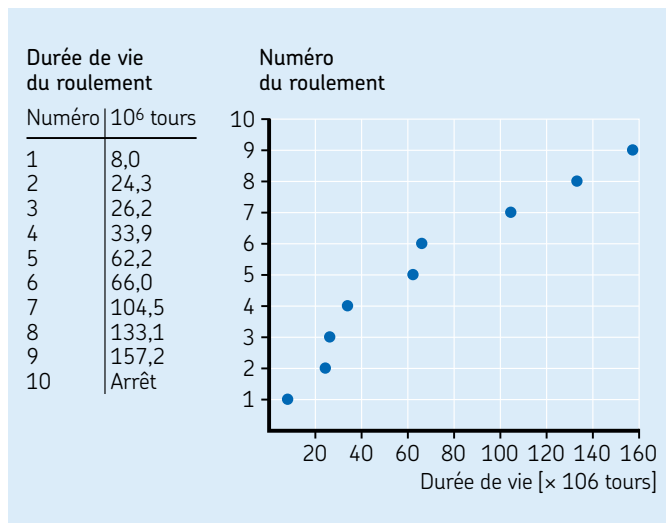
La Fig. 4 montre la modification structurale qui s'est opérée dans une zone située entre 30 et 400 micromètres sous la surface de la piste. À noter, la microfissure présente une profondeur de 130 micromètres

La Fig. 5 montre un test d'endurance réalisé avec 10 roulements. Le 1^{er} roulement à montrer des signes d'écaillage a atteint 8 millions de tours (soit 133 heures de fonctionnement à 1 000 tr/min), le 9^{ème} à présenter une défaillance, a effectué 157,2 millions de tours (2 626 heures à 1 000 tr/min) et le 10^{ème} roulement fonctionnait toujours à l'issue de l'essai.

Nous pouvons donc conclure que :

1. Des roulements fonctionnant dans des conditions identiques n'atteignent pas tous la même durée.
2. Il n'est pas possible de prédire la durée de vie d'un roulement donné avant l'essai.

Fig. 5 : Exemple de test d'endurance.



Tous ces tests d'endurance permettent d'obtenir une courbe en reportant la durée de vie réellement atteinte par les roulements sur un graphique dont l'axe des abscisses indique le nombre de tours ou d'heures (Fig. 6). Cette courbe qui représente la probabilité de survie peut être convertie en modèle à l'aide de formules mathématiques. Cela signifie que, pour une population de roulements identiques fonctionnant dans des conditions similaires, il est possible de prédire la probabilité de survie.

Il y a 70 ans, la probabilité de survie de 0,9 est devenue la norme. En d'autres termes, pour le calcul de la durée, 90 % des roulements doivent atteindre ou dépasser la durée de vie visée.

Ainsi, lorsqu'un fabricant de machine à papier me demande de sélectionner un roulement capable d'atteindre au moins 100 000 heures de service pour un rouleau de presse lisse, cela ne signifie pas que le roulement que je vais lui proposer dépassera cette durée. En me basant sur les conditions de service communiquées, je vais lui proposer un roulement qui – en théorie – fonctionnera 100 000 heures ou plus, dans 90% des cas. Le corollaire logique est que, dans 10% des cas, le roulement n'atteindra pas la durée de vie escomptée.

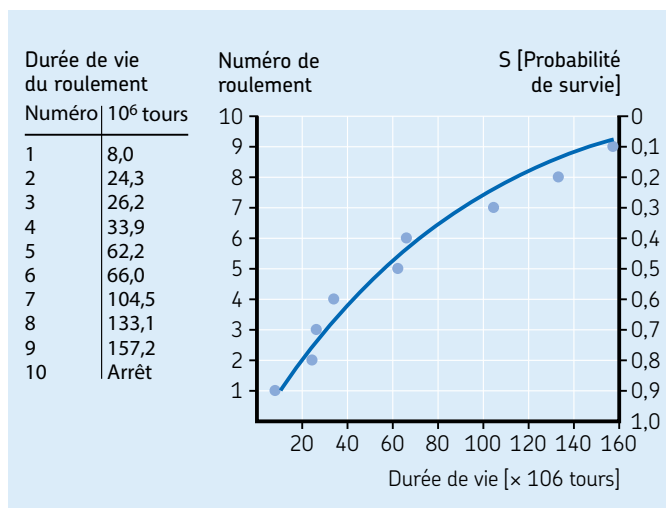
Prenons l'exemple d'une machine à carton équipée à l'avant, des cylindres sécheurs, de 100 roulements qui fonctionnent dans les mêmes conditions. En réalité, les conditions de service ne sont pas strictement identiques : la vitesse varie entre les groupes de cylindres sécheurs, la température de la vapeur fluctue etc.

Toutefois, pour les besoins de cette démonstration, imaginons qu'elles le soient.

Si la durée théorique pour une fiabilité de 90 % est de 200 000 heures, alors théoriquement :

- 99 % des roulements atteindront ou dépasseront 50 000 heures
- 95 % d'entre eux atteindront ou dépasseront 128 000 heures
- 50 % d'entre eux atteindront ou dépasseront 1 000 000 heures (soit une durée 5 fois supérieure à 200 000 heures)

Fig. 6 : Courbe de probabilité de survie.



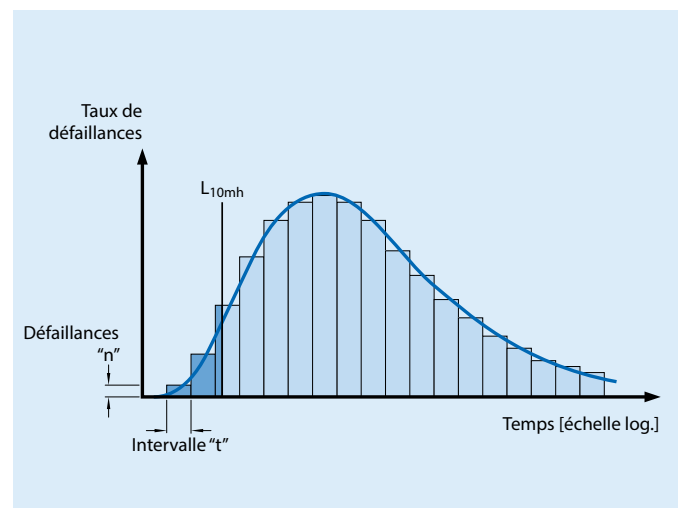
Cette durée de vie théorique, exprimée en heures, est la durée nominale L10 h (L pour « life », 10 pour la probabilité de défaillance de 10% et donc une fiabilité de 90%). Elle tient compte uniquement de la charge et de la vitesse du roulement. Il y a également la durée nominale modifiée, L10mh, qui considère la contamination solide, le rapport de viscosité de l'huile et la limite de fatigue. La limite de fatigue est la charge en dessous de laquelle, sous réserve d'un niveau de propreté et d'un mode de lubrification adéquats, la durée de vie du roulement est infinie. Malheureusement, les durées L10 h et L10mh reposent sur des méthodes généralistes basées sur une distribution simple de la charge.

Il existe d'autres méthodes de calcul de la durée de vie nominale qui tiennent compte de la déformation de l'arbre, du roulement et du logement, ainsi que du jeu interne et de la répartition exacte de la charge dans le roulement. Toutefois, pour des conditions de fonctionnement strictement identiques, les résultats de calcul de la durée peuvent varier considérablement.

Ainsi, lorsqu'un client me demande de calculer la durée de vie d'un roulement, il pense à la durée de service. Or, je suis en mesure de calculer la durée nominale. S'ensuivent de nombreux malentendus ; d'autant plus qu'il est difficile de garantir qu'un roulement, même correctement monté et entretenu, atteindra ou dépassera la durée de vie nominale calculée.

La courbe de la probabilité de survie peut être présentée de manière plus intéressante grâce au nombre de roulements qui arrivent en fin de vie par intervalle de temps (Fig. 7). Dans ce cas, la durée nominale fournit une estimation du temps qui s'écoule avant que les roulements ne soient remplacés. Elle permet ainsi la sélection de la taille d'un roulement pour une application donnée plutôt que prédire la durée de service de ce dernier. De même, il est important de préciser que la durée nominale est calculée en fonction de conditions de service qui peuvent parfois être différentes des conditions réelles.

Fig. 7 : Nombre de roulements arrivant en fin de vie par intervalles de temps.



Concrètement, la durée de service dépend de nombreux facteurs que le fabricant de roulements ne maîtrise pas. Une erreur fréquente consiste à choisir le roulement qui offre la durée de vie nominale la plus longue. Ce fût le cas pour un client qui cherchait à accroître la fiabilité d'un ventilateur stratégique. Il a donc modifié le ventilateur pour pouvoir monter un roulement à rotule sur rouleaux avec une capacité de charge très élevée. Un consultant a calculé une durée de vie L10h supérieure à plusieurs centaines de millions d'heures. La durée de service réelle a été inférieure à une semaine... En effet, le roulement fonctionnait sous une charge trop faible au regard de sa capacité et ses rouleaux glissaient au lieu de rouler dans la zone chargée. Face à cette situation, j'ai décidé de monter le même roulement mais en retirant 2/3 des rouleaux. Le ventilateur a fonctionné 8 ans de plus sans être à nouveau remplacé.

Les informations requises pour une étude de roulements

Une étude est nécessaire pour bien choisir le type et la taille des roulements en fonction de la durée escomptée, des ajustements et de la lubrification. Elle fournit en outre des recommandations pour le montage et le démontage.

Il peut s'agir d'une étude simple, basée sur le catalogue roulements SKF et qui peut être réalisée assez rapidement. Elle peut également être plus complexe, faire intervenir des programmes informatiques sophistiqués et, parfois, intégrer des tests.

Quoi qu'il en soit, les informations requises pour réaliser ce type d'étude restent similaires. Selon les applications, elles ne sont pas toutes indispensables, mais les fournir toutes systématiquement constitue, selon moi, une bonne pratique.

2.1 Nombre de roulements

Des informations sur le nombre de roulements ou la consommation annuelle sont précieuses pour les cas où des volumes importants de roulements standard ne conviendraient pas à l'application. Cela aurait un impact direct sur les coûts.

2.2 Dessins

Un dessin technique indiquant les dimensions et tolérances du montage de roulements ou la position des roulements est très souhaitable. A défaut, un simple schéma dessiné à la main peut être utile. N'oubliez pas d'inclure le système d'entraînement qui peut avoir un impact. Un dessin technique ou un schéma permet à l'ingénieur d'applications de prendre en compte un élément que le client ne juge pas important.

Je reçois souvent des schémas de montage de roulements tronqués. Ainsi, des éléments importants qui ont une influence sur la durée de service des roulements n'apparaissent pas, ce qui peut conduire à des erreurs. Il est donc préférable de fournir des dessins complets. Les dessins nous aident à comprendre de quelle manière la chaleur, générée par le frottement à l'intérieur du roulement et par d'autres sources, se dissipe. Ils nous permettent également d'estimer

les températures de service des roulements. Le dessin doit préciser les matériaux mis en œuvre car les différences de dilatation thermique peuvent être importantes. Enfin, je recommande un dessin basé sur un repère orthonormé.

2.3 Intensité de la charge, position et direction

Les charges, incluant les couples, doivent être indiquées sur les dessins. Si seules la charge axiale et la charge radiale des roulements sont fournies, ce manque d'informations peut conduire à une faible durée de service. Prenons en exemple un calcul de durée de vie nominale ISO (cf. Fig. 8). Le calcul de la charge radiale qui s'exerce sur ce roulement à rouleaux cylindriques est simple et l'on peut être tenté de fournir uniquement la charge radiale calculée :

$$F_r = (A+B).F/A$$

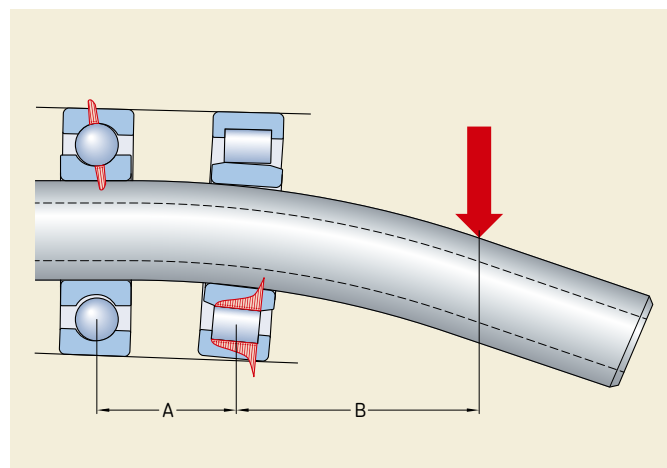
F correspond à la charge qui s'exerce sur l'arbre, représentée par la flèche rouge

Si seule F_r est connue et qu'aucun dessin indiquant la position réelle de la charge n'est fourni, l'ingénieur ne peut pas savoir que le roulement doit supporter un défaut d'alignement. Le résultat du calcul de la durée nominale – L10h ou L10mh – risque, dans ce cas, d'être très élevé. À l'inverse, grâce à un dessin et à des informations sur la charge et la géométrie de l'arbre, il sera en mesure de prédire une flexion de l'arbre sous l'effet de la charge et, donc, la nécessité pour le roulement de pouvoir supporter un défaut d'alignement.

Un logiciel lui permettra ensuite de constater que la durée nominale, à partir de la répartition réelle de la charge dans le roulement, est en réalité très faible. Il pourra également prendre toute la mesure du risque élevé de formation de rouille de contact entre l'arbre et l'alésage du roulement.

Les informations fournies doivent également permettre de comprendre les changements de direction de la charge. Une erreur fréquente consiste à indiquer uniquement la charge maximale en pensant que si le roulement peut supporter cette charge, il pourra également tolérer des charges inférieures. Ce n'est pas nécessairement le cas, puisque, dans certaines conditions, les éléments roulants risquent de glisser au lieu de rouler. Dans ce cas, la charge de contact doit être suffisamment élevée pour les contraindre à rouler.

Fig. 8 : Dessin précisant la position de la charge



Par conséquent, il est indispensable de toujours indiquer les charges maximale et minimale. En indiquant seulement la charge maximale, le risque est d'utiliser des roulements surdimensionnés ou de se trouver dans une situation où aucun roulement ne semble pouvoir convenir. Prenons le cas des roulements de mandrin de bobine. Si l'on considère uniquement la charge et la vitesse maximales, la majorité des roulements utilisés sur les mandrins de bobines auront une courte durée de service, de l'ordre de quelques milliers d'heures tout au plus. De même, pour la plupart des roulements de boîtes de vitesses automobiles, le résultat de calcul ne dépasserait pas les quelques dizaines d'heures. Pour éviter ce problème, il est préférable de fournir un histogramme de la charge indiquant une estimation de la variation et de la durée d'application de la charge.

2.4 Chocs

Une charge par choc est une charge souvent relativement élevée, de très courte durée. Exprimée en newtons, elle doit être comparée à la capacité de charge statique du roulement. Cela s'avère complexe car la charge par choc dépend de la décélération de la masse en mouvement ($F = m g$) et, par conséquent, des déformations au sein du mécanisme. Certains concepteurs optent pour des roulements surdimensionnés ou pour un nombre de roulements supérieur. A titre d'exemple, les triturateurs verticaux sont soumis à des charges par chocs difficiles à estimer lorsque le papier recyclé heurte leurs rotors. Certains fabricants préfèrent utiliser une butée à rotule sur rouleaux pour la reprise des charges axiales, quand ils n'utilisent pas des roulements à rotule sur rouleaux surdimensionnés sur la base des charges connues. Les chocs peuvent, en outre, se traduire par un martèlement de la cage du roulement exercé par les éléments roulants. La présence de charges avec chocs répétés devra donc être prise en compte pour le choix de la cage.

2.5 Vibrations

Les vibrations ont également une influence sur les roulements. Cela est particulièrement le cas lors de l'arrêt où le risque de faux effet Brinell est important. Autrement dit, les éléments roulants vibrent sans changer de position, ce qui entraîne une corrosion de contact et une usure. Les vibrations peuvent également avoir des répercussions sur le lubrifiant. Par exemple, elles peuvent occasionner une perte de consistance de la graisse et, par conséquent, des fuites de graisse. Il est donc primordial de fournir des informations sur l'accélération, l'amplitude et la fréquence (des phénomènes interdépendants).

2.6 Accélération

L'accélération, en termes de vitesse de rotation, n'est pas la seule susceptible de provoquer un glissement des éléments roulants. L'accélération centrifuge, responsable de la rotation du centre du roulement autour de l'axe d'un autre composant, peut également être très utile. Elle doit être prise en compte pour le choix de la cage.

2.7 Vitesses

Les vitesses et les charges étant des paramètres clés, un histogramme de la vitesse est une aide précieuse. En effet, si le lubrifiant est sélectionné uniquement à partir de la vitesse maximale, la formation

d'un film d'huile adéquat à des vitesses inférieures sera impossible. En effet, la température de service sera trop faible pour permettre un ressuage de la graisse suffisant pour une lubrification correcte du roulement. Des périodes d'immobilisation prolongées doivent également être indiquées. Les roulements peuvent être endommagés par un faux effet Brinell induit par les vibrations des autres machines ou par une corrosion à l'arrêt.

2.8 Exigences de durée nominale

Des exigences trop élevées peuvent conduire à opter pour des ensembles roulements, des solutions d'étanchéité et des systèmes de lubrification coûteux. Il est important de ne pas perdre de vue que des roulements surdimensionnés présentent un frottement supérieur, qu'ils sont plus difficiles à lubrifier et plus sensibles aux faibles charges. En ce qui concerne l'industrie des pâtes et papiers, les exigences en matière de durée nominale se situent généralement entre 30 000 et 200 000 heures. Cependant, d'après mon expérience, à partir d'une durée L10h supérieure à 100 000 heures, les roulements deviennent surdimensionnés et présentent des défaillances relevant de causes autres que la fatigue normale.

2.9 Dimensions disponibles

Indiquer les dimensions de l'espace disponible, dès le début de l'étude, facilite la sélection du roulement qui pourra alors se loger dans l'espace disponible et être monté sur l'arbre existant.

2.10 Exactitude de rotation

Les roulements dotés d'une exactitude de rotation standard conviennent à la plupart des applications. Certaines exigent une exactitude de rotation accrue due à la vitesse ou à la nécessité d'un fonctionnement extrêmement précis d'un rouleau/cylindre ou d'un arbre. Surestimer la nécessité d'une exactitude de rotation accrue peut se révéler coûteux. Je me souviens d'une usine de ouate qui avait exigé une exactitude de rotation de trois microns pour une estampeuse utilisée dans la partie transformation de son usine. Pour répondre à cette exigence, j'avais proposé des roulements à rotule sur rouleaux préchargés, initialement conçus pour les machines à imprimer et dotés d'un système à circulation d'huile. La portée du roulement sur l'arbre était une portée conique directe, usinée selon des tolérances très serrées. La précharge du roulement devait être réglée selon une procédure spécifique.

Quelques années plus tard, un roulement à rotule sur rouleaux SKF standard a été monté suite à un arrêt non planifié et il s'est avéré que son exactitude de rotation standard était suffisante. Le roulement standard n'étant pas préchargé, le faible frottement a permis de passer à une lubrification à la graisse. Aujourd'hui, les estampeuses sont équipées de roulements à rotule sur rouleaux SKF standard montés sur des manchons de démontage et lubrifiés avec une graisse d'usage général.

2.11 Rigidité ou déformation maximale

Les différentes pièces mécaniques se déforment sous l'action de la charge ; il est par conséquent tout à fait envisageable de spécifier une déformation maximale. Par exemple, l'arbre d'un pignon d'engrenage conique fléchit sous un couple élevé. Cela entraîne une

déformation du roulement support et des pièces adjacentes accompagné d'un changement de la position du contact entre les dents d'engrenage. Dans ce cas, le déplacement du pignon doit être minimisé pour maintenir l'engrènement à l'intérieur de la plage optimale et favoriser la réduction du frottement et l'allongement de la durée de vie de l'engrenage. Une manière d'accroître la rigidité consiste à précharger les roulements. Dans le cas de l'engrenage conique, il conviendrait de sélectionner une précharge qui concilie les exigences d'exactitude de l'engrènement avec la température de service induite par le frottement à l'intérieur du roulement du fait de la précharge. Notons qu'une faible précharge allonge la durée de vie du roulement, dans la plupart des cas, sans toutefois perdre de vue le risque de ne plus pouvoir maîtriser l'augmentation du frottement. Ainsi, avant d'appliquer une précharge aux roulements, adressez-vous à un ingénieur d'applications SKF.

2.12 Moment de frottement maximal

Certaines applications, comme les rouleaux déplisseurs, impliquent des exigences spécifiques concernant le moment de frottement rotationnel. De telles exigences ont un impact sur le choix du roulement mais aussi sur celui du lubrifiant et de la solution d'étanchéité. Dans l'industrie papetière, cette exigence concerne principalement les rouleaux entraînés par la bande de papier ou le feutre.

2.13 Méthode de lubrification et lubrifiant de prédilection

Une méthode de lubrification ou un lubrifiant spécifiques peuvent faire l'objet d'exigences particulières. Par exemple, une huile ISO VG 150 destinée à un rouleau de presse de la section humide équipé d'un système à circulation d'huile. Ou encore une lubrification à la graisse pour un ventilateur dans le but de réduire les coûts. Grâce à ce type d'informations, un ingénieur d'applications SKF peut évaluer la compatibilité des roulements avec les conditions de service.

2.14 Températures

J'entends par températures, les températures ambiantes et de service susceptibles d'avoir un impact sur les roulements. C'est le cas de la température de l'air dans les ventilateurs de hottes Yankee, de la température de la vapeur dans les cylindres sécheurs etc. Il est primordial d'indiquer des températures maximales et minimales réalistes. Pour éviter les problèmes, ne vous contentez pas d'indiquer les températures maximales pour les applications dans la sécherie seulement. Par exemple, une graisse haute température adaptée à la température maximale spécifiée pour lubrifier les roulements de rouleaux de feutre peut ne pas convenir aux rouleaux inférieurs qui fonctionnent dans un environnement plus frais.

Il est également important de ne pas surestimer la température de la vapeur pour les cylindres sécheurs, en particulier ceux qui présentent un tourillon isolé afin d'éviter des débits d'huile recommandés plus élevés que nécessaire et des fuites sur certaines machines. Le risque est également d'avoir la préconisation de roulements munis de bagues intérieures cémentées plus coûteux que des roulements standard.

2.15 Risques de contamination

Des informations sur les risques de contamination issue de l'environnement et de la machine doivent être fournies compte tenu de leur influence dans le choix des roulements, de la solution d'étanchéité et du système de lubrification.

2.16 Montage et démontage

Dans certains cas, l'espace disponible pour le montage et le démontage est restreint. Il est souhaitable que nous ayons connaissance de toute restriction qui pourrait avoir des répercussions sur la conception du système et sur les procédures de montage/démontage.

Sur un engrenage intermédiaire, le roulement utilisé côté intérieur de la machine peut s'avérer difficile à démonter. Imaginons que l'espace disponible entre le carter de l'engrenage et le cylindre sécheur ne soit que de 150 mm (5.9 po), il est important de prendre en compte cette dimension pour déterminer les procédures adéquates.

Il en va de même pour remplacer le roulement et le manchon de serrage sur un arbre de ventilateur dont le levage est impossible. Si un palier à semelle à joint diamétral est utilisé, la procédure consiste à le monter avec le roulement, le manchon de serrage et l'écrou de blocage pour une mise en place sur l'arbre par enfoncement. Dans ce cas, il n'est pas possible d'appliquer la méthode SKF par enfoncement axial utilisant à un écrou hydraulique.

3. Informations requises pour une analyse des causes de défaillance

Voilà le genre d'appel que je reçois souvent : « Notre roulement de ventilateur dégage une chaleur excessive ! Nous vaporisons de l'eau sur le palier pour le refroidir mais, malgré cela, nous remplaçons les roulements trois fois par mois ! Que nous recommandez-vous ? »

Je réponds « cela dépend » et enchaîne avec au moins une dizaine de questions sur les conditions de service, le type et la taille des roulements, la manière dont ils sont montés, le lubrifiant utilisé, etc. Bien souvent, mon interlocuteur n'est pas en mesure de répondre à mes questions. Il n'a pas assuré le montage des roulements ni installé le ventilateur... La graisse est utilisée avec succès depuis de nombreuses années et il n'a aucune idée des charges qui s'exercent sur les roulements. Il a appelé SKF parce que des désignations SKF apparaissaient dans la liste des roulements de rechange du manuel d'utilisation. Il pensait que nous connaîtrions les conditions de service et aurions la solution à son problème.

Fréquemment, les fabricants emploient des ingénieurs-concepteurs compétents qui connaissent leurs produits et ne contactent pas SKF pour valider leurs choix de roulements, sauf cas particulièrement complexes.

Dans cette situation, je recommande de ne pas vaporiser d'eau sur les paliers car des roulements en surchauffe présentent souvent un jeu interne réduit dû à la température nettement supérieure de la bague intérieure. Si l'on refroidit le palier, et donc la bague

extérieure du roulement, ce dernier risque de fonctionner sans aucun jeu et, compte tenu de la précharge, l'échauffement peut rapidement devenir incontrôlable. Je peux également préconiser de vérifier le bon écoulement de l'excès de graisse et faire appel à SKF pour superviser la prochaine opération de montage de roulements. Mon interlocuteur est souvent bien déçu de n'avoir aucune solution immédiate à son problème.

L'analyse des causes de défaillance est très similaire à une enquête criminelle. Il est préférable qu'il y ait un corps pour pratiquer une autopsie et la tâche est plus facile quand ce corps n'est pas trop endommagé. Des informations sur la vie de la victime peuvent fournir de nombreux indices, mais parfois le meurtrier reste inconnu et l'affaire finit par être classée sans avoir été élucidée. Pour bénéficier d'une analyse des causes de défaillance pertinente, il est nécessaire de fournir toutes les informations relatives aux conditions de service. D'autres sont également utiles : désignation exacte et inscriptions présentes sur le roulement, températures de service du roulement (à noter : différente de celle mesurée à l'extérieur du palier), durée de service du roulement précédent, rapports de montage, marque et désignation du lubrifiant, méthode de lubrification, durée de stockage du roulement et du lubrifiant, modifications apportées à la machine.

Lorsqu'un roulement est démonté en vue d'une analyse, l'opération doit être effectuée avec le plus grand soin pour éviter d'aggraver les dommages et de masquer la cause réelle du problème. Un échantillon de lubrifiant doit être prélevé à l'intérieur du roulement démonté avant de procéder à son nettoyage. L'application d'un agent de conservation permet de lutter contre la corrosion supplémentaire.

J'ai pleinement conscience que la plupart des clients ne sont pas en mesure de fournir la totalité des informations nécessaires. Cependant, plus vous fournissez d'informations, plus vous augmentez les chances de réussite de l'analyse de défaillance.

L'examen du roulement endommagé est souvent l'étape clé de l'analyse. Si l'envoi du roulement n'est pas envisageable, des photographies de bonne qualité peuvent aider à identifier la cause du problème. Elles doivent montrer tous les éléments du roulement et pas uniquement les parties endommagées. Malheureusement, nous recevons souvent des photographies inexploitable en raison de l'absence de mise au point et/ou de la présence de reflets du flash (Fig. 9).

Cela est vraiment regrettable, d'autant plus qu'il n'est pas nécessaire de posséder un appareil coûteux pour fournir des photographies de qualité. De nombreux petits appareils-photos numériques compacts, et même certains appareils-photos de smartphones, sont tout à fait suffisants.

Voici quelques conseils pour "bien" photographier des roulements endommagés :

- N'utilisez pas le mode entièrement automatique, ni le flash de votre appareil. Privilégiez le mode manuel de l'appareil pour contrôler l'exposition et la sensibilité (valeurs ISO).
- Utilisez le mode macro si votre appareil en est pourvu.

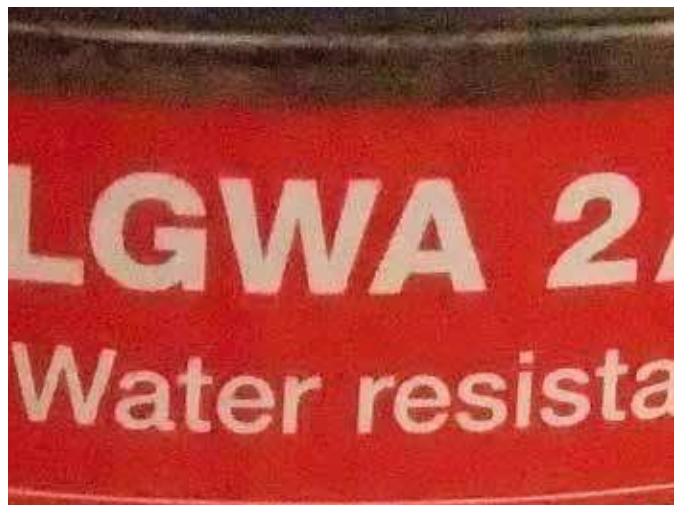
Fig. 9 : Photographie floue avec le reflet du flash.



Fig. 10 : Photographie prise avec un appareil compact réglé sur 80 ISO.



Fig.11 Photographie prise avec le même appareil compact réglé sur 1 600 ISO. Gardez à l'esprit qu'en mode entièrement automatique, l'appareil utilise la sensibilité ISO la plus élevée pour éviter une vitesse d'obturation trop lente, d'où un risque de photos floues en cas d'éclairage insuffisant.



- Réglez votre appareil sur la sensibilité ISO native du capteur. Il s'agit souvent de la valeur ISO la plus faible. Une valeur ISO élevée génère du bruit qui peut masquer des détails (Fig. 10 et 11).
- Utilisez un trépied et le retardateur de votre appareil (Fig. 12) pour éviter les ombres en cas de sources d'éclairage multiples.
- Il peut être difficile d'effectuer une mise au point correcte sur une surface en acier en raison de l'absence de contraste. Dans ce cas, placez une règle à proximité de la zone endommagée et effectuez la mise au point sur celle-ci (Fig. 13).
- Il peut être difficile d'effectuer une mise au point correcte sur une surface en acier en raison de l'absence de contraste. Dans ce cas, placez une règle à proximité de la zone endommagée et effectuez la mise au point sur celle-ci (Fig 11).
- Après avoir pris une photo, vous devez toujours l'observer et l'agrandir pour vérifier la mise au point.

Il existe d'autres astuces, comme préférer le format RAW au format jpeg ou rogner les images au lieu d'utiliser un programme de compression pour réduire la taille du fichier, mais notre propos n'est pas ici de fournir un manuel du photographe. Les six conseils formulés ci-dessus constituent déjà un bon départ.

Il y aurait encore beaucoup à dire sur ce sujet...
 J'espère que la lecture de ce numéro vous permettra de mieux comprendre à quoi correspond la durée nominale théorique et les raisons pour lesquelles il est impossible de prédire la durée de service d'un roulement.
 Enfin, vous savez également quelles informations collecter et fournir pour une prochaine étude de roulements ou une analyse des causes de défaillance.

Fig. 12 : Un appareil-photo compact installé sur un trépied est généralement suffisant pour prendre des photos de qualité acceptable de roulements endommagés.



Fig. 13 : Si le contraste est insuffisant pour permettre à votre appareil d'effectuer une mise au point correcte, utilisez une règle et effectuez la mise au point sur le bord de la règle.



Cordialement,
 Philippe Gachet
 Consultant technique senior
philippe.gachet@skf.com

